

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE SISAL
CULTIVADAS EM CAMPO COM PLANTAS DE COBERTURA**

FERNANDO FORTUNATO DA SILVA

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
AGOSTO – 2015**

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE SISAL CULTIVADAS EM CAMPO COM PLANTAS DE COBERTURA

FERNANDO FORTUNATO DA SILVA

Licenciatura Plena em Biologia
UNEB campus VII Senhor do Bonfim – 2003

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração Fitotecnia.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Fermino Soares

Co-orientador: Prof. Dr. Marcos Roberto da Silva

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

S586c

Silva, Fernando Fortunato da.

Crescimento e nutrição de mudas de sisal cultivadas em campo com plantas de cobertura / Fernando Fortunato da Silva. _ Cruz das Almas, BA, 2015.

57f.; il.

Orientadora: Ana Cristina Fermino Soares.

Coorientador: Marcos Roberto da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Sisal – Cultivo. 2.Sisal – Plantas – Crescimento. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 633.577



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
FERNANDO FORTUNATO DA SILVA

Membro Presidente: Profa Dra. Ana Cristina Fermino Soares
Instituição: UFRB

Membro Externo à Instituição: Prof. Dr. Francisco Alisson da Silva Xavier
Instituição: Embrapa Mandioca e Fruticultura

Membro Externo ao Programa: Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho
Instituição: UFRB

Homologada em / / .

DEDICATÓRIA

“A Deus pela minha existência, aos meus pais Joaquim e Raimunda (*in memoriam*) pelo amor e ensinamentos, à minha querida família, combustível indispensável na caminhada em busca da realização do sonho mais antigo, e aos meus queridos irmãos por todo incentivo emanado. ”

AGRADECIMENTOS

A Deus, força criadora e mantenedora universal, por mais uma oportunidade concedida para que eu galgasse esta etapa tão almejada, tendo-o sempre ao meu lado em todos os instantes.

À minha querida esposa Gilcelia, pelo amor e companheirismo, as enteadas Carla e Andressa, pela compreensão e apoio nos momentos mais difíceis, assim como aos meus queridos irmãos pela força e confiança na busca do objetivo proposto.

À professora Dr^a Ana Cristina Fermino Soares, pela oportunidade, confiança, apoio e entusiasmo, nas orientações do princípio ao fim em todas as etapas. Também registro o zelo na recepção pelas eficazes assistentes Flávia e Yumi, e aos demais que trabalham na PPGCI.

Ao professor Dr. Marcos Roberto Silva pela co-orientação, amizade e todo apoio desprendido ao longo da jornada.

Ao coordenador do curso, professor Dr. Carlos Alfredo, pela firmeza e presteza na condução do mesmo. Desta feita, também registro a atenção no atendimento dispensado pela secretária Deyse, e toda equipe, pelo eficiente trabalho a toda comunidade acadêmica.

Aos professores das disciplinas cursadas: Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo, Dr^a Franceli da Silva, Dr. Clóvis Pereira Peixoto e Dr^a Flávia Silva Barbosa, pelos ensinamentos.

Ao proprietário da área experimental em Campo Formoso, Bahia, o Sr. João Barreto, que de forma irrestrita cedeu-nos suas instalações.

À Gisele da Silva Machado, pelo apoio desde os primeiros passos para a instalação e acompanhamento do experimento. Aos graduandos Edeilton, Hugo, Raul e Thales, como também ao servidor Lima, pela grandiosa ajuda.

Aos colegas da disciplina Agroecologia: Eliane, Leonardo, Renata, Natiana, Fábio, Zuleide e Jéssica, pela harmonia e concordância nos estudos.

Ao pessoal do Laboratório de Microbiologia, as técnicas Carol e Lene, os pós doutorando Josilda e Lydice, assim como aos colegas envolvidos em suas pesquisas: Rafael, Cristiano e Cristiane.

Ao Diretor da unidade do IF-Baiano Campus Senhor do Bonfim, professor Aécio José Passos Duarte, pelo apoio em toda trajetória, ao diretor

administrativo João Batista Novaes e ao DDE João Luis de Almeida Feitosa, pela ajuda sempre presente. Ao irmão em Cristo Eloivaldo Fagundes, pelas constantes palavras de ordem, da mesma forma a Luciana, fonte de constante apoio.

Aos amigos Marcão e todos do CSA, Genésio, Kerdoval e João Crisosto, pelo constante incentivo e apoio. À Edvaldo, Bruce e Erasto pela irmandade na convivência e apoio durante a Jornada.

Aos professores do IF – baiano Campus Senhor do Bonfim, Daniela, Rafael e Larissa pela ajuda desde o princípio do projeto, da mesma forma aos colegas Jorge Messias, Leonardo, Renata, Fábio e Lucas, todos incansáveis ajudadores.

À professora Calila e aos fiéis colaboradores, Pedro, Acácio e Elenízia, por todo apoio dispensado, e ainda aos professores Antônio Sousa, Alisson, Patrícia, Viviane, Ângelo, Marcio, Jaciara, Thales e Fúvio, pela força e amizade.

Aos colegas do CGPP, Railton, Carlos Kleber, Jeniel, Renata, Jessival e Josevaldo, pelo constante incentivo. Finalmente, a todos que de alguma forma contribuíram para a construção deste trabalho, muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO
ABSTRACT

INTRODUÇÃO 1

Capítulo 13

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE SISAL CULTIVADAS EM
CAMPO COM PLANTAS DE COBERTURA 13

CONSIDERAÇÕES FINAIS 45

APÊNDICE 47

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE SISAL CULTIVADAS EM CAMPO COM PLANTAS DE COBERTURA

Autor: Fernando Fortunato da Silva

Orientadora: Dr^a. Ana Cristina Fermino Soares

RESUMO: Este estudo teve por objetivo avaliar o crescimento e nutrição de mudas de sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) do tipo bulbilho, em sistema de viveiro a campo, em solo com plantas de cobertura, em Campo Formoso, Bahia. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com os seguintes tratamentos: T1 – Sem planta de cobertura vegetal; T2 – Guandu (*Cajanus cajan*); T3 – Crotalária (*Crotalaria juncea*); T4 – Cunhã (*Clitoria ternatea*); T5 – Sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*); T6 – Sorgo forrageiro + Guandu; T7 – Sorgo forrageiro + Crotalária; T8 – Sorgo forrageiro + Cunhã; T9 – Malva (*Waltheria indica*) e T10 – Capim-buffel (*Cenchrus ciliaries* L.), em cujas parcelas avaliaram-se o crescimento e o estado nutricional do sisal, das plantas de cobertura e a disponibilidade de nutrientes no solo. Os resultados indicam que o sistema de produção de mudas de sisal, do tipo bulbilho, em viveiro a campo, com plantas de cobertura e com irrigação, permite que o sisal alcance o estágio recomendado para transplântio aos 180 dias. Entretanto, estudos futuros deverão determinar o melhor período de pré-plantio dos bulbilhos em tubetes ou eliminação desta etapa, com o plantio destes diretamente nos canteiros do viveiro. As plantas de cobertura se desenvolveram bem em solo com pH 8,0. Nestas condições, a biomassa do consórcio sorgo + crotalária acumulou níveis elevados de Na, o que pode ser investigado em estudos futuros com solos salinizados. O sorgo e os consórcios sorgo + crotalária e sorgo + cunhã proporcionaram os melhores resultados para produção de biomassa e acúmulo de nutrientes na parte aérea. Contudo, não foi observado efeito diferencial significativo das plantas de cobertura sobre a fertilidade do solo e o crescimento do sisal. Estudos de longa duração são necessários para avaliação dos efeitos de plantas de cobertura no crescimento e nutrição do sisal, na fase de muda e após o plantio definitivo no campo.

Palavras – chave: *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Clitoria ternatea*, *Sorghum bicolor*, produção de biomassa, adubos verdes.

GROWTH AND NUTRITION OF SISAL PLANTS CULTIVATED IN THE FIELD WITH SOIL COVER CROPS

Author: Fernando Fortunato da Silva

Advisor: Dr^a. Ana Cristina Fermino Soares

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the growth and nutrition of sisal plants (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) from bulbils grown in a field nursery system with soil cover crops. The experiment was conducted at Aroeira farm, in Campo Formoso, Bahia, Brazil. The experimental design was in randomized blocks with the following treatments: T1- without cover crops; T2 – Pigeon pea (*Cajanus cajan*); T3 – Sunn hemp (*Crotalaria juncea*); T4 – Butterfly pea (*Clitoria ternatea*); T5 – Sorghum (*Sorghum bicolor*); T6 – Sorghum + Pigeon pea; T7 – Sorghum + Sunn hemp; T8 – Sorghum + Butterfly pea; T9 – Malva (*Waltheria indica*), and T10 – Capim-buffel (*Cenchrus ciliaries* L.). The experimental plots were evaluated for growth and nutrition of sisal plants and the cover crops, and for soil available nutrients. The results show that the nursery field production system of sisal plants from bulbils and with cover crops, allows sisal plants to reach the recommended stage for field planting, with 180 days of growth. However, future studies should determine the best period for pre-planting of the bulbils in plastic trays before transplanting them to the nursery system or the elimination of this phase with bulbils being planted directly in the nursery beds. The cover crops grew well in soil with a pH 8.0. Under these growth conditions, the biomass of the consortium Sorghum + Sunn hemp accumulated high levels of Na, which should be further investigated with saline soils. Sorghum and the consortium Sorghum + Sunn hemp and Sorghum + Butterfly pea promoted the best results for plant biomass production and plant aerial part nutrient accumulation. However, a significant different effect of the cover crops on soil fertility and sisal plant growth was not observed. Long-term studies are necessary for the evaluation of the effects of cover crops in the growth and nutrition of sisal plants in the nursery phase and after field transplantation.

Keywords: *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Clitoria ternatea*, *Sorghum bicolor*, plant biomass production, green manure.

INTRODUÇÃO

O sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) está inserido na família Agavaceae, subfamília agavoidea e à classe das monocotiledôneas. Teve sua origem na península de Yucatan, no México, donde foi difundida ao nordeste brasileiro e ao leste Africano (SUINAGA et al., 2006). Faz parte do grupo de plantas de metabolismo MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), muitas das quais adaptadas a regiões áridas, cuja principal característica é fechar os seus estômatos durante o dia e abri-los à noite, para minimizar a perda água (KERBAUY, 2004).

Segundo Taiz e Zeiger (2009), o MAC constitui-se uma terceira alternativa da fixação fotossintética de carbono, metabolismo esse que diz respeito às características anatômicas que formam um conjunto de impedimentos que diminuem a perda de água, tais como: cutículas espessas, baixa razão superfície/volume, e reduzidos tamanho e frequência da abertura dos estômatos. Naturalmente, a perda de água é de 50 a 100 g por planta CAM, para cada grama de CO₂ obtido, enquanto a planta C₄ tem valores de 250 a 300 g e 400 a 500 g para planta C₃. Dessa forma, as plantas MAC detêm uma vantagem competitiva em ambientes secos.

O sisal adaptou-se bem ao ambiente semiárido do nordeste brasileiro, com vastas áreas plantadas, ilustrando as particularidades estruturais morfológicas e fisiológicas dessa planta, que garantem a sua sobrevivência frente às adversidades impostas pelo ambiente (MEDINA, 1954).

O Brasil ostenta a primeira posição como produtor mundial de sisal, com produção anual de 138.188 toneladas (IBGE, 2015). A exportação de fibras foi de 69,6 mil toneladas, respondendo por uma receita que gira em torno de US\$ 115,6 milhões (CONAB, 2015) que corresponde a 50% das exportações da fibra no

mundo. A exportação brasileira desta fibra é destinada principalmente aos Estados Unidos, China, Portugal e Alemanha (SINDIFIBRAS, 2014).

A cultura do sisal ocupa uma extensa área de solos de baixa fertilidade no semiárido brasileiro, estando entre as principais fontes de geração de emprego e renda na região semiárida do nordeste brasileiro, sendo a principal cultura essencialmente baseada na agricultura familiar nessa região. A planta de sisal adaptou-se perfeitamente ao clima seco, sendo este o principal fator para seu sucesso. Por isso, a cultura assume relevância socioeconômica, visto que contribui para a sobrevivência de cerca de 800 mil famílias localizadas na região semiárida, distribuídas pelos Estados da Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte. Na Bahia, maior produtor nacional, o cultivo do sisal é praticado em 16 microrregiões, ocupando uma área de 191.701 hectares (IBGE, 2015).

A despeito do seu potencial, a área cultivada com o sisal vem sendo reduzida nas últimas duas décadas. Vários fatores têm sido apresentados como causa para essa redução, dentre eles: a competição das fibras sintéticas, o baixo índice de aproveitamento da planta, o alto custo inicial de produção, a falta de máquinas modernas para a colheita e beneficiamento, e a ocorrência da podridão vermelha do sisal, doença causada pelo fungo *Aspergillus niger*, que muito tem prejudicado o equilíbrio da atividade sisaleira no país (COUTINHO et al., 2006; SILVA, 2012).

