



Embrapa

Roraima



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA-UERR
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADÊMICO EM ASSOCIAÇÃO COM EMBRAPA E IFRR

DISSERTAÇÃO

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO VERDE E
ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM MONOCULTIVO E
CONSORCIADO COM LEGUMINOSAS HERBÁCEAS E ARBÓREA

Evair Marcelo Queiroz da Silva

Boa Vista, RR
Março de 2018

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO VERDE E
ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM MONOCULTIVO E
CONSORCIADO COM LEGUMINOSAS HERBÁCEAS E ARBÓREA**

EVAIR MARCELO QUEIROZ DA SILVA

Sob a Orientação do Professor

Dr. Jandiê Araújo da Silva

e Co-orientação do Professor

Dr. Edmilson Evangelista de Silva

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agroecologia**. Área de concentração em Agroecologia.

Boa Vista, RR
Março de 2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

EVAIR MARCELO QUEIROZ DA SILVA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agroecologia**, área de concentração em Agroecologia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 29/03/2018

Prof. Dr. Jandiê Araújo da Silva
Escola Agrotécnica da UFRR
Orientador

Prof. Dr. Antônio Edilson da S. Araújo
Escola Agrotécnica da UFRR
Membro titular

Prof^a Dr^a. Edivânia de Oliveira Santana
IFRR, Campus Amajari
Membro Titular

Prof. Dr. Luís Felipe Paes de Almeida
INSIKIRAN-UFRR

Prof^a. Dr^a Adalgisa Aranha de Souza
CCA/UFRR
Suplente

DEDICO

A Deus, acima de tudo.

À minha família, sem a qual eu não teria conseguido.

Aos meus amigos, que sempre me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre está comigo diante de todos os desafios.

À meus pais APARECEDA QUEIROZ DA SILVA E AGUIOMAR GOMES DA SILVA pelo apoio, dedicação, amor e carinho e pelos ensinamentos.

À minha esposa HELEN NAYANE COSTA LIMA pelo apoio e dedicação e por esta sempre ao meu lado em todos os momentos desta caminhada.

Ao Professor e Orientador Dr. JANDIÊ ARAUJO DA SILVA, que representa um grande exemplo de competência, compreensão para com os desafios enfrentados.

Ao Professor BRAULIO CRISANTO CARVALHO DA CRUZ, pela amizade e apoio durante esta caminhada.

Ao Professor e Coordenador do MESTRADO PLÍNIO HENRIQUE DE OLIVEIRA GOMIDE, pela presença incentivadora durante o curso e pela dedicação ao programa para que tudo desse certo.

Ao amigo ROGEREIO LOPES XAVIER, pela grande ajuda na condução de meu trabalho.

Aos estagiários e bolsista da escola Agrotécnica da UFRR que tanto me ajudaram.

A todos os meus amigos e colegas de mestrado, pela convivência e amizade.

Meus sinceros agradecimentos!

“Agradeço a vida e o solo,
porque do solo depende as plantas,
a água, o clima e a nossa vida.
Tudo está interligado.
Não existe um ser humano sadio
se o solo não for sadio”.

Ana Primavesi

RESUMO

O uso e a ocupação desordenada dos solos têm provocado diversas alterações ambientais muitas vezes irreversíveis. Neste sentido, diversos estudos buscam identificar sistemas de manejo que promovam aumento da qualidade do solo. O cultivo agroecológico surge como uma forma de melhorar a qualidade dos agroecossistemas, visto que tem como princípio o uso racional dos recursos naturais. Diante deste contexto, objetivou-se avaliar o efeito de combinações de leguminosas herbáceas na produtividade de milho verde e atributos químicos do solo em aleias de gliricídias. A pesquisa foi desenvolvida em dois anos agrícolas consecutivos, 2016 e 2017. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados, com três repetições, com parcelas subdivididas, utilizando o esquema fatorial de 2×5 , referente a presença e ausência de sistemas de aleias, na parcela principal, e nas subparcelas, cinco consórcios de milho com leguminosas (C1- milho + feijão de porco no plantio; C2 = milho + feijão guandu anão no plantio; C3 = milho + mucuna preta aos 15 dias do milho; C4= milho + crotalária juncea no plantio; C5 = milho solteiro). Em cada cultivo, antes da semeadura foram realizadas a poda das plantas de gliricídia a uma altura de 2,0 m e todas as folhas e ramos foram depositados sobre a superfície do solo e por meio de uma gradagem leve foi realizada a incorporação da biomassa vegetal ao solo. A semeadura foi feita em sucos e as sementes distribuídas nos sulcos por metro linear: para o milho foram quatro sementes por metro linear; para as espécies de cobertura como a mucuna preta e feijão de porco três sementes por metro linear; para o feijão guandu anão e a crotalária juncea foram semeadas 20 sementes por metro linear. A colheita do milho verde foi realizada manualmente, e foram colhidas todas as espigas com palha na área útil da parcela. A colheita foi realizada quando as espigas se encontravam em estado de maturação fisiológica, que ocorreu aos 72 dias após a semeadura. No momento da colheita, determinou-se a altura de plantas e de inserção da primeira espiga, em dez plantas representativas da parcela, posteriormente determinou-se o comprimento e o diâmetro das espigas e a produtividade de espiga total e comercial sem palha em kg ha^{-1} . Para as análises químicas do solo da área experimental, foram realizadas coletas de solo em três estágios do experimento: a primeira antes de implantar o experimento; a segunda e terceira coletas foram realizadas dois meses após a colheita do milho onde foi coletado quatro amostras em cada ocasião na profundidade de 0-20 cm. Foram determinados o pH, P, K e a matéria orgânica do solo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Foi utilizado para análise dos dados o programa estatístico SISVAR. Dentre as variáveis avaliadas da cultura do milho, a altura de plantas e de inserção da primeira espiga foram influenciadas apenas pelo consórcio do milho com as leguminosas sendo que a altura de planta de milho quando cultivado em consórcio apresentou alturas mais elevadas. A altura de inserção da primeira espiga o consórcio com feijão de porco propiciou maior altura de primeira espiga. As maiores espigas foram colhidas no tratamento com o consórcio de milho e feijão de porco na área com aleias. O diâmetro de espiga quando cultivado em aleias teve o melhor resultado no consórcio com mucuna preta, quando cultivado sem aleias o milho apresentou o maior diâmetro no consórcio de feijão de porco. Para produtividade de espiga comercial, houve efeito de sistema de cultivo tanto do tratamento de aleias quanto do consórcio com leguminosas herbáceas, sendo a maior massa observada com o consórcio de crotalária e feijão de porco. Para as características químicas avaliadas pH, P e K houve redução no primeiro ano de cultivo e uma recuperação dessas características no segundo ano. A MO teve elevação nos dois anos agrícolas na área com aleias e o consórcio do milho com as leguminosas. Nesse sentido os resultados demonstram que o sistema de cultivo testado é eficiente para aumentar a matéria orgânica do solo, mas diminui a produtividades de milho verde.

