

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS *CAMPUS* ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

LINDOMAR BRAZ BARBOSA JÚNIOR

**AVALIAÇÃO DA CULTURA DA MANDIOCA EM DIFERENTES SISTEMAS DE
MANEJO DO SOLO**

ARAGUATINS

2018

LINDOMAR BRAZ BARBOSA JÚNIOR

**AVALIAÇÃO DA CULTURA DA MANDIOCA EM DIFERENTES SISTEMAS DE
MANEJO DO SOLO**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus* Araguatins, como exigência à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Msc. Ruy Borges da Silva.

ARAGUATINS

2018

Barbosa Júnior, Lindomar Braz

Avaliação da cultura da mandioca em diferentes sistemas de manejo do solo. Lindomar Braz Barbosa Júnior – Araguatins, Tocantins, 2018.

40 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Araguatins, 2018.

Orientador: Prof. Msc. Ruy Borges da Silva

1. Adubação verde. 2. Conservação do solo. 3. Consórcio. I. Título

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “Avaliação da cultura da mandioca em diferentes sistemas de manejo do solo”

AUTOR (A): Lindomar Braz Barbosa Júnior

ORIENTADOR (A): Prof. Msc. Ruy Borges da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para conclusão do Curso de Bacharelado em Agronomia.

Aprovado em 7 de fevereiro de 2018.

Prof. Msc. Ruy Borges da Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Prof^a. Dra Roberta de Freitas Souza Lobo
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Prof. Dr. Samuel de Deus da Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins* DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por me conceder o dom da vida, a minha família, e a todos que de alguma forma contribuem a me fazer crescer como pessoa e profissionalmente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força a superar os desafios e chegar ao final de mais uma jornada em minha vida. A minha gratidão também por me rodear de pessoas que contribuem a cada dia para o meu amadurecimento pessoal. E também às pessoas que conheci, desfrutei dos melhores momentos e que assim como eu realizaram o sonho de ser tornar bacharel em Agronomia.

Agradeço os meus pais Josefa Braz e Lindomar Pereira e minha irmã Mylena Braz que sempre me apoiam para seguir em busca dos meus sonhos. E também meus familiares e amigos que direta ou indiretamente contribuíram a minha formação.

Meu agradecimento em especial ao meu professor orientador Ruy Borges da Silva, que me incentivou e me aconselhou bastante, além de ter participação significativamente importante no desenvolvimento do projeto de extensão por dois editais consecutivos.

Agradeço a todos os professores (as) que contribuíram para minha formação acadêmica, em especial ao professor Samuel de Deus, Eva Adriana e a professora Érica Simonetti por serem grandes incentivadores a produção acadêmica no curso. A professora Roberta de Freitas, profissional que também admiro bastante e que aceitou convite para participar da banca.

Minha gratidão também aos meus amigos (as) que contribuíram no desenvolvimento deste trabalho e à amizade construída e cultivada em todo o período do curso, Fredson Leal, Amanda Bonfim, Mikaely Lira, Adalton Cunha, Samara Lorranny, Rayane Reis, Romário Lima, Fernando Henrique, Jonas de Souza, Jonas Silva, Will Kennedy, Pedro Henrique.

*O mundo está nas mãos daqueles que têm a
coragem de sonhar e de correr o risco de
viver seus sonhos.*

Paulo Coelho

RESUMO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é conduzida basicamente em sistemas convencionais de preparo do solo, e devido ao lento desenvolvimento na fase inicial agravam problemas de erosão e podem tornar a cultura insustentável em muitas regiões. Uma das alternativas para minimizar a erosão hídrica é melhorar a cobertura do solo através da consorciação ou rotação de culturas com leguminosas para adubação verde. A adubação verde é considerada a prática de cultivo de plantas, com elevado potencial de produção de biomassa vegetal. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a cultura da mandioca consorciada com diferentes adubos verdes, comparando-se com o sistema de cultivo convencional nas condições edafoclimáticas do Extremo Norte do Tocantins, verificando o desempenho da cultura da mandioca em consórcio e analisando a biomassa dos adubos verdes, e o efeito residual no solo (análise físico-química). O experimento foi implantado em delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições. Testou-se 5 tratamentos constituídos pelo consórcio entre leguminosas e mandioca solteira, sendo: T1: testemunha (mandioca solteira e sem adubação); T2: mandioca solteira em cultivo convencional; T3: mandioca consorciado com feijão-de-porco; T4: mandioca consorciado com feijão-guandu; T5: mandioca consorciado com *Crotalaria juncea*. Plantou-se a mandioca para indústria que representa o cultivo predominante na comunidade local, adotou-se espaçamento de fileiras duplas 2,0 x 0,60 x 0,60 nas entrelinhas onde os adubos verdes foram plantados simultaneamente com a mandioca, tendo lotação variando de acordo com a espécie leguminosa. O corte da leguminosa ocorreu por decorrência do período de florescimento cerca de 60 dias após o plantio. O feijão-de-porco apresenta maior incremento na massa fresca e seca dentre as leguminosas. O cultivo em sistema convencional mostrou-se superior em relação aos desempenhos morfológicos e a produtividade da mandioca, diferindo-se estatisticamente dos tratamentos consorciados. O uso dos adubos verdes feijão-de-porco, feijão-guandu, e *C. juncea* influenciam no teor de M.O. residual no solo no cultivo da mandioca. Os sistemas de cultivo consorciado e convencional também influenciam no teor de Ca do solo.

Palavras-chave: Adubação verde, conservação do solo, consórcio.

ABSTRACT

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is primarily grown in conventional soil tillage systems, and due to slow initial development, aggravates erosion problems and can render crops unsustainable in many regions. One of the alternatives to minimize water erosion is to improve soil cover through intercropping or rotation of legume crops for green manure. Green fertilization is considered the practice of plant cultivation, with a high potential for the production of vegetal biomass. The objective of this work is to evaluate the cultivation of manioc with different green manures, comparing it with the conventional cultivation system under the edaphoclimatic conditions of the Tocantins Extreme North, verifying the performance of the cassava crop in a consortium and analyzing the biomass of the fertilizers greens, and the residual effect on the soil (physicochemical analysis). The experiment was carried out in a randomized complete block design with five replications. It was tested 5 treatments constituted by the consortium between legumes and single cassava, being: T1: control (single mango and without fertilization); T2: single cassava in conventional culture; T3: manioc consorciado with bean of pig; T4: manioc consorciado with bean-pigeon pea; T5: manioc intercropped with *Crotalaria juncea*. The manioc was planted for industry that represents the predominant crop in the local community, with double rows spacing 2.0 x 0.60 x 0.60 between the rows where the green manures were planted simultaneously with cassava, with varying stocking rates according to the legume species. Legume cutting occurred as a result of the flowering period about 60 days after planting. Porkgrass has the greatest increase in fresh and dry mass among legumes. Conventional cultivation was superior in relation to morphological performance and yield of cassava, differing statistically from intercropping treatments. The use of green manure, pigs, pigeon pea, and *C. juncea* influences M.O. residual in cassava. The intercropped and conventional systems also influence the Ca content of the soil.

Keywords: Green adubation, soil conservation, consortium.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Cultura da mandioca	14
2.1.1 Origem e Histórico	14
2.1.2 Importância econômica e social da mandioca	15
2.1.3 Características botânicas e edafoclimáticas	16
2.2 Adubação verde	18
2.2.1 Consórcio de leguminosas com a cultura da mandioca.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Localização e caracterização do município	23
3.2. Descrição experimental	23
3.3. Tratamentos e delineamento experimental	24
3.4. Implantação e condução	25
3.5 Avaliações	26
3.5.1 Análises das leguminosas	26
3.5.2 Variáveis de crescimento da mandioca	26
3.5.3 Variáveis de produção da mandioca	27
3.5.4 Análise do efeito residual no solo	27
3.5.5 Análise estatística	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Precipitação mensal e temperaturas média referentes aos meses de novembro de 2016 a novembro de 2017.....	24
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização do solo por meio de análise química de solo, conforme metodologia tradicional de análise	23
Tabela 2 - Massa fresca das plantas de cobertura (MFPC), massa seca das plantas de cobertura (MSPC) das leguminosas cultivadas no sistema consorciado com a cultura da mandioca.....	28
Tabela 3 - Altura das plantas (ALP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), número de raízes de mandioca (NRZ), biomassa (BM) das plantas de mandioca cultivada em diferentes sistemas de cultivo.....	29
Tabela 4 - Comprimento de raiz (CRZ), diâmetro de raiz (DRZ), porcentagem de matéria seca da raiz (PMSR), produção total de raízes tuberosas (PROD) de mandioca cultivada em diferentes sistemas de cultivo.....	30
Tabela 5 - Análise de efeito residual de cada tratamento solo após decomposição das leguminosas por meio da análise de solo, conforme metodologia tradicional de análise.....	32

1 INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca apresenta grande importância socioeconômica no Brasil, onde o volume da produção no ano de 2017 correspondeu a 20,60 milhões de toneladas, cultivadas numa área de 1,41 milhões de hectares. Sendo que no estado do Tocantins a produção alcançou cerca de 264.318 toneladas, plantadas em 24.059 hectares, com rendimento médio de 11 toneladas por hectare (IBGE, 2017; CONAB, 2018).