Estudos epidemiológicos indicam que a propagação vegetativa da cultura, pelo uso de mudas do tipo rebentão (brotação oriunda da planta mãe), é uma das principais causas de disseminação desta doença para plantios novos e aqueles já existentes, uma vez que 70% dessas mudas já apresentam sintomas da podridão vermelha, tornando-se a qualidade da muda uma barreira para a expansão e sustentabilidade da cultura do sisal na Bahia (ABREU, 2010). O sisal é propagado de forma vegetativa, por bulbilhos ou rebentões, sendo que os bulbilhos são produzidos no escapo floral da planta após a queda das flores e os rebentões são produzidos a partir dos rizomas subterrâneos emitidos pela planta mãe (Medina, 1963). As mudas, tipo rebentão são utilizadas tanto para o replantio de áreas afetadas pela podridão vermelha quanto para o plantio de novas áreas.

A utilização de bulbilhos é uma alternativa para a produção de mudas de sisal. Os bulbilhos são produzidos no escapo floral da planta após a queda das flores e os rebentões a partir dos rizomas subterrâneos emitidos pela planta mãe

(MEDINA, 1963). Estudos também já apontam para a produção de mudas por técnicas de micropropagação *in vitro* (CARNEIRO et al., 2014). De acordo com Medina (1963), a escolha de bulbilhos ou rebentos para a fundação da cultura não representa uma ação significativa para resolver questões como produtividade, qualidade da fibra e longevidade das plantas. Os produtores de sisal na Bahia, não utilizam bulbilhos por acreditarem que estes têm um desenvolvimento mais lento, quando comparado ao desenvolvimento das mudas do tipo rebentão, e demoram mais para atingir o tamanho para o corte das folhas para extração da fibra. Entretanto, estudos mais recentes têm alertado para a elevada incidência e disseminação da podridão vermelha do sisal nas áreas de produção de sisal na Bahia, sendo a muda do tipo rebentão uma importante fonte de disseminação dessa doença (ABREU, 2010).

Dentro desse contexto, existe a carência de trabalhos voltados para a produção de mudas de sisal com boa qualidade fitossanitária e nutricional. Não existem registros na literatura científica de trabalhos com a produção de mudas de sisal a partir de bulbilhos. Medina (1963) apenas cita que os bulbilhos permaneceram no viveiro por um ano antes do transplante para o campo. Silva et al. (2011) indicam que a produção de fibra corresponde de 3 a 5% da massa seca das folhas. Medina (1963) descreve que o rendimento da fibra por folha está relacionado a massa seca das folhas e as plantas oriundas de mudas tipo bulbilho apresentam folhas com maior produção de biomassa, o que resulta em maior produção de fibra. Os plantios de sisal também não recebem nenhum tipo de manejo com bases em estudos científicos e, tem sido observado que as áreas com solos arenosos e de baixa fertilidade, baixos teores de matéria orgânica, apresentam maiores índices de doença.

As políticas governamentais, diante das problemáticas da cadeia produtiva do sisal, estão direcionadas à implementação de ações que a curto e médio prazo venham atender as necessidades mais urgentes deste setor produtivo no semiárido da Bahia. Para uma melhoria da produção da cultura do sisal, se faz necessário conhecimento de tecnologias de manejo desta cultura e sua aplicabilidade por parte dos produtores, pois a região semiárida é caracterizada por diferentes tipos de solos carentes de manejo. Manejar eficazmente o solo e a planta é o princípio básico para diminuir a destruição dos recursos naturais e, ao mesmo tempo, ampliar o potencial produtivo da região, para que este setor

produtivo haja como um agente transformador e reorganizador das atividades que moverão toda conjuntura social e cultural no meio rural (BRASIL, 2005). Existe a necessidade do desenvolvimento de tecnologias para a produção de mudas de sisal com boa qualidade fitossanitária e nutricional e, em sistemas de viveiros a céu aberto, no campo, com técnicas de manejo e conservação do solo para a regiões semiáridas produtoras de sisal.

Os solos das regiões semiáridas são pobres em matéria orgânica e de baixa fertilidade, com limitada disponibilidade de N e P, arenosos e rasos (SAMPAIO et al., 1995), o que favorece o desenvolvimento da podridão vermelha do sisal. Muitas áreas nativas no Brasil têm sido utilizadas para o cultivo intensivo de alimentos, forragem e fibras, levando a problemas com erosão, perda de matéria orgânica, e da fertilidade dos solos (BALOTA et al., 2014). Estes autores destacam que a sustentabilidade de solos agricultáveis depende do aumento no teor de carbono, e no uso de práticas agrícolas que minimizem a perda de carbono do solo. Dessa forma, se fazem necessárias mudanças comportamentais, no sentido de utilizar tecnologias mais adequadas para a produção agrícola.

Na busca pela sustentabilidade, a rotação de culturas e o uso de plantas de cobertura ou adubos verdes tem se constituído em práticas agrícolas com efeitos significativos e positivos nas características químicas, físicas e biológicas do solo (BALOTA et al., 2014). Diversos pesquisadores indicam que o manejo das áreas semiáridas deve visar a preservação ou melhoria das propriedades químicas e físicas do solo (NASCIMENTO et al., 2005; RAMOS, 1982). Alguns autores sugerem a transição para sistemas agrícolas mais sustentáveis, e produtivos, com o uso de culturas e variedades de plantas com maior tolerância as condições adversas do ambiente (FALOY et al., 2011). Para tal, os sistemas de plantio com adubação verde ou plantas de cobertura com leguminosas, estão entre as várias opções recomendadas, por serem de grande relevância para a região semiárida.

A utilização de adubos verdes tem como objetivo a preservação e ou restauração da matéria orgânica e nutrientes do solo, corroborando com a busca de alimentos mais saudáveis, oriundos de fontes que utilizem o mínimo de insumos químicos, beneficiando assim o meio ambiente (Silva et al., 1999). Por sua grande influência na melhoria das propriedades do solo, o manejo do solo com adubos verdes fortalece as características físicas (NASCIMENTO et al.,

2005), biológicas (RAGOZO et al., 2006) e químicas (BUZINARO et al., 2009). A melhoria e manutenção do estado físico de solos degradados dependem da atividade biológica, através da adição e balanço de matéria orgânica, ou seja, da atividade macro e microbiológica e do material orgânico decomposto (ALVES, 2006). Dessa forma, vem sendo comprovada a importância do emprego da adubação verde na recuperação física, química e biológica de solos esgotados (ALVES, 2006).

Gupta et al. (2012) descrevem a importância das leguminosas, com destaque para o guandu, a nível global, especialmente na agricultura sustentável, devido ao enriquecimento do solo com nitrogênio, pela fixação biológica de nitrogênio, e destacam a importância do plantio do guandu com um consórcio de bactérias promotoras de crescimento e não apenas com *Rhizobium*. A grande importância das leguminosas não se resume apenas na melhoria do solo através da transformação da matéria verde em matéria orgânica, fonte responsável pelas mudanças das propriedades físicas e químicas. Existe um complemento de nitrogênio proporcionado por bactérias de grupos específicos, agindo em simbiose nas raízes dessas plantas.

Além de associações simbióticas com bactérias fixadoras de N₂, e sua baixa relação C/N, as leguminosas também são aliadas à grande presença de compostos solúveis, favorece a rápida decomposição e mineralização, com expressivo aporte de N ao sistema solo-planta (AITA et al., 2001; PERIN et al., 2004; FERREIRA et al., 2011; PARTELLI et al., 2011).

O guandú apresenta o sistema radicular profundo e com boa capacidade de exploração do solo e reciclagem de nutrientes (ALCÂNTARA et al., 2000). Além disso, o guandú (*Cajanus cajan*) é plantado por pequenos agricultores em condições de baixa precipitação, com tolerância a seca e a temperaturas altas, sendo uma cultura adaptada a diferentes sistemas de produção agrícola (KHOURY et al., 2015). A adubação verde com leguminosas proporciona ganhos com a fixação biológica do nitrogênio, o controle de ervas invasoras, a retenção de água no solo, a elevação do teor de matéria orgânica, a redução das perdas de solo e água, a diminuição da compactação superficial, manutenção da temperatura do solo, dentre outros (ALCÂNTARA et al., 2000; ALVES et al., 1995; ROS; AITA, 1996; NASCIMENTO et al., 2005; MELO FILHO; SILVA, 1978; BRAGAGNOLO; MIELNICZUK, 1990; MOROTE et al., 1990; CHOUDHURY et al.,

1991; PEREIRA et al., 1992; LOURENÇO et al., 1993), resultando em maior produtividade das culturas.

Entretanto, o uso de gramíneas pode diminuir a perda de N, em função da ciclagem e paralização na fitomassa, enquanto sua baixa taxa de decomposição beneficiada através da elevada C/N, permite proteção mais duradoura do solo (CABEZAS et al., 2004; PERIN et al., 2004). De acordo com (MENEZES; LEANDRO, 2004) principalmente se o propósito for para cobertura do solo, algumas gramíneas também são recomendadas, pois melhoram a porosidade e agregação do solo pelo volume de suas raízes, como também de ser a melhor opção associativa com leguminosas. A gramínea tem sua relação C/N mais elevada, implicando assim maior permanência do resíduo no solo, contribuindo para uma cobertura estabilizada. Moreira et al. (2015) referem-se ao sorgo como uma planta forrageira tropical, C4, que se adapta a diversas condições de fertilidade do solo sendo tolerante ao déficit hídrico e a temperaturas elevadas.

Quer como adubação verde na cobertura de solo ou em outros fins como consórcio, sucessão, rotação e integração agricultura-pecuária, algumas espécies vegetais vem predominando nestes sistemas, a exemplo de: crotalária (*Crotalaria juncea*), milheto (*Pennisetum americanum*), guandu (*Cajanus cajan*), sorgo (*Sorghum bicolor*), capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana*), mucuna (*Mucuna pruriens*), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) (CALEGARI et al., 1993; AMABILE; CARVALHO, 2006; CALEGARI, 2006).

O consórcio de plantas de cobertura entre leguminosas e entre gramíneas e leguminosas também é um alternativa com destaque para os seguintes benefícios: 1) maior produção de biomassa seca, de acúmulo de nutrientes e proteção do solo; 2) estímulo a fixação biológica de nitrogênio; 3) utilização mais eficiente de água e nutrientes, com sistemas radiculares explorando diferentes profundidades do solo; 4) decomposição mais lenta da biomassa devido a relação C/N (NETO et al., 2010; GIACOMINI et al., 2003). Nessa visão do uso de diversidade de plantas de cobertura, combinando leguminosas e gramíneas, Giongo et al. (2011) relatam os benefícios do uso de coquetéis vegetais para a produção de manga na região semiárida do Vale do São Francisco, com resultados significativos em termos de melhoria da fertilidade e incorporação de carbono ao solo.

As espécies para adubação verde devem apresentar características favoráveis como: ser destaque na produção de matéria seca, capacidade de incrementar nutrientes através de simbiose com microrganismos, cobrir o solo e reciclar macronutrientes (CHAVES; CALEGARI, 2001). A escolha das plantas a serem utilizadas como adubos verdes, deve estar bem relacionada com as condições edafoclimáticas do ambiente. Naturalmente, espécies usadas no Nordeste Brasileiro demonstram características peculiares como: não tolerar encharcamento (indicando ser de ambiente seco); a rusticidade fisiológica; (bom suporte às condições de estresse hídrico); pouco exigente quanto a fertilidade do solo; rápido desenvolvimento, em competição com plantas invasoras (AMABILE; CARVALHO, 2006).

A adubação verde promove efeitos variáveis nas propriedades químicas do solo, de acordo com a espécie, o momento do plantio, do corte, do tempo do resíduo no solo, das condições locais e da interação entre os fatores (ALCÂNTARA et al., 2000). São vários os trabalhos que avaliaram a eficiência da produção de fitomassa, matéria seca e teores de nutrientes (principalmente nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio) das espécies utilizadas como adubos verdes (BÔER et al., 2007).

Apesar da importância para a melhoria da produtividade do solo, a adubação verde ainda não foi constituída prática usual dentre os produtores brasileiros (RAMOS, 1982; MIYASAKA et al., 1983; TURRIATE et al., 1986; VASCONCELOS; PACHECO, 1987).

O uso de plantas de cobertura (DO CARMO, 2013), bem como de material propagativo sadio de sisal (ABREU, 2010), podem ser estratégias promissoras para o controle da podridão vermelha do sisal.

Neste sentido, o presente trabalho propõe: avaliar o potencial de plantas de cobertura do solo para uso em sistema de produção de mudas de sisal em viveiro de campo; avaliar o crescimento e nutrição de mudas de sisal em sistema de viveiro a campo com plantas de cobertura do solo e identificar o estágio de crescimento mais indicado para o transplante a campo de mudas de sisal cultivadas nesse sistema de viveiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, K. C. L. de M. **Epidemiologia da podridão vermelha do sisal no Estado da Bahia**. 2010. 117p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

AITA, C. et al. Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 157-165, 2001.

ALCÂNTARA, F. A. et al. Green manuring in there covery of the fertility of an Oxisol dark red degraded. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.

ALVES, A. G. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Relações da erosão do solo com a persistência da cobertura vegetal morta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas v. 19, p. 127-135, 1995.