Palavras chave: aleias; gliricídia; sistema agro florestal; adubação verde; matéria orgânica

ABSTRACT

The use and disordered occupation of the soils have caused several environmental changes that are often irreversible. In this sense, several studies seek to identify management systems that promote increase of soil quality. Agroecological cultivation appears as a way to improve the quality of agroecosystems, since it has as its principle the rational use of natural resources. The objective of this study was to evaluate the effect of combinations of herbaceous legumes on yield of green maize and soil chemical attributes in gliricidia alleles. The research was developed in two consecutive agricultural years, 2016 and 2017. The experimental design was a randomized complete block design, with three replications, with subdivided plots, using a 2 × 5 factorial scheme, referring to the presence and absence of allele systems in the main plot, and in the subplots, five consortia of maize with legumes (C1- maize + pigs at planting, C2 = maize + dwarf pigeon pea at planting, C3 = maize + black maize at 15 days of corn, C4 = corn + crotalaria juncea at planting, C5 = single corn). In each cultivation, pruning of the gliricidia plants at a height of 2.0 m was carried out before sowing, and all the leaves and branches were deposited on the soil surface and by means of a light harrow the incorporation of the vegetal biomass ground. The sowing was done in juices and the seeds distributed in the furrows by linear meter: for corn were four seeds per linear meter; for cover species such as black mucuna and pork beans three seeds per linear meter; for dwarf pigeon pea and sunflower seed, 20 seeds per linear meter were sown. Green maize was harvested manually, and all ears of corn were harvested in the plot area. Harvesting was performed when the ears were in a state of physiological maturation, which occurred 72 days after sowing. At the time of harvesting, the height of plants and the insertion of the first spike were determined in ten plants representative of the plot, later the length and diameter of the spikes were determined and the yield of total and commercial spike without straw in kg ha⁻¹. For the soil chemical analyzes of the experimental area, soil samples were collected in three stages of the experiment: the first one before implanting the experiment; the second and third collections were carried out two months after harvesting the corn, where four samples were collected each time at 0-20 cm depth. The pH, P, K and soil organic matter were determined. The data were submitted to analysis of variance and the means of the treatments were compared with each other by the Scott-Knott test at 5% of probability. The statistical program SISVAR was used for data analysis. Among the evaluated variables of the maize crop, plant height and first ear insertion were influenced only by the maize consortium with legumes, and the height of maize plant when grown in a consortium had higher heights. The height of insertion of the first spike the consortium with pigs' beans provided a higher height of first spike. The largest ears were harvested in the treatment with the maize and pig bean consortium in the area with alleles. The spike diameter when grown in alleles had the best result in the consortium with black mucuna, when cultivated without alleles the maize presented the largest diameter in the pig bean consortium. For commercial spike productivity, there was a cultivation system effect of both the treatment of alleles and the consortium with herbaceous legumes, being the largest mass observed with the consortium of crotalaria and bean. For the chemical characteristics evaluated pH, P and K there was reduction in the first year of cultivation and a recovery of these characteristics in the second year. MO had an increase in the two years of agriculture in the area with alleys and the corn consortium with legumes. In this sense, the results demonstrate that the cultivation system tested is efficient to increase the organic matter of the soil, but it diminishes the yields of green maize.

Keywords: alleles; gliricidia; agroforestry system; green adubation; organic matter

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1- ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO NA PROFUNDIDADE DE 0 – 20 CM, ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIEMNTO. BOA VISTA-RR, 2015.....	25
TABELA 2. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL, NOS TALHÕES DE ÁREA NATURA DE SAVANA, AUSÊNCIA E PRESENÇA DE GLIRICÍDIAS NA PROFUNDIDADE DE 0 - 20 CM, RESPECTIVAMENTE.	27
TABELA 3. RESUMO DA ANOVA E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA PARA ALTURA DE PLANTA (AP), ALTURA DE INSERÇÃO DA ESPIGA (AIE), COMPRIMENTO DE ESPIGA (CE), DIÂMETRO DE ESPIGA (DE), PRODUTIVIDADE TOTAL KG HA^{-1} (PT) E PRODUTIVIDADE DE ESPIGA COMERCIAL KG HA^{-1} (PEC). EAGRO/UFRR, BOA VISTA, 2018.	35
TABELA 4. MÉDIA DAS ALTURAS DE PLANTA DE MILHO E DE INSERÇÃO DA PRIMEIRA ESPIGA EM CM, EM FUNÇÃO DO CONSORCIO CROTALÁRIA JUNCEA (CJ), FEIJÃO QUANDU ANÃO (FG), FEIJÃO DE PORCO (FP), MUCUNÁ PRETA (MP) E MILHO SOLTEIRO (MS).	36
TABELA 5. MÉDIA DOS DIÂMETROS E COMPRIMENTO DE ESPIGA (CM), EM FUNÇÃO DO CONSORCIO COM CROTALÁRIA JUNCEA (CJ), FEIJÃO QUANDU ANÃO (FG), FEIJÃO DE PORCO (FP), MUCUNÁ PRETA (MP) E MILHO SOLTEIRO (MS), COM E SEM ALÉIAS.....	37
TABELA 6. MÉDIA DE PRODUTIVIDADE TOTAL DE ESPIGA SEM PALHA E PRODUTIVIDADE DE ESPIGA COMERCIAL SEM PALHA (KG HA^{-1}), EM FUNÇÃO DO CONSORCIO COM CROTALÁRIA JUNCEA (CJ), FEIJÃO QUANDU ANÃO (FG), FEIJÃO DE PORCO (FP), MUCUNÁ PRETA (MP) E MILHO SOLTEIRO (MS), COM E SEM ALÉIAS.....	39

TABELA 7. VALORES MÉDIOS DE DE PH, FÓSFORO (P) E POTÁSSIO(K), NA CAMADA DE 0 - 20 CM DO SOLO, NO PRIMEIRO (2016) E SEGUNDO (2017) CULTIVO.

.....40

TABELA 8. MATÉRIA ORGÂNICA (MO), NA CAMADA DE 0-20 CM DO SOLO NAS ÁREAS AVALIADAS (BOA VISTA, RR, 2017).42

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 COLETA DE SOLO PARA ANÁLISE. CAMPUS MURUPU, UFRR, 2015.	26
FIGURA 2. REPRESENTAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL COM AS DELIMITAÇÕES DOS BLOCOS E DAS PARCELAS E SUBPARCELAS.....	28
FIGURA 3 SEMEADURA DO MILHO E DAS ESPÉCIES LEGUMINOSAS. CAMPUS MURUPU, UFRR, 2015.	29
FIGURA 4 CAPINA E AMONTOA. CAMPUS MURUPU, UFRR, 2015.....	30
FIGURA 5 DETERMINAÇÃO DA MASSA FRESCA DE ESPIGA SEM PALHA. CAMPUS MURUPU, UFRR, 2015.....	31
FIGURA 6 COMPRIMENTO E DIAMETRO DE ESPIGA. CAMPUS MURUPU, UFRR, 2015.....	32
FIGURA 7 COLETA DE SOLO DOIS MESES APÓS A COLHEITA DO MILHO. CAMPUS MURUPU, UFRR, 2015.....	33

SÚMARIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 MANEJO ECOLÓGICO DO SOLO.....	15
2.2 SISTEMA DE CULTIVO EM ALEIAS	16
2.2 GLIRICIDIA	17
2.3 CONSORCIO E ADUBAÇÃO VERDE.....	18
2.4 CROTALARIA JUNCEA	19
2.5 FEIJÃO GUANDU ANÃO	21
2.6 FEIJÃO DE PORCO	22
2.7 MUCUNA-PRETA	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL	25
3.2 HISTÓRICO DA ÁREA E O DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	25
3.3 MANEJO E PREPARO DA ÁREA.....	28
3.4 TRATOS CULTURAIS	29
3.5 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	30
3.6.1 Cultura do milho.....	31
3.6.2 Coletas e análises laboratoriais do solo	32
3.6.3.1 Amostragem do solo.....	32
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 ALTURA DE PLANTAS E DE INSERÇÃO DE ESPIGAS	35
4.2 COMPRIMENTO E DIÂMETRO DE ESPIGAS	37
4.3 PRODUTIVIDADE DE ESPIGA TOTAL E COMERCIAL SEM PALHA	38
4,4 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.....	40
5 CONCLUSÃO.....	44
6 REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

O uso e a ocupação desordenada dos solos têm provocado diversas alterações ambientais muitas vezes irreversíveis. Fato este também evidenciado junto ao desenvolvimento agrícola, que envolve inevitavelmente, certo grau de transformação física das paisagens, provocando diversas alterações nos ecossistemas (LOSS et al., 2009). Magalhães et al. (2013) também afirmam que a substituição da floresta por outro tipo de uso do solo pode levar a perdas significativas na matéria orgânica e outros nutrientes do solo, alterando sua dinâmica e como consequência alterando as entradas e saídas de nutrientes do sistema.