Embora a cultura da mandioca muitas vezes seja cultivada em grande escala, a produção no Estado do Tocantins é realizada basicamente por produtores familiares que se caracterizam por uma produção destinada à comercialização *in natura* da raiz e a farinha de mesa, que são beneficiadas em casas de farinhas rústicas e/ou agroindústrias de pequeno porte, para consumo próprio, venda em mercados e feiras livres próximas às unidades produtoras (SEPLAN-TO, 2016).

A falta de manejo adequado da cultura da mandioca resulta em baixa produtividade, sendo esse um problema característico nos cultivos. Faz-se então necessário a implementação de práticas que busquem estabelecer um equilíbrio no agroecossistema. Como alternativa, aponta-se a adubação verde que permite melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas do solo. Sobretudo, é de fundamental importância selecionar as espécies adubadoras adequadas para as diferentes condições edafoclimáticas (FÉLIX et al., 2015).

Nesse contexto, a adubação verde reassume um importante papel de destaque na mitigação, ou mesmo reversão dos problemas associados ao modelo de agricultura convencional predominante. A adubação verde, sobretudo com leguminosas, proporciona vantagens como a economia com fertilizantes nitrogenados, grande rendimento por área e sistema radicular profundo, que auxilia na descompactação do solo (SAGRILO et al., 2009).

A adubação verde surge como uma alternativa mais viável para os agricultores familiares iniciarem um processo adequado de manejo do solo e adoção de tecnologia mais sustentável de produção agrícola adequada a sua realidade econômica. Esta prática constitui-se no manejo de leguminosas herbáceas e arbustivas como cobertura viva de solos em cultivos perenes e como cobertura morta, com os objetivos de recuperação de áreas degradadas e manutenção da

fertilidade do solo via incorporação da biomassa produzida pelas leguminosas (LOPES; ALVES, 2005).

No município de Araguatins, localizado na região do Bico do Papagaio no Extremo Norte do Tocantins, a cultura da mandioca representa a principal fonte de renda para os agricultores familiares, a exemplo da comunidade do Projeto de Assentamento Indiana, que tem sua renda baseada na cadeia produtiva da mandioca. No sistema de cultivo adota-se o preparo do solo tradicional, com desmatamento da capoeira, queima e revolvimento do solo com 2 gradagens, o que pode trazer problemas de erosão, compactação e empobrecimento progressivo do solo e, conseqüentemente, diminuir a produtividade com cultivos sucessivos.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a cultura da mandioca em diferentes sistemas de manejo de solo, sendo em consórcio com diferentes leguminosas como adubação verde, comparando com o cultivo em sistema convencional sob as condições edafoclimáticas do Projeto de Assentamento Indiana, Município de Araguatins-TO.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da mandioca

2.1.1 Origem e Histórico

A origem da mandioca deu-se no continente americano, possivelmente no Oeste do Brasil (Sudoeste da Amazônia), sendo amplamente cultivada pelos indígenas, já na época do descobrimento. Eles foram os responsáveis pela sua disseminação pela América, e os portugueses e espanhóis pela difusão por outros continentes, especialmente África e Ásia (LORENZI, 2003).

A mandioca foi domesticada a partir de espécies silvestres, sugerindo que a *Manihot esculenta* Crantz flabellifolia e a *Manihot esculenta* Crantz peruviana foram os possíveis ancestrais da mandioca. A eficiência da domesticação da mandioca como alimento e a tecnologia de produção de farinha foram altamente impactantes para as populações indígenas. Depois de sua difusão por todas as terras baixas e quentes americanas, tornou-se alimento básico, de tal modo que, quando os europeus chegaram ao Brasil no início do século 16, a mandioca era, juntamente com a batata e o milho, alimento básico das populações americanas (FARIAS et al., 2006).

A longa história de domesticação e adaptação ecológica da mandioca, assim como a diversidade de usos, produziu um grande número de variedades com adaptação a diversos ecossistemas. É cultivada em solos típicos dos ambientes tropicais com baixa fertilidade, alto teor de alumínio e reduzida disponibilidade de nutrientes (HOWELER, 1981). Tolerante desde altas precipitações, como a da Região Amazônica, até as deficiências hídricas do Semiárido. No entanto, na região dos Cerrados brasileiros não existem limitações para o cultivo da mandioca (FIALHO e VIEIRA, 2011).

A cultura da mandioca possui um enorme potencial para atender as necessidades futuras por alimento, por ser de fácil cultivo e grande adaptabilidade a condições climáticas do Brasil e outros países localizados na zona tropical do mundo (FUKUDA, 2009). A raiz da mandioca tem grande importância nutricional sendo rica em energia, que é o componente quantitativamente mais importante na dieta dos animais, enquanto a parte aérea apresenta elevada concentração proteica, rica em

vitaminas A, C e do complexo B e boa concentração de minerais (FERREIRA FILHO et al., 2013).

2.1.2 Importância econômica e social da mandioca

A mandioca é a mais importante cultura de subsistência tropical do mundo, sendo o Brasil é maior produtor de mandioca das Américas, se tornando uma espécie de grande importância econômica, embora seu consumo de certo modo concentre-se mais na região Nordeste, Norte e no Centro Oeste, ela está presente em todo o território nacional. Constitui-se num dos principais alimentos energéticos, componente cotidiano da refeição de cerca de 1 bilhão de pessoas em 105 países, sobretudo naqueles em desenvolvimento (FIALHO; VIEIRA, 2011; SEPLAN-TO, 2016).

A mandioca é uma das culturas mais importantes do cenário agrícola brasileiro. Além de ser alimento básico das populações, que historicamente a consomem na forma de farinha e outros inúmeros derivados, é uma importante fonte de amido para as indústrias de alimentos, de papel e têxtil, entre outras. É a única cultura, em nível mundial, que concretamente tem vantagens comparativas que podem ser transformadas em vantagens competitivas em relação ao milho na produção de amido em ambientes tropicais (VALLE; LORENZI, 2014).

Segundo os autores supracitados a mandioca representa um grande fator de segurança socioeconômica e alimentar para os diversos extratos sociais que a cultivam, com impactos positivos na geração de emprego e renda: grandes agricultores que operam negócios em larga escala, com razoável rentabilidade; médios e pequenos produtores que diversificam sua agricultura e têm na mandioca um fator de segurança, estabilidade financeira e competitividade, em virtude de sua rusticidade perante adversidades edafoclimáticas, da baixa necessidade de investimento de capital, e da pequena exigência de fertilizantes, dispensando quase que totalmente o uso de defensivos para controle de pragas e doenças; microprodutores que procuram fundamentalmente segurança alimentar para suas famílias e comercializam o excedente, tanto na área rural quanto na atual agricultura periurbana.

A mandioca é uma cultura importante no Brasil, principalmente para pequenas propriedades familiares. As raízes são fontes de carboidratos na

alimentação humana, e raízes e parte aérea são usados na alimentação animal. Devido a isso possui elevada importância social, e as pesquisas com a cultura com a cultura da mandioca tem potencial para afetar o bem-estar de um considerável número de pessoas de camadas sociais de baixa renda no Brasil (SCHONS, 2006).

A importância da mandioca do Brasil em relação a participação dos principais países na produção mundial de mandioca em 2014, o Brasil foi um dos maiores produtores mundiais da raiz, com uma área de 133.00 ha cultivados na safra de 2015/16, estima-se que foram empregados aproximadamente 27.000 trabalhadores ao longo do ano. A produção brasileira corresponde 8,6 % do total da produção mundial de mandioca em raiz, ocupando a quarta posição no *ranking* mundial, atrás da Nigéria 20,30%, da Tailândia 11,10% e Indonésia 8,7% (SEAB, 2016).

A produção nacional da cultura projetada pelo IBGE para 2017 foi de 20,6 milhões de toneladas de raízes, numa área plantada de 1,41 milhões de hectares, com rendimento médio de 14,63 Mg ha⁻¹. Dentre os principais estados produtores destacam-se: Pará (20,4 %), Paraná (15,1 %), Bahia (10,0 %), Maranhão (6,4%), Rio Grande do Sul (5,2%) e São Paulo (5,2 %), que respondem por 62,3% da produção do país. A Região Norte sobressai-se com uma participação de 35,9% da produção nacional, porém com rendimento médio de apenas 14,9 Mg ha⁻¹; as demais regiões participam com 25,2% (Nordeste), 22,3% (Sul), 10,6% (Sudeste) e 6,1% (Centro-Oeste). As Regiões Norte e Nordeste destacam-se como principais consumidoras, sob a forma de farinha (IBGE, 2017).

O Estado do Tocantins no ano de 2017 teve participação importante na produção da raiz nacionalmente, com área plantada de 15.615 ha, e produção de 264.318 toneladas (IBGE, 2017). Neste contexto o Município de Araguatins Tocantins no ano de 2016, atingiu 150 ha de área plantada, produção total de 2.700 toneladas e rendimento médio de produção de 18 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2016).