ALVES, M. C. **Recuperação dos solos degradados pela agricultura**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA AGRICULTURA, 5. 2006, Campinas. Recuperando o meio ambiente: anais. Campinas: Instituto Agrônômico: UNESP, 2006.

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, p. 23-40, 2006.

BALOTA, E. L. et al. A longo prazo do uso da terra influência microbiana do solo biomassa P e S, fosfatase e atividades arilsulfatase e S mineralização um Latossolo Brasileira. **Land Degradation & Development**. v. 25, p. 397-406, 2014.

BÔER, C. A.; ASSIS, R. L. de; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.

BUZINARO, T. N.; BARBOSA, J. C.; NAHAS, E. Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 408-415, 2009.

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

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Ciência e tecnologia. Portaria In: terministerial nº1 de 9 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 de mar. 2005. Seção 1, p. 41.

CABEZAS, W. R. L. et al. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e Santa Maria. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1005-1013, 2004.

CALEGARI, A. et al. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. da (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, p. 01-55, 1993.

CALEGARI, A. Plantas de cobertura. In: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. (Ed.). **Sistema plantio direto com qualidade**, p. 55-73, 2006

CARNEIRO, F.S. et al. Embriogênese somática em *Agave sisalana* Perrine: indução, caracterização anatômica e regeneração. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 44, n. 3, p. 294-303, 2014.

CHAVES, J.C.D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. **Inf. Agropec**, v. 22, p. 53-60, 2001.

CHOUDHURY, E. N. et al. **Adubação verde e cobertura morta em áreas irrigadas do submédio São Francisco**: 1 - Comportamento das espécies. Petrolina: Embrapa - CPATSA, p. 3, 1991.

Companhia Nacional de Abastecimento – Conab - acesso em: 30/05/2015 www.conab.gov.br/.../15_03_16_15_21_13_sisal__conjuntura_especial_m. Sisal 2014: Produção, Exportações e Preços em alta. 15 de mar de 2015.]

COUTINHO, W. M. et al. **A podridão vermelha do tronco do Sisal**. Campina Grande: Embrapa Algodão, p. 4, 2006. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 281).

DO CARMO, M.O. **Gliricídia sepium e Trichoderma no controle da podridão vermelha, crescimento e nutrição de mudas de sisal**. 2013. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2013.

GIACOMINI, S.J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.325-334, 2003.

GIONGO, V. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para utilização no Semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 611-618, 2011.

Gupta, S. C. e SAHU, S. Response of chickpea to micronutrients and biofertilizers in vertisol. **Legume Research - An International Journal**, v. 35, n. 3, p. 248 – 251, 2012.

FERREIRA, E. P. B. et al. Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 7, p. 695-701, 2011.

FOLEY, J. A.; RAMANKUTTY N.; BRAUMAN, K. A. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478, p. 337-342, 2011.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.452, 2004.

KHOURY, B. et al. Mindfulness-based stress reduction for healthy individuals: A meta-analysis. **Revista Journal of Psychosomatic Research**, v. 76, p. 519- 528, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Acesso em: 18/07/2013 **Levantamento Sistemático Produção Agrícola**. Rio de Janeiro v.29 n.3 p.1-81, março. 2015.

LOURENÇO, A. J. et al. Efeito de leguminosas tropicais na matéria orgânica do solo e na produtividade do sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, p.263-268, 1993.

MELO FILHO, J. F.; SILVA, J. R. C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, p. 291-298, 1978.

MOREIRA, J.F.M. et al. Production and bromatological composition of cultivars of *Brachiaria brizantha* and Campo Grande stylo monocropped and intercropped under different plant methods. **African Journal of Agriculture Research**, v.10, n.5, p.317-327, 2015.

MEDINA, J. C. **O sisal**. São Paulo: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, p. 86, 1954.

MEDINA, J.C. Multiplicação do sisal (*Agave sisalana*Perrine) por bulbilhos e rebentões e métodos de preparo e plantio das mudas. **Journal Bragantia**, v.22, n.45, p.559-74, 1963.

MIYASAKA, S. et al. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no estado de São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1983.

MENEZES, L. A. S. & LEANDRO, W. M. **Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 34, n. 3, p. 173-180, 2004.

MOROTE, C. G. R.; VIDOR, C.; MENDES, N. G. Alterações na temperatura do solo pela cobertura morta e irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 81-84, 1990.

NASCIMENTO, J. T. et al. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissole. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.5, p.825-831, 2005.

NETO, R. C. A. et al. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.2, p.124–130, 2010.

PARTELLI, F. L. et al. Biologic dinitrogen fixation and nutrient cycling in cover crops and their effect on organic Conilon coffee. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 995-1006, 2011.

PEREIRA, J.; BURLE, M. L.; RESCK, D. V. S. **Adubos verdes e sua utilização no cerrado**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1992. Goiânia. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, p.140-154, 1992.

PERIN, A. et al. Produção de biomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

RAGOZO, C. A.; LEONEL, S.; CROCCI, A. J. Adubação verde em pomar cítrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 69-72, 2006.

RAMOS, A. D. **Erosão hídrica, uso e manejo do solo** - aspectos relativos as condições do sertão do Ceará. Fortaleza: EPACE, 1982. 30p (EPACE. Documentos, 1).

ROS, C. O, e AITA, C. Efeito das espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.20, p. 135-140, 1996.

SAMPAIO, E.V.S.B. et al. Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. In: PERREIRA, J.R., FARIA, C.M.B. (Ed.) **Fertilizantes - insumos básicos para a agricultura e combate à fome**. Petrolina: Embrapa-CPATSA/SBCS, p. 51-71, 1995.

SILVA, J. A. A.; DONADIO, L. C.; CARLOS, J. A. D **Adubação verde em citros**. Jaboticabal: Funep, 1999.

Silva, L. J. **Estudo experimental e numérico das propriedades mecânicas de compósitos poliméricos laminados com fibras vegetais/** Dissertação - Universidade Federal de São João del Rei - São João del Rei - MG, 2011.

SILVA, J. R. Q. **Agente etiológico da podridão vermelha do sisal: Densidade populacional, sobrevivência, caracterização genética e de agressividade**. 2012. 98 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012.

SINDIFIBRAS. **O sisal do Brasil.** Disponível em: <http://www.brazilianfibres.com.br/>. Acesso em 18 jul. 2014.

SUINAGA, F. A. et al. **A história.** SINDIBRAS; Brasília: APEX-Brasil, p. 19-21, 2006.

TAIZ, L e ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal** 4.ed.. – Porto Alegre: Artmed, p. 848, 2009.

TURRIATE, D. A. **Possibilidades de la utilización de leguminosas forrajeros para mejorar la productividad agrícola y ganadera en la selva peruana.** Lima: IICA, 1986. 104p. (IICA. Miscelanes, 670).

VASCONCELOS, C. A.; PACHECO, E. B. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 1, n. 147, p. 37-41, 1987.

CAPÍTULO

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE SISAL CULTIVADAS EM CAMPO COM PLANTAS DE COBERTURA¹

¹ Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Acta Scientiarum.

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE MUDAS DE SISAL CULTIVADAS EM CAMPO COM PLANTAS DE COBERTURA

Autor: Fernando Fortunato da Silva

Orientadora: Dr^a. Ana Cristina Fermino Soares

RESUMO: Este estudo teve por objetivo avaliar o crescimento e nutrição de mudas de sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) do tipo bulbilho em sistema de viveiro a campo, em solo com plantas de cobertura. O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Aroeira, em Campo Formoso, Bahia. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com os seguintes tratamentos: T1 – Sem planta de cobertura vegetal; T2 – Guandu (*Cajanus cajan*) (30 t ha⁻¹); T3 – Crotalária (*Crotalaria juncea*) (30 t ha⁻¹); T4 – Cunhã (*Clitoria ternatea*) (10 t ha⁻¹); T5 – Sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) (10 t/ha⁻¹); T6 – Sorgo forrageiro + Guandu; (5 t ha⁻¹ + 15 t ha⁻¹); T7 – Sorgo forrageiro + Crotalária; (5 t ha⁻¹ + 15 t ha⁻¹); T8 – Sorgo forrageiro + Cunhã; (5 t ha⁻¹ + 5 t ha⁻¹); T9 – Malva (*Waltheria indica*) e T10 – capim-buffel (*Cenchrus ciliaries* L.), em cujas parcelas avaliaram-se o crescimento e o estado nutricional do sisal e das plantas de cobertura e a disponibilidade de nutrientes no solo. Os resultados indicam que o sistema de produção de mudas de sisal, do tipo bulbilho, em viveiro a campo, com plantas de cobertura, permite que o sisal alcance o estágio recomendado para transplântio aos 180 dias. As mudas de sisal nesse estágio, com 180 dias de plantio no viveiro, apresentaram altura de 42,5 cm; 23 folhas, área da folha mediana de 205,5 cm² e massa seca da parte aérea 126,7 g planta⁻¹. Dentre as plantas de cobertura avaliadas, o sorgo e os consórcios sorgo + crotalária e sorgo + cunhã proporcionaram os melhores resultados em termos de produção de biomassa e acúmulo de nutrientes na parte aérea. Entretanto, não foi observado efeito diferencial significativo das plantas de cobertura sobre a fertilidade do solo e o crescimento das plantas de sisal.

Palavras – chave: *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Clitoria ternatea*, *Sorghum bicolor*, produção de biomassa, adubos verdes.

GROWTH AND NUTRITION OF SISAL PLANTS CULTIVATED IN THE FIELD WITH SOIL COVER CROPS

Author: Fernando Fortunato da Silva

Advisor: Dr^a. Ana Cristina Fermino Soares

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the growth and nutrition of sisal plants (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) from bulbils grown in a field nursery system with soil cover crops. The experiment was conducted at Aroeira farm, in Campo Formoso, Bahia, Brazil. The experimental design was in randomized blocks with the following treatments: T1- without cover crops; T2 – Pigeon pea (*Cajanus cajan*) (30 t ha⁻¹); T3 – Sunn hemp (*Crotalaria juncea*) (30 t ha⁻¹); T4 – Butterfly pea (*Clitoria ternatea*) (10 t ha⁻¹); T5 – Sorghum (*Sorghum bicolor*) (10 t ha⁻¹); T6 – Sorghum + Pigeon pea (5 t ha⁻¹ + 15 t ha⁻¹); T7 – Sorghum + Sunn hemp (5 t ha⁻¹ + 15 t ha⁻¹); T8 – Sorghum + Butterfly pea (5 t ha⁻¹ + 5 t ha⁻¹); T9 – Malva (*Waltheria indica*) e T10 – Capim-buffel (*Cenchrus ciliaries* L.). The experimental plots were evaluated for growth and nutrition of sisal plants and cover crops, and for soil available nutrients. The results show that the nursery field production system of sisal plants from bulbils, with cover crops, allows sisal plants to reach the recommended stage for field planting, with 180 days of growth. Sisal plants at that stage, after 180 days in the nursery system, reached an average height of 42.5 cm; with 23 leaves, a medium leaf area of 205.5 cm², and average shoot dry weight of 126.7 g plant⁻¹. Amongst the cover crops, Sorghum and the consortium Sorghum + Sunn hemp and Sorghum + Butterfly pea promoted the best results for plant biomass production and plant aerial part nutrient accumulation. However, a significant different effect of the cover crops on soil fertility and sisal plant growth was not observed.

Keywords: *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Clitoria ternatea*, *Sorghum bicolor*, plant biomass production, green manure.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial da fibra de sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm). No país, em 2014 foram produzidas 138.188,00 toneladas de fibra, com exportação somando U\$\$ 115 milhões (CONAB, 2015). Atualmente, o sisal é cultivado na região semiárida dos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia, estado que concentra 97% da produção nacional (IBGE, 2015).

A cultura do sisal possibilita a geração de emprego e renda para grande número de famílias nessa região, tendo, portanto, uma enorme importância social e econômica. As atividades que envolvem a sua produção, exigem muita mão de obra distribuída em todas as etapas da cadeia de serviços que vão desde a implantação das áreas de cultivo, manutenção das lavouras, colheita, desfibramento, elaboração de produtos e comercialização (SILVA; BELTRÃO, 1999). Entretanto, uma das principais dificuldades na produção do sisal é a obtenção de mudas saudáveis e a falta de tratamentos culturais, em consequência das limitações de ordem tecnológica e econômica.

O sisal é propagado vegetativamente, por bulbilhos ou rebentões. Os bulbilhos são produzidos no escapo floral da planta após a queda das flores e os rebentões a partir dos rizomas subterrâneos emitidos pela planta mãe (MEDINA, 1963). Os produtores de sisal na Bahia utilizam apenas os rebentões por estes serem retirados da planta mãe já no tamanho para o transplante, sem custo adicional de preparo e manutenção de viveiros de produção de mudas. Entretanto, Medina (1963) demonstrou que as plantas oriundas de bulbilhos, além de apresentarem maior uniformidade, também apresentam maior produção de biomassa nas folhas, o que resulta em maior produtividade da fibra.