Neste sentido, diversos estudos buscam identificar sistemas de manejo que promovam aumento da qualidade do solo (SALMI et al., 2009). O cultivo agroecológico surge como uma forma de amenizar esses problemas tendo em vista que este tem como princípio o uso racional dos recursos naturais.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2008) o uso de leguminosas é uma prática recomendada para recuperação e melhoramento do solo de áreas degradadas, pois as leguminosas utilizam a própria vegetação para proteger o solo da erosão. Outro grande benefício do seu uso é para produção de biomassa vegetal que, através de sua incorporação, estimula diversos processos químicos e biológicos no solo, além de possuírem um sistema radicular profundo e ramificado favorecendo a descompactação do solo (NOGUEIRA, 2012).

Deste modo, a adubação verde é uma alternativa de produção que minimiza os efeitos degradantes sobre o solo, pois promove a cobertura do solo, a disponibilidade de nutrientes e o incremento da capacidade de ciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que estejam nas camadas mais profundas do perfil (CALEGARI et al., 1993).

A melhoria das condições do solo pode ser realizada com sucesso a partir da utilização de espécies de leguminosas arbóreas e herbáceas, capazes de se associar com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico e com fungos micorrízicos. Esta técnica pode ser considerada de baixo custo e apresenta bons resultados (NOGUEIRA, 2012).

No sistema de cultivo em aleias, as plantas anuais são cultivadas entre fileiras de leguminosas arbóreas que são periodicamente podadas e seus ramos depositados nas linhas de cultivo, desta forma os nutrientes são transferidos das árvores para as culturas agrícolas. As leguminosas arbóreas têm o potencial de produzir grande quantidade de biomassa vegetal e acumular nutrientes em período de tempo curto, promovendo a adição de carbono e nutrientes no sistema, recuperando gradativamente a qualidade do solo (BARRIOS et al., 2004;

BASAMBA et al., 2007). Além de que a poda das plantas diminui a competição por luz no sistema de cultivo.

No solo, a decomposição dos ramos provenientes das espécies de leguminosas aumenta o teor de matéria orgânica, a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de troca de cátions e a produção de ácidos orgânicos (CALEGARI et al., 2008; MOURA et al., 2012; SANTOS et al., 2012; AGUIAR et al., 2013). Os resíduos das leguminosas promovem ainda, a diminuição nos teores de alumínio trocável pela sua complexação, e incremento da capacidade de reciclagem, ou seja, a mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que estejam nas camadas mais profundas do perfil do solo (CALEGARI, 2006).

Do ponto de vista econômico e ambiental, o nitrogênio (N) é o nutriente que mais influência no desenvolvimento das plantas e na produtividade das culturas (EIRAS e COELHO, 2011), principalmente na região tropical, que compreende a maior parte dos solos mais pobres da América Latina (URQUIAGA et al., 2013). Em solos de baixos teores de N - disponível, somente culturas com sistema de fixação biológica de nitrogênio (FBN) eficiente, como as leguminosas, que possuem simbiose eficiente com bactérias do gênero *Rhizobium* e algumas gramíneas, como a cana-de-açúcar associada com bactérias endofíticas fixadoras de N₂, podem crescer quase que independente da disponibilidade de nitrogênio do solo (DÖBEREINER et al., 1995; URQUIAGA e DÖBEREINER, 1991).

Nesse sentido a adubação verde do milho através do consórcio com leguminosas pode promover aumento da produtividade da cultura de interesse comercial, e ao mesmo tempo, a produção de biomassa vegetal das espécies que compõem o consórcio, poderá melhorar os atributos químicos do solo, com efeitos positivos no desenvolvimento da cultura (GERLACH, 2014).

Embora já se tenha um acervo significativo de conhecimentos básicos sobre diversas espécies vegetais eficientes como adubos verdes, houve a necessidade de se definir aquelas mais adequadas as condições edafoclimáticas da savana Roraimense. Nesse sentido, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito de combinações de leguminosas herbáceas na produtividade de milho verde e atributos químicos do solo em aleias de gliricídias.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MANEJO ECOLÓGICO DO SOLO

Nas últimas décadas a produção agrícola foi desenvolvida, predominantemente, com base na elevada utilização de insumos externos, como fertilizantes e agrotóxicos, causando diversos problemas, tanto social quanto ambiental (SILVA et al., 2014). A utilização excessiva dos agroquímicos, associados a manejos degradantes do solo, pode levar a danos irreversíveis nos ecossistemas naturais. Sá et al. (2009) afirmam ainda que a utilização de forma inadequada de algumas práticas não conservacionistas, tem ocasionado a degradação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, como por exemplo, a desestruturação e compactação, a redução da fertilidade, a oxidação acelerada da matéria orgânica e a diminuição tanto em quantidade quanto em diversidade da microfauna do solo (MOURA, 2004; LEITE et al., 2010).

Ao contrário dos sistemas de produção baseados na revolução verde, o manejo agroecológico do solo pode favorecer o incremento de matéria orgânica e nutrientes no solo. Segundo Macêdo (2015), a manutenção da cobertura permanente do solo e a integração da adubação orgânica e verde favorece a maior quantidade de carbono no solo. Esse incremento também foi observado por Audeh et al. (2011), em estudo participativo com os agricultores, onde concluíram que os benefícios proporcionados pela matéria orgânica resulta em melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, estimulando o crescimento e desenvolvimento das culturas.

Como a sustentabilidade dos sistemas agrícolas e a qualidade do solo estão intimamente relacionados, o tipo de manejo influencia diretamente na qualidade do solo. Neste sentido, Conceição et al. (2005), constataram que o aporte de N via fixação biológica, proporcionado pelas leguminosas, aliado ao plantio direto foi uma estratégia mais eficiente em recuperar o estoque de NT do solo do que o uso da adubação nitrogenada mineral sob preparo convencional, confirmando que o manejo influencia diretamente na qualidade do solo. Oliveira e Bueno (2016) também verificam que as práticas agroecológicas são capazes de manter a qualidade do solo, principalmente no que diz respeito à qualidade química, ou seja, a fertilidade com o aporte de matéria orgânica, regulação do pH, saturação por alumínio, CTC e outros.

Deste modo, ao utilizar preceitos da agroecologia, favorece-se a busca da sustentabilidade, contemplando fatores econômicos, sociais, culturais e ambientais, sendo, portanto, uma alternativa viável aos sistemas de produção (SILVA et al., 2014).

2.2 SISTEMA DE CULTIVO EM ALEIAS

A diminuição da produtividade dos cultivos agrícolas, seja este olerícola ou de culturas anuais reflete a diminuição da fertilidade do solo, devido a diminuição da matéria orgânica e à falta de ciclagem de nutrientes, efeito estes que surgem a partir dos sistemas agrícolas de produção convencional. Para minimizar a fragilidade destes sistemas de produção atual e o efeito da retirada das árvores das áreas de cultivo, agricultores estão fazendo uso dos sistemas agroflorestais (MARTINS et al., 2013). Esses sistemas são práticas de agrossilvicultura que estão sendo exploradas como opções de uso da terra em diversas áreas do mundo (NGEGBA et al., 2007; WICK e TIESSEN, 2008).

Neste sentido, de acordo com o manejo agrícola adotado, a matéria orgânica no solo pode receber maior proteção física contra a rápida decomposição (PULLEMAN e MARINISSEN, 2004; FERNANDÉZ et al., 2010). Além do mais, os resíduos vegetais que formam a matéria orgânica aumentam o volume superficial de solo aumentando a área disponível ao crescimento das raízes (MOURA et al., 2012), diminuindo assim a compactação do solo.

Existem vários tipos de sistema agroflorestais utilizados na agricultura, dentre esses sistemas há o “cultivo em aleias”, no qual espécies arbustivas ou arbóreas, geralmente leguminosas são plantadas em linhas e as culturas agrícolas são estabelecidas entre estas linhas (PÉREZ-MARIN et al., 2007; FREITAS et al., 2010).

Drinkwater e Snapp em (2007), propuseram que a adoção de processos que priorizem a criação de reservas de nutrientes minerais, acessados por processos mediados pelos microrganismos, pode ser uma opção para a sustentabilidade dos agroecossistemas em lugar da saturação por nutrientes da solução do solo (adubação), sobretudo no trópico úmido, onde a água excedente aumenta a retirada de elementos do perfil.

