

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MARCHA DE
ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM *Crotalaria
spectabilis***

FELIPE DE CARLI

THALES HENRIQUE DE CARLI

DOURADOS

MATO GROSSO DO SUL

2017

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MARCHA DE ABSORÇÃO DE
MACRONUTRIENTES EM *Crotalaria spectabilis***

FELIPE DE CARLI E

THALES HENRIQUE DE CARLI

ORIENTADOR: PROF. DR. MUNIR MAUAD

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados,
como parte das exigências para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Dourados

Mato Grosso do Sul

2017

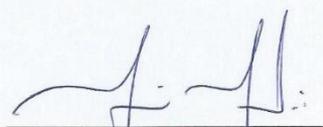
**ACÚMULO DE MATERIA SECA E MARCHA DE ABSORÇÃO DE
MACRONUTRIENTES Em *Crotalaria spectabilis***

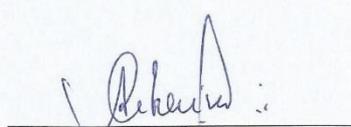
Por

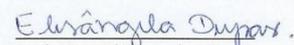
Felipe de Carli
Thales Henrique de Carli

**Trabalho apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de ENG. AGRÔNOMO**

Aprovada em: 27/08/2017


Prof. Dr. Munir Mauad
Orientador – UFGD/FCA


Prof. Dr. Antonio Carlos T. Vitorino
UFGD/FCA


Prof. Dra. Elisângela Dupas
UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por nossas vidas e por ter proporcionado a nós chegarmos até aqui.

A Universidade Federal da Grande Dourados e ao curso de Agronomia, pela oportunidade e condições oferecidas a nós, para a condução deste trabalho.

Ao nosso orientador Professor Doutor Munir Mauad pela oportunidade na elaboração deste trabalho, pelos incentivos e por ter contribuído para nossa formação profissional.

Ao Professor Doutor Luiz Carlos Ferreira de Souza, pela área cedida para para a implantação em campo de nosso experimento.

A Eng. Agr. Dra. Jerusa Rech, ao Técnico de laboratório João Augusto Machado da Silva e ao Professor Mestre Elton Aparecido Siqueira Martins pela ajuda e seus conhecimentos passados durante a elaboração de nosso trabalho de conclusão de curso.

Aos nossos familiares, Ana Lucia Smaniotto de Carli, Gilmar de Carli, Adelir de Carli, Helena de J.V de Carli, Camila Carminati, pelo apoio e ajuda que nos deram durante o decorrer de nossa graduação.

A os nossos amigos e colegas pela amizade apoio e companheirismo durante a nossa caminhada rumo ao título de engenheiro agrônomo.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	Vi
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISAO DE LITERATURA.....	9
2.1 <i>Crotalaria spectabilis</i>	9
2.2 Nutrientes.....	11
2.2.1 Nitrogênio.....	11
2.2.2 Fósforo.....	11
2.2.3 Potássio.....	12
2.2.4 Cálcio.....	13
2.2.5 Magnésio.....	13
2.2.6 Enxofre.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
5. CONCLUSÕES.....	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

RESUMO

Dentre as premissas básicas do plantio direto, estão o não revolvimento do solo, a rotação de cultura e o aporte de biomassa ao solo, o qual pode ser feito por meio da palhada da colheita (restos culturais) ou por meio da adubação verde. Neste sentido uma leguminosa que vem se destacando é a *Crotalária spectabilis* por ser uma planta anual, de crescimento inicial lento, que possui raiz pivotante profunda, alta capacidade de ciclagem de nutrientes e aporte de biomassa ao solo. Entretanto nos últimos anos tem ocorrido falta de sementes deste gênero, o que demanda aumento das áreas de produção. Contudo, estudos da demanda por nutrientes para este gênero ainda são escassos. Objetivou-se com este trabalho caracterizar a produção de matéria seca e o acúmulo de macronutrientes na parte aérea das plantas em vários estágios de crescimento e desenvolvimento. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), município de Dourados, MS. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura muito argilosa. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com doze épocas de coleta, 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140, 154 e 168 dias após a emergência (DAE) das plântulas e cinco repetições, totalizando 60 unidades experimentais. A cada coleta, as plantas foram divididas em folha, caule + ramos, legumes e grãos. As diversas partes das plantas foram lavadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem peso constante e depois determinando os teores de macronutrientes. A produção de matéria seca é lenta até os 70 DAE e seu máximo acúmulo se dá aos 158 DAE com maior contribuição de caule + ramos. Em período de florescimento o teores de macronutrientes tem a seguinte ordem: $K > N > Ca > P > Mg > S$ e a ordem de exportação $N > K > P > Ca > S > Mg$. O manejo visando o aporte de nutrientes ao solo deve ser feito no florescimento (98 DAE), enquanto para a produção de biomassa esse deve ser feito aos 126 DAE

Palavras chave: Nutrição de plantas, ciclagem de nutrientes, adubo verde.

ABSTRACT

Among the basic premises of no-tillage, are non-soil rotation, crop rotation and biomass input to the soil, which can be done by harvesting straw (cultural residuum) or by using green manuring. In this sense a legume that has been highlighting is the *Crotalaria spectabilis*, for being an annual plant, of slow initial growth, that has deep pivoting root, high capacity of nutrient cycling and contribution of biomass to the soil. However in recent years there has been a lack of seeds of this genre, which demands an increase of production areas. However, nutrient demand studies for this genus are still scarce. The objective of this work was to determine the dry matter production and the accumulation of macronutrients in the aerial part of the plants at different stages of growth and development. The experiment was carried out at the Experimental Farm of Agricultural Sciences of the Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), municipality of Dourados, MS. The soil of the experimental area was classified as a very clayey dystrophic Red Latosol. The experimental design was randomized blocks, with twelve collection times (14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140, 154 and 168 days, after the emergence of seedlings) and five repetitions, totaling 60 experimental units. Every collection, the plants were divided into sheet (limbus and petiole), stem + branches, vegetables and grains. The various parts of the plants were washed and dried in a forced air circulation oven at 65 ° C, until reaching constant weight and then determining the macronutrient contents. Dry matter production is slow up to 70 DAE and its maximum accumulation is 158 DAE with the highest contribution of stem + branches. During flowering period the macronutrient contents are in the following order: K > N > Ca > P > Mg > S and the export order N > K > P > Ca > S > Mg. The handling aiming the supply of nutrients to the soil should be made at 98 DAE, while for the production of biomass this should be done at 126 DAE.

Key words: Plant nutrition, nutrient cycling, green man

1.INTRODUÇÃO

Entende-se como rotação de culturas a alternância regular e ordenada do cultivo de diferentes espécies vegetais, em sequência temporal em uma determinada área (JUNIOR & COELHO, 2010). Segundo Christoffoleti et al. (2007) dentre os vários benefícios que a rotação de culturas proporciona se destacam: melhorias na fertilidade e características físicas do solo, eficiência no uso de água e nutrientes, diminuição da incidência de plantas daninhas, pragas e doenças, otimização do uso de máquinas na propriedade e diminuição de riscos de perdas na cultura e aumento em produtividade.

Dentre as premissas básicas do plantio direto, estão o não revolvimento do solo, a rotação de cultura e o aporte de biomassa ao solo, o qual pode ser feito por meio da palhada da colheita (restos culturais) ou por meio da adubação verde.