Diante da problemática da podridão vermelha do sisal e sua disseminação pelas mudas do tipo rebentão, Abreu (2010), recomenda o desenvolvimento de tecnologias de produção de mudas de sisal sadias, a exemplo da utilização de bulbilhos ou das técnicas de micropropagação *in vitro* de plantas. Qualquer uma destas possibilidades de produção de mudas sadias exige o desenvolvimento de tecnologias para a sua produção e disponibilidade de viveiros a céu aberto, nos municípios produtores de sisal, para a futura distribuição para os produtores. No caso de mudas micropropagadas, estas ainda exigem uma fase inicial de aclimação em viveiros com telas de sombreamento para a futura transferência para o campo.

Em relação aos viveiros de campo, deve se considerar que as regiões semiáridas apresentam solos rasos, com baixo conteúdo de matéria orgânica, arenosos e com baixa disponibilidade de N e P (SAMPAIO et al., 1995). Portanto, para a produção de mudas de sisal em sistema de canteiros no solo, deve-se atentar para a necessidade de técnicas de manejo e conservação de solo. Uma alternativa promissora para a produção de mudas de sisal é o manejo do solo com plantas de cobertura que apresentem tolerância as condições de estresse da região semiárida e que, após o corte, a matéria acamada sobre o solo contribua para a manutenção ou melhoria do conteúdo de matéria orgânica do solo, com a melhoria das suas características físicas, químicas e biológicas, beneficiando o crescimento do sisal e a sua qualidade nutricional e fitossantária.

A adubação verde com leguminosas proporciona ganhos com a fixação biológica do nitrogênio, controle de ervas invasoras, retenção de água no solo, elevação do teor de matéria orgânica, redução das perdas de solo e água, diminuição da compactação superficial, manutenção da temperatura do solo, dentre outros (MELO FILHO ; SILVA, 1978; BRAGAGNOLO ; MIELNICZUK, 1990; MOROTE et al., 1990; CHOUDHURY et al., 1991; PEREIRA et al., 1992; LOURENÇO et al., 1993), resultando em maior produtividade das culturas (ALVES et al., 1995; ROS ; AITA, 1996; ALCÂNTARA et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2005)

O consórcio de plantas de cobertura entre leguminosas e gramíneas também é uma alternativa com destaque para os seguintes benefícios: 1) maior produção de biomassa seca, de acúmulo de nutrientes e proteção do solo; 2)

estímulo à fixação biológica de nitrogênio; 3) utilização mais eficiente de água e nutrientes, com sistemas radiculares explorando diferentes profundidades do solo; 4) decomposição mais lenta da biomassa devido a relação C/N (GIACOMINI et al., 2003). Nessa visão do uso de diversidade de plantas de cobertura, combinando leguminosas e gramíneas, Giongo et al. (2011) relatam os benefícios do uso de coquetéis vegetais para a produção de manga na região semiárida do Vale do São Francisco, com resultados significativos em termos de melhoria da fertilidade e incorporação de carbono ao solo.

Neste sentido, o presente trabalho propõe: avaliar o potencial de plantas de cobertura do solo para uso em sistema de produção de mudas de sisal em viveiro de campo; avaliar o crescimento e nutrição de mudas de sisal em sistema de viveiro a campo com plantas de cobertura do solo e identificar o estágio de crescimento mais indicado para o transplante a campo de mudas de sisal cultivadas nesse sistema de viveiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Aroeira na comunidade de Tiquara localizada no município de Campo Formoso-BA (Figura 1), localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 10° 26' 20" latitude sul e 40° 39' 39" longitude oeste, a 584 m de altitude. A área é caracterizada por clima semiárido apresentando altas temperaturas com valores médios mínimos acima de 25 °C, e pluviosidade entre 300 – 500 mm/ano, concentrados normalmente em três meses (BAHIA, 2003). O solo em estudo foi um Cambissolo (EMBRAPA, 1977) Todas as atividades de avaliação ocorreram no período de outubro de 2013 a março de 2015, em pleno polo sisaleiro do município.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Campo_Formoso

Figura 1. Localização do município de Campo Formoso no estado da Bahia.

Mudas de sisal

Foram coletados bulbilhos com tamanho entre 12 e 15 cm, sendo estes retirados manualmente de plantas de sisal em plantios próximos a área experimental. Inicialmente os bulbilhos foram selecionados por tamanho e plantados em bandejas plásticas do tipo tubete, com 72 células, e 54,5 cm de comprimento por 28 de largura, com solo da área experimental. Nos dois primeiros meses de plantio, as mudas foram regadas duas vezes ao dia e posteriormente apenas uma vez. No terceiro mês após o plantio, todas as mudas receberam um tratamento com o adubo foliar Fertiactyl GZ®, na recomendação de 2 litros/ha, havendo repetição da operação após trinta dias. O Fertiactyl é um produto orgânico composto de ácidos húmicos e fúlvicos selecionados, contendo 14% de Nitrogênio e 6% de Potássio. Apresenta dois fito-hormônios “Glicina-Betaina”, que são estimuladores do metabolismo e a “Zeatina” que estimula o enraizamento. Este produto foi aplicado com pulverizador manual costal de capacidade para 20 litros. Até a época do transplante dos bulbilhos, fez-se a remoção manual das ervas invasoras das bandejas, bem como periodicamente as mesmas eram suspensas do solo e trocadas de lugar, para evitar maior penetração das raízes no solo e diminuir os danos no momento do transplante. Os bulbilhos foram transplantados para os canteiros, quando estes apresentaram entre 25 a 30 cm de altura (após cinco meses nos tubetes).

Instalação do experimento

A área experimental, 1312 m² (41 x 32 m), foi arada, gradeada e nivelada. Em seguida fez-se a demarcação dos blocos e parcelas. Foram definidos quatro blocos, distanciados por espaçamento de 1,0 m. Cada bloco foi composto por dez parcelas com 9,0 m de comprimento x 2,1 m de largura, resultando numa área de 18,9 m² por parcela, sendo estas equidistantes pelo mesmo espaçamento utilizado dentre os blocos. Em cada parcela foram preparados sete sulcos com profundidade de 2,0 cm e espaçamento de 30 cm entre eles, para a semeadura das plantas de cobertura. Foi adotado o delineamento em blocos ao acaso, com os seguintes tratamentos: T1 – sem cobertura vegetal; T2 – guandu (*Cajanus cajan*) (30 t ha⁻¹); T3 – crotalária (*Crotalaria juncea*) (30 t ha⁻¹); T4 – cunhã (*Clitoria ternatea*) (10 t ha⁻¹); T5 – sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) (10 t ha⁻¹); T6 – sorgo forrageiro + guandu; (5 t ha⁻¹ + 15 t ha⁻¹); T7 – sorgo forrageiro + crotalária; (5 t ha⁻¹ + 15 t ha⁻¹); T8 – sorgo forrageiro + cunhã; (5 t ha⁻¹ + 5 t ha⁻¹); T9 – malva (*Waltheria indica*) e T10 – capim-buffel (*Cenchrus ciliaries* L). No início do trabalho, foi instalado um sistema de irrigação por aspersão, sendo a área irrigada todos os dias pelas manhãs e tardes. O sistema de irrigação foi constituído por uma eletrobomba trifásica de 1,5 CV, vazão de 8,54 m³/h, tubos pvc 2”, conexões, mangueira de 20 mm e 22 micro-aspersores 3/8. Após as atividades do semeio das coberturas vegetais, as irrigações sucederam-se nos turnos matutino e vespertino, e após quatro dias, teve início a germinação, que perdurou por duas semanas. Três meses após a semeadura das plantas de cobertura, o sistema de aspersores foi substituído pelo sistema de gotejamento, com fita 2,5/30/16 ml. A malva e o capim-buffel são duas plantas disseminadas nas áreas de produção de sisal no semiárido da Bahia, e cresceram cobrindo toda a superfície do solo, nas áreas vizinhas às parcelas do viveiro, devido à irrigação dessas parcelas (Figura 3 – B e C). Diante dessa observação, decidiu-se por incluir essas parcelas com capim-buffel e com malva no experimento, como tratamentos de cobertura do solo, para comparar o seu comportamento em relação às plantas de cobertura introduzidas.

Manejo e avaliação das plantas de cobertura

Após 150 dias do plantio das plantas de cobertura, fez-se a coleta da parte aérea, em quatro pontos por parcela para formar uma amostra composta, usando-se um quadrado de 0,25 m² (50 x 50 cm), para determinação da produção de fitomassa. Fez-se a colheita de toda a matéria verde, cortando-se as plantas rente a superfície do solo, dentro do quadrado amostrado. A fitomassa foi pesada e, em seguida, foi triturada, colocada em sacos de papel (capacidade de 5 kg) e levada para o Laboratório de Microbiologia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, onde foi imediatamente colocada em estufa de circulação forçada a 65°C, até a obtenção de peso constante. A matéria seca foi pesada, moída em moinho de facas (tipo Willye STAR FT 50) e armazenada em recipientes hermeticamente fechados. O material seco e moído foi enviado para um laboratório especializado para análise de macro e micronutrientes.

Nas parcelas de campo a massa verde de cada planta de cobertura foi cortada rente a superfície do solo, com um facão, sendo em seguida processada em trituradora de forragem e distribuída uniformemente na superfície do solo.

Plantio das mudas de sisal

No décimo dia, após a distribuição uniforme da massa verde das plantas de cobertura na superfície do solo, deu-se início ao plantio das mudas de sisal. Em cada parcela foram marcadas cinco linhas com 9 m de comprimento, com distância de 50 cm entre as linhas. Em cada linha, foram plantadas 19 mudas de sisal, com espaçamento de 50 cm entre plantas, totalizando 95 plantas por parcela. As linhas iniciais e final do retângulo foram afastadas 5 cm em seus respectivos lados, complementando as dimensões totais da parcela (9,0 x 2,1m). As covas foram feitas com piquetes pontiagudos sobre as linhas traçadas, e as mudas de sisal foram selecionadas por tamanho, para que dentro de cada bloco fossem plantadas mudas homogêneas (24 cm). Esta etapa ocorreu durante a última semana de junho de 2014. As capinas e corte

da rebrota das coberturas vegetais foram realizadas manualmente com enxada, a cada três semanas.

Avaliação do sisal

Três avaliações sucessivas foram realizadas trimestralmente, a partir do terceiro mês após o plantio das mudas de sisal. Foram selecionadas quatro plantas de cada parcela para avaliação do comprimento e largura das folhas expandidas (maiores) e em expansão (menores). Para o comprimento da folha fez-se a medida linear do seu início (na base da planta) até sua extremidade, e a largura foi medida na parte mais larga da mesma, que corresponde à metade da altura da folha. Foi estimada a área foliar com base nas medições da largura e comprimento das folhas, utilizando-se a equação $AF = 0,766 C \times L$, sendo AF a área foliar, C o comprimento da folha e L a largura da folha, conforme descrito por Sofiatti et al. (2009).

Para análise da produção de massa verde e fresca e nutrição das plantas, foram utilizadas dez plantas intactas de cada tratamento. As plantas foram removidas e lavadas em balde plástico para retirada do solo das raízes. Em seguida, a parte aérea foi separada das raízes, e ambas as partes foram medidas com o uso de trena e pesadas em balança de precisão, determinando-se o comprimento e a massa fresca. Também foi feita a medida do diâmetro do colo da planta, utilizando-se paquímetro digital. As folhas foram contadas e cortadas em pedaços de 2 a 3 cm², e em seguida, assim como as raízes, foram acondicionadas em sacos de papel, para secagem em estufa de ventilação forçada a 60° C até a obtenção de peso constante. Após a secagem, a parte aérea e as raízes foram pesadas em balança de precisão e a parte aérea foi moída em Moinho de facas tipo willye STAR FT 50 e enviada para análise de macro e micronutrientes.

Para análise da fertilidade química do solo, foram coletadas quatro amostras aleatórias (profundidade de 0 a 20 cm), sendo estas homogeneizadas em uma única amostra por parcela (tratamento). As amostras foram secas ao ar e enviadas análise química, pH e matéria orgânica, em conformidade com o manual de análises do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC (RAIJ et al., 2001).

Analise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, no esquema fatorial 3 x 10 (coletas x tratamentos) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey entre as coletas e agrupados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes das plantas de cobertura

A produção de fitomassa seca das plantas de cobertura variou com a espécie vegetal e também com o sistema de monocultivo ou em consórcio leguminosa-gramínea (Figura 2).