2.1.3 Características botânicas e edafoclimáticas

A cultura da mandioca de nome científico *Manihot esculenta* Crantz, apresenta nomes populares como mandioca, macaxeira, aipim, e nome em inglês cassava. De acordo com a classificação botânica, a mandioca pertence à classe Equisetopsida, subclasse Magnoliidae, ordem Malpighiales, família Euphorbiaceae,

gênero *Manihot* e espécie *Manihot esculenta* Crantz (TROPICOS, 2012; MATTOS; FARIAS; FERREIRA FILHO, 2006).

A mandioca é uma planta perene, arbustiva. As flores são unissexuadas, monoclamídeas, sendo o único perianto existente denominado de cálice. Na parte superior da inflorescência encontram-se as flores masculinas, sendo as femininas distribuídas na base (FUKUDA, 2002).

O caule apresenta altura de um a três metros dependendo da cultivar, fertilidade do solo e da época de plantio. No início do desenvolvimento, o caule é esverdeado e posteriormente assume a coloração cinza ou marrom. A formação das folhas da planta de mandioca inicia-se nos meristemas axilares, localizados nos nós do caule. As folhas são simples, alternadas, lobadas e com pecíolo longo de 9 a 20 cm de comprimento, inseridas no caule de forma espiralada. O formato das folhas é variado, assim como a coloração, que varia de verde claro, verde escuro até roxo, com três a nove lóbulos por folha (TAKAHASHI et al., 2002).

A mandioca tem um sistema radicular tuberoso, responsável pelo armazenamento das reservas de amido, e um sistema radicular fibroso, ramificado, que se forma a partir da maniva-mãe quando a propagação é assexuada. Possuem raízes de absorção formadas a partir das raízes tuberosas. No entanto, embora se observe uma considerável ramificação, essas raízes não têm pelos absorventes, e, quando os têm, é em pequena quantidade. Nesse caso, surge o paradoxo de uma planta exigente em fósforo, elemento com pouca mobilidade no solo, mas sem sistema radicular suficientemente ramificado para absorvê-lo. São raízes ricas em fécula, apresentando-se sob várias conformações. Além das raízes tuberosas, existe um raizame fibroso responsável pela absorção de água e nutrientes e pela fixação da planta (MATTOS; FARIAS; FERREIRA FILHO, 2006).

Os fatores do solo, como as características físicas, topográficas e químicas, devem ser considerados na escolha das áreas para o plantio do mandiocal. Fialho e Vieira (2011) ainda complementam afirmando que de modo geral, a mandioca se adapta melhor em solos arenosos ou de textura média, onde se tem melhor condição para produção de raízes uniformes e com boa estrutura, o que facilita a colheita. Já os solos argilosos devem ser usados com restrições, pois podem prejudicar o crescimento, causar apodrecimento e dificultar a colheita das raízes.

Segundo Fialho e Vieira (2011), embora não exista muitas limitações para o cultivo da mandioca em todas as regiões brasileiras, é bom levar em consideração as condições edafoclimáticas mais favoráveis à cultura, como altitude de 600 m a 800 m, temperatura média anual entre 20°C e 27°C, precipitação de 1.000 mm a 1500 mm por ano, bem distribuídos, insolação de 12 horas por dia, além de latitude 30° Norte a 30° Sul.

2.2 Adubação verde

A prática da adubação verde surge como alternativa de manejo do solo agroecológico, em que para regenerar a fertilidade do solo se faz o cultivo de uma leguminosa para ser incorporada ao solo na véspera do cultivo principal. No Brasil, esta prática também foi muito utilizada até a década de 70, quando houve uma redução devido ao aumento do uso da adubação química (SILVA; FERREIRA FILHO, 2011).

A adubação verde é um tipo especial de adubação orgânica que consiste em cultivar as plantas em diversas maneiras de plantio, que depois será fragmentada, servindo como cobertura até serem decompostas (LIMA; MENESES, 2010).

Os principais efeitos da adubação verde para melhoria da qualidade do solo estão associados ao aumento do teor de matéria orgânica, a maior disponibilidade de nutrientes e capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva do solo, o favorecimento da formação de ácidos orgânicos, fundamentais à solubilização de nutrientes minerais; a diminuição dos teores de alumínio trocáveis, mediante sua complexação e o incremento da capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que estejam nas camadas mais profundas do perfil do solo (SAGRILLO et al., 2009).

A principal vantagem da utilização de espécies leguminosas na adubação verde refere-se à possibilidade de redução da quantidade de nitrogênio aplicado na adubação química, pois essas plantas têm a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, por meio de simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium/Bradyrhizobium* nas raízes, enriquecendo-se o solo com esse macronutriente (MATEUS; WUTKE, 2006).

A fertilidade do solo é fundamental para a escolha da espécie do adubo verde, uma vez que a produção de massa verde vai depender do adequado suprimento de nutrientes pelo solo. As espécies diferenciam-se muito em relação à tolerância e à baixa fertilidade do solo (BARRADAS, 2010).

Sartori et al. (2011) afirma ainda que a adubação verde consiste em uma prática de cultivo de plantas, com elevado potencial de produção de biomassa vegetal, semeadas em rotação, sucessão ou consórcio com espécies de importância econômica. Ainda promove vários benefícios como: melhorar a capacidade produtiva do solo; aumentar sua fertilidade e garantir produtividade e maior renda para os produtores.

A rotação da mandioca com leguminosas para adubação verde, ajuda a evitar o esgotamento dos nutrientes do solo, em virtude de seu sistema radicular, onde geralmente pivotante e profundo, absorvem nutrientes a grande profundidade, trazendo-os de volta à superfície. Em seguida ocorre a incorporação dos adubos verdes ao solo, mantendo o solo coberto depois das leguminosas serem ceifadas no início da floração, incorporando a massa verde ao solo ou deixando-a na superfície, como cobertura morta (MATTOS; FARIAS; FERREIRA FILHO, 2006).

Alguns trabalhos mostram a eficiência da adubação verde como Lopes e Alves (2005), em que o objetivo principal foi avaliar o efeito da leguminosa sobre o solo em diferentes cidades do Pará e comprovaram o efeito melhorador da palhada do guandu decomposta no solo, elevando o teor de nutrientes e matéria orgânica, diminuição da compactação aeração, porosidade, permeabilidade e retenção de água e nutrientes. A adoção dessa tecnologia possibilita a paralisação do ciclo de agricultura de derruba e queima perpetuado no tempo pelos agricultores familiares. Constata-se ainda que esta técnica possui ótima relação custo/benefício.

A seguir são descritas as espécies leguminosas feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.), feijão-guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp) e *Crotalaria juncea* L.

O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.) também conhecido por feijão-bravo ou fava-brava, é uma leguminosa largamente utilizada nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil, como adubação verde em consórcio ou rotação com culturas anuais, e como cobertura dos solos, em culturas perenes. Possui porte ereto e hábito de crescimento determinado de 0,60 m a 1,2 m de altura. A produção de massa verde e seca varia de 12 a 30 Mg ha⁻¹ e 2,7 a 7,0 Mg ha⁻¹ por ano, respectivamente. O maior

efeito agrônômico do manejo de solos com leguminosas é com relação ao aporte de matéria orgânica no solo, produzida pela sua biomassa, incorporada ou aplicada como cobertura morta (LOPES, 2000).

O guandu comum ou feijão-guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp) é uma leguminosa anual, bianual ou semiperene, apresenta crescimento inicial lento, desenvolvendo-se bem em solos tropicais e subtropicais, com alta resistência à seca e ampla adaptação. Possui raiz pivotante profunda, podendo romper camadas de solos compactadas. Tem apresentado bom desenvolvimento tanto em solos arenosos quanto em solos argilosos. Não tolerando umidade excessiva nas raízes. É pouco exigente quanto à fertilidade, podendo se desenvolver em solos com pH de 5 a 8. É uma planta rústica que pode ser utilizada na adubação verde, os grãos podem servir para a alimentação humana e animal (BARRETO; FERNANDES, 2001; VILELA, 2011). Produção de matéria seca em torno de 5 a 9 Mg ha⁻¹, com uma quantidade de N na biomassa em torno de 200 kg ha⁻¹ (SARTORI et al., 2011).

A *Crotalaria juncea* L. é uma planta anual, arbustiva, de crescimento ereto e determinado podendo atingir de 3,0 a 3,5 m de altura, com potencial de produção de matéria seca em torno de 4 a 8 Mg ha⁻¹, e quantidade de N na biomassa de 60 kg ha⁻¹. Esta espécie é originária da Índia, com ampla adaptação às regiões tropicais, as plantas produzem fibras e celulose de alta qualidade, próprias para a indústria de papel e outros fins. Recomendada para adubação verde, em cultivo isolado, intercaladas a perenes, na reforma de canavial ou em rotação com culturas graníferas, é uma das espécies leguminosas de mais rápido crescimento inicial (MATEUS; WUTKE, 2006; SARTORI et al., 2011).