A adubação verde pode ser definida como a prática agrícola que tem por objetivo, cultivar uma espécie vegetal até seu máximo desenvolvimento vegetativo, quando poderá ser cortada e ou acamada, incorporada ou não ao solo, com o objetivo de manter ou aumentar a matéria orgânica do solo (MOS) além de fazer a ciclagem de nutrientes (SOUZA et al., 2012). Por outro lado a utilização de leguminosas em sistema de rotação de cultura apresenta outras finalidades agronômicas além do aporte de nutrientes e MOS, como: controle de ervas daninhas, controle de nematóides, aumento de fungos micorrízicos, e fixação biológica de nitrogênio (PEREIRA, 2014).

Uma leguminosa que vem se destacando em sistemas de rotação é a *Crotalaria spectabilis*, por ser uma planta anual de crescimento inicial lento, que possui raiz pivotante profunda, podendo se desenvolver em solo com maior densidade. É uma planta subarborescente, de porte mediano (0,60 m a 1,50 m) e ramificada, de clima tropical e subtropical, apresentando bom desenvolvimento nos diferentes tipos de textura de solo (EMBRAPA, 2001).

Inomoto et al. (2008a) observaram que espécies de crotalárias são efetivas no impedimento da multiplicação das populações de nematóides do gênero *M. javanica*, reduzindo a densidade deste nematóide.

SOARES et al. (2012) concluíram que quando utilizada em rotação de culturas, esta leguminosa diminui significativamente o número de plantas daninhas,

em até 43% quando em sistema de plantio direto. TEODORO et al. (2009) estimaram que a *Crotalaria spectabilis* pode aportar ao solo por meio da fixação biológica de nitrogênio até 192 kg ha⁻¹.

Essas características têm acarretado em grande expansão do cultivo do gênero *Crotalaria* L. nas áreas de produção de grãos do cerrado brasileiro (COSTA et al., 2012). Entretanto nos últimos anos tem ocorrido falta de sementes deste gênero, o que demanda aumento das áreas de produção e com a falta de conhecimentos sobre os nutrientes necessários e quanto deve ser restituído ao solo após a colheita das sementes se destaca o estudo da marcha de absorção já que na literatura não existe trabalhos semelhantes para *Crotalaria spectabilis*.

Estudar marcha de absorção de nutrientes e produção de matéria seca, em estádios de desenvolvimento fenológico de uma planta, é de fundamental importância para definir estratégias de quantidades e das épocas de realizações de adubação e das quantidades mínimas que devem ser restituídas ao solo, para fins de manutenção da fertilidade (FRANCO, 2011). Isso contribui para o aumento da eficiência no manejo das culturas, proporcionando ganhos em produtividade e redução de custos, com o consequente uso racional e eficiente dos insumos aplicados no solo (FRANCO, 2011).

Objetivou-se com este trabalho determinar a produção de matéria seca e o acúmulo de macronutrientes na parte aérea das plantas durante o crescimento e desenvolvimento da cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Crotalaria spectabilis*

O gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae-Faboideae) segundo Lewis et al. (2005), está inserido na tribo Crotalarieae (Benth.) Hutch. As espécies do gênero tem por característica apresentar porte herbáceo ou arbustivo; folhas trifolioladas, unifolioladas ou simples; flores com corola predominantemente amarela; estames, monadelfos, formando um tubo aberto por uma fenda, anteras dimorfas e legumes inflados. Podem ser encontradas espécies em diversas condições ambientais, como áreas próximas a rios, morros litorâneos, restingas, orlas de florestas, campos e cerrados (GARCIA et al., 2013).

A vagem, quando próximo à deiscência, apresenta as sementes livres em seu interior e, assim, quando agitado produz um som semelhante ao de um chocalho ou ao guizo da cobra cascavel (*Crotalus sp.*). Dessa característica, derivam os nomes populares da maioria de suas espécies, como guizo-de-cascavel, xique-xique e crotalária, termo que em latim significa chocalho (QUEIROZ, 2009).

Crotalária constitui-se em um dos maiores gêneros da família Leguminosae, com cerca de 690 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais principalmente no Hemisfério Sul, sendo mais encontradas na África e na Índia (GARCIA et al., 2013). Para o continente americano, são citadas por LEWIS et al. (2005) cerca de 74 espécies, sendo 59 endêmicas e, destas, 35 são da América do Sul, a maioria das quais, no Brasil.

Existem diversos usos para as espécies de crotalária, como por exemplo, adubo verde; forragem; combate a nematóides em plantações; em programas de revegetação de áreas contaminadas com substâncias tóxicas como arsênio, empregado na indústria têxtil; na produção de fibras para confecção de papel; na medicina popular e em atividades farmacológicas. Algumas espécies são apontadas como tóxicas para o homem e outros animais, devido aos alcalóides produzidos em época de frutificação (BOGHOSSIAN et al., 2007).

Crotalaria spectabilis é comprovadamente uma planta não hospedeiras do nematóide *Pratylenchus brachyurus*, quando utilizada em rotação com soja (*Glycine*

max) destaca-se por garantir a diminuição populacional deste nematóide, e é um valioso adubo verde, utilizada também para o controle de *Heterodera glycines*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita*. O que destaca a *Crotalaria spectabilis* é o fato de não existir nenhuma outra técnica tão eficiente na redução populacional de *Pratylenchus brachyurus* (INOMOTO, 2008).

Galbieri et al. (2011) observaram em seu trabalho, que quando utilizado a rotação de culturas entre *C. spectabilis* e algodão (*Gossypium*) no controle de *Meloidogyne incognita*, a produção do algodoeiro teve aumento em até 14% em cultivares que apresentavam certa resistência.

Scheuer e Tomasi (2011) demonstraram que a crotalária disponibiliza macro e micronutrientes, com a sua utilização como adubo verde, bem como incremento de matéria orgânica ao solo e observaram que houve ciclagem de fósforo, potássio, zinco, cálcio, magnésio e decréscimo de cobre manganês e enxofre, registrou ainda que houve alterações na Capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases no solo (V%) em estudo. A crotalária ainda pelo seu rápido crescimento e cobertura do solo, teve o poder de inibir o surgimento de plantas invasoras e a perda de partículas de solo causadas pela erosão, e mesmo após 60 dias de seu corte ainda apresentava poder alopático, inibindo o crescimento de outras plantas daninhas.

A *crotalaria spectabilis* quando em consórcio com milho (*Zea mays*) aumenta a produção total de matéria seca da área, sem interferir na produtividade contribuindo desta maneira para o aumento do material orgânico presente no solo e com isso em anos subsequentes proporcionará efeitos benéficos para a cultura subsequente estabelecida na área (GITTI et al., 2012). O uso de crotalária antecedendo a semeadura do milho mais adição de nitrogênio traz benefícios tais como: aumento do comprimento da espiga, maior número de grãos por espiga e maior peso de 100 grãos contribuindo desta maneira para sua maior produtividade (SANTOS et al 2010).

Na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) pode se observar aumento do perfilhamento no início do ciclo e potencial ganho em produtividade do canavial, quando a crotalária antecedeu o plantio da cana (PEREIRA, 2015). Ambrosano et al, (2011) relatam incremento na produtividade de açúcar da cana, quando efetuado o cultivo prévio da crotalária, tal fato se deve pela produção de material vegetal e o acúmulo de nutrientes em especial de N.