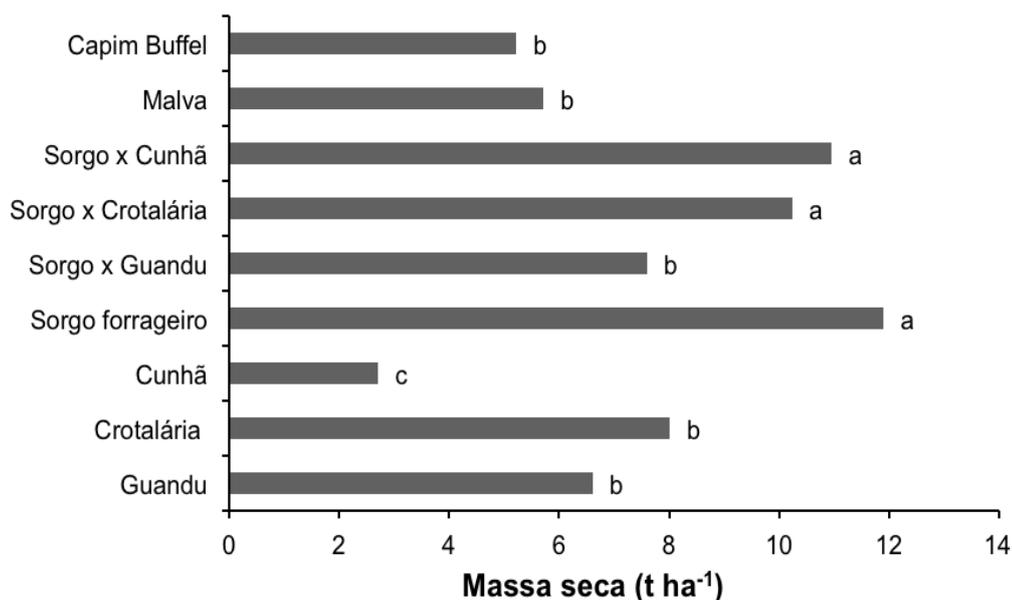


Figura 2. Rendimento de massa seca das plantas de cobertura solo. Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 %.

Os consórcios sorgo-cunhã, sorgo-crotalária e o monocultivo de sorgo apresentaram as maiores produções de biomassa, estatisticamente superiores aos demais, destacando-se o monocultivo com sorgo forrageiro. A menor produção de massa seca foi obtida para o monocultivo com cunhã. Estas observações indicam que a cunhã não competiu com o sorgo, permitindo que o consórcio sorgo-cunhã fosse o segundo sistema de cultivo com maior produção

de biomassa seca. As espécies de capim-buffel e malva, que já estavam plantadas na área, apresentaram resultados semelhantes ao guandu e crotalária. A malva é uma espécie nativa, presente em toda a região, que cresceu devido a irrigação da área de instalação do viveiro de produção de mudas de sisal. O capim-buffel é uma gramínea que foi introduzida no Brasil na década de 50 e adaptou-se bem às condições semiáridas, sendo muito utilizada no nordeste brasileiro como forrageira, apresentando excelente potencial para a atividade pecuária (MOREIRA et al., 2015). O capim-buffel também cresceu nas parcelas vizinhas devido à irrigação. Com a irrigação no viveiro, o capim-buffel e a malva cobriram toda a superfície do solo em algumas parcelas e foram incorporados ao experimento como tratamentos de cobertura do solo, para comparar o seu comportamento em relação às plantas de cobertura introduzidas (Figura 3).



Figura 3. Malva nativa na área experimental (A); Visão das parcelas com a malva irrigada (primeiro bloco: malva, guandu, sorgo + cunhã nas parcelas da direita para a esquerda; segundo bloco: malva, sem cobertura, sorgo + cunhã, sorgo + crotalária; terceiro bloco: malva, sorgo + guandu, cunhã, sorgo + crotalária) (B); Parcelas com capim-buffel (C); Visão geral da área experimental com as plantas de cobertura (D).

A produção de biomassa das plantas de cobertura obteve os seguintes valores: 5,22 t ha⁻¹ para capim-buffel; 5,71 t ha⁻¹ para a malva, 10,96 t ha⁻¹ para o consórcio sorgo-cunhã; 10,24 t ha⁻¹ para o consórcio sorgo-crotalária; 7,59 t ha⁻¹ para o consórcio sorgo-guandu; 11,90 t ha⁻¹ para sorgo forrageiro em monocultivo; 2,70 t ha⁻¹ para cunhã; 8,01 t ha⁻¹ para crotalária e 6,61 t ha⁻¹ para guandu. Alcântara et al. (2000) relata a produção de 13,2 t ha⁻¹ para guandu, 6,5 t ha⁻¹ para crotalária e 3,8 t ha⁻¹ de pastagem, (*Brachiaria decumbens*), plantados como adubos verdes para recuperação de áreas degradadas, mas o solo apresentava 4,6 de pH; 1,0 mg dm⁻³ de P; 23,0 mg dm⁻³ de K, entre outras condições totalmente diferentes de cultivo. Neto et al. (2010) referem-se ao sorgo como uma planta forrageira C4, de origem tropical, que se adapta a diversas condições de fertilidade de solo, sendo tolerante ao déficit hídrico e a temperaturas elevadas. Estes autores ainda citam que o sorgo possui sistema radicular abundante e profundo e de baixo custo de produção.

No presente trabalho, o sorgo se destacou em termos de produção de biomassa seca e de acúmulo de macronutrientes na parte aérea, em especial N e P (Figura 4). Os consórcios com sorgo também apresentaram maior acúmulo de macronutrientes, ressaltando o consórcio sorgo-crotalária para N, P, Ca, Mg e S; sorgo-cunhã para N, P e S, e sorgo-guandu para Mg (Figura 4).

Ressalta-se que o solo apresentava um pH alto (8,0) e as plantas de cobertura cresceram bem nestas condições e extraíram nutrientes do solo (Tabela 1, Figuras 3 e 4).

Tabela 1. Características químicas do Cambisolo, na profundidade de 20 cm, da área do viveiro de produção de mudas de sisal, antes e após o preparo do solo.

Características químicas do solo	Antes do preparo	Após o preparo
Condutividade Elétrica (CE) (mS cm^{-1})	0,45	0,30
Potencial Hidrogeniônico (pH) em H_2O	8,00	8,20
Matéria Orgânica (MO) (g kg^{-1})	12,40	21,40
Fósforo (P) (mg dm^{-3})	6,82	6,95
Potássio (K) (mmolc dm^{-3})	0,27	0,22
Sódio (Na) (mmolc dm^{-3})	2,60	1,90
Cálcio (Ca) (mmolc dm^{-3})	10,90	4,00
Magnésio (Mg) (mmolc dm^{-3})	0,70	7,80
Alumínio (Al) (mmolc dm^{-3})	0,00	0,00
Acidez potencial [H + Al] (mmolc dm^{-3})	0,00	0,00
Soma das Bases (S) (mmolc dm^{-3})	14,50	13,90
Capacidade de Troca Catiônica (CTC) (mmolc dm^{-3})	14,50	13,90
Saturação por Bases (V) (%)	100,00	100,00

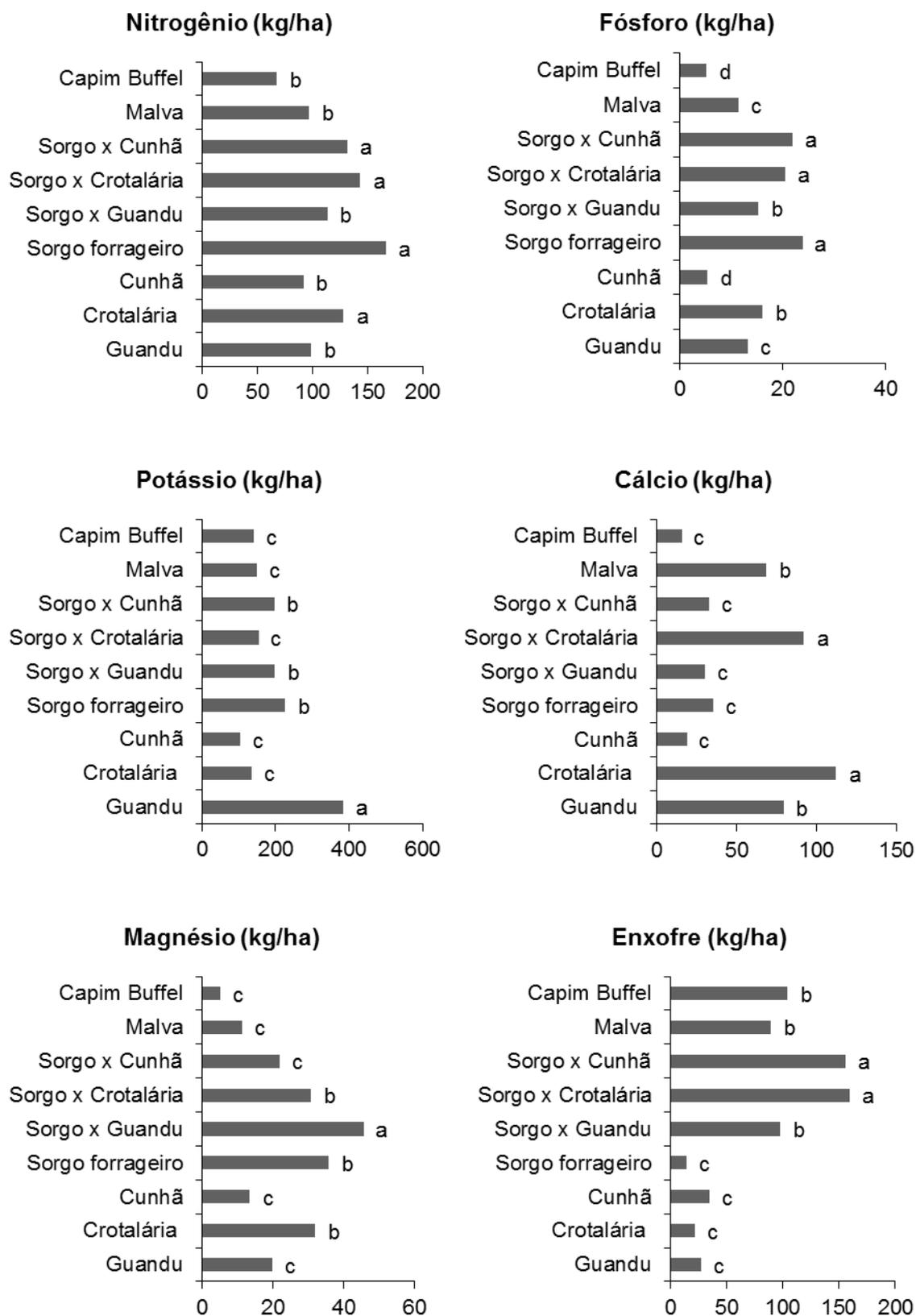


Figura 4. Acúmulo de macronutrientes na biomassa seca da parte aérea das plantas de cobertura. Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 %.

O monocultivo de guandu foi o que apresentou maior potencial de contribuição para o K, seguido do monocultivo com sorgo forrageiro e os consórcios sorgo-cunhã e sorgo-guandu (Figura 5).

Para o acúmulo de micronutrientes na biomassa, destacam-se a malva para o acúmulo de Fe, malva, guandu e consórcio sorgo-guandu para o acúmulo de Mn, o guandu para o acúmulo de Cu, a crotalária, seguida de guandu e malva para o Zn. A crotalária e o consórcio sorgo-crotalária e sorgo-guandu para o acúmulo de B, e o consórcio sorgo-crotalária para Na^+ (Figura 5).

Estes dados indicam a importância do sorgo e dos consórcios sorgo-crotalária e sorgo-cunhã na produção de fitomassa e no acúmulo de macronutrientes neste solo, com irrigação (Tabela 1). Deve se observar também, que o consórcio sorgo-crotalária no cambisol com pH 8,0 (Tabela 1) apresentou elevado potencial de acúmulo de Na, significativamente superior aos demais tratamentos com plantas de cobertura em monocultivo e em consorcio, o que pode ser um indicativo do seu potencial para o desenvolvimento de estratégias para minimizar ou evitar a salinização do solo em determinadas condições edafoclimáticas do semiárido. Esta hipótese deverá ser testada em estudos futuros.