2.2.1 Consórcio de leguminosas com a cultura da mandioca

O consórcio de culturas, isto é, o crescimento simultâneo na mesma área de duas ou mais culturas, é uma prática muito utilizada pelo pequeno produtor rural. A intensificação do uso da terra no tempo e no espaço objetiva melhor empregar os recursos disponíveis, tais como água, nutrientes e radiação solar (FLECK; MACHADO; SOUZA, 1984).

A prática do consorcio e rotação contribui com o cobrimento mais rápido do solo e protegendo-o do impacto direto das gotas de chuva, que causam

degradação da estrutura do solo e erosão, posteriormente evitando, inclusive, o esgotamento dos nutrientes do solo (MATTOS; FARIAS; FERREIRA FILHO, 2006).

Nesses sistemas o objetivo é aumentar a produção, pelo uso mais eficiente do solo e melhor aproveitamento dos fatores de produção, como água, luz e nutrientes. Outro fator importante nos sistemas de consórcios múltiplos é o equilíbrio do ambiente criado no sistema, que propicia melhores condições para o controle biológico das pragas e doenças, e o fato de as plantas atuarem como barreiras na disseminação desses patógenos (FIALHO; VIEIRA, 2011).

A mandioca devido seu ciclo vegetativo longo, crescimento inicial lento, e variedades com hábito de crescimento ereto e vigor de folhagem médio, contribui para exposição do solo a possíveis condições de degradação e baixo aproveitamento dos fatores de produção. Por isso torna-se uma cultura importante para consórcio, principalmente com culturas anuais. (SOUZA; FIALHO, 2003; FIALHO; VIEIRA, 2011).

O cultivo da mandioca consorciado com adubos verdes contribui para a melhor e mais rápida cobertura do solo, na medida em que se associa o plantio de mandioca em linhas duplas, com o plantio nas entrelinhas de uma leguminosa ou gramínea, de crescimento inicial mais rápido. Pode-se incorporar os resíduos vegetais, reduzindo assim a pressão de cultivo sobre o solo e possibilitando o uso contínuo da mesma área (MATTOS; FARIAS; FERREIRA FILHO, 2006).

Ainda conforme os resultados dos autores acima, as vantagens da cobertura morta no plantio de mandioca são os benefícios que a cobertura morta proporciona ao solo e que repercutem positivamente no desenvolvimento e na produtividade da cultura, melhora as condições físicas do solo, pela adição de resíduos orgânicos, estimula a atividade biológica do solo, é uma maneira eficaz, simples e econômica de controlar a erosão dos solos agrícolas, a temperatura do solo permanece em faixa satisfatória para o desenvolvimento do sistema radicular da planta e para a atividade microbiana do solo, mantém a umidade do solo por maior período de tempo, elimina ou reduz o número de capinas, pelo “abafamento” do mato, incorporação da matéria orgânica e também aumenta os teores de nutrientes como nitrogênio, fósforo e enxofre no solo.

Gomes & Leal (2003), afirmam que a utilização de adubos verdes em consórcio com a cultura da mandioca, a exemplo do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), tem como objetivo principal a melhoria das propriedades físicas e

químicas do solo, e essas plantas possuem grande poder inibitório sobre determinadas invasoras, mesmo após o corte e formação de uma cobertura morta sobre o solo.

Devide et al. (2009) avaliando o desempenho da mandioca solteira e em consórcios com caupi, milho e milho+caupi. O caupi foi incluído como adubo verde e cortado na floração, sendo mantidos os resíduos na superfície do solo. Constatou-se que produtividade de raízes de padrão comercial foi próxima a 31 Mg ha^{-1} . Não houve diferenças significativas entre o monocultivo e os três tipos de consórcios testados. Os resíduos provenientes da roçada do caupi proporcionaram um aporte de biomassa fresca de 12 Mg ha^{-1} , com uma expressiva contribuição em nitrogênio (cerca de 44 kg ha^{-1} de N). A fabácea (leguminosa) cobriu por completo as entrelinhas da mandioca, demonstrando seu potencial de controle à erosão e a ervas espontâneas.

Apesar das vantagens das leguminosas para adubação verde, ainda é incipiente o uso dessas plantas nos manejos de solos, principalmente devido à carência de informações e a falta de sementes nos comércios e feiras. Outro fator levado em consideração, é que a maioria dos benefícios da inclusão de adubos verdes em sistemas de culturas são constatados apenas a médio prazo, a adubação verde ainda é vista com reserva por muitos agricultores, estando restrita a um número reduzido de propriedades (LOPES, 2000; SCIVITTARO; MURAOKA; BOARETTO, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização do município

O experimento foi implantado em uma área demonstrativa no Projeto de Assentamento (P.A.) Indiana, localizado a cerca de 6 km do município de Araguatins - TO, cidade localizada no Extremo Norte do Estado do Tocantins, na latitude 05°33' 55" Sul e longitude 48°05'11" Oeste (IBGE, 2010), altitude de 146 m.

Araguatins compõem o Território do Bico do Papagaio – TO que abrange 27 municípios. O município tem suas atividades econômicas baseadas na agricultura, pecuária e extrativismo vegetal, pequenas indústrias, pesca e comércio varejista. O Produto Interno Bruto (PIB) do município totalizou 304.592 milhões de reais em 2014, colocando-o como o 16º no *ranking* estadual. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) é de 0,631, ocupando a 78ª melhor posição entre os 139 municípios do Tocantins (SEPLAN-TO, 2017).

A agricultura familiar é praticada em 1.306 estabelecimentos rurais do município. Destaca-se no cenário estadual, com a maior quantidade de assentamentos do INCRA, tanto em números de projetos (29), quanto em número de famílias assentadas (1.879) onde juntas fomentam o desenvolvimento da agropecuária (MDA, 2016; ARAGUATINS, 2016; SEPLAN-TO, 2017).

3.2. Descrição experimental

A área do experimento tinha sido cultivada com abacaxi 'Pérola' sem o uso de adubação de plantio ou cobertura e estava em pousio por cinco meses.

O preparo do solo ocorreu de maneira convencional, realizando duas gradagens e destorroamento manual com enxadas antes do plantio.

O solo foi coletado de forma representativa da área, sendo realizadas análises físicas e químicas na profundidade de 0 a 20 cm, resultando nos valores dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização do solo por meio de análise química de solo, conforme metodologia tradicional de análise. Embrapa, 1997.

Amostra	pH _{H2O}	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V%	M.O.
		-- (mg dm ⁻³) --				----- (cmol dm ⁻³) -----					%
1	5,4	8,80	31	0,9	0,7	0,6	0,83	1,68	2,50	67,06	0,95
Amostra	Areia	Argila	Silte								
	----- % -----										
1	70,96	15,06	13,98								

A região possui clima do tipo **Aw** (quente e seco), segundo a classificação de Köppen (LIMA et al., 2000). Apresentando duas estações bem definidas, uma estação seca (maio a setembro) e uma estação chuvosa (outubro a abril), apresentando temperatura média de 28°C e 25°C para as estações chuvosa e seca.

Os dados climáticos de temperatura e precipitação foram obtidos da estação meteorológica de Araguatins-TO (Fig. 1).

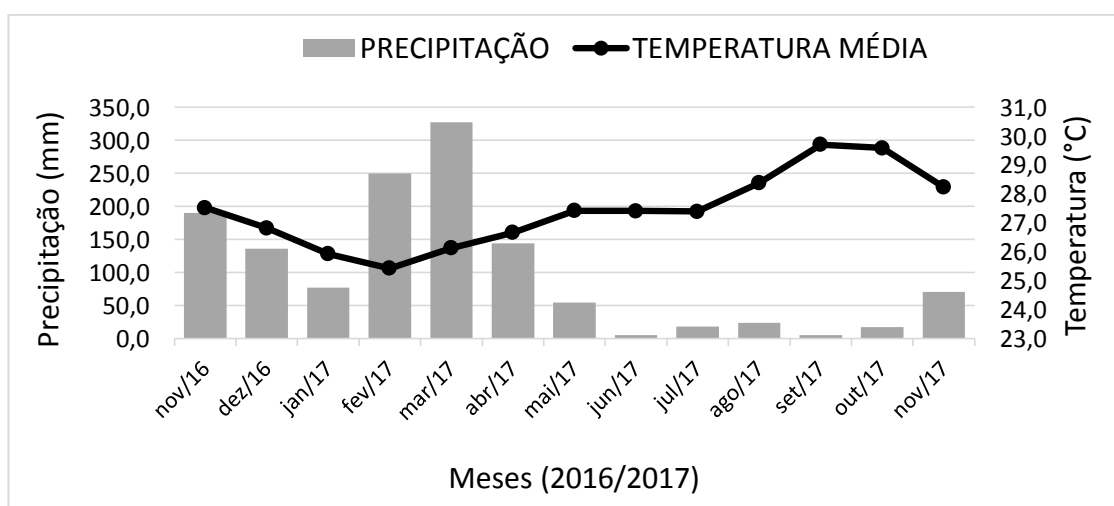


Figura 1. Precipitação mensal e temperaturas média referentes aos meses de novembro de 2016 a novembro de 2017. Araguatins, TO.