2.2 Nutrientes:

2.2.1 Nitrogênio

O nitrogênio (N) é o nutriente mais exigido pelas plantas, sendo absorvido na forma de amônio e nitrato, (FAQUIN, 2005). A disponibilidade de N no solo para as plantas é controlada basicamente pela decomposição da matéria orgânica e por adubações nitrogenadas, sendo que, quando são utilizadas culturas com baixa relação C:N, a decomposição e a mineralização é mais rápida e a ciclagem do N ocorre em curto espaço de tempo, como acontece com a utilização de leguminosas em rotação de culturas. As perdas de N no solo são altas, principalmente por lixiviação, na forma de nitrato, pois este nutriente não forma ligações fortes com as cargas permanentes do solo suficientes para reter o nitrato (PAVINATO et al., 2008).

As suas funções nas plantas são: equilíbrio de cargas e absorção de cátions e ânions; faz parte da estrutura de proteínas e outros compostos; regulação de reações de síntese, componente estrutural de macro moléculas e constituintes de enzimas (FAQUIN, 2005; FURLANI, 2004). Sua deficiência causa senescência precoce das folhas velhas com clorose característica, redução na relação raiz com parte aérea e mudanças na largura e comprimento das folhas (FURLANI, 2004).

Teodoro et al. (2011) mostraram que em florescimento a *Crotalaria spectabilis* teve acúmulo de 201 kg ha⁻¹ de N.

2.2.2 Fósforo

Dos macronutrientes o fósforo (P) é um dos menos exigido pelas plantas, porém a sua grande deficiência em solos brasileiros o torna um dos elementos mais utilizados em adubações (FAQUIN, 2005).

Na planta o fósforo tem funções variadas como: componente dos lipídeos do plasmalema e tonoplasto, passagem obrigatória dos nutrientes no processo de absorção, armazenamento de energia na fotossíntese e respiração, utilização da energia para reações e síntese de proteínas FBN e outras, transferências genotípicas, acelera a formação de raízes aumenta o perfilhamento das gramíneas e forrageiras, maior

pegamento da florada, regulador de maturação, viabilidade de sementes, aumenta o teor de carboidratos, óleo, gorduras e proteínas (MALAVOLTA, 2006).

Na sua ausência os sintomas observados são: redução na expansão foliar, presença de coloração verde escura na folha, redução na relação folha/raiz, senescência precoce das folhas, retardamento da floração e diminuição de flores e sementes, apesar da toxicidade ser rara quando observada apresenta pintas vermelho escuras nas folhas mais velhas (FURLANI, 2004).

Em trabalho realizado por Cavalcante et al (2012) o acúmulo de P em plantas de *Crotalaria spectabilis* no período de florescimento foi de 8,5 kg ha⁻¹ comparado aos demais macronutrientes o P foi um dos menos absorvidos pelas plantas.

2.2.3 Potássio

Segundo Marschner (1995), o potássio (K) é geralmente o segundo nutriente mineral requerido pelas plantas em termos de quantidade. É o cátion mais abundante nos tecidos vegetais, sendo absorvido da solução do solo em grandes quantidades pelas raízes na forma do íon K⁺. Este nutriente, não faz parte de nenhuma estrutura ou molécula orgânica, sendo encontrado como cátion livre ou adsorvido, o que o torna facilmente trocável das células ou dos tecidos, com alta mobilidade intracelular (MEURER, 2006).

O potássio influencia as respostas dos vegetais à deficiência hídrica, por ser responsável pela abertura e fechamento de estômatos e estar diretamente relacionado ao potencial osmótico da planta, influenciando a expansão celular e transporte de íons, quando bem nutridas em K as plantas tem maior eficiência no uso da água e sua deficiência causa menor desempenho fotossintético (PRADO, 2008).

A disponibilidade de K, assim como a capacidade de suprimento deste nutriente pelo solo, depende da presença de minerais primários e secundários, a fertilidade do solo e da CTC, além da ciclagem do nutriente pelas plantas (WERLE et al., 2008). Sua passagem da forma trocável para não trocável pode ser rápida ou lenta, dependendo de sua concentração na solução do solo, fazendo com que possa ocorrer perdas por lixiviação das formas inicialmente não disponíveis, devido a tendência natural de equilíbrio do solo (ROSOLEM et al., 2006). Werle et al. (2008) relatam que

solos arenosos possuem uma maior lixiviação de potássio por apresentarem menor capacidade de retenção deste cátion.

Ernani et al. (2007) observaram que a morfologia do sistema radicular é determinante na absorção de K e conseqüentemente, influencia seu transporte na solução do solo em direção às raízes. Sendo assim, à medida que o sistema radicular aumenta e se aprofunda no perfil do solo, resulta na maior exploração em volume do solo, aumentando também assim a absorção de K (ECHER et al., 2009).

2.2.4 Cálcio

O cálcio é um nutriente exigido em quantidades muito variadas em diferentes culturas, variando, dentro de limites, de 10 até 200 kg ha⁻¹. Sua exigência é maior em dicotiledôneas do que em monocotiledôneas, também varia nos tecidos foliares desde menos de 0,4 até cerca de 4% (FAQUIN, 2005).

Na planta cálcio tem diversas funções dentre elas: estrutural - tendo altas concentrações nas paredes celulares e na parte externa da membrana plasmática, garantindo a sua estabilidade estrutural. Como elemento regulatório - equilibra a relação cátion/ânion e atua na regulação osmótica, tem função regulatória e está ligada as membranas dos tilacóides, com função na divisão e extensão celular e nos processos secretórios - atua no crescimento radicular e dos tubos polínicos e como segundo mensageiro no citoplasma (FURLANI, 2004).

Teodoro et al (2011) observaram que o acúmulo de cálcio em *Crotalaria spectabilis* durante florescimento foi de 55,89 kg ha⁻¹.

2.2.5 Magnésio

A principal fonte de magnésio (Mg) para o solo e deste para as plantas em condições naturais vem das rochas (MALAVOLTA, 2006). As exigências das culturas em Mg são relativamente baixas, de 10 a 40 kg ha⁻¹, sendo um elemento que

normalmente não é utilizado em adubações mas disponibilizado com a prática da calagem (FAQUIM, 2005).

Sua função nas plantas são diversas como: centro da molécula de clorofila, estabilidade de membranas e parede das células, estabilidade de proteínas e enzimas, ativador enzimático e atua na fotossíntese (FURLANI, 2004). Por ser um elemento móvel na planta, os sintomas de deficiência ocorrem em folhas mais velhas, apresentando clorose internerval, podendo apresentar coloração avermelhadas em folhas mais velhas.

Teodoro et al (2011) observaram que o acúmulo de Mg foi na ordem de 39,27 kg ha⁻¹ em plantas de crotalária durante seu florescimento.

2.2.6 Enxofre

O enxofre (S) é absorvido pelas raízes e pelas folhas, sendo a absorção radicular o principal modo. O S é um elemento móvel na planta sendo distribuído igualmente nas folhas velhas e novas (FURLANI, 2004). Como fonte primária é encontrado em rochas ígneas e também encontrado na atmosfera oriundo da queima de combustíveis fósseis, atividade vulcânica e de matéria orgânica em decomposição (FAQUIN, 2005).