O sistema de cultivo em aleias, é um sistema que recupera a fertilidade dos solos devido a deposição da matéria orgânica proveniente da biomassa vegetal das aleias, e é também ecologicamente vantajoso para a produção de alimentos em comparação com as práticas agrícolas convencionais. As vantagens estão relacionadas ao aumento da produtividade das culturas e uso eficiente dos recursos hídricos e dos nutrientes do solo (QUINKENSTEIN et al., 2009). Aguiar et al. (2010) avaliaram a capacidade de um sistema de cultivo em aleias utilizando o milho como cultura de interesse comercial, e verificaram que, dentre as vantagens

deste sistema, destaca-se a redução na quantidade de fertilizantes sintéticos e a manutenção dos teores de cálcio na zona da raiz. Entretanto, em pesquisa sobre o efeito de diferentes usos do solo sobre a dinâmica da matéria orgânica e do fósforo, Aguiar et al. (2013) observaram que todas as frações mais lábeis de matéria orgânica diminuíram com o uso contínuo do solo, mesmo no sistema de cultivo em aleias.

Meirelles e Souza (2016) verificaram no cultivo de pupunha em aleias de leguminosa que os efeitos da acidez foram amenizados com aumento de carbono e matéria orgânica e da disponibilidade de nutrientes essenciais, quando comparada a condição inicial do solo.

Com o aumento da matéria orgânica disponível no sistema de cultivo a um acréscimo dos teores nutrientes no sistema. Queiroz et al. (2008) observaram que no cultivo de milho maiores teores foliares de N com aleias de guandu, gliricidia e no de milho solteiro adubado, no primeiro ciclo de cultivo. Neste sentido o cultivo em aleias favorece de forma simplificada a melhoria do solo cultivado.

2.2 GLIRICIDIA

A gliricidia (*Gliricidia sepium*) é uma espécie arbórea pertencente à família das leguminosas. Apresenta crescimento rápido e enraizamento profundo, pode atingir de 10 a 12 metros de altura, com diâmetro de caule de até 30 cm, sendo de ocorrência natural do México até o norte da América do Sul, tendo sido introduzida em outras regiões tropicais. Pode ser encontrada desde o nível do mar até 1.500 m de altitude, em regiões com precipitações de 1.000 até mais de 3.000 mm ao ano, suportando seis ou mais meses de seca (MATOS et al., 2005). Silva e Meneses (2007) destacam também a rusticidade e resistência, elevada produção de matéria seca e o sistema radicular profundo e ramificado, capaz de retirar nutrientes das camadas mais profundas do solo.

A gliricidia também produz grande quantidade de biomassa de folhas, galhos finos e lenha, deste modo, a presença dessa espécie em áreas de cultivo agrícola pode proporcionar aumento da produtividade e, ainda, conferir maior estabilidade aos sistemas de cultivo, sendo empregada na agricultura familiar na implantação de sistemas agroflorestais, como o cultivo em aleias, ou em cercas-vivas (MARIN e MENEZES, 2008; MARTINS et al., 2013).

Nesse sentido, Queiroz et al. (2008) estudando o consorcio de milho com leguminosas arbóreas, observaram que a partir do segundo ano de consórcio com gliricidia ocorre incrementos nos índices de produtividade, o que evidencia a influência positiva da biomassa

vegetal das podas da gliricidia. Oliveira (2012) verificou que o cultivo do milho em aleias de gliricidia e sabiá proporcionou número e massa de espigas verdes comercializáveis, empalhadas e despalhadas, semelhantes ao obtido no cultivo de milho solteiro, este resultado demonstra ser algo bastante positivo, já que em monocultivo a população de plantas foi de 50.000 plantas ha⁻¹ e no consórcio, de 37.500 plantas ha⁻¹.

A gliricidia é uma planta que influencia em todas as fases da cultura, desde o crescimento e produtividade das culturas até o controle de plantas espontâneas como observado por Araújo et al. (2012), que verificaram que a consorciação com gliricidia proporcionou médias intermediárias entre as médias dos tratamentos com e sem capina. Esses resultados, reforçam a constatação de que a gliricidia controlou parcialmente as plantas espontâneas, tornando-se benéfica para o milho de modo que a consorciação com gliricidia proporcionou rendimento de grãos equivalente a 79% do rendimento obtido com duas capinas. Segundo os mesmos autores, o consórcio gliricidia proporcionou rendimentos de espigas verdes que variaram de 85% (número de espigas despalhadas comercializáveis) a 98% (número total de espigas verdes) dos rendimentos obtidos com duas capinas.

Deste modo, o cultivo no sistema de aleias pressupõe uma exploração dos recursos de forma mais sustentável promovendo benefícios na produção de alimentos para a agricultura familiar.

2.3 CONSORCIO E ADUBAÇÃO VERDE

O consórcio e a adubação verde são técnicas que caminham juntas. De modo que no sistema de cultivo consorciado os adubos verdes são cultivados juntamente com a cultura de interesse comercial em parte de seu ciclo ou durante todo o ciclo (ELFSTRAND, 2007).

Uma prática que vem ganhando destaque é o consórcio entre plantas que têm como finalidade aproveitar as ações benéficas dos adubos verdes, levando em consideração as propriedades de cada cultura (COLLIER et al., 2011).

O uso de técnicas de cultivo conservacionistas, como adubação verde e consórcio são capazes de manter ou até mesmo de elevar os teores de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo. Freitas et al. (2013) a introdução do consórcio de arbóreas com pastagem ou outra cultura, pode influenciar a quantidade e disponibilidade de nutrientes na zona de absorção radicular das culturas consorciadas.

Desta forma Cesar et al. (2006) destacaram que a adubação verde, através do consórcio simultâneo com crotalária juncea, acarreta benefícios quanto ao rendimento agrônomo da cultura do pimentão em sistema orgânico. Moitinho et al. (2012) verificaram que as leguminosas cultivadas em consórcio ou como adubo verde em monocultivo influenciam positivamente cultivos de milho subsequente, com destaque ao guandu e misturas de adubos verdes. Santos et al. (2010) acrescentam ainda que a adubação verde influencia de forma positiva nas características da cultura do milho, mesmo quando na ausência da adubação nitrogenada mineral e o uso das leguminosas crotalária juncea, crotalária spectabilis e feijão-de-porco como culturas antecessoras ao milho contribui para maior produtividade da cultura.

Outro ponto importante em relação aos consórcios é que, as densidades de semeadura e os gastos de sementes são reduzidos em até 50%, devido aos plantios serem realizados em linhas alternadas (SOUZA et al., 2015).

Bettiol et al. (2015) verificaram em pesquisa realizada entre consórcio de graminha com leguminosa que a braquiária (nome científico) em consórcio com crotalária proporcionou uma maior incorporação de N ao solo, cerca de 253 kg ha⁻¹ de N, o que equivale a 550 kg ha⁻¹ de ureia, proporcionando uma diminuição nos custos com adubação nitrogenada.

Altores como Santos et al. (2010) e Cesar et al. (2006) relatam que o consórcio entre gramíneas e leguminosas são de grande importância para o incremento de carbono no solo e aumento da matéria orgânica. Isso pode ser comprovado por Giacomini et al. (2003) ao constatarem que o consórcio entre gramíneas e leguminosas produz uma palhada com relação C/N intermediária àquela das espécies em cultivo isolado, o que resulta em uma menor taxa de decomposição, proporcionando cobertura de solo por mais tempo e maior demanda de N pelas culturas.

Neste sentido, as leguminosas desempenham um papel fundamental como fornecedoras de nutrientes, uma vez que as plantas dessa família têm a vantagem de prontamente disponibilizar nutrientes para culturas sucessoras, em virtude da rápida decomposição de seus resíduos (BETTIOLAM et al., 2015).

2.4 CROTALARIA JUNCEA

Com a redução na capacidade produtiva dos solos, pela perda de fertilidade, por técnicas de manejo que esgotam o solo, agricultores estão lançando mão de técnicas de recuperação, dentre as tecnologias utilizadas para reverter esse quadro, a adubação verde é amplamente

utilizada. A crotalária é uma das espécies mais difundidas no Brasil para esse fim (FERRAZ e VALLE, 1997). Pertencente à família Fabaceae, subfamília Faboideae, é originária da Índia e Paquistão (PASCUALIDES e PLANCHUELO, 2007).