A precipitação ao longo do estudo foi de 1.317 mm e temperatura média de 27,4°C, sendo esta precipitação e temperatura recomendadas para o desenvolvimento da mandioca.

3.3. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos: (Tratamento 1: mandioca solteira sem adubação química (testemunha);

Tratamento 2: mandioca solteira e cultivo em sistema convencional; Tratamento 3: mandioca consorciada com feijão-de-porco; Tratamento 4: mandioca consorciada com feijão-guandu; Tratamento 5: mandioca consorciada com *Crotalaria juncea*) e cinco repetições, totalizando 25 parcelas.

A área total do experimento foi de 260 m², com dimensões de 10x26 m, e parcelas de 10,4 m². Foi realizado o plantio da mandioca em fileiras duplas com espaçamento (2,0m x 0,60m x 0,60m).

3.4. Implantação e condução

Realizou-se o plantio das manivas no dia 12/11/2016, por meio da abertura das covas na profundidade de 10 cm, utilizando-se manivas de 20 cm de comprimento. A variedade de mandioca utilizada foi a “pingo de ouro”, sendo esta predominante nos cultivos da agricultura familiar no Projeto de Assentamento.

O manejo da adubação foi realizado com a aplicação de adubo fosfatado MAP (10% de N e 46 a 50% de P₂O₅), sendo este aplicado nas covas de plantio da mandioca, porém apenas nos respectivos tratamentos que estavam sendo testado plantio com adubação. Onde a adubação fosfatada foi 40 kg ha⁻¹, sendo realizada de acordo com a análise de solo realizada antes do plantio. E entre 30 e 60 dias após o plantio foram feitas adubações de 30 kg ha⁻¹ de N com ureia (45% N), porém, também apenas nos tratamentos onde testou-se adubação mineral.

No plantio das leguminosas adotou-se espaçamento de 1,0 m nas entrelinhas, sendo que os adubos verdes foram plantados simultaneamente com a mandioca, tendo lotação variando de acordo com a espécie leguminosa, 30 kg ha⁻¹ de sementes de *C. juncea*, 100 kg ha⁻¹ de sementes de feijão-de-porco, 60 kg ha⁻¹ de feijão-guandu sendo a semeadura realizada pela abertura de um sulco na profundidade de 2 cm.

O controle plantas espontâneas aconteceu aos 30 dias após o plantio 12/12/2016, e posteriormente, conforme sua incidência e a necessidade de controle até a colheita. Sendo que as plantas daninhas provenientes das capinas eram retiradas da área experimental.

No dia 01/02/2017 no período de florescimento das leguminosas realizou-se o corte das mesmas, com facão e tesouras de poda, um palmo acima do solo para possibilitar a rebrota das mesmas, sendo as plantas depositas na superfície da

parcela para formação de cobertura do solo, coletando neste momento as plantas da área útil, amostras para estimar a produção de fitomassa.

A colheita foi realizada no dia 23/11/2017, onde foi coletada a parte aérea e as raízes da mandioca, considerando a área útil e desconsiderando as plantas bordadura, foram coletadas 4 plantas de cada parcela para determinação das características morfológicas e produtivas.

3.5 Avaliações

3.5.1 Análises das leguminosas

As plantas de cobertura foram avaliadas através da produção de matéria fresca (MFPC) e seca (MSPC). Esta etapa, utilizou-se como auxílio um quadro de madeira de (1,0 m x 1,0 m) para demarcar a área da parcela onde foi coletada as plantas de cobertura para análise. Realizou-se este procedimento em todas as parcelas que apresentavam consórcio com leguminosas, sendo assim a coletada amostras de todas as espécies de leguminosas no experimento.

Após a coleta, foi determinado o peso verde de cada amostra, pesadas utilizando balança analítica, e posteriormente colocadas em sacos de papel devidamente identificadas, então as amostras foram encaminhadas para estufa de circulação forçada de temperatura de 60°C por 72 h. Após a secagem, as amostras foram novamente pesadas utilizando balança analítica. Após a pesagem procedeu os cálculos para determinação quantidade de biomassa das plantas de cobertura por área de plantio.

3.5.2 Variáveis de crescimento da mandioca:

Altura das plantas (ALP): medidas do solo ao topo superior das plantas, com auxílio de uma trena, o valor expresso em metros;

Diâmetro do caule (DC): medida realizada de uma extremidade a outra do caule, com auxílio de um paquímetro, o valor foi expresso em milímetros;

Número de folhas (NF): diz respeito às unidades foliares, a medida foi expressa em unidades;

Número de raízes (NRZ): contabilizou-se as raízes unitariamente;

Biomassa média das plantas de mandioca (BM): peso fresco da planta expresso em gramas, pesados em balança de precisão.

3.5.3 Variáveis de produção da mandioca:

Comprimento da raiz (CRZ): com auxílio de uma trena, foram medidas as raízes e os valores expressos em centímetros, foi tirada uma média das cinco maiores raízes conforme a metodologia de Vítor et al. (2016);

Diâmetro da raiz (DRZ): com auxílio de uma fita métrica foi medido o diâmetro das raízes de mandioca, expresso em centímetros, através da média aritmética da soma do diâmetro das 5 maiores raízes. A medida é feita na parte mediana da raiz conforme a metodologia de Vítor et al. (2016);

Porcentagem de matéria seca da raiz (PMSR): matéria seca das raízes a 64°C em estufa de circulação forçada, até massa constante onde determina-se a porcentagem de matéria seca em relação a matéria verde da raiz, conforme a metodologia de Takahashi e Bicudo, (2009).

Produtividade (PROD): obtido por meio da razão entre o peso das raízes produzidas pela área útil, os valores foram expressos em toneladas por hectare.

3.5.4 Análise do efeito residual no solo

Para avaliar o efeito residual da cobertura sobre os atributos químicos do solo, foram realizadas amostragens de solo, na camada 0-20 cm, após a dessecação das leguminosas no dia (01/09/2017) assim como no cultivo da mandioca solteira em sistema convencional, sendo avaliados os teores de acidez (pH), potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), saturação por bases (V%) e matéria orgânica (M.O.).

3.5.5 Análise estatística

Após as avaliações e determinações, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando-se teste Tukey a 5% de probabilidade. Nesta etapa, fez-se o uso do programa estatístico SISVAR v. 5.4. (Build 80) (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as leguminosas utilizadas no consórcio com a mandioca, o feijão-de-porco (T3) foi a que apresentou maior produção de massa fresca e seca (Tabela 2), sendo estatisticamente diferente das demais.

Tabela 2 - Massa fresca das plantas de cobertura (MFPC), massa seca das plantas de cobertura (MSPC) das leguminosas cultivadas no sistema consorciado com a cultura da mandioca na área experimental em Araguatins, TO.

Tratamentos	MFPC	MSPC
	----- Mg ha ⁻¹ -----	
T3: Feijão-de-porco	13,61	2,98
T4: Feijão-guandu	7,46	2,14
T5: <i>Crotalaria juncea</i>	4,43	1,25

T3: Mandioca consorciada com feijão-de-porco; **T4:** Mandioca consorciada com feijão-guandu; **T5:** Mandioca consorciada com *Crotalaria juncea*.

Verifica-se que o feijão-de-porco (T3) em consórcio apresentou elevada produção de fitomassa em um curto período de tempo, aproximadamente 60 dias, revelando que esta espécie se encontra adaptada às condições ambientais do experimento, podendo ser considerada como espécie potencial para o cultivo na região.

A produção média de matéria verde (MFPC) e seca (MSPC) do feijão-de-porco no florescimento foi de 13,61 Mg ha⁻¹ e 2,98 Mg ha⁻¹, respectivamente, destacando-se como grande produtora de biomassa. Dentre as oito leguminosas estudadas por Menezes e Leandro (2004), o feijão de porco foi a que apresentou melhor rendimento de fitomassa da parte aérea aos 90 dias após a emergência sendo superior a 9,0 Mg ha⁻¹. Essa espécie também se destacou no trabalho conduzido de Rayol e Rayol (2012), em que o feijão-de-porco obteve ótima produção média de massa fresca e seca da parte aérea 25,4 Mg ha⁻¹ e 4,8 Mg ha⁻¹, respectivamente.

O feijão-guandu (T4) e a *C. juncea* (T5) apresentaram menores teores de massa fresca e seca dentre todas as leguminosas analisadas. Porém alguns trabalhos como Teixeira et al. (2005) afirmam que o feijão-guandu tenha bastante potencial para produção de fitomassa, e a *C. juncea* não demonstrou possuir muita adaptação nas condições edafoclimáticas locais.

Torna-se importante enfatizar que em sistemas de consórcios, buscam-se espécies com rápido crescimento inicial, grande capacidade de aporte de massa vegetal, elevada taxa de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), além de apresentar liberação de nutrientes em sincronia com a demanda da cultura principal (CHIEZA et al., 2017).