Suas funções nas plantas estão relacionadas com: o grupo funcional – SH em enzimas; envolvido em reações metabólicas; componente estrutural e tolerância a salinidade. Sua exigência é maior em leguminosas que em gramíneas, e seus sintomas de deficiência consiste em uma redução do crescimento da parte aérea, redução do tamanho das folhas clorose acentuadas sendo mais comum em folhas novas mas podendo ocorrer em folhas velhas (FURLANI, 2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), município de Dourados, MS, localizado nas coordenadas geográficas de 54° 59' W e 22° 14' S e a 434 m de altitude. O clima conforme a classificação de Köppen é do tipo Am (Tropical Monçônico) com verões quentes e invernos secos, temperaturas máximas observadas nos meses de dezembro e janeiro e as temperaturas mínimas entre maio e agosto, coincidindo com chuva excedente na primavera-verão e déficit hídrico no outono-inverno (ALAVAREZ et al., 2013). As precipitações pluviais e as temperaturas médias, registradas durante a realização do experimento, estão apresentadas na figura 1.

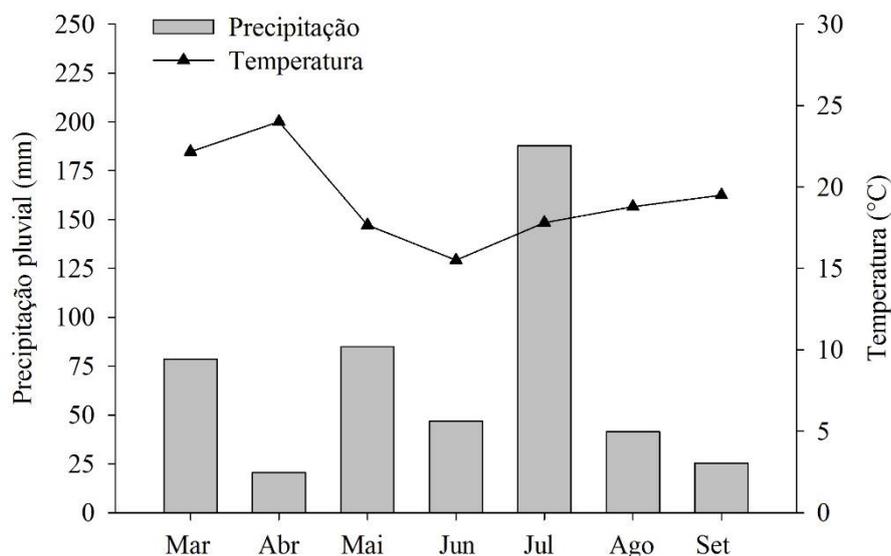


Figura 1. Precipitação pluvial mensal e temperatura média no período experimental. Fonte: Estação Agrometeorológica da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias – FAECA/UFGD.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura muito argilosa (Santos et al, 2013), apresentando nos 20 cm superficiais MO: 30,3 g dm⁻³; pH(CaCl₂): 5,7; P(resina): 22,4 mg dm⁻³; K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺: 6,6; 56,4, e 10,3 mmol_c dm⁻³, respectivamente; S-SO₄⁻²: 14,3 mg dm⁻³ e V = 51 %. A análise granulométrica do solo desta camada apresentou valores de: 644, 203 e 152 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com doze épocas de coleta 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140, 154 e 168 dias após a emergência das plântulas (DAE) e cinco repetições, totalizando 60 unidades experimentais. A semeadura da crotalária foi realizada em março de 2016, utilizando-se semeadora-adubadora de 13 linhas. A adubação de semeadura foi de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20 de NPK sem adubação de cobertura. A unidade experimental foi constituída de 26 linhas de 15,0 m de comprimento, espaçadas entre si por 0,45 m e densidade de semeadura de 30 plantas m (20 kg ha⁻¹). A área útil foi constituída das 20 linhas centrais, desprezando-se 3 linhas de cada lado e 1,0 m em ambas as extremidades e foi feita capina manual aos 30 DAE.

Amostras da parte aérea das plantas foram coletadas aos 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140, 154 e 168 dias, após a emergência (DAE). Em cada metro de linha, foram coletadas 15 plantas. A cada coleta, as plantas foram divididas em folha, caule + ramos, legumes e grãos. As diversas partes das plantas foram lavadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem peso constante. Em seguida, quantificou-se o peso da matéria seca das amostras e essas foram moídas em moinho tipo Willey. O teor de N, P, K, Ca, Mg e S no tecido vegetal foi determinada em cada parte da planta, de acordo com os procedimentos propostos por (MALAVOLTA et al., 1997).

O acúmulo de matéria seca e dos nutrientes, em cada estrutura da planta e na planta inteira em função dos dias após a semeadura foram ajustados ao modelo Gaussian com três parâmetros (ZOBIOLE et al., 2010), descrito a partir da equação 1:

$$\text{Eq. 1} \quad \hat{y} = a e^{[-0,5(x - x_0/b)^2]}$$

em que \hat{y} é o acúmulo de nutrientes; a , o valor de máximo acúmulo; x_0 , o valor de x , em DAE, que proporciona o máximo em \hat{y} ; e b , a amplitude no valor de x , em DAE, entre o ponto de inflexão e o ponto de máximo. Assim, a partir do modelo ajustado, foi possível determinar, com exatidão, o valor do ponto de inflexão (PI) na curva de acordo com a Equação 2:

$$\text{Eq. 2} \quad \text{PI} = x_0 - b$$

Matematicamente, o PI corresponde ao valor de x em que a curvatura do modelo ajustado muda de sinal; fisiologicamente, isso corresponde ao valor de x , em DAE, em que a taxa de acúmulo diário, ainda que positiva, passa a decrescer.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A produção de massa seca das plantas de crotalária foi lenta até os 70 dias após emergência (Figura 2), com percentuais de 59,8 e 40,2 para folhas e caule respectivamente. Isso se deve ao fato da planta apresentar crescimento inicial lento (Neto et al., 2009), porte baixo e caule pouco ramificado. O máximo acúmulo de matéria seca na planta inteira foi 16,04 g/planta aos 158 DAE (Figura 2).

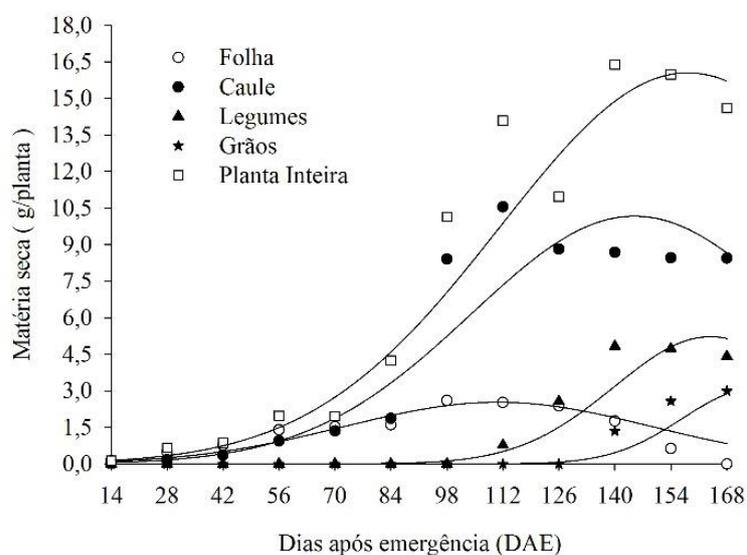


Figura 2: Produção de matéria seca da parte aérea das plantas de crotalária em função dos dias após a emergência (DAE).