A *Crotalária juncea* L. é uma planta anual subarborescente, que apresenta crescimento rápido e produz elevada quantidade de fitomassa, 50 a 60 t ha⁻¹ de massa verde e 6 a 17 t ha⁻¹ de massa seca (SANTOS; FONTANETTI, 2007). No entanto, a produção de fitomassa pode variar de acordo com as diferentes regiões do país.

Estudos realizados por diferentes pesquisadores em diferentes regiões do país colaboram com esta afirmação, visto que Torres et al. (2015) verificaram que a produção de biomassa seca de crotalária foi baixa com (4,6 t ha⁻¹) comparada aos dados de 58,7 t ha⁻¹ observados por Vargas et al. (2011) em Viçosa-MG. Entretanto, foram similares aos observados por Fabian (2009) que variaram entre 7,0 t ha⁻¹ (e quanto?) em estudos conduzidos nos últimos dez anos com plantas de cobertura na mesma região e condições edafoclimáticas.

A crotalária por apresentar crescimento rápido, com raízes vigorosas, profundas e ramificadas favorecem a ciclagem dos nutrientes disponíveis nas camadas subsuperficiais do solo. Os nutrientes absorvidos que constituirão a fitomassa da planta serão liberados durante a sua decomposição, favorecendo o acúmulo nas camadas superficiais do solo (CARDOSO et al., 2013).

Entre as leguminosas, a crotalária se destaca pelo seu ciclo mais, florescendo entre os 60 e 90 dias, completando seu ciclo com 120 dias, podendo atingir de 3 a 3,5 m de altura (CARVALHO e AMABILE, 2006). Conforme Wutke (1993), a crotalária pode fixar, em média, 150 a 165 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio no solo, podendo chegar até a 450 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em certas ocasiões.

Em estudo da crotalária para adubação verde, através do consórcio simultâneo, Cesar et al. (2006) destacaram os benefícios quanto ao rendimento agrônomico da cultura do pimentão em sistema orgânico de produção. Cavallari et al. (2017) observaram que a crotalária é uma espécie que apresenta boa produção de fitomassa verde e seca, mesmo no início de seu desenvolvimento, e que contribui para uma rápida cobertura do solo.

Vargas et al. (2011), utilizando 50% da dose recomendada de adubação mineral somado à biomassa seca de crotalária e feijão de porco, obtiveram produção de repolho similar à obtida com 100% adubação mineral.

A crotária proporciona uma redução de insumos agrícolas usados, porque pode fornecer quantidade considerável de nitrogênio para outras culturas (DINIZ et al., 2014).

Deste modo, essa espécie de leguminosa tropical é uma alternativa promissora bastante utilizada como cultura de cobertura ou adubação verde, em regiões com baixa fertilidade de solo, devido aos benefícios que proporciona ao solo.

2.5 FEIJÃO GUANDU ANÃO

O feijão guandu-anão (*Cajanus cajan*), é uma planta pouco exigente em relação à fertilidade do solo e adapta-se bem a diversas faixas de precipitação pluviométrica, além de ser resistente à seca (TANAKA, 1981). É um arbusto semi-perene cujo ciclo dura entre 80 (variedades anãs) e 180 (variedades normais) dias. A produção de massa verde é de 20 a 40 t ha⁻¹ (FORMENTINI et al., 2008).

No Brasil, a cultura do guandu foi introduzida, principalmente, devido a ser resistente à seca e por crescer em solos com baixa fertilidade, apresentando bons resultados como fornecedora de massa verde nos pastos em períodos de chuvas escassas, além de ser planta muito versátil, adaptada às mais diversas condições climáticas do país, sendo utilizada também na rotação de culturas (ALVES e MEDEIROS, 1997).

Segundo Silva et al. (2016), a preferência pelo guandu-anão se deve ao potencial de produção de fitomassa seca, adaptação às condições edafoclimáticas e acumulação de nutrientes, principalmente o N. Nesse sentido em estudo realizado no estado do Goiás, Silva et al. (2016) constataram que o consórcio entre milheto e guandu-anão apresentou produtividade de fitomassa seca total semelhante ao cultivo solteiro de milheto, no entanto, os mesmos autores evidenciaram que o consórcio de milheto e guandu-anão apresenta potencial para produzir resíduos culturais com qualidade, sem comprometer a quantidade de fitomassa seca total.

O cultivo sobre palhada do feijão guandu proporciona grande benefício, seja para a cultura em consorcio ou em plantio sobre a palhada do guandu, como evidenciado por Cardoso et al. (2014) onde o cultivo da soja em plantio direto na palhada do feijão guandu teve a produtividade elevada em mais de 10%. Esses benefícios também são evidenciados no solo, fato este que foi observado por Brito et al. (2016), em cultivo de mandioca com guandu-anão, onde o consórcio proporcionou maior riqueza à comunidade da fauna edáfica em comparação ao sistema tradicional, aumentando assim a vida microbiana no solo.

Em estudo sobre o cultivo de milho em base ecológica, Padovan et al. (2016) destacaram que o feijão-guandu, a mucuna-preta, a mucuna-cinza e o feijão-de-porco, em consórcio entre crotalária juncea e milheto são alternativas como adubação verde no cultivo de milho. As

vantagens do consorcio entre feijão guandu são relatadas por Oliveira (2010), que observaram que a consorciação de milho com adubos verdes, especificamente as espécies de guandu ou crotalária (*Crotalaria spectabilis*), favorece a recuperação de áreas degradadas.

Nesse sentido, o consorcio com feijão guandu anão é um sistema produção que representa uma alternativa para o produtor implementar a fixação biológica de N no sistema de produção, que consiste em um dos objetivos do Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Programa ABC), lançado pelo governo federal, em 2010, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010).

2.6 FEIJÃO DE PORCO

O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) é uma leguminosa anual ou bianual, de crescimento inicial lento, resistente a altas temperaturas, tolerante ao sombreamento parcial. O feijão-de-porco também é uma planta muito resistente à seca, desenvolvendo-se bem em solos compactados e argilosos (EIRAS e COELHO, 2011).

A palhada proveniente de cobertura vegetal protege o solo da radiação solar e diminui perda de água no solo. Além disso, contribui para a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (LIMA FILHO et al., 2014). Nesse sentido, dentre as leguminosas, o feijão de porco é uma das mais utilizadas (TEODORO et al., 2011). O feijão-de-porco também apresentam desenvolvimento vegetativo acentuada e rusticidade, adaptando-se bem às condições de estiagem e de temperaturas altas, o que a tem tornado e planta uma das principais culturas utilizadas na adubação verde no Brasil (EIRAS e COELHO, 2011; TAVARES JUNIOR et al., 2015).

O feijão de porco aponta diferentes teores de nitrogênio em determinadas fases do ciclo vegetativo. No período de floração o teor de nitrogênio é mais elevado chegando em torno de 38 g kg^{-1} , na parte de frutificação ocorre uma redução de 8 g kg^{-1} , com valor de 30 g kg^{-1} e acúmulo de matéria seca na parte aérea no período vegetativo de florescimento de $8,77 \text{ t ha}^{-1}$ (RICARDO et al., 2011).

Conforme Eiras e Coelho (2011) dos adubos verdes, o feijão-de-porco tem apresentado bom desempenho em consórcio com o milho, pois se adaptada à condição de luz difusa e explora profundidades e volumes de solo diferente das plantas de milho, sendo apontado como adequado para consórcio com o milho. Quando comparado com a mucuna anã, guandu anão,

crotalária e plantas daninhas, o feijão de porco apresentou maior produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes no solo ao final do cultivo (SILVA et al., 2016).

Quanto ao acúmulo de macronutrientes, o feijão de porco apresenta elevada incorporação de nutrientes em sua biomassa, isso é confirmado por Teixeira (2010), ao verificar que a palhada de milho associada com feijão-de-porco apresentou maiores acúmulos iniciais de todos os macronutrientes e proporcionou maior velocidade de liberação de N, Ca e Mg, tendo ciclado, em razão dos maiores acúmulos, maior quantidade total de todos os macronutrientes.