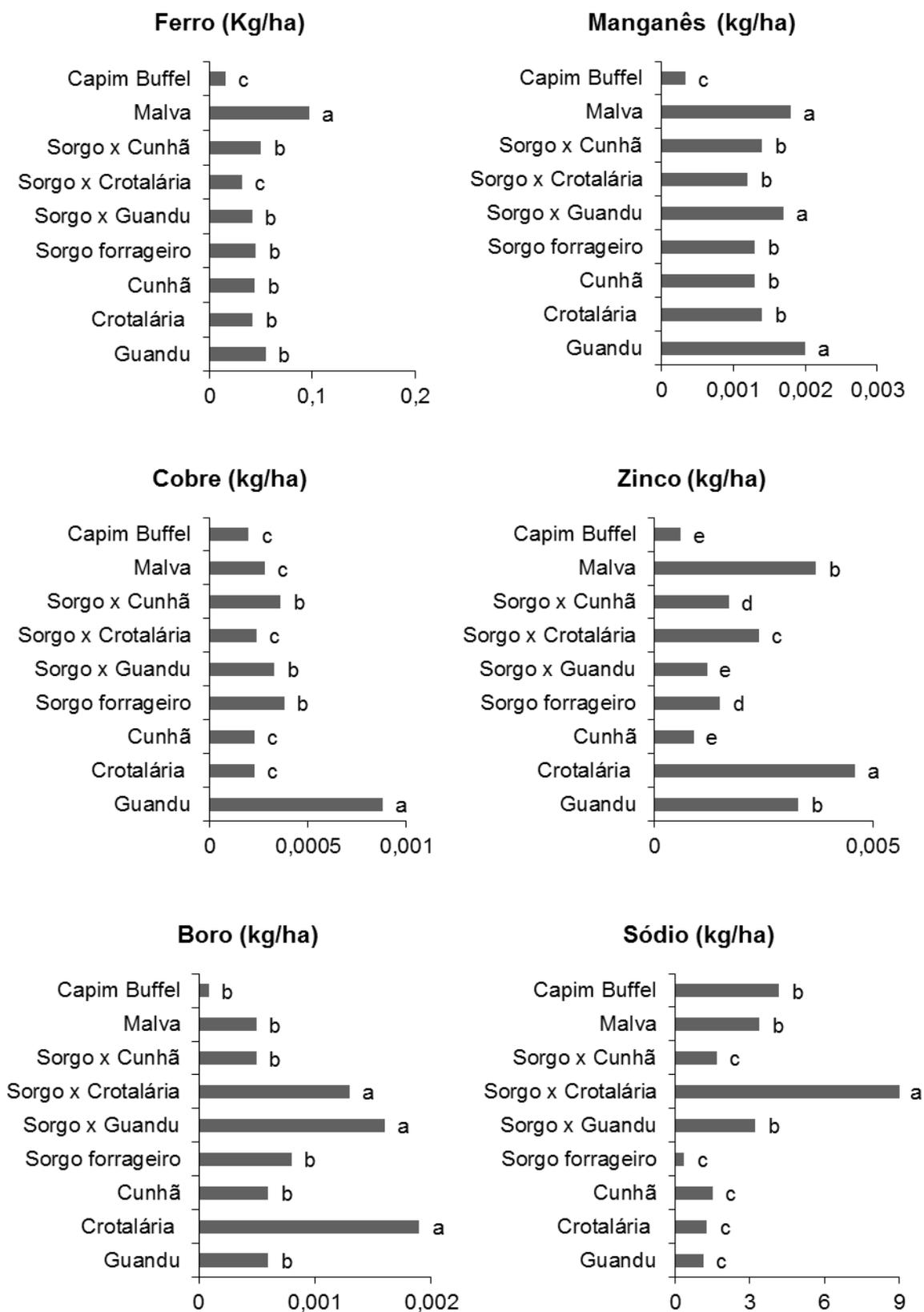


Figura 5. Acúmulo de micronutrientes na biomassa seca da parte aérea das plantas de cobertura. Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 %.

Características do solo

Conforme já mencionado acima, o solo apresentava um pH alto (8,0). Os valores médios de pH, H, Al e H+Al não foram alterados com o manejo do solo com coberturas vegetais, seguido do plantio e crescimento de mudas de sisal por 180 dias (Tabela 2).

Tabela 2. Potencial hidrogeniônico (pH), hidrogênio, alumínio e acidez potencial do solo sob manejos de coberturas vegetais, seguido de plantio de mudas de sisal, em sistema de viveiro de produção de mudas, em condições de campo, em área de produção de sisal em Campo Formoso, Bahia.

Variável*	— pH —		— mmol/dm ³ —	
	H ₂ O	H	Al	H + Al
90 dias	7,91 a	9,27 a	1,00 a	10,27 a
180 dias	7,87 a	9,10 a	1,00 a	10,10 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. SP
* Solo coletado aos 90 e aos 180 dias após o plantio das mudas de sisal.

Os maiores teores de K foram encontrados no solo com manejo de capim-buffel e malva. Os demais tratamentos não diferiram do tratamento sem plantas de cobertura (Figura 6). Entretanto, as plantas de capim-buffel e malva apresentaram os menores conteúdos de K na biomassa e menor produção de biomassa (Figuras 2 e 4). Isto possivelmente se explica pelo fato do capim-buffel e a malva estarem plantados nessas áreas há muitos anos, com um processo natural de ciclagem de nutrientes dentro da condição de déficit hídrico e temperaturas elevadas, típicas dessa região semiárida. De acordo com Giongo et al. (2011) o K é o nutriente disponibilizado mais rapidamente pelas plantas de cobertura, com tempo de meia vida de 49 dias, nas condições descritas por estes autores. O capim-buffel apresenta sistema radicular fasciculado e pivotante e alcança profundidades de até quatro metros em solos de regiões semiáridas e áridas (Vilela, 2005).

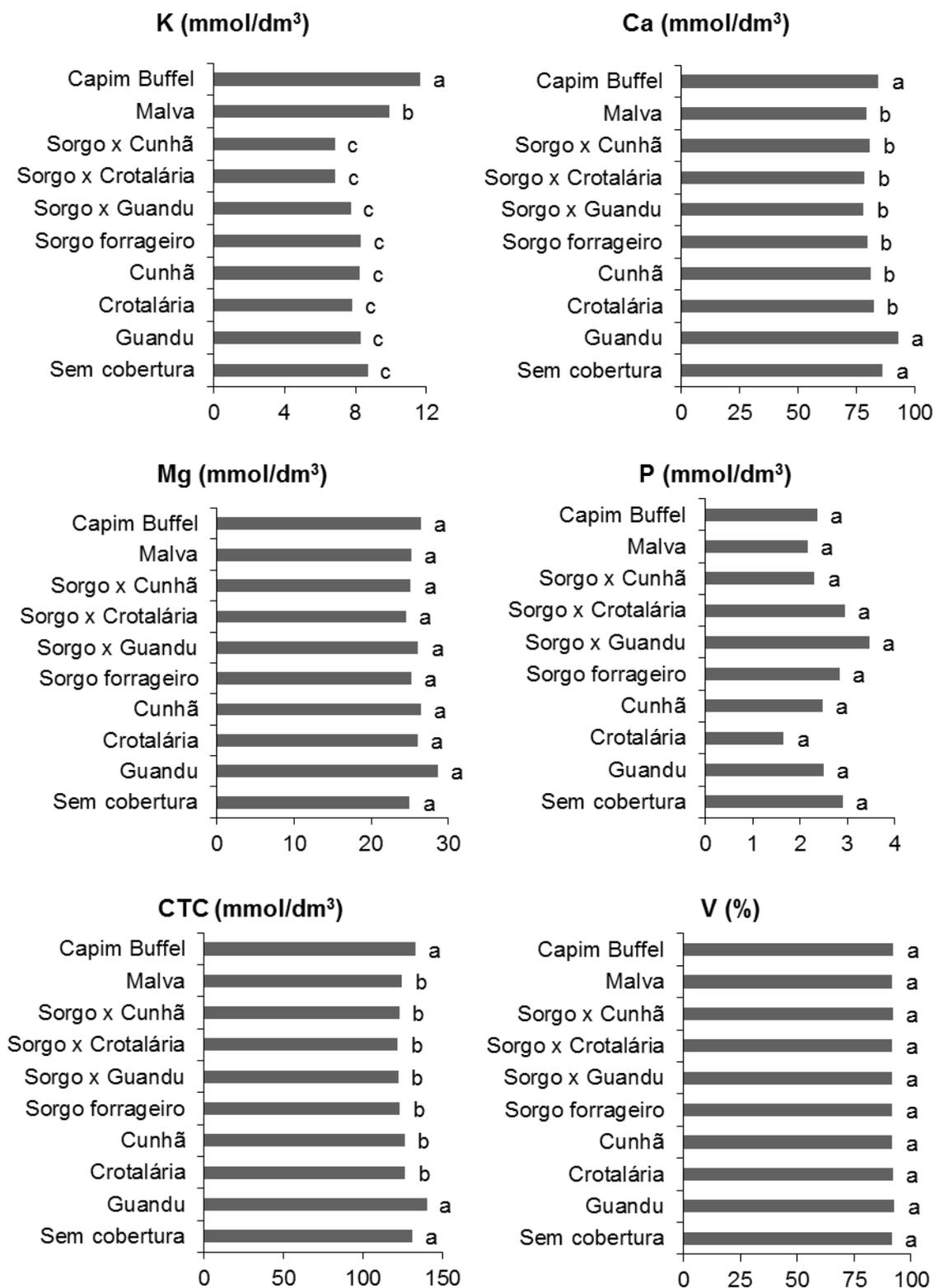


Figura 6. Bases trocáveis (K, Ca e Mg), Fósforo (P), Capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por base (V%) do solo sob manejo de coberturas vegetais, seguido de plantio de mudas de sisal, em sistema de viveiro, em condições de campo, na região produtora de sisal, em Campo Formoso, Bahia. Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

O Ca foi superior nos tratamentos com capim-buffel e guandu e, para Mg e P, o manejo do solo com as plantas de cobertura não apresentou efeito em relação ao tratamento sem plantas de cobertura. Observa-se que nas amostras de solo coletadas com 90 e 180 dias após o plantio do sisal, houve diferença significativa nos teores de K e Ca no solo, diferentemente do que aconteceu para Mg e P. Estes resultados devem refletir o potencial de mineralização destes nutrientes durante a decomposição das plantas de cobertura no solo. Estas taxas de decomposição e liberação de nutrientes não foram avaliadas no presente trabalho. Entretanto, Gionglo et al. (2011) indicaram para coquetéis de leguminosas e gramíneas na região semiárida do Vale do São Francisco, em plantios irrigados de manga, a seguinte ordem decrescente de liberação de nutrientes: K>N>Ca>Mg>P. Estes autores descreveram os tempos médios de meia vida de 49, 68, 78, 79 e 88 e tempos médios para a liberação de cerca de 95% do nutriente de 214, 292, 338, 344 e 380 dias, respectivamente, para K, N, Ca, Mg e P (Gionglo et al., 2011). Observa-se que o K e o Ca são disponibilizados mais rapidamente que o Mg e o P no solo (Gionglo et al., 2011). No presente estudo, os teores de K e Ca no solo foram significativamente superiores nas amostras coletadas aos 180 dias após o plantio do sisal, que corresponde a 190 dias após o corte das plantas de cobertura, e seu acamamento na superfície do solo (Tabela 3).

Tabela 3. Bases trocáveis (K, Ca e Mg), Fosforo (P), Capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por base (V%) do solo sob manejo de coberturas vegetais, seguido de plantio de mudas de sisal, em sistema de viveiro de produção de mudas, em condições de campo, em área de produção de sisal em Campo Formoso, Bahia.

Variável*	K	Ca	Mg mmol/dm³	P	CTC	V (%)
90 dias	8,17 b	77,92 b	25,10 a	2,42 a	121,47 b	91,49 b
180 dias	9,07 a	87,00 a	26,70 a	2,71 a	132,82 a	92,32 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. *Solo coletado aos 90 e 180 dias após o plantio do sisal, que corresponde a 190 dias após o corte e acamamento das plantas de cobertura.

Crescimento e nutrição das mudas de sisal

As mudas de sisal atingiram a altura média de 31,3 cm; 42,5 cm e 55,3 cm e número de folhas de 15,4; 23,7 e 33,0 no período de cultivo de 90, 180 e 270 dias, respectivamente (Tabela 4), não havendo interação significativa entre os períodos de avaliação e os tratamentos com os adubos verdes.

Tabela 4. Altura (ALT), diâmetro do colo (DC), NF - número de folhas (NF), AF - área foliar (AF), MFP - massa fresca de parte aérea (MFP) e massa seca de parte aérea (MSP) de mudas de sisal cultivadas em solo com manejo de coberturas vegetais.

Variáveis*	ALT (cm)	DC (mm)	NF	AF (cm ²)	MFP (g)	MSP (g)
90 dias	31,31 c	37,92 c	15,45 c	95,61 c	316,75 c	38,13 c
180 dias	42,54 b	57,08 b	23,74 b	205,49 b	1056,69 b	126,65 b
270 dias	55,32 a	60,86 a	33,04 a	318,53 a	2594,72 a	336,98 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

*Período de coleta das mudas de sisal.