A partir dos 70 DAE, os caules + ramos tem maior contribuição na produção de matéria seca (Figura 2), sendo o valor máximo atingido por essas estruturas de: 10,16 g/planta aos 145 DAE (Figura 2, Quadro 1). Esse comportamento é explicado pelo início do crescimento das ramificações que brotaram das axilas do caule principal.

Quadro 1. Estimativa dos parâmetros dos modelos ajustados para o acúmulo de matéria seca e acúmulo de macronutrientes nos diferentes órgãos da planta de crotalária em função do tempo, e os respectivos valores do ponto de inflexão.

Parte da planta	Estimativa dos Parâmetros do modelo			PI	R ²
	a	X ₀	b	(X ₀ - b)	Ajustado
	g Planta⁻¹	Dias Após Emergência			
		Massa de matéria seca			
Folha	2,53	110,79	38,46	72,33	0,85**
Caule + ramos	10,16	144,9	40,73	104,17	0,88**
Grãos	3,09	174,87	17,89	156,98	0,99**
Legumes	5,22	163,89	24,05	139,84	0,98**
Planta inteira	16,04	158,24	46,93	111,31	0,94**
	mg Planta⁻¹	Nitrogênio			
Folha	82,40	94,80	39,99	54,81	0,86**
Caule + ramos	165,41	119,99	31,29	88,70	0,78**
Legumes	79,88	136,46	18,15	118,31	0,91**
Grãos	131,35	163,33	17,05	146,28	0,99**
Planta inteira	291,06	129,58	39,40	90,18	0,87**
		Fósforo			
Folha	7,63	92,91	40,47	52,44	0,88**
Caule + ramos	21,36	114,05	24,58	89,47	0,75**
Legumes	12,29	135,27	16,74	118,53	0,94**
Grãos	20,31	160,92	16,25	144,67	0,99**
Planta inteira	36,98	129,42	36,98	92,44	0,89**
		Potássio			
Folha	49,60	93,21	36,67	56,54	0,90**
Caule + ramos	223,66	130,42	38,46	91,96	0,86**
Legumes	94,14	156,92	26,48	130,44	0,97**
Grãos	52,74	166,47	18,50	147,97	0,99**
Planta inteira	317,34	140,36	45,98	94,38	0,90**

Continua...

Cálcio					
Folha	86,66	116,33	25,20	91,13	0,92**
Caule + ramos	66,42	131,83	37,49	94,34	0,82**
Legumes	26,58	147,42	22,54	124,88	0,97**
Grãos	10,52	158,99	16,93	142,06	0,96**
Planta inteira	136,57	125,97	35,18	90,79	0,89**
Magnésio					
Folha	5,32	104,38	34,79	69,59	0,86**
Caule + ramos	20,93	127,80	37,87	89,93	0,81**
Legumes	8,25	144,03	21,59	122,44	0,95**
Grãos	7,12	161,94	14,03	147,91	0,99**
Planta inteira	32,70	134,31	40,80	93,51	0,92**
Enxofre					
Folha	3,19	95,07	39,85	55,22	0,82**
Caule + ramos	16,48	120,49	35,88	84,61	0,82**
Legumes	3,98	138,21	18,50	119,71	0,94**
Grãos	7,05	161,94	16,52	145,42	0,99**
Planta inteira	21,80	134,04	44,64	89,40	0,88**

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F * Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Para legumes a produção máxima de matéria seca foi de 5,22 g/planta aos 163 DAE (Figura 2, Quadro1), enquanto que para os grãos foi de 3,09 g/planta aos 174 DAE.

Tendo como base o máximo acúmulo de MS é possível fazer a recomendação para as condições de Dourados, voltada para a melhor época de corte das plantas de crotalária, visando maior aporte de biomassa para o solo, essa recomendação se daria aos 158 DAE, porém, Costa (1989) não recomenda o manejo de plantas após o desenvolvimento dos frutos, pois, isso pode resultar em possível infestação dos solos com as sementes do adubo verde, acarretando em problemas para cultivos subsequentes. Padovan et al. (2014) recomendam que o manejo seja feito no início da formação de grãos, onde acumulam-se, maiores quantidades de nutrientes

sem apresentar riscos uma vez que os adubos verdes são manejados antes da maturação fisiológica.

Assim a melhor época de utilização de crotalária para cobertura do solo seria aos 126, pois a floração aconteceu aos 98 DAE e com 126 DAE se iniciava a formação de grãos nos legumes, assim está leguminosa apresentou acúmulo de 7,3 Mg ha⁻¹ de MS aos 126 DAE (Figura 2), considerando está como uma planta que produziu quantidade satisfatória de biomassa para cobertura do solo. Segundo Alvarenga et al, (2001) a produção de 6 Mg ha⁻¹ de MS é um valor adequado para uma planta de cobertura.

A *Crotalaria spectabilis* apresenta a seguinte ordem de teores de macronutrientes em planta inteira no período de florescimento (98 DAE): K > N > Ca > P > Mg > S (Quadro 2, Quadro 3), neste período a produção de matéria seca de crotalária foi de 6,76 Mg ha⁻¹, com acúmulo de nutrientes na área de: 185,08; 156; 87,60; 20,55; 19,13; e 12,10 kg ha⁻¹ respectivamente (Quadro 1), semelhante ao trabalho de Cavalcante et al. (2012), onde os teores no período de florescimento de crotalária apresentam a seguinte ordem: N > K > Ca > Mg > P > S.

Quadro 2. Teores médios de N, P e K nas diferentes estruturas da parte aérea das plantas de crotalária, em função dos dias após a emergência.

Dias após a emergência	Folha	Caule + Ramos	Legumes	Grãos	Planta Inteira
-					
Nitrogênio					
14	51,10	25,55	----	----	40,95
28	43,75	23,11	----	----	38,15
42	50,05	30,13	----	----	40,95
56	46,90	24,90	----	----	36,05
70	39,55	21,72	----	----	33,95
84	39,20	23,14	----	----	27,65
98	32,90	19,95	----	----	23,08
112	31,15	18,90	30,45	----	22,05

Continua...

126	29,40	14,70	33,20	----	19,95
140	28,35	11,55	14,70	44,45	17,15
154	31,85	12,60	9,10	42,35	18,55
168	---	9,86	7,70	42,7	10,15
Fósforo					
14	6,02	3,55	----	----	6,47
28	4,21	2,42	----	----	3,66
42	4,13	2,54	----	----	3,53
56	4,55	2,95	----	----	3,68
70	4,29	2,92	----	----	3,73
84	3,86	2,27	----	----	3,96
98	2,90	2,50	----	----	3,04
112	2,61	2,41	4,60	----	2,74
126	2,70	1,55	4,82	----	2,45
140	2,56	1,20	2,19	7,60	2,40
154	3,38	0,98	1,35	6,94	1,93
168	----	0,82	0,82	6,25	1,41
Potássio					
14	41,80	44,02	----	----	36,71
28	25,67	42,41	----	----	34,10
42	24,06	38,81	----	----	27,78
56	25,55	41,42	----	----	33,00
70	22,94	35,47	----	----	27,26
84	25,30	31,75	----	----	28,99
98	22,32	24,80	----	----	27,38
112	16,25	22,45	19,47	----	21,95
126	14,51	20,34	22,82	----	20,83
140	14,51	25,55	16,25	16,87	19,35
154	14,14	18,23	18,00	15,63	19,10
168	----	20,59	20,60	17,73	19,10

Quadro 3. Teores médios de Ca, Mg e S nas diferentes estruturas da parte aérea das plantas de crotalária, em função dos dias após a emergência.