Nesse sentido Santos et al. (2010) pesquisando o desempenho da cultura do milho sob plantio direto, com e sem a aplicação de N em cobertura, em sucessão a adubos verdes de verão: Crotalária juncea, Crotalária spectabilis, feijão-de-porco, milho e vegetação espontânea, verificarem que a maior altura de milho se deu no tratamento realizado com feijão-de-porco.

2.7 MUCUNA-PRETA

A mucuna-preta (*Stylobolus aterrimum*) é uma planta da família da fabaceae, de hábito de crescimento acelerado e crescimento volúvel, sendo uma planta bastante utilizada para o controle de plantas invasoras. Com ciclo, do plantio ao pleno florescimento de 140 a 180 dias, a mucuna preta produz em média, 6 a 9 toneladas de massa seca e fixa entre 180 e 350 kg de N por ha⁻¹ safra⁻¹ (FORMENTINI et al., 2008). Segundo Lorenzi (1984), estudos já verificaram o efeito de inibição da mucuna-preta sobre a tiririca (*Cyperus rotundus*) e o picão-preto (*Bidens pilosa*).

Dentre as espécies cultivadas como adubação verde, a mucuna preta também apresenta elevado potencial no fornecimento de N e P nos agroecossistemas tropicais, devido à alta produção de massa seca e fixação de N atmosférico (COBO et al., 2002). Contudo, a liberação de N dos resíduos de mucuna é mais rápida que a decomposição de sua massa, elevando rapidamente os teores de N-mineral do solo os quais estarão mais sujeitos a lixiviação pela água das chuvas (RIBAS et al., 2010).

Quanto ao acúmulo e liberação de P no solo (SILVA, 2017) constatou que as maiores concentrações de P disponível do solo foram constatadas no solo coberto com milho + mucuna preta, e que o uso das culturas de cobertura contribui para o aumento desse elemento no solo, pois comparando com o solo sob vegetação espontânea, observou-se aumento médio de 56 e 33% nos teores de P, para o solo sob mucuna preta e o consórcio milho + mucuna, respectivamente.

A mucuna preta apresenta desenvolvimento vegetativo eficiente e acentuada rusticidade, adaptando-se bem às condições de deficiência hídrica e de temperaturas altas, o que as tem tornado as principais culturas utilizadas na adubação verde no Brasil (TAVARES JUNIOR et al., 2015). Também se destacam no incremento de macronutrientes e aumento da matéria. Ambrosano et al. (2016) relatam que há uma tendência de diminuição na acidez potencial no tratamento com o uso da mucuna preta, como adubo verde.

Brandelero et al. (2016) observaram nas plantas de alface que as maiores médias para massa fresca de parte aérea, massa seca de raiz foram obtidas com a adição das folhas da mucuna preta nas entrelinhas da alface, sendo esta diferença muito expressiva chegando a 340, 197, 371 e 168% respectivamente.

A mucuna preta é uma planta bastante utilizada em áreas de pousio, pois proporciona boa cobertura de solo. Massad (2017) observou que a mucuna-preta apresentou um rápido recobrimento do solo aos 40 dias após a semeadura, atingindo percentagens de coberturas de solo superiores a 50%. Essa elevada taxa de cobertura do solo também foi observada por Oliveira et al. (2010), com 99,25% ao final de seu ciclo. Esses resultados demonstram que as espécies, além de serem utilizadas como uma prática agrícola conservacionista de manejo do solo, apresentam grande potencial de uso em atividades de recuperação inicial de áreas que possuem degradação física do solo (MASSAD, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi conduzido no período de abril de 2016 a novembro de 2017, e constou de um experimento em condições de sequeiro, no campo experimental no setor de Olericultura da Escola Agrotécnica, *campus* Murupu-UFRR, município de Boa Vista-RR: latitude 07°28'14"S e longitude 34° 48' 31" W, a uma distância 37 km de Boa Vista RR.

Conforme classificação de Köppen o clima local é do tipo Aw, caracterizado como Tropical Chuvoso, quente e úmido, apresentando nítido período seco, após sofrer alternados períodos secos e úmidos. A temperatura média é da ordem de 25 °C, e a precipitação pluviométrica anual na área do estudo foi em torno de 1.600 mm, com distribuição irregular, com dois períodos nítidos de chuvas, com o mais chuvoso, entre os meses de abril a setembro. A média anual de umidade relativa gira em torno de 70 a 80% (ARAÚJO et al., 2001).

O solo da área do experimental foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico com baixa reserva de nutrientes e capacidade de troca de cátions (MELO, 2010).

3.2 HISTÓRICO DA ÁREA E O DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido em área de lavrado, em um tipo sistema agroflorestal “cultivo em aleias” instalado em abril de 2013, onde o solo apresentava-se com os seguintes atributos químicos (Tabela 1).

Tabela 1- Atributos químicos do solo na profundidade de 0 – 20 cm, antes da instalação do experimento. Boa Vista-RR, 2015.

pH H ₂ O	P meh. mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	SB	M.O dag/kg ⁻¹
4,8	4,6	0,06	0,5	0,2	0,23	2,0	5,0	0,75	0,7

Após o resultado da análise do solo, em maio de 2013 iniciou-se o preparo do solo com distribuição de calcário dolomítico, seguida uma gradagem leve, para incorporação da vegetação existente no local. O plantio da glirícidia foi realizado com estacas oriundas da Unidade Experimental da EMBRAPA-RR no Município de Mucajaí. As fileiras de glirícidia foram plantadas no espaçamento de 3,5 m entre linhas e 2,5 m entre as plantas. Após o plantio das estacas foram semeados de forma aleatória (sem divisão de parcelas), sementes de leguminosas herbáceas, (crotalária, feijão guandu anão, feijão de porco e mucuna preta), em

toda a área experimental. O manejo de podas das plantas de gliricídeas iniciou-se aos oito meses após plantio das estacas, quando as mesmas se apresentavam caule superior a 1,5 m de altura, em seguida todas as folhas e ramos menores que 1,5 cm de diâmetro foram espalhados sobre o solo.

Posteriormente a implantação das aleias e semeadura das leguminosas, o solo da área experimental ficou em pousio até maio de 2015. Em sucessão ao plantio das leguminosas foi montado um delineamento experimental para avaliar em dois anos o cultivo de milho consorciado com leguminosas herbáceas, (crotalária, feijão guandu anão, feijão de porco e mucuna preta).

As atividades para a implantação do sistema, iniciaram com as coletas de solo, sendo colhidas amostra nas áreas com presença e ausência de gliricídia e uma coleta em ambiente natural de savana. Em cada área foram colhidas dez amostras simples na profundidade de 0-20 cm para formar uma amostra composta (Figura 1).

Figura 1 Coleta de solo para análise. Campus Murupu, UFRR, 2015.



Fonte: Barroso, C. F. S. (2015).

Dois meses após a colheita do milho, o solo da área experimental tinha as seguintes características químicas (Tabela 1 e Tabela 2).

Tabela 2. Atributos químicos do solo da área experimental, nos talhões de área nativa de savana, ausência e presença de gliricídias na profundidade de 0 - 20 cm, respectivamente.

	pH H ₂ O	P meh. mg dm ⁻³	K	K	Ca	Mg	Al	H + Al	M.O dag/kg ⁻¹
				cmolc dm ⁻³					
Presença gliricidia	5,7	15,9	39	0,1	1	0,4	0,06	1,5	1,1
Ausência gliricidia	5,6	10,3	50	0,13	0,9	0,3	0,09	1,4	0,9

Laboratório: LABRAS-MG, 2015.

Para a caracterização química do solo foram coletadas amostras nas áreas com presença e ausência de gliricidia e na área nativa de savana. Na área foram colhidas dez amostras simples, na profundidade de 0 - 20 cm, para compor a amostra composta.

A pesquisa atual foi desenvolvida em dois anos agrícolas consecutivos, 2016 e 2017. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados, com três repetições, com parcelas subdivididas, utilizando o esquema fatorial de 2 × 5, referente a presença e ausência de sistemas de aleias, na parcela principal, e nas subparcelas, cinco consórcios de milho com leguminosas (C1- milho + feijão de porco no plantio; C2 = milho + feijão guandu anão no plantio; C3 = milho + mucuna preta aos 15 dias do milho; C4= milho + crotalária juncea no plantio, C5 = testemunha (milho solteiro).