Constata-se que houve diferença significativa em todas as variáveis analisadas, altura das plantas (ALP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), número de raízes de mandioca (NRZ), biomassa da planta de mandioca (BM) nos tratamentos consorciados e não consorciados. Verifica-se que o cultivo solteiro em sistema convencional (T2) apresenta melhores resultados dentre todas as variáveis analisadas, e todos os tratamentos em que utiliza-se o consórcio apresentaram resultados superiores ao tratamento testemunha (T1), no que tange as características morfológicas avaliadas entre as variáveis de crescimento da mandioca (Tabela 3).

Tabela 3 – Altura das plantas (ALP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), número de raízes de mandioca (NRZ), biomassa das plantas de mandioca (BM) das plantas de mandioca cultivadas em diferentes sistemas de cultivo em Araguatins, TO.

Tratamentos	ALP	DC	NF	NRZ	BM
	m	mm	und.	und.	g
T1	1,71 d	19,50 c	40 d	6 c	1300,22 c
T2	2,88 a	31,82 a	74 a	13 a	4076,55 a
T3	2,27 c	24,38 b	53 c	8 b	2161,16 b
T4	2,32 b	25,62 b	57 b	8 b	2170,40 b
T5	2,32 b	25,89 b	57 b	8 b	2192,00 b
C.V. (%)	1,74	3,75	1,35	13,37	10,01

T1: Testemunha (mandioca solteira sem adubação química); **T2:** mandioca solteira e cultivo em sistema convencional; **T3:** Mandioca consorciada com feijão-de-porco; **T4:** Mandioca consorciada com feijão-guandu; **T5:** Mandioca consorciada com *Crotalaria juncea*. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).

Otsubo et al. (2008), avaliando o cultivo da mandioca sob sistema convencional de preparo do solo, e em cultivo mínimo sobre palhada de diferentes leguminosas, constatou que parâmetros como altura de plantas, produção de massa de matéria seca da parte aérea apresentaram diferenças estatísticas, em que o cultivo mínimo mostrou-se mais eficiente.

Os resultados obtidos no presente trabalho divergem com o estudo de Ferreira et al. (2014), que analisando o crescimento inicial de cultivares de mandioca

em sistema de consórcio com os adubos verde feijão-guandu-anão (*Cajanus cajan*), milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), constatou-se que o cultivo em consorcio do feijão-guandu-anão não provocou efeitos significativos no desenvolvimento da cultura da mandioca, mesmo quando comparada com a mesma cultivada em sistema solteiro com capina. Albuquerque et al. (2012), verificando características da mandioca consorciada com leguminosa, parâmetros como massa da parte aérea não foram influenciadas pelos tratamentos avaliados.

Devide et al. (2008), avaliando o cultivo da mandioca consorciada com o caupi cv. Mauá, comparando-se com o monocultivo, observou que vários parâmetros dentre eles massa verde da parte aérea e massa verde total não houveram diferença estatística, não exercendo influência negativa no desenvolvimento da mandioca.

O trabalho de Gabriel Filho et al. (2000), pondera que o cultivo convencional da mandioca pode ser substituído pelo cultivo mínimo com uso de cobertura de adubos verdes, uma vez que promovem incremento no desenvolvimento vegetativo da cultura principal, além de aumentar a produção.

Em relação ao comprimento das raízes (CRZ) e diâmetro das raízes (DRZ) os tratamentos demonstraram diferença estatística, em que o cultivo solteiro em sistema convencional (T2) demonstrou os maiores valores no que tange as características de produção da mandioca (Tabela 4). Diferenciando-se do trabalho de Albuquerque et al. (2012) que nas variáveis comprimento de raízes não foram influenciadas pelos tratamentos em consórcio e solteiro.

Tabela 4 – Comprimento da raiz (CRZ), Diâmetro da raiz (DRZ), Porcentagem de matéria seca da raiz (PMSR), Produção total de raízes tuberosas (PROD) de mandioca cultivadas em diferentes sistemas de cultivo em Araguatins, TO.

Tratamentos	CRZ	DRZ	PMSR	PROD
	cm	cm	%	Mg ha ⁻¹
T1	22,20 c	12,00 c	31,99 a	12,35 c
T2	27,60 a	25,41 a	33,22 a	30,09 a
T3	25,24 b	20,40 b	33,00 a	20,00 b
T4	25,24 b	20,41 b	32,75 a	20,05 b
T5	25,26 b	20,60 b	33,60 a	20,08 b
C.V. (%)	3,98	5,22	10,39	15,64

T1: Testemunha (mandioca solteira sem adubação química); **T2:** mandioca solteira e cultivo em sistema convencional; **T3:** Mandioca consorciada com feijão-de-porco; **T4:** Mandioca consorciada com feijão-guandu; **T5:** Mandioca consorciada com *Crotalaria juncea*. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo Teste Tukey (p < 0,05).

No que diz respeito a porcentagem de matéria seca de raiz (PMSR), não houve diferença estatística entre os tratamentos analisados (Tabela 4), mostrando que o uso de leguminosas de forma consorciada e os demais sistemas de cultivos não influenciam significativamente no rendimento da matéria seca da raiz da mandioca. Os teores de matéria seca presentes nas raízes das plantas encontram-se dentro das faixas de variação citadas na literatura que são de 30 a 40% (FENIMAN, 2004).

Nota-se que no tratamento (T2) obteve-se maior produtividade (PROD) (30,09 Mg ha⁻¹), enquanto que dentre os tratamentos em que se realizou o consórcio, não houveram diferença estatística entre si. O resultado menos expressivo foi do tratamento testemunha (T1) (12,35 Mg ha⁻¹) (Tabela 4). Assemelhando-se aos valores encontrados por Andrade et al (2011), para a produtividade comercial obteve 28.967 kg ha⁻¹ para a mandioca solteira, e para a mandioca consorciada com feijão-guandu e *C. juncea* foram 18.030 kg ha⁻¹ e 20.134 kg ha⁻¹, constatando-se redução de rendimento da mandioca consorciada tanto com o guandu quanto com a crotalária, de 38% e 30%, respectivamente.

A maior produtividade obtida no plantio convencional, provavelmente está relacionada a ausência de concorrência com espécies consortes. Além disso, possivelmente, o espaçamento utilizado embora seja conforme a literatura, poderia ser um pouco maior devido ao vigoroso crescimento das espécies de leguminosas utilizadas no consórcio. O que torna interessante uma futura avaliação do consórcio com outros arranjos entre a mandioca e os adubos verdes.

Furlaneto et al. (2008) cita que na região do Médio Paranapanema paulista, com um ano de idade colhe-se em média 28 Mg ha⁻¹ de mandioca, porém os agricultores que utilizam tecnologias como adubação verde, ramas de qualidade, cultivares melhoradas, alcançam produtividades de até 45 Mg ha⁻¹, podendo dobrar no segundo ciclo.

Takahashi & Bicudo (2009), avaliando o consórcio da mandioca em arranjo de fileiras duplas com diferentes leguminosas, constatou que independente do hábito de crescimento das espécies utilizadas, no sistema consorciado estas acarretaram queda de produtividade de raízes frescas e secas em relação ao cultivo solteiro.

O comportamento de culturas consorciadas é diferente daquele apresentado por cultivos solteiros. Da mesma forma, as relações de interferência de culturas solteiras ou consorciadas com plantas espontâneas ou infestantes também se modificam (SEVERINO; CHRISTOFFOLETI, 2001).

Torna-se importante ressaltar que o cultivo convencional da mandioca devido ao lento desenvolvimento na fase inicial agravam-se problemas de erosão podendo tornar a cultura insustentável em muitas regiões. O consórcio com adubos verdes torna-se uma ótima alternativa para minimizar a erosão hídrica a partir da melhor cobertura do solo (TAKAHASHI; BICUDO, 2009).

Dentre as características químicas do solo avaliadas (Tabela 5) para determinação do efeito residual no solo após a decomposição das leguminosas em relação aos demais tratamentos, verifica-se que houve influência significativa apenas no que se refere ao teor de cálcio (Ca) e a matéria orgânica (M.O.). Constata-se que o cultivo em sistema convencional (T2) e uso da adubação verde em consórcio (T3, T4 e T5) influenciaram os teores de Ca no solo quando comparado com a testemunha. Estes resultados se assemelham aos encontrados no trabalho de Dias e Maciel (2015) onde, avaliando a influência da adubação verde na fertilidade do solo cultivado com cafeeiro constatou-se por meio da análise dos macronutrientes que a utilização do feijão-gandu elevou os teores cálcio no solo.

Tabela 5 - Análise de efeito residual de cada tratamento solo após decomposição das leguminosas por meio da análise de solo, conforme metodologia tradicional de análise Araguatins, TO.