Dias após a emergência	Folha	Caule + Ramos	Legumes	Grãos	Planta Inteira
	-----g Kg ⁻¹ -----				
Cálcio					
14	14,93	12,01	----	----	12,09
28	17,88	11,77	----	----	12,70
42	13,67	10,51	----	----	13,99
56	14,46	9,83	----	----	12,86
70	14,88	7,90	----	----	12,59
84	18,59	6,28	----	----	10,58
98	26,06	6,93	----	----	12,96
112	31,67	7,20	7,16	----	9,53
126	36,25	6,18	7,91	----	10,01
140	33,82	6,61	5,17	5,17	8,31
154	39,12	5,84	4,89	3,60	6,06
168	----	4,38	4,38	3,15	4,90
Magnésio					
14	2,84	4,31	----	----	2,84
28	2,69	4,76	----	----	2,95
42	1,89	4,17	----	----	2,70
56	1,82	3,63	----	----	2,82
70	1,95	3,10	----	----	2,80
84	2,08	3,07	----	----	2,80
98	2,14	2,47	----	----	2,83
112	2,11	2,28	2,41	----	2,19
126	2,01	1,96	2,81	----	2,46
140	2,13	1,93	1,63	1,63	2,01
154	2,06	1,77	1,37	2,34	1,72
168	----	1,20	1,20	2,17	1,75

Continua...

Enxofre					
14	1,34	5,33	----	----	2,70
28	1,65	5,12	----	----	2,82
42	1,67	4,01	----	----	2,33
56	2,02	3,68	----	----	2,24
70	1,34	3,55	----	----	2,79
84	1,64	3,47	----	----	2,56
98	1,35	2,02	----	----	1,79
112	1,06	1,89	1,41	----	1,74
126	1,14	1,45	1,47	----	1,37
140	1,17	1,41	0,78	2,50	1,34
154	1,31	1,17	0,50	2,35	1,25
168	----	1,22	0,39	2,23	1,19

A melhor época de incorporação da crotalária visando o máximo aporte de nutrientes pela biomassa foi no florescimento aos 98 DAE, sendo que apesar das plantas terem quantidades menores de MS quando comparado aos 126 DAE, seus teores de nutrientes estão mais altos (Quadro 2, Quadro 3), portanto, esta é a época que a planta apresenta maior quantidade de nutrientes disponíveis em sua biomassa.

Ao final do seu ciclo os teores de macronutrientes nos grãos foram da seguinte ordem: $N > K > P > Ca > S > Mg$ com produtividade de $1,99 \text{ Mg ha}^{-1}$, assim a exportação de nutrientes pelos grãos no final do ciclo da crotalária foi de: 85,14; 35,35; 12,46; 6,28; 4,44 e $4,33 \text{ kg ha}^{-1}$ para $N > K > P > Ca > S > Mg$, respectivamente (Quadro 2, Quadro 3).

Os teores de N nas plantas de crotalária são elevados no início e diminuem ao longo do desenvolvimento da planta (Quadro 2). Em caule e em folhas na primeira coleta o teor de N foi de 25,55 e $51,10 \text{ g kg}^{-1}$ respectivamente e ao final esses teores foram de 9,8 e $31,85 \text{ g kg}^{-1}$ (Quadro 2). Observou-se ainda que os teores de N nas folhas apresentaram decréscimo até os 98 DAE, coincidindo com o florescimento das plantas (Quadro 2), após este período o teor se manteve constante já para caule + ramos foi visto queda do início até o fim do ciclo da planta, porém, após o

florescimento pode se observar que houve queda maior, isso se deve ao fato de o N ser um elemento móvel translocando-se para outras estruturas da planta que se desenvolveram, como os legumes e posteriormente os grãos, evidenciando ainda que caule + ramos foi o principal dreno deste nutriente para formação das estruturas reprodutivas desta leguminosa (Quadro 2).