Aos 180 dias, as mudas de sisal encontravam-se no período de maior crescimento com altura entre 40 e 50 cm e a média de 23,7 folhas por planta (Figura 7 A e B), sendo consideradas adequadas para o transplântio para o campo, de acordo com a descrição de Silva et al., (2011). Aos 180 dias, as mudas apresentaram o número de folhas, área foliar e massa seca da parte aérea com incrementos de 153,7%; 214,9% e 332,1%, em relação as mudas com 90 dias de plantio. As mudas com 270 dias de transplântio apresentaram o número de folhas, área foliar e massa seca da parte aérea com incrementos de 213,9%; 333,2% e 883,8% em relação as mudas com 90 dias de plantio. Ressalta-se que os bulbilhos já haviam permanecido em bandejas tipo tubetes por um período de 150 dias. Não foram realizados trabalhos de campo para a avaliação do comportamento dessas mudas no campo, em função do período de permanência no viveiro. Observou-se um crescimento exponencial em relação à altura da planta, área foliar da folha mediana, massa fresca e seca da parte aérea (Figura 7 A, D, E e F), crescimento exponencial para o diâmetro do

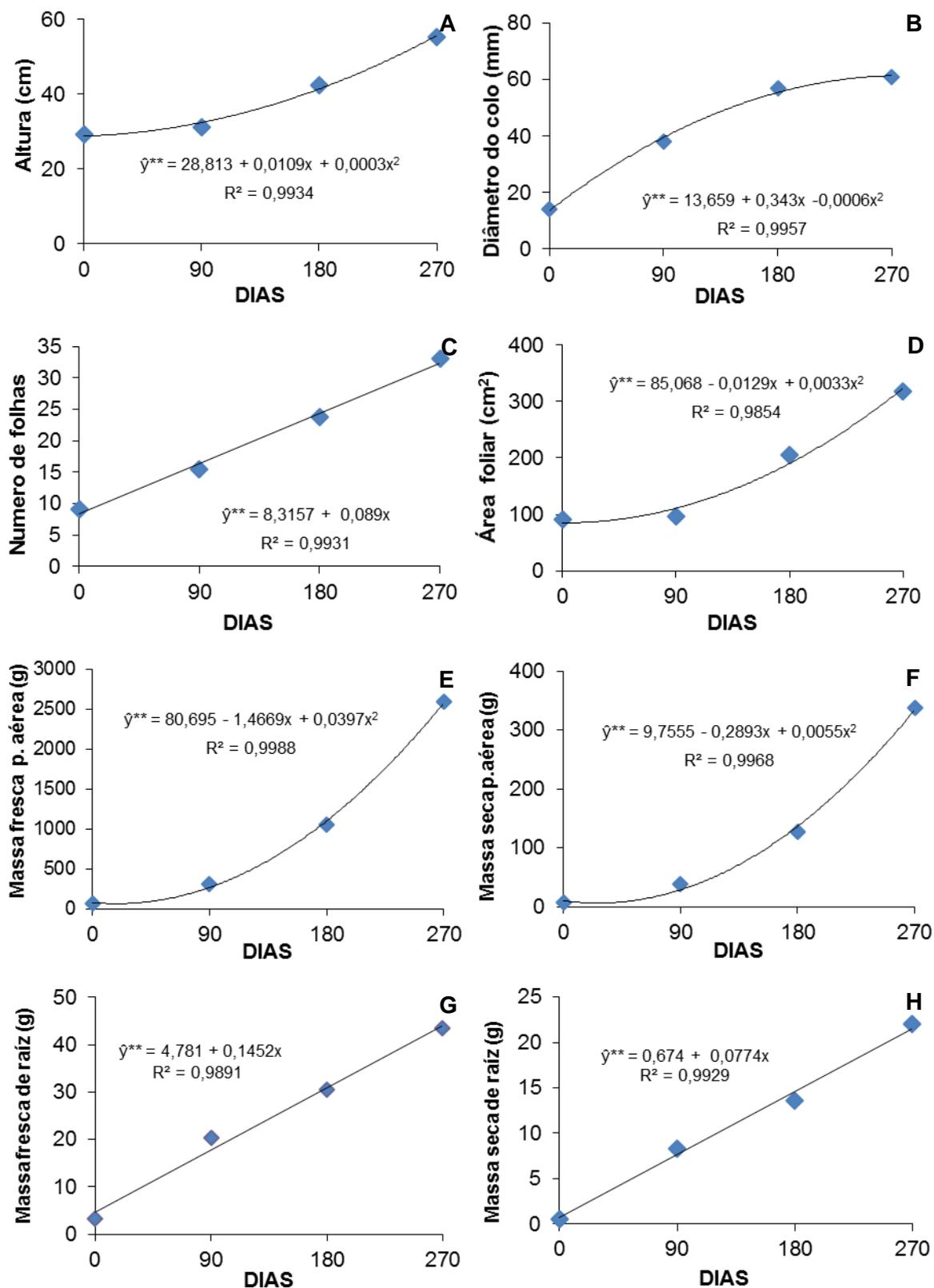


Figura 7. Altura (A), Diâmetro do colo (B), Número de folhas (C), Área foliar (D), Massa fresca da parte aérea (E), Massa seca da parte aérea (F), Massa fresca de raízes (G), Massa seca de raízes (H) de mudas de sisal em diferentes épocas de avaliação.

colo, com crescimento máximo por volta dos 180 dias, iniciando um decréscimo com diâmetro do caule (Figura 7 B). Nesse período de 180 dias observou-se um incremento maior em termos de acúmulo de massa seca (Figura 7 F) e aumento da área foliar (Figura 7 D). Houve um crescimento linear para número de folhas, massa fresca e seca das raízes (Figura 7 C, G e H). Medina (1963) descreve que o rendimento da fibra por folha está relacionado a massa seca das folhas. Silva et al. (2011) indicam que a produção de fibra corresponde de 3 a 5% da massa seca das folhas. Portanto, folhas maiores, com maior massa seca resultam em maior rendimento de fibra.

Sobre o efeito das coberturas vegetais nas variáveis biométricas de crescimento das mudas de sisal, pode-se observar que houve diferença significativa entre os tratamentos com as plantas de cobertura apenas para as variáveis diâmetro do colo e número de folha, enquanto que as demais variáveis não diferiram significativamente (Figura 7). As mudas cultivadas nas parcelas com a cobertura vegetal de capim-buffel obtiveram o menor número de folhas (21,57) e o menor diâmetro do colo (44,63 mm). As plantas dos demais tratamentos não diferiram entre si. As folhas são os órgãos da planta utilizados para a extração da fibra, portanto, o menor número de folhas pode representar uma redução na produção de fibra. Entretanto, Medina (1963) cita que a massa seca das folhas está diretamente relacionada a produção de fibra e não necessariamente o número de folhas e, a produção de biomassa seca da parte aérea não diferiu significativamente entre os tratamentos. Estes resultados indicam que não houve um efeito benéfico do manejo do solo com plantas de cobertura no crescimento das mudas de sisal, mesmo com a elevada produção de biomassa (Figura 2) e de acúmulo de nutrientes, com destaque para o sorgo em monocultivo e os consórcios sorgo-crotalária e sorgo-cunhã (Figuras 4 e 5). Entretanto, os dados de fertilidade do solo nas parcelas sob o manejo com as diferentes plantas de coberturas solo não apontam para uma melhoria nos teores de nutrientes, exceto para K e Ca nas parcelas com capim-buffel (Figura 6).

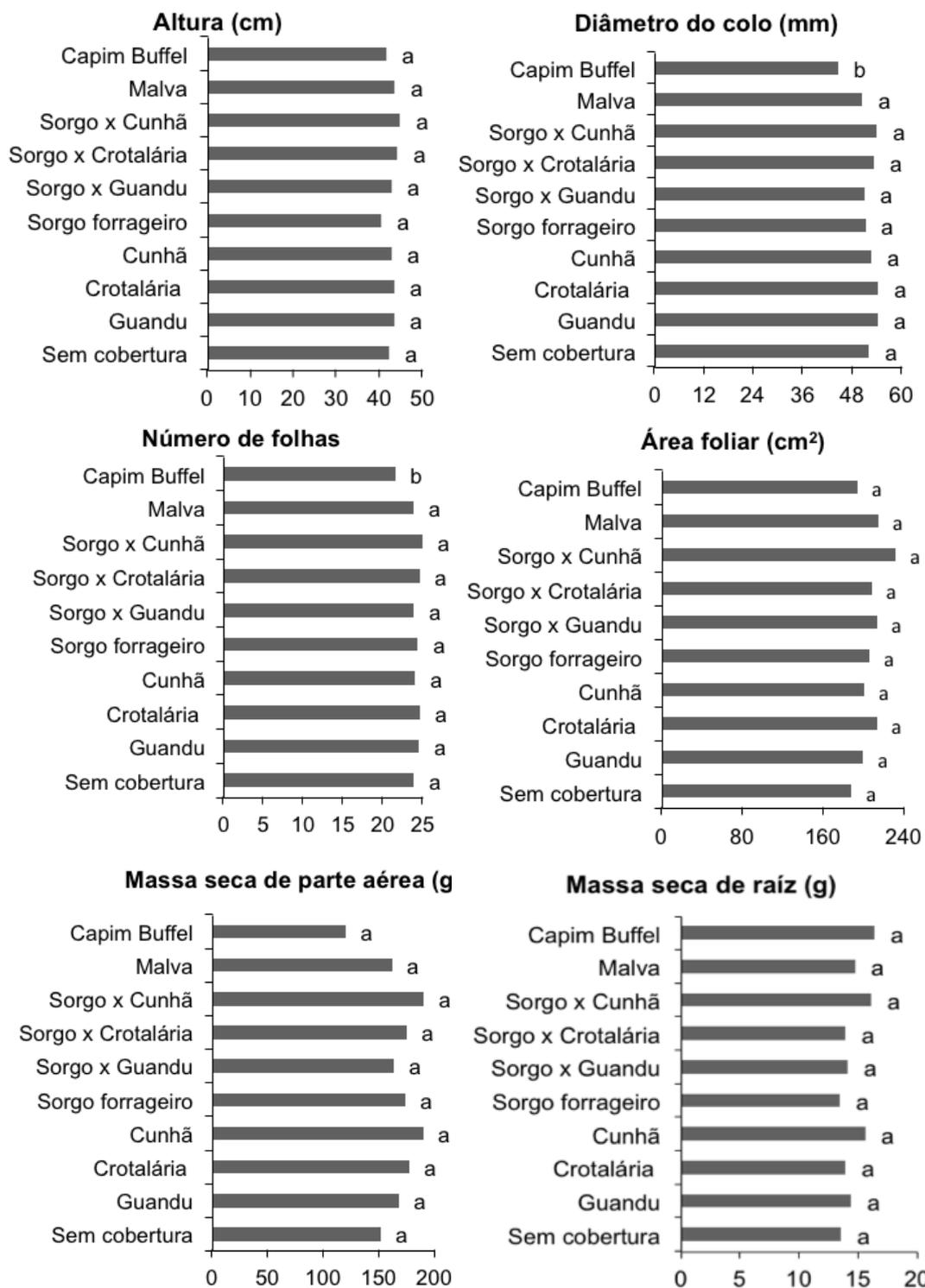


Figura 8. Altura, diâmetro do colo, número de folhas, área foliar e matéria seca da parte aérea e raiz de mudas de sisal cultivadas em solo com coberturas vegetais, em viveiro de campo.

Houve variação significativa quanto ao teor de macronutrientes na parte aérea das mudas de sisal, ao longo do período de cultivo no viveiro (Tabela 5).

Tabela 5. Variação das médias dos teores de macronutrientes nas mudas de sisal em diferentes épocas de coleta.

Variável	N	P	K	Ca	Mg	S
	(mg/g planta)					
90 dias	20,29 a	0,95 b	14,98 b	23,99 b	9,23 a	1,85 b
180 dias	17,57 b	0,76 c	15,91 b	17,55 b	10,01 a	2,89 b
270 dias	12,08 c	1,68 a	33,48 a	25,80 a	9,57 a	5,38 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

As mudas de sisal apresentaram maior teor de N na primeira coleta (20,3 mg/planta), reduzindo o seu teor nas demais avaliações (Tabela 5). Giongo et al. (2011) relataram o tempo médio de meia vida do N na decomposição de coquetéis de leguminosas e não-leguminosas em área irrigada do semiárido no Vale do São Francisco como sendo de 68 dias, com 95% disponível na média de 292 dias. O nitrogênio fornecido na forma mineral ou através dos adubos verdes pode seguir caminhos variados, onde uma parte é absorvida pelas plantas, outra é perdida do sistema solo-planta por processos de lixiviação, volatilização, erosão e desnitrificação (LARA CABEZAS et al., 2004). Parte do nitrogênio permanece no solo, predominantemente na forma orgânica, principalmente quando fornecido na forma de adubos verdes (AZAM et al., 1985; SCIVITTARO et al., 2000; AMADO et al., 2002). A redução no teor de N pode estar associada ao crescimento da muda, causando a diluição deste nutriente nos tecidos da planta e uma provável deficiência de N.

Para o P foi constatado maior teor nas mudas aos 270 dias, com 1,68 mg/g de planta, ficando próxima as recomendações de Malavolta (2006) que é de 1,8 mg/g de planta. Os elementos K, Ca e S apresentaram comportamento semelhante, sem diferença significativa entre as duas primeiras coletas, mas com maior acúmulo aos 270 dias. Tais valores para macronutrientes estão de acordo aos recomendados por Malavolta (2006) para o desenvolvimento satisfatório da cultura. Não foi constatada variação entre os teores de Mg presentes no tecido foliar em função das distintas épocas de avaliação. Estudos realizados por Do Carmo (2013) utilizando como adubo verde a

gliricidia (*G. sepium*) incorporada ao solo indicaram valores de 17,7; 2,0 e 34,4 mg/g para N, P e K em sisal, respectivamente. Giongo et al. (2011) também descrevem o K com o menor tempo médio de meia vida, atingindo 50% de disponibilidade após 49 dias e 95% de disponibilidade após 214 dias de decomposição do material vegetal

A maior absorção do K em relação aos demais se deve ao fato deste nutriente ser um elemento que está associado apenas a processos metabólicos da planta, e encontrar-se na forma iônica (MEURER, 2006; ROSSI et al., 2008; TORRES; PEREIRA, 2008). Por esse motivo, o K pode ser facilmente mineralizado dos tecidos das plantas, tanto pela água da chuva quanto pela própria umidade do solo (CALONEGO et al., 2005).