Tratamentos	pH _{H2O}	P	K	Ca	Mg	V%	M.O
		----- mg dm ⁻³ -----			----- cmol dm ⁻³ -----		%
T1	6,18 a	2,02 a	70,90 a	1,28 b	0,58 a	64,70 a	1,14 b
T2	6,30 a	2,37 a	93,00 a	1,98 a	1,00 a	68,82 a	1,43 b
T3	6,12 a	2,72 a	112,60 a	1,80 a	0,66 a	65,22 a	2,13 a
T4	6,32 a	3,35 a	113,00 a	1,80 a	0,68 a	71,24 a	2,20 a
T5	6,18 a	2,37 a	98,80 a	1,72 a	0,74 a	63,56 a	1,89 a
C.V. (%)	3,69	26,17	26,21	15,30	29,93	8,79	13,92

T1: Testemunha (mandioca solteira sem adubação química); **T2:** mandioca solteira e cultivo em sistema convencional; **T3:** Mandioca consorciada com feijão-de-porco; **T4:** Mandioca consorciada com feijão-gandu; **T5:** Mandioca consorciada com *Crotalaria juncea*. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).

No teor de matéria orgânica (M.O), o destaque ficou para o tratamento onde o solo foi coberto com os três adubos verdes utilizados: feijão-de-porco (T3) feijão-gandu (T4) e a *C. juncea* (T5), não diferindo estatisticamente entre si. Os

tratamentos de cultivo solteiro testemunha (T1) e cultivo solteiro em sistema convencional (T2) apresentaram os valores mais baixos não apresentando diferença estatística (Tabela 5).

Alguns trabalhos têm demonstrado o efeito dos adubos verdes nas características físicas, químicas e biológicas do solo. Assim como reposição do teor de matéria orgânica do solo, maior disponibilidade de nutrientes, maior capacidade de troca de cátions efetiva, e a capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes. O trabalho de Sampaio et al (2013), avaliando o efeito residual de matéria orgânica no solo (MOS) pela *C. juncea* como adubação verde comparando por meio da análise do solo antes e depois da incorporação da leguminosa na cultura do cafeeiro, verificou-se que o solo apresentou maior teor de MOS na camada superficial ao final da avaliação.

Dias e Maciel (2015), constatou que o consorcio das leguminosas, soja (*Glycine max* (L). Merr), Crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), mucuna preta (*Stilozobium aterrimum* L.), feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) com o Cafe Rubi MG 1192, promove um maior acúmulo de matéria orgânica no solo, além de promover um maior nível de macro e micronutrientes nas parcelas, e conseqüentemente melhorando a Soma de Bases (SB) e a Capacidade de Trocas Catiônicas (CTC) de forma sustentável. Salton et al. (2005) corrobora que a elevação do teor da matéria orgânica no solo pode ser obtido pelo acúmulo de restos vegetais, pelas raízes das plantas, exsudatos e micorrizas que irão se decompor.

O consórcio de espécies de adubos verdes incrementa os níveis de matéria orgânica do solo, protegem o solo contra principais agentes de degradação. Promovendo também relevantes efeitos significativos no rendimento das culturas comerciais no Cerrado, reduzindo os gastos do agricultor com fertilizantes, principalmente nitrogenados (CARVALHO et al.,1999).

A adubação verde é capaz de manter a fertilidade do solo, colaborando para o aumento da produtividade agrícola. No entanto, não se deve esperar respostas imediatas uma vez que os benefícios oriundos da adição de matéria orgânica ao solo são mais significativos a médio e longo prazo. Essa técnica deve ser avaliada ainda em função das vantagens relacionadas à fixação biológica de nitrogênio, proteção e melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo (ESPÍNDOLA; GUERRA; ALMEIDA, 1997).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O feijão-de-porco merece destaque sendo o adubo verde que apresentou melhores resultados de produção de massa fresca e seca dentre as leguminosas, demonstrando ser a mais eficiente como cobertura do solo, nas condições edafoclimáticas locais no cultivo de mandioca.

A utilização das três leguminosas para adubação verde influenciam no teor de M.O. residual no solo cultivado com mandioca. Os sistemas de cultivo consorciado e convencional também influenciam no teor de Ca do solo.

O cultivo em sistema convencional permitiu melhores resultados morfológicos e maior produtividade da mandioca, diferindo-se dos tratamentos consorciados.

Sugere-se para trabalhos posteriores que o cultivo da mandioca seja em rotação/consorciado por vários ciclos para fornecer melhorias de produtividade para a cultura principal. Ademais o consórcio mostrou viabilidade em relação ao melhor uso da área, controle de plantas infestantes e conservação do solo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; ALVES, J. M. A.; SILVA, A. A.; UCHÔA, S. C. P. Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 532-538, 2012.
- ANDRADE, W. E. B.; AYUKAWA, M. L.; OLIVEIRA, L. A. A. O.; FERREIRA, J. M.; VALENTINI, L.; BARCELOS, B. J. C. S. **Unidade de pesquisa participativa de adubação verde em subsistema de produção de mandioca**. Rio de Janeiro: Pesagro, 2011. Disponível em: <http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/UPP_Mandioca_Madalena.pdf>. Acesso em: 24 dez. 2017.
- ARAGUATINS, Prefeitura Municipal de. **A cidade: aspectos gerais**. 2016. Disponível em: <<http://www.araguatins.to.gov.br/cidade>>. Acesso em: 06 dez. 2017.
- BARRADAS, C. A. A. **Uso da adubação verde**. Niterói: Manual Técnico 25. Programa Rio Rural, 2010. Disponível em: <http://www.microbacias.rj.gov.br/conteudo/compartilhados/pesquisa_participativa_apoio_tecnico/milho.pdf>. Acesso em: 25 dez. 2017.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. **Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros**. Aracaju: (Programa Rio Rural. Manual Técnico 19). Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 7p. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2005/bp-07.pdf>. Acesso em: 25 set. 2017.
- CARVALHO, A. M.; BURLE, M. L.; PEREIRA, J.; SILVA, M. A. **Manejo de adubos verdes no cerrado**. Planaltina-DF: (Circular técnica). Embrapa Cerrados. n. 4, 1999. p.1-28. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/546470/1/cirtec04.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2017.
- CHIEZA, E. D.; GUERRA, J. G. M.; ARAÚJO, E. S.; ESPÍNDOLA, J. A.; FERNANDES, R. C. Produção e aspectos econômicos de milho consorciado com *Crotalaria juncea* L. em diferentes intervalos de semeadura, sob manejo orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n. 2, p. 189-196, 2017.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Mandioca dezembro 2017**. Conjunturas mensais. Safra 2017 – Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-2 jan, 2018. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2018.
- DEVIDE, A. C. P.; RIBEIRO, R. de L. D.; VALLE, T. L.; ALMEIDA, D. L. de; CASTRO, C. M. de; FELTRAN J. C. Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico. **Bragantia**. Campinas-SP. v. 68, n. 1, p. 145-153, 2009.

DIAS, M. M.; MACIEL, A. L. de R. **Influência da adubação verde na fertilidade do solo cultivado com coffee arabica L. e análise dos macronutrientes e micronutrientes.** XII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. Poço de Caldas, 2015. Disponível em: <<https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt>>. Acesso em 12 dez. 2017.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. rev. Atual. 1997. 212p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de.../manual-de-metodos-de-analise-de-solo>>. Acesso em: 25 dez. 2017.

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de. **Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável.** Seropédica: Embrapa-Agrobiologia. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 42). 20p, 1997. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/624248/1/doc042.pdf>>; Acesso em: 13 dez. 2017.

FARIAS, A. R. N; SOUZA, L. da S.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. Aspectos Socioeconômicos e Agronômicos da Mandioca. 1ª ed. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.** 2006.

FÉLIX, J.P. S; CORREA, M.L.P.; SILVA, G.R.C.; OLIVEIRA, T.F.; SILVA, D.N. Desempenho de espécies leguminosas para adubação verde no Oeste do Pará. **Cadernos de Agroecologia,** Belém-PA, v. 10, n. 3, p. 5, 2015.

FENIMAN, C. M. **Caracterização das raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo, USP. São Paulo. 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-24112004-080950/pt-br.php>>. Acesso em 15 dez. 2017.

FERREIRA FILHO, J. R.; SILVEIRA, H. F.; MACÊDO, J. J. G.; LIMA, M. B.; CARDOSO, C. E. L. **Cultivo, processamento e uso da mandioca: instruções práticas.** Brasília, DF. Embrapa Mandioca e Fruticultura - Cruz das Almas, Bahia. 1ª impressão, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94167/1/Cartilha-Mandioca-2013.pdf>>. Acesso: 15 nov. de 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

FERREIRA, E. A.; SILVA, D. V.; BRAGA, R. R.; OLIVEIRA, M. C.; PEREIRA, G. A. M.; SANTOS, J. B.; AMA, T. S. Crescimento inicial da cultura da mandioca em sistema de policultivo. **Scientia Agraria Paranaensis – SAP.** Marechal Candido Rondon, v. 13, n. 3. p. 219-226, 2014.

FIALHO, J. de F; VIEIRA, E. A. **Mandioca no Cerrado: orientações técnicas.** Embrapa Cerrados – Planaltina-DF, 2011. 208 p. Disponível em: <

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/896924/1/fialho02.pdf>. Acesso em 03 nov. de 2017.

FLECK, N. G.; MACHADO, C. M. N.; SOUZA, R. S. DE. Eficiência da consorciação de culturas no controle de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. p. 591-598, 1984.