O maior acúmulo de N (Quadro 2, Figura 3) nas plantas de crotalária foi

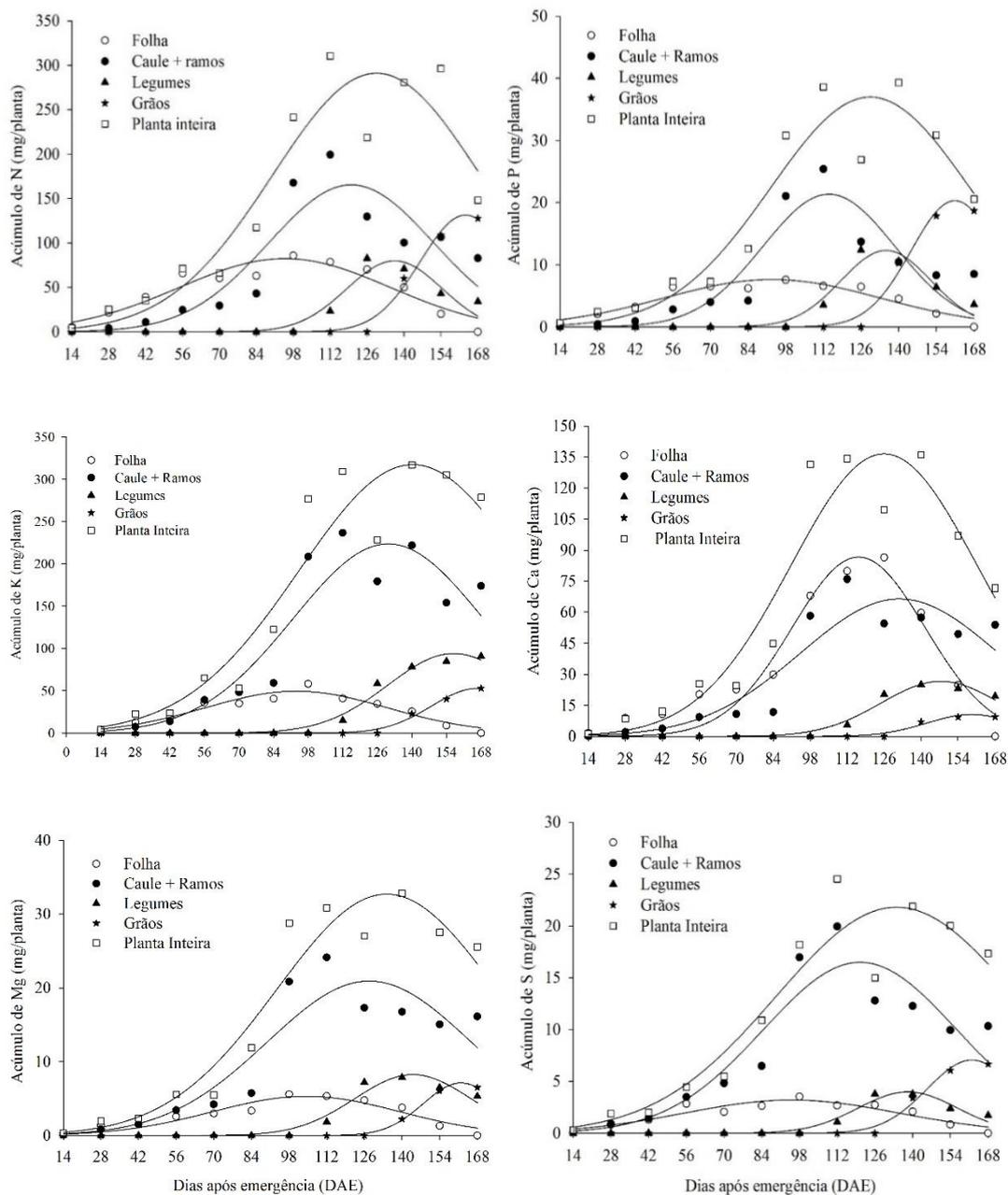


FIGURA 3. Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na planta inteira e nos diferentes componentes da parte aérea das plantas de crotalária em função dos dias após emergência (DAE).

observado aos 95 DAE nas folhas e aos 120 DAE em caule + ramos, com 82,40 e 165,41 mg/planta respectivamente (Quadro 1), com acúmulo de 54,93 kg ha⁻¹ para folhas aos 95 DAE e 110,27 kg ha⁻¹ para caule + ramos aos 120 DAE, após atingir o máximo acúmulo nessas estruturas a decréscimo com o passar dos dias, isso pode ser explicado pelo fato de haver translocação de N para formação das estruturas reprodutivas. Nos legumes o máximo acúmulo de N foi de 79,8 mg/planta aos 136 DAE e para grãos foi de 131,35 mg/planta aos 163 DAE (Quadro 1).

Para o P o máximo acúmulo para folhas e caule + ramos foi de 7,63 e 21,36 mg/planta aos 93 e 114 dias (Quadro 1, Figura 3), respectivamente observando-se assim que a folha foi um órgão com menor acúmulo de P.

Para legumes o máximo acúmulo de P foi de 12,29 mg/planta aos 135 DAE já os grãos tem acúmulo de 20,31 mg/planta aos 161 DAE considerando a planta inteira o máximo acúmulo de P é observado aos 129 DAE com 36,98 mg/planta (Quadro 1, Figura 3) e 24,65 kg ha⁻¹ de P, coincidindo com o desenvolvimento dos legumes e início da formação de grãos nos mesmos.

Foi observado decréscimo no teor de P nas folhas e em caule + ramos no início do surgimento dos órgãos reprodutivos sendo esse mais pronunciado no colmo + ramos (Quadro 2). Desta maneira pode-se observar que o principal dreno para este nutriente para formação dos órgãos reprodutivos das plantas foi o caule + ramos. Cabe lembrar que os legumes são produzidos na haste principal das plantas de crotalária, sendo assim a fonte dreno mais próxima do órgão reprodutivo. O P participa ativamente dos processos de formação, desenvolvimento e maturação de legumes e sementes como maior pagamento de floradas, viabilidade de sementes e aumento de carboidrato, óleos, gorduras e proteínas, evidenciando a importância do P para a formação dos grãos (MALAVOLTA 2006). De todo P acumulado pelas plantas de crotalária foi observado que 50,54% foi exportado pelos grãos (12,46 kg ha⁻¹).

O K foi o nutriente mais absorvido pela crotalária (Quadro 2), seu teor nas folhas no florescimento foi de 22,32 g kg⁻¹ e no caule + ramos foi de 24,80 g kg⁻¹ (Quadro 2) seu máximo acúmulo se deu aos 140 dia em planta inteira com 317,34 mg/planta (Quadro 1), o órgão que mais acumulou K foi caule + ramos seguido de legumes, grãos e por último as folhas foram quem menos acumularam K (Figura 3).

O Ca foi o terceiro nutriente mais extraído pelas plantas os maiores teores de cálcio foram observados nas folhas com 39,12 g kg⁻¹, já o menor teor foi observado

em grãos (Quadro 3), quanto ao acúmulo deste nutriente pelos órgãos da planta seguiu a seguinte ordem: folha > caule + ramos > legumes > e grãos (figura 3).

Observa-se que os teores de Ca nas folhas aumentam com o passar do ciclo da cultura, diferindo dos demais nutrientes que diminuem o teor (Quadro 3), e seu acúmulo diminui após florescimento devido a senescência das folhas, o máximo acúmulo em planta inteira foi aos 126 DAE com 136,57 mg/planta (Quadro 3), ou 91,04 kg ha⁻¹ deste elemento.

Os grãos foram o órgão com menor acúmulo de Ca ao final do ciclo da planta aos 168 DAE, apresentavam acúmulo de 6,28 kg ha⁻¹ (Figura 3), e teor na matéria seca de 3,15g kg⁻¹ (Quadro 2), visto que a planta inteira teve máximo acúmulo de 91,04 kg ha⁻¹ e apenas 6,28 kg foram exportados pelos grãos, sendo assim a crotalaria aporta em sua biomassa 84,76 kg ha⁻¹, tornando a mesma ótima cicladora deste nutriente.

Quanto aos teores de Mg é observado pequenas variações no início e ao final do ciclo, sendo os maiores valores encontrados no início com leve decréscimo na última coleta, a estrutura que apresenta maior teor foi caule + ramos e o menor valor foi visto em legumes (Quadro 3), para o acúmulo deste nutriente o máximo valor foi de 32,70 mg/planta aos 134 DAE (Quadro 1), ou 21,80 kg ha⁻¹ de Mg, a ordem de acúmulo deste nutriente se mostra na seguinte forma: caule + ramos > legumes > grãos > e folhas (Quadro 1), sendo exportado pelos grãos ao final do ciclo 4,33 kg ha⁻¹

O S foi o elemento de menor exigência pela planta, seguiu comportamento semelhante ao magnésio somente alterando ordem de grandeza quanto ao acúmulo dos nutrientes, sua ordem é a seguinte: caule + ramos > grãos > legumes > e folha com acúmulo de 16,48; 7,05; 3,98; 3,19 mg/planta respectivamente, o maior acúmulo em planta inteira foi de 21,80 mg/planta aos 134 DAE (Quadro 1), ou 14,53 kg ha⁻¹ sendo destes 4,44 kg ha⁻¹ exportado pelos grãos, foi observado que o acúmulo começa a cair após o início da formação dos grãos, isso se deve pelo fato deste elemento ser realocado para os grãos da planta (Figura 3).

5. CONCLUSÃO

Para formação de estruturas reprodutivas, o caule + ramos é a fonte principal de dreno de nutrientes para a crotalária.

Os teores de macronutrientes na parte aérea das plantas de crotalária em florescimento apresentam a seguinte ordem: $K > N > Ca > P > Mg > S$ e a ordem de exportação nos grãos foi de: $N > K > P > Ca > S > Mg$.

O manejo visando o aporte de nutrientes ao solo deve ser feito durante o florescimento (98 DAE), enquanto para a produção de biomassa esse deve ser feito no início da formação de grãos (126 DAE).