A área do experimento se constitui de três blocos, nas dimensões de 10 m × 38,5 m, em cada bloco tem duas parcelas de 10 m × 17,5 m e em cada parcela cinco subparcelas de 3,5 m × 10 m, com corredor de 1,5 m entre talhões, totalizando uma área de 1.155 m² (Figura 2).

Figura 2. Representação da área experimental com as delimitações dos blocos e das parcelas e subparcelas.

BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III
P/G. FP	P/G. MS	P/G. MP
P/G. FG	P/G. FG	P/G. FP
P/G. MP	P/G. FP	P/G. MS
P/G. MS	P/G. MP	P/G. FG
P/G. CJ	P/G. CJ	P/G. CJ
A/G. CJ	A/G. FP	A/G. MS
A/G. FP	A/G. MS	A/G. MP
A/G. MS	A/G. FG	A/G. FG
A/G. MP	A/G. CJ	A/G. FP
A/G. FG	A/G. MP	A/G. CJ

Legenda

P = Presença

A = Ausência

G = Gliricidia

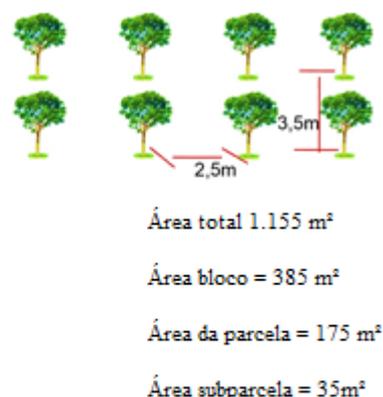
FP = Feijão de Porco

FG = Feijão Guandu Anão

MP = Mucuna Preta

CJ = Crotalária Juncea

MS = Milho Solteiro



3.3 MANEJO E PREPARO DA ÁREA

Em cada cultivo, antes da sementeira do milho e das leguminosas, foi realizado uma poda das plantas de gliricidia a uma altura de 2,0 m e todas as folhas e ramos menores que 1,5 cm de diâmetro foram espalhados sobre o solo e posterior incorporação, com gradagem leve.

Em maio de 2016 foi iniciado a implantação do experimento com o plantio das culturas, do milho variedade (criola), e das espécies leguminosas arbustivas. As sementeiras das espécies de cobertura e do milho foram feitas manualmente, em sulcos, sendo que para o milho consorciado e solteiro o espaçamento foi de 0,70 × 0,25 m. Cada subparcela constaram com nove linhas de 10 m, sendo quatro linhas com milho e cinco linhas com leguminosas intercalando as linhas com milho (Figura 3).

Figura 3 Semeadura do milho e das espécies leguminosas. Campus Murupu, UFRR, 2015.



Fonte: Silva, E. M. Q. (2015).

As sementes foram distribuídas nos sulcos por metro linear: para o milho foram quatro sementes por metro linear; para as espécies de cobertura como a mucuná preta e feijão de porco três sementes por metro linear; para o feijão guandu anão e a crotalária juncea foram 20 sementes por metro linear. Após a emergência das plantas, foi feito o desbaste para ajuste da população desejada por hectare.

3.4 TRATOS CULTURAIS

Durante a condução do experimento foram executadas capinas com o auxílio de enxadas, visando manter a área livre de plantas espontâneas. Por ocasião das capinas, ao mesmo tempo foram realizadas amontoas, com o objetivo de estimular desenvolvimento de raízes secundárias do milho (Figura 4)

Figura 4 Capina e amontoa. Campus Murupu, UFRR, 2015.



Fonte: Silva, E. M. Q. (2015).

É importante ressaltar que aos 17 dias após o plantio do milho, houve a necessidade de fazer capina na área com ausência de gliricidia, onde foram realizados quatro capinas ao longo de cada cultivo. Na área com gliricidia foram realizados três capinas no primeiro cultivo e duas no segundo cultivo, sendo que a primeira capina ocorreu aos 25 e 30 dias respectivamente, devido à incidência de plantas espontâneas.

Para evitar a competição por luz, as plantas de gliricídias foram novamente podadas aos 40 dias após cada plantio. Os ramos podados foram depositados sobre as entrelinhas de cultivo no talhão com presença de gliricídias.

Nos períodos de ausência de chuvas foram efetuadas irrigações suplementares pelo sistema de aspersão convencional, procurando manter a umidade suficiente para o desenvolvimento normal do milho.

Para o controle de pragas foi realizado aplicações de extrato de nem (*Azadirachta indica*) a cada 15 dias. Para auxiliar no desenvolvimento do milho foi realizada duas adubações em cobertura a cada cultivo com 80 kg ha⁻¹ de N, em duas aplicações, aos 20 e aos 45 dias após a semeadura do milho e leguminosas. Como fonte de N foi utilizada a uréia.

A recomendação foi baseada no trabalho desenvolvido na Escola Agrotécnica da UFRR que observou com melhor dose para produção de milho 150 kg ha⁻¹ (Silva, 2015).

3.5 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

É importante ressaltar que somente foi determinada as características agronômicas do milho na safra de 2017, sendo que o milho cultivado na safra de 2016 foi colhido, mas não foi determinado suas características agronômicas, e toda a produção de palhada permaneceu na área experimental. Apenas as características químicas do solo foram determinadas do ano de 2016 e 2017.

4.4.1 Cultura do milho

A colheita do milho verde foi realizada manualmente, quando as espigas se encontravam em estado de maturação fisiológica, quando os grãos apresentaram endosperma amarelo e leitoso com 70 a 80 % de teor de água nos grãos.

No momento da colheita, determinou-se a altura de plantas e de inserção da primeira espiga com auxílio de uma trena métrica, em dez plantas representativas da subparcela, sendo que a altura de planta foi mensurada do nível do solo até o ponto de inserção da última folha e a altura de inserção da primeira espiga foi determinada do nível do solo até a base da espiga.

Após a colheita, foram despalhadas e pesadas, com o auxílio de uma balança, todas as espigas da área útil de cada subparcela, para posterior estimativa de produtividade (Figura 5 Determinação da massa fresca de espiga sem palha. Campus Murupu, UFRR, 2015.).

Figura 5 Determinação da massa fresca de espiga sem palha. Campus Murupu, UFRR, 2015.



Fonte: Silva, E. M. Q. (2015).

O comprimento das espigas foi determinado após a retirada da palha, com uso de régua graduada em milímetros. Para a determinação do diâmetro de espiga foi utilizado um paquímetro digital de 150 mm (Figura 6).

Figura 6 Comprimento e diâmetro de espiga. Campus Murupu, UFRR, 2015.



Fonte: Silva, E. M. Q. (2015).

Para a produtividade de espiga comercial sem palha utilizou-se como base a massa fresca de espigas comercial obtida em cada subparcela, sendo os resultados expressos em kg ha^{-1} , sendo considerado comercial espigas de comprimento superior a 16 cm e diâmetro acima de 4 cm e sem a presença de defeitos como a falta de sementes na espiga e danos causados por pragas, conforme exigência do mercado local.

No mesmo período foi determinada a produtividade de espiga total sem palha a partir massa fresca total de espiga obtida na área útil de cada subparcela, sendo os resultados expressos em kg ha^{-1} .

3.4.2 Coletas e análises laboratoriais do solo

3.4.3.1 Amostragem do solo

Para as análises químicas do solo da área experimental foram realizadas coletas de solo em três estágios do experimento.

A primeira coleta foi realizada antes de implantar o experimento e contou com coletas na área de lavrado, no talhão do experimento sem e com glicíndias(Figura 2).

A segunda e terceira coleta foram realizadas dois meses após a colheita do milho onde foi coletado quatro amostras em cada ocasião.