FUKUDA, W. M. G. **Hibridação em Mandioca**. In: Hibridação Artificial de Plantas / Aluizio Borém, editor. – 2. Ed. atualizada e ampliada - Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009.

FUKUDA, W. M. G.; SILVA, S. O. E. Melhoramento de mandioca no Brasil. In: Marney Pascoali Cereda. (Org.). **AGRICULTURA: Tuberosas amiláceas latino americanas**. 1 ed. São Paulo: Fundação Cargil, 2002, v. 2, p. 242-257.

FURLANETO, F. de P. B.; KANTHACK, R. A. D.; ESPERANCINI, M. S.T. Análise econômica da cultura da mandioca no Médio Paranapanema. **Informações Econômicas**. Instituto de Economia Agrícola, v. 37, p. 20-26, 2008.

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A. C. dos S.; STROHHAECKER, L.; HELMICH, J. J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 953-957, 2000.

GOMES, J. C.; LEAL, E. C.. **Cultivo da Mandioca para a Região dos Tabuleiros Costeiros**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistemas de Produção, 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_tabcosteiros/plantasdaninhas.htm>. Acesso em: 25 de dez. 2017.

HOWELER, H. **Mineral nutrition and fertilization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981. 52 p. Disponível em: <http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAAP112.pdf>. Acesso em: 02 out. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola 2017**. Lspa – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (dez. de 2017), 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/>>; Acesso em: 08 jan. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. PAM (Produção Agrícola Municipal), 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado/>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

LIMA, A. A. C.; OLIVEIRA, F.N.S; AQUINO, A.R.L. **Solos e aptidão agrícola das terras do Estado do Tocantins**. Fortaleza, 2000. n. 31. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cd/jss/acervo/Dc_031.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2016.

LIMA, R.; MENEZES, V. **Utilização da Adubação Verde na Agricultura Sustentável**. Palmas. Faculdade Católica do Tocantins, 2010. Disponível em: <http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2010-1/3-

periodo/Utilizacao_da_adubacao_verde_na_agricultura_sustentavel.pdf>; Acesso em: 20 de jul. 2017.

LOPES, O. M. N. **Feijão de porco: Leguminosa para controle de mato e adubação verde do solo**. Belém: Embrapa, 2000. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/38454/1/FeijaoPorcoLeguminosa.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

LOPES, O. M. N.; ALVES, R. N. B. **Adubação verde e plantio direto: alternativas de manejo agroecológico para a produção agrícola familiar sustentável**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/.../DOCUMENTOS212EmbrapaAOriental.pdf>>; Acesso em: 20 jul. 2017.

LORENZI, J.O. **Mandioca**. Campinas. (Boletim Técnico, 245). CATI. 116 p., 2003. Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=672549&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22LORENZI,%20J.%20O.%22&qFacets=autoria:%22LORENZI,%20J.%20O.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>>. Acesso: 12 dez. 2017.

MATEUS, G. P.; WUTKE, E. B. Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 3, n.1, p. 15, 2006.

MATTOS, P. L. P. de; FARIAS, A. R. N.; FERREIRA FILHO, J. R. **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2006. 176 p. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/273039462/MANDIOCA-pdf>>. Acesso em 31 out. 2017.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Caracterização do Território Bico do Papagaio – TO**. Sistema de Informações Territoriais. Disponível em: <<http://sit.mda.gov.br/download.php?ac=obterDadosBas&m=1714302>>. Acesso em: 06 jul. 2016.

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**. Dissertação (Mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Goiás). p.173-180, 2004.

OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F. da; BORGES, C. D. Sistemas de preparo do solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília. v. 43. n. 3, p.327-332, 2008.

RAYOL, B. P.; RAYOL, F. de O. A. Produção de biomassa e teor de nutrientes do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) em reflorestamento no estado do Pará. **Agroecosistemas**, v. 4, n. 2, p. 85-90, 2012.

SAGRILO, E.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S.; LIMA, E. F. **Manejo agroecológico do solo: os benefícios da adubação verde**. Teresina: Embrapa

Meio-Norte, 2009. Disponível em: <ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80695/1/documento-193.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRICIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C. **Matéria Orgânica do Solo na Integração Lavoura-Pecuária em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento), 2005. 58 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/252700/1/BP200529.pdf>>. Acesso em 11 jan. 2018.

SAMPAIO, P. R. F.; LIMA, R. M. de S.; MELO, I.G. C.; LIRA, J. F. B. de.; MEDEIROS, J. F. de.; MIRANDA, N. de O. Efeito Residual de Matéria Orgânica no solo por *Crotalaria juncea* L. como Adubo Verde. **Ciência do Solo**. Florianópolis-SC. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2013.

SARTORI, V. C.; RIBEIRO, R. T. S.; SCUR, L.; PANCERA, M. R.; RUPP, L. C. D.; VENTURIN, L. (org.). **Adubação verde e compostagem: estratégias de manejo do solo para conservação das águas**. Caxias do Sul: Cartilha para agricultores, 2011. Disponível em: <<http://www.ucs.br/site/nucleos-pesquisa-e-inovacao-e-desenvolvimento/nucleos-de-inovacao-edesenvolvimento/agricultura-sustentavel/>>; Acesso em: 20 jul. 2017.

SCHONS, A. **Crescimento e desenvolvimento da mandioca e do milho em cultivo solteiro e consorciado**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UFSM. Santa Maria, 2006. 75 p. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/tede//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=688>. Acesso: 15 nov. 2017.

SCIVITTARO, W. B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A. E. **Dinâmica de adubos verdes no sistema solo-planta**. 1. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. v. 1, p. 33, 2004. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/15435279.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

SEAB (Secretaria de Estado da Agricultura e Planejamento). **Mandioca – Análise da Conjuntura Agropecuária (2016)**. Disponível: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Mandioca_2016_17.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017.

SEPLAN – TO (Secretaria do Planejamento e Orçamento do Tocantins). **Diagnóstico do agronegócio**. FAPTO - Fundação de Apoio Científico e Tecnológico do Tocantins. Palmas, 2016.

SEPLAN – TO (Secretaria do Planejamento e Orçamento do Tocantins). **Perfil socioeconômico dos municípios: Araguatins**. Diretoria de Pesquisa e Informações Econômicas. Palmas, 2017.

SEVERINO, F. J.; CHRISTOFFOLETI P. J. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verde. **Bragantia**. Campinas-SP, v. 60, n. 03, p. 201-204, 2001.

SILVA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. **Arranjos espaciais no consórcio da mandioca com milho e caupi em presidente tancredo neves, Bahia**. Presidente Tancredo Neves – BA, 2011. Disponível em: <file:///www/ARRANJOS-ESPACIAIS-Resumo-n.-265-Jaeveson-poster.pdf>. Acesso em: 05 set. 2017.

SOUZA, L da. S.; FIALHO, J de. F. **A cultura da mandioca; Embrapa Mandioca e Fruticultura Sistemas de Produção**. Versão eletrônica. n. 8, ISSN 1678-8796, 2003.

SOUZA, L da. S.; FIALHO, J de. F. **Cultivo da Mandioca para a Região do Cerrado**. Embrapa Mandioca e Fruticultura - Versão eletrônica. Sistemas de Produção, 2003. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/Rotacao.htm>. Acesso: 15 nov. 2017.

TAKAHASHI, M.; BICUDO, S. J. **Consortiação da mandioca em dois arranjos de plantas com duas espécies leguminosas**. Botucatu- SP: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2009. Disponível em: <<http://irriga.fca.unesp.br/index.php/rat/article/view/1358/678>>. Acesso: 29 dez. 2017.

TAKAHASHI, M; FONSECA JUNIOR, N. S.; TORRECILLAS, S. M. **Mandioca no Paraná: Antes, agora e sempre**. Curitiba: IAPAR. Circular Técnica nº 123. 209p, 2002. Disponível em: [https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=690206&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22TORRECILLAS,%20S.%20M.%20\(Org.\)%22&qFacets=autoria:%22TORRECILLAS,%20S.%20M.%20\(Org.\)%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=690206&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22TORRECILLAS,%20S.%20M.%20(Org.)%22&qFacets=autoria:%22TORRECILLAS,%20S.%20M.%20(Org.)%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1)>. Acesso em 31 out. 2017.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, M. J. B.; MARQUES, E. L. S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 93-99, jan./fev. 2005.

TROPICOS.ORG. **Missouri Botanical Garden**, 2012. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Name/12802182>> Acesso em: 29 dez. 2017.

VALLE, T. L.; LORENZI, J. O. Variedades melhoradas de mandioca como instrumento de inovação, segurança alimentar, competitividade e sustentabilidade: contribuições do Instituto Agrônomo De Campinas (IAC). **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 15-34, 2014.

VILELA, H. **Pastagem: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação**. 2ª ed. – Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2011. p. 340

VÍTOR, L.A.D.; ARCHANGELO, E. R.; JÚNIOR, T. T.; SOARES, M. M.; VIEIRA, F. L.; MADEIRO, I. I. C. Produtividade e qualidade das raízes da mandioca em função de diferentes épocas de colheita. **Agri-Environmental Sciences**, v. 01, p. 67-72, 2016