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para Sistema plantio direto. **Informe agropecuario**, v.22, n.208, p.25-36, 2001.

ALVAREZ, C.L.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map of Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711–728, 2013.

AMBROSANO, E.J.; CANTARELLA, E.H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMAS, E.A.; DIAS, F.L.F., ROSSI, F.; TRIVELIN, P.C.O.; MURAOKA, T.; SACHS, R.C.C.; AZCÓN, R. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantina**, v 70, n.4, p.810-818, 2011.

BOGHOSSIAN, M.R.; PEIXOTO, P.V.; BRITO, M.F. & TOKARNIA, C.H. Aspectos clínico-patológicos da intoxicação experimental pelas sementes de *Crotalaria mucronata* (Fabaceae) em bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.27, n.4, p.149-156, 2007.

COSTA, A.R. Nutrição mineral em plantas vasculares. 2014. p.1-139. **Escola de Ciências e Tecnologia**, Universidade de Évora.

COSTA, C.H.M.; CRUSCIOL, C.A.C.; SORRATO, R.P.; NETO, J.F. Persistência e liberação de macronutrientes e silício da fitomassa de crotalaria em função da fragmentação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.3, p.384-394, 2012.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; CARVALHO, S.J.P.; LOPE – OVEJERO, R.M.; NICOLAI, M.; HIDALGO, E.; SILVA, E. Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implications on weed biology and management. **Crop Protection**, v.26, n.3, p.383-389, 2007.

ECHER, F.R.; DOMINATO, J.C.; CRESTE, J.E.; SANTOS, D.H. Fertilização de cobertura com boro e potássio na nutrição e produtividade da batata doce. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.2, p.171-175, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros**. Ct – 19. p65. Aracaju, SE, 2001.

Disponível em:< http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2001/CircularT_19.pdf>

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. Potássio. In; NOVAIS, R.F.; ALVREZ, V.H.V., BARROS, N.F.de.; FONTES, R.L.F.; CANTURRUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS/UFV. p.551-594, 2007.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. 2005. P 81-112. Curso de pós-graduação- Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

FRANCO, A.A.N. **Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo**. 2011. p.13-78. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Universidade Estadual de Montes Claro, Janaúba-MG.

FURLANI, Â.M.C. Nutrição mineral. Termo In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2004. cap.2, p.56-61.

GALBIERI, R.; FUZATTO, M.G.; CIA, E.; WELTER, A.M.; FANAN, S. Desempenho de genótipos de algodoeiro na presença ou não de rotação de cultura com *Crotalaria spectabilis*, em área infestada com *Meloidogyne incógnita*. **Tropical Plant Pathology**. v.36.,n.5, p. 303-307, 2011.

GARCIA, J.M.; KAWAKITA, K.; MIOTTO, S.T.S.; SOUZA, M.C. O gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae, Crotalarieae) na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 2, p. 209-226, 2013.

GITTI, D.C; ARF, O; VILELA, R.G; PORTUGAL, J.R.P; KANEKO, F.H; RODRIGUES, R.A.F. Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.2, p. 156-168, 2012.

INOMOTO, M.M; ANTEDOMÊNICO, S.R; SANTOS V.P; SILVA R. A; ALMEIDA G. C Avaliação em casa de vegetação do uso de sorgo, milheto e crotalária no manejo de *meloidogyne javanica*. **Tropical Plant Patology**, v.33, n.2, p.125-129, 2008a

INOMOTO, M.M; Importância e manejo de *Pratylenchus brachyurus*. **Revista Plantio Direto**, edição 108, 2008b.

JUNIOR, J.B.D.; COELHO, F.C **Rotação de culturas**. Niterói: Programa Rio rural Manual técnico 22, p.13, 2010.

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

LEWIS, G.P.; SCHRIRE, B.; MACHINDER, B. & LOCK, M. Legumes of the world. **Kew: Royal Botanic Gardens**. v.14, p.577, 2005.

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

MALAVOLTA, E. Funções dos Macro e Micronutrientes. In: Malavolta, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 2006. Cap.4, p.163-250.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995, p. 889.

MEURER, E.J. FERNANDES, M.S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, p.281-298, 2006.

PADOVAN, M.P.; CARNEIRO, L.F.; MOITINHO M.R, FELISBERTO, G.; CARNEIRO, D.N.M.; MOTTA, I.S, Dinâmica de Acúmulo de Massa e Nutrientes pela *Crotalaria juncea* para fins de Adubação Verde e o Estádio Adequado para seu Manejo. **Cadernos de Agroecologia**. v.9, n. 4, p.1-12, 2014.

PAVINATO, P.S.; CERETTA, C.A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I.C.L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.358-364, 2008.

PEREIRA, G.L. **Transformações do nitrogênio no solo e a resposta da cana-planta à adubação nitrogenada em função com crotalária**. 2015. 78 f. Dissertação. (Mestrado em solos e nutrição de Plantas)- Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP

PEREIRA, W, D. **Dinâmica do N e C em solo adubado com crotalária e sulfato de amônio**. 2014. 49 f. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa, Lavras-MG.

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP. p.407, 2008.

QUEIROZ, L.P. **Leguminosas da caatinga**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, p.467, 2009.

ROCHA, L.G.; ARAGÃO, C.F.S.; LOIOLA, M.I.B.; BEZERRIL, R.A.; PAIVA, N.R.F.; HOLANDA, C.M.C.X.; BRITO, M.E.F. Evaluation of the leishmanicide action of ethanol extracts of *Crotalaria retusa* L. (Fabaceae). **Brazilian Journal of Pharmacognosy**. v.19. p.51-56, 2009.

RONCATTO, F.; VIECELLI, C.A. adubação verde de girassol sobre o desenvolvimento do milho; Cascavel. **Revista Cultivando Saber**.. v.2, n.3, p.1-6, 2009.

ROSOLEM, C.A.; SANTOS, F.P.; FOLONI, J.S.S.; CALONEGO, J.C. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.4, n.6, p.1033-1040, 2006.

SANTOS, H.G. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Ed.3. p.20, 2013.

SANTOS, P.A.; SILVA, A.F.; CARVALH, M.A.C.; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista brasileira de milho e sorgo**. v.9, n.2, p.123-134, 2010.

SCHEUER, J.M.; TOMASI, D.B. Crotalária na adubação intercalar e reforma do cultivo de cana-de-açúcar. **Vivências**. v.7 n.12: p.81-90, 2011.

SOUZA, C.M.; PIRES, F.R.; PARTELLI, F.L.; ASSIS, R.L. **Adubação Verde e Rotação de Culturas**. Viçosa-MG: Ed. UFV, 2012.

TEODORO.R.B; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FAVERO, C. QUARESMA, M.A.L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v. 35, n. 2, p.635-643, 2011.

TEODORO.R.B; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FAVERO, C. Produção de Fitomassa e Acúmulo de Nutrientes em Leguminosas Arbustivas, no Município de Turmalina-MG. **Revista Brasileira De Agroecologia.** v. 4, n. 2, p.4520-4523, 2009.

WEBER, M.A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v. 33, n.2, p.429-437, 2009.

ZOBIOLE L.H.S.; CASTRO C, OLIVERIA F.A.; JUNIOR A.O.; Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira Ciências do Solo.** v.34, n.2, p.425-433, 2010.