Entretanto, não houve variação significativa quanto aos teores de N, P, K, Ca e S das mudas de sisal, sob o manejo dessas plantas de cobertura. Variação significativa foi constatada para os teores de Mg, com a menor média no tratamento com capim-buffel (6,71 mg.g⁻¹ de planta) (Figura 9).

Os resultados alcançados para os elementos N, P, K e Mg, em função dos tratamentos com as plantas de cobertura estão próximos aos valores considerados ideais por Malavolta (2006). Para Ca e S, os teores observados nos tecidos vegetais estão acima das recomendações, em função dos elevados teores presentes no solo antes da implantação do experimento, devido à natureza do material de origem, rico em carbonato de cálcio, o que confere ampla distribuição desse cátion nas superfícies de troca das argilas (VALADARES et al., 2013).

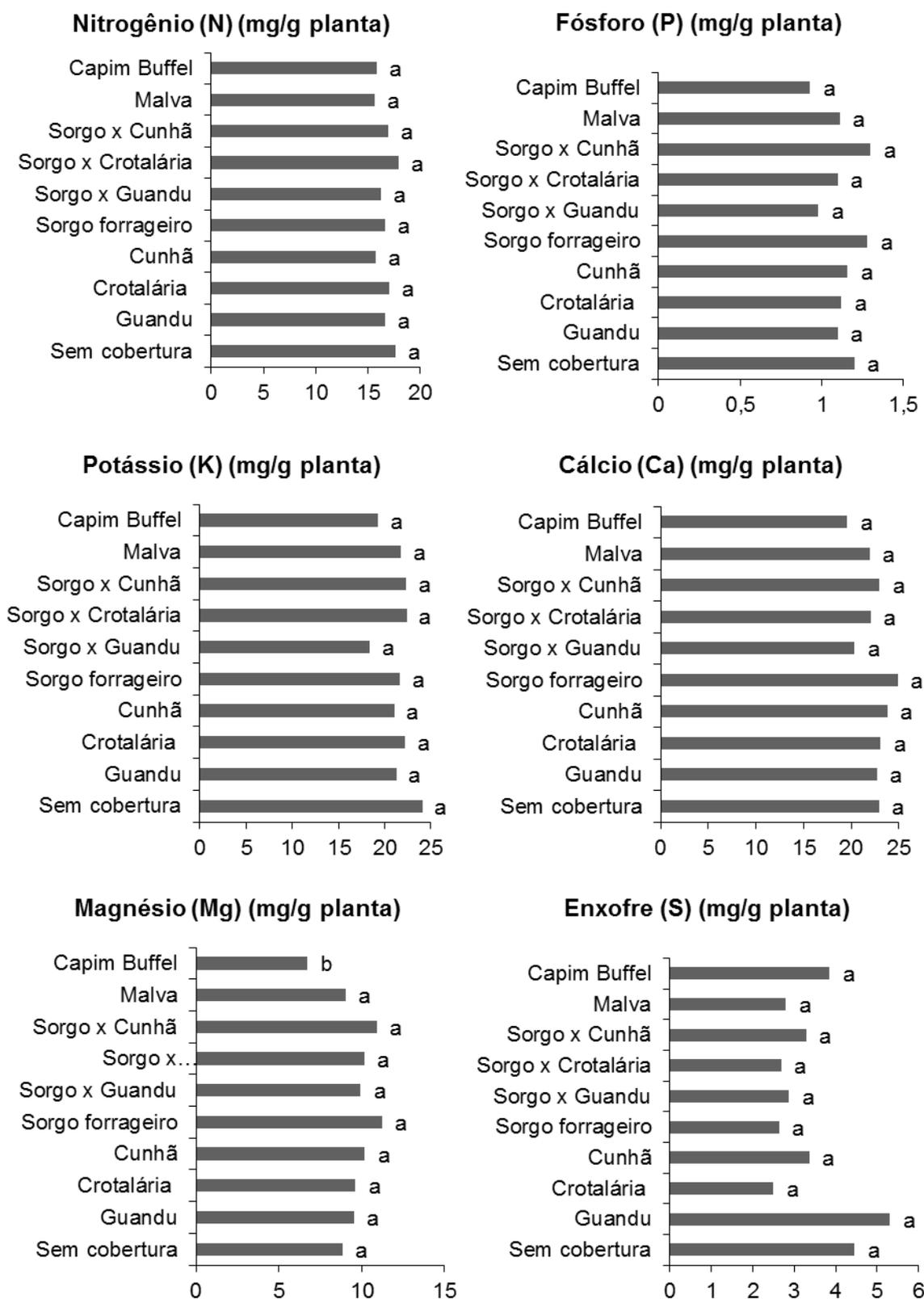


Figura 9. Variação das médias dos macronutrientes assimilados por mudas de sisal cultivadas em solo sob manejo de coberturas vegetais. Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 %.

CONCLUSÕES

Na produção de mudas de sisal do tipo bulbilho, em viveiro a céu aberto com irrigação, no período de 180 dias a muda atingiu o número de folhas e altura, recomendados para transplante a campo.

Não houve efeito significativo do manejo com as plantas de cobertura, em monocultivo ou em consórcio leguminosa + gramínea, no crescimento e nutrição das mudas de sisal.

O sorgo em monocultivo e os consórcios sorgo-cunhã e sorgo-crotalária apresentaram a maior produção de biomassa e acúmulo de nutrientes, dentre as plantas de cobertura avaliadas em monocultivo ou consorciadas.

As plantas de cobertura não promoveram benefícios às características químicas do solo, no período da avaliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, K. C. L. de M. **Epidemiologia da podridão vermelha do sisal no Estado da Bahia**. 2010. 117p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

ALCÂNTARA, F. A. et al. Green manuring in the recovery of the fertility of an Oxisol dark red degraded. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.

ALVES, A. G. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Relações da erosão do solo com a persistência da cobertura vegetal morta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas v. 19, p. 127-135, 1995.

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 do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 26, p. 241-248, 2002.

AZAM, F.; MALIK, K.A. & SAJJAD, M.I. Transformations in soil and availability to plants of ¹⁵N applied as inorganic fertilizer and legume residues. **Plant and Soil**, v. 86, p. 3-13, 1985.

BAHIA, Governo do Estado, plano estadual de recursos hídricos do estado da Bahia: Diagnóstico e regionalização. Salvador: superintendência de recursos hídricos, 2003.

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

CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio da palha de plantas de cobertura em diferentes estádios de senescência após dessecação química. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 01, p. 99-108, 2005.

CHOUDHURY, E. N. et al. **Adubação verde e cobertura morta em áreas irrigadas do submédio São Francisco**: 1 - Comportamento das espécies. Petrolina: Embrapa - CPATSA, p. 3, 1991.

Companhia Nacional de Abastecimento – Conab - acesso em: 30/05/2015 www.conab.gov.br/.../15_03_16_15_21_13_sisal__conjuntura_especial_m.....
Sisal 2014: Produção, Exportações e Preços em alta. 15 de mar de 2015.

DO CARMO, M.O. **Glicídiasepium e Trichoderma no controle da podridão vermelha, crescimento e nutrição de mudas de sisal**. 2013. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2013.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento exploratório reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco**, Estado da Bahia. Recife: EMBRAPA-SNLS, v.1, p. 732, 1977.

GIACOMINI, S.J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.325-334, 2003.

GIONGO, V. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para utilização no Semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 611-618, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Acesso em: 30/05/2015 **Levantamento Sistemático Produção Agrícola**. Rio de Janeiro v.29 n.3 p.1-81, 2015.

LARA CABEZAS, W.R.L.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. & SANTANA, D.G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciências Rural**, v. 34, p. 1005-1013, 2004.

LOURENÇO, A. J. et al. Efeito de leguminosas tropicais na matéria orgânica do solo e na produtividade do sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, p.263-268, 1993.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres, p. 638, 2006

MEDINA, J.C. Multiplicação do sisal (*Agave sisalana* Perrine) por bulbilhos e rebentões e métodos de preparo e plantio das mudas. **Journal Bragantia**, v.22, n.45, p.559-74, 1963.

MELO FILHO, J. F.; SILVA, J. R. C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, p. 291-298, 1978.

MEURER, E. J. Potássio. *In*: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: UFV, Cap. 11, p. 281-298, 2006.

MOREIRA, J. A. S. et al. Características morfogênicas, estruturais e produtivas de acessos de capim-buffel. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 391-400, jan./fev. 2015.

MOROTE, C. G. R.; VIDOR, C.; MENDES, N. G. Alterações na temperatura do solo pela cobertura morta e irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 81-84, 1990.

NASCIMENTO, J. T. et al. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissole. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.5, p.825- 831, 2005.

NETO, R. C. A. et al. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.2, p.124–130, 2010.

PEREIRA, J.; BURLE, M. L.; RESCK, D. V. S. **Adubos verdes e sua utilização no cerrado**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1992. Goiânia. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, p.140-154, 1992.

RAIJ, B. V. et al. **Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 285, 2001.

ROS, C. O. & AITA, C. Efeito das espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.20, p. 135-140, 1996.

ROSSI, C. Q. et al. Liberação de macronutrientes de resíduos do consórcio entre mucuna preta e milho sob sistema orgânico de produção. **Revista Universidade Rural**, v. 28, n. 02, p. 01-10, 2008.

SAMPAIO, E.V.S.B. et al. **Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste**. In: PERREIRA, J.R., FARIA, C.M.B. (Ed.) Fertilizantes - insumos básicos para a agricultura e combate à fome. Petrolina: Embrapa-CPATSA/SBCS, p. 51-71, 1995.

SILVA, O.R.R.F. da; BELTRÃO, N.E. de M. org. **Agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília: Embrapa SPI/Embrapa-CNPA, 1999. 205p.

Silva, L. J. **Estudo experimental e numérico das propriedades mecânicas de compósitos poliméricos laminados com fibras vegetais/** Dissertação - Universidade Federal de São João del Rei - São João del Rei - MG, 2011.

SOFIATTI, V. et al. Um método simples para determinar a área foliar do sisal híbrido 11648. **Revista Brasileira de Oleoginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.13, n.1, p. 1-7, 2009.

SCIVITTARO, W.B. et al. Utilização de nitrogênio de adubos verdes e mineral pelo milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 24, p. 917- 926, 2000.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 04, p. 1609-1618, 2008.

VALADARES, S. V. et al. Produtividade e bienalidade da produção de cafezais adensados, sob diferentes doses de N e K. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.48, n.3, p.296-303, 2013.

VILELA, H. **Pastagem**: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, p. 283, 2005.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral a cultura do sisal na fase de produção de mudas se mostrou insensível aos estímulos proporcionados pelas diferentes coberturas vegetais utilizadas em um único cultivo. A cultura por apresentar metabolismo CAM adaptada às condições de semiárido apresenta elevada rusticidade ao clima bem como aos solos rasos de baixa fertilidade.

As práticas de manejo do solo com plantas de cobertura talvez sejam empregadas com maior eficiência aos plantios comerciais de sisal, onde a cultura permanece no campo por um período mais longo de tempo e os processos de mineralização da matéria orgânica poderão ocorrer em sua totalidade. Além disso, pelo fato da cultura ser produzida em sistema de sequeiro, as plantas de cobertura poderão promover uma maior retenção de água no solo impedindo a incidência direta dos raios solares e mineralização gradual ao longo do ciclo.

Novos estudos se fazem necessários com intuito de avaliar as taxas de decomposição e disponibilidade de nutrientes por essas plantas de cobertura, em função de períodos mais longos de tempo, bem como em sistema de sequeiro, que é regra para o produtor de sisal.

Observou-se que estas plantas de cobertura se desenvolveram bem em solo com pH 8,0. Nestas condições, a biomassa do consórcio sorgo + crotalária acumulou níveis elevados de Na, o que deve ser investigado em estudos futuros quanto ao potencial deste sistema de consorcio para a extração de Na em solos salinizados.

Sugere-se o desenvolvimento de estudos relacionados à melhoria da fertilidade do solo através de pesquisa de longa duração com cultivo de plantas

de cobertura, bem como a sua influência no crescimento e nutrição de mudas e as plantas de sisal após a fase de produção de mudas, no campo, nas condições semiáridas.

A propagação do sisal utilizando-se bulbilhos é uma prática viável que deverá ser objeto de estudos futuros para determinação do melhor período de pré-plantio dos bulbilhos em tubetes ou eliminação desta etapa, com o plantio dos bulbilhos diretamente nos canteiros dos viveiros a campo. Em ambas situações, os estudos permitirão otimizar o período compreendido entre a coleta de bulbilhos e o transplante das mudas para o local definitivo de produção comercial.

APÊNDICE



Figura 10. Fotografias do experimento em diferentes fases: (A) Pré-plantio das mudas de sisal em bandejas tipo tubetes; (B) Coberturas vegetais aos 120 dias após o plantio (época de corte); (C) Mudanças de sisal transplantadas nas parcelas experimentais já com as coberturas vegetais cortadas e deixadas sobre o solo; (D) Plantas de sisal aos 90 dias (1ª coleta), (E) Plantas de sisal aos 180 dias (2ª coleta), (F) Plantas de sisal aos 270 dias (3ª coleta).