Após dois meses da colheita do milho em setembro de 2015 e 2016, as amostras do solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm obtendo-se quatro amostras composta formadas por 10 amostras simples para cada safra, sendo amostra 1: formada por cada amostra coletada nas subparcela com consórcio de milho com leguminosa na presença de gliricidia; amostra 2: formada pelas amostras coletadas nas subparcelas com milho solteiro na presença de gliricidia; amostra 3: formada pelas amostras coletadas nas subparcelas de milho consorciado com leguminosas na ausência de gliricidia; amostra 4: formada pelas amostras coletadas nas subparcelas com milho solteiro na ausência de gliricidia (Figura 7).

Figura 7 Coleta de solo dois meses após a colheita do milho. Campus Murupu, UFRR, 2015.



Fonte: Silva, E. M. Q. (2015).

Após a coleta, as amostras foram secas ao ar e passadas na peneira com malha de 2 mm e encaminhadas para o Laboratório de LABRAS para avaliação das características químicas do solo da área experimental. As análises realizadas seguiram metodologia proposta por (EMBRAPA e IAC, 2017).

O pH foi determinado em água onde a medição da concentração efetiva de íons H^+ na solução do solo, eletronicamente, por meio de eletrodo combinado, imerso em suspensão solo: água na proporção de 1:2,5.

Para a determinação do fósforo foi utilizado a solução extratora de Mehlich 1, também chamada de solução duplo-ácida ou de Carolina do Norte. O fósforo extraído foi determinado espectroscopicamente, através da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibdico produzido pela redução do molibdato com o ácido ascórbico.

O potássio foi determinado por extração com solução diluída de ácido clorídrico e posterior determinação por espectrofotometria de chama.

A matéria orgânica foi determinada pelo método do colorimétrico (Ácido sulfúrico e dicromato de sódio).

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Foi utilizado para análise dos dados o programa estatístico SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resumos das análises de variância, verifica-se que todas as variáveis avaliadas referentes aos aspectos agronômicos do milho verde, apresentaram interação significativos entre os tratamentos estudados, exceto a altura de planta (AP) e altura de inserção de espigas (AIE) (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da ANOVA e nível de significância para altura de planta (AP), altura de inserção da espiga (AIE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), produtividade total kg ha^{-1} (PT) e produtividade de espiga comercial kg ha^{-1} (PEC). EAgro/UFRR, Boa vista, 2018.

FV	GL	Anova					
		AP	AIE	CE	DE	PT	PEC
Bloco	2	409,80 ^{ns}	199,81 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1310745,03 ^{ns}	345721,28 ^{ns}
Aleia (A)	1	240,83 ^{ns}	116,42 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,36 ^{ns}	101920,06 ^{ns}	80082,44 ^{ns}
Resíduo a	2	227,26	25,28	1,84	0,28	2928510,94	1670733,7
Consort (C)	4	13116,33*	421,07*	10,90**	2,74*	13841889,37**	12043686,98**
A x C	4	1457,08 ^{ns}	175,65 ^{ns}	3,20**	11,43**	6096943,95*	12990620,51**
Resíduo b	16	412,-5	90,16	0,61	0,85	1311877,45	600025,36
Total	29	-	-	-	-	-	-
CV 1 (%)	-	4,57	3,37	8,68	1,33	23,1	27,14
CV 2 (%)	-	8,69	6,36	5,02	2,29	15,46	16,27

Legenda: ns, *, ** - Não significativo, significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

4.1 ALTURA DE PLANTAS E DE INSERÇÃO DE ESPIGAS

Dentre as variáveis avaliadas da cultura do milho, a altura de plantas e de inserção da espiga não foram influenciadas pelo tratamento com presença e ausência de aleias de gliricidia, sendo influenciadas apenas pelo consórcio do milho com as leguminosas. Conforme o teste de Scott-Knott, observa-se que para a altura de planta, o milho quando cultivado em consórcio apresentou alturas mais elevadas (Tabela 4). Este comportamento pode ter ocorrido devido à maior exigência do milho por N nos primeiros estádios de seu desenvolvimento, visto que todo o material vegetal do cultivo anterior já havia sido decomposto e seus nutrientes liberados no solo, com maior disponibilidade de nutrientes para as plantas. Este comportamento também pode ter ocorrido por ser uma característica da cultivar uma vez que a cultivar utilizada foi uma

espécie crioula, este maior crescimento das plantas ainda pode ter ocorrido pela competição por luz entre o milho e as leguminosas.

Tabela 4. Média das alturas de planta de milho e de inserção da primeira espiga em cm, em função do consorcio crotalária juncea (CJ), feijão quando anão (FG), feijão de porco (FP), mucuná preta (MP) e milho solteiro (MS).

ALTURA DE PLANTA	
CJ	241,33 a
FG	245,50 a
FP	253,00 a
MP	234,16 a
MS	193,50 b
ALTURA DE INCERÇÃO DA ESPIGA	
CJ	151,1 a
FG	145,8 b
FP	156,7 a
MP	136,8 b
MS	156,6 a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

Em trabalho desenvolvido com milho em plantio direto na palhada de leguminosas e vegetação espontânea com e sem adubação nitrogenada Santos et al. (2010) observaram efeito significativo dos adubos verdes e da adubação nitrogenada, não havendo interação entre os fatores. Com o plantio direto nos adubos verdes, a maior altura foi verificada no tratamento realizado com feijão-de-porco, portanto, a adubação verde foi benéfica a altura do milho. Gitti et al. (2012) estudando o consórcio simultâneo de milho com *Crotalaria juncea* e *C. spectabilis*, concluíram que o consórcio não alterou a altura de plantas, podendo-se deduzir que, não houve competição por luz entre o milho e as leguminosas. Entretanto, esse maior crescimento proporcionado pelos adubos verdes pode demonstrar, não só a ausência de competição interespecífica, mas também a melhoria no desenvolvimento das plantas de milho promovida pelos consórcios.

Apenas os tratamentos com os consórcios com crotalária e feijão de porco e o monocultivo influenciaram a altura de inserção de espiga (Tabela 4). Entretanto, Salomão (2015), em trabalho conduzido sob cultivo orgânico de milho em sucessão a de adubos verdes, observaram maiores alturas de inserção da espiga quando o milho foi cultivado sobre a área de crotalária, mucuna, lab-lab e após estilantes campo grande, que não diferenciou estatisticamente das demais leguminosas e da testemunha que ficou com a menor altura de

inserção de espiga com 0,65 m, resultado este que difere do obtido nesta pesquisa, onde a testemunha teve altura de inserção de espiga semelhante ao cultivo em consórcio com crotalaria e feijão de porco.

Alves (2014) avaliando consórcios e adubação orgânica, monocultivo sem adubação, monocultivo adubado com 20 m³ ha⁻¹ de composto, monocultivo adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto, consorciado com feijão-de-porco e adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto, consorciado com guandu anão e adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto, consorciado com guandu arbustivo e adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto, não encontrou diferença significativamente entre os tratamentos estudados para a altura de inserção de espigas.

4.2 COMPRIMENTO E DIÂMETRO DE ESPIGAS

Quanto ao comprimento de espigas, conforme análise de variância, houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados tendo apresentado ainda interação significativa entre os fatores aleias e consórcio com leguminosas (Tabela 5).

Tabela 5. Média dos diâmetros e comprimento de espiga (cm), em função do consorcio com crotalaria juncea (CJ), feijão quando anão (FG), feijão de porco (FP), mucuná preta (MP) e milho solteiro (MS), com e sem aléias.

ALÉIAS	DIÂMETRO DE ESPIGA (mm)				
	CJ	FG	FP	MP	MS
com	3,94 Ab	4,09 Ab	3,97 Bb	4,32 Aa	4,01 Ab
sem	3,94 Bc	4,05 Ab	4,26 Aa	3,86 Bc	4,11 Ab
ALÉIAS	COMPRIMENTO DE ESPIGA (cm)				
	CJ	FG	FP	MP	MS
com	15,7 Ab	15,6 Ab	17,1 Ba	14,9 Ab	14,8 Bb
sem	14,1 Ac	16,2 Ab	18,5 Aa	13,6 Ac	16,3 Ab

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

As maiores espigas foram colhidas na parcela com o consórcio de milho e feijão de porco na área com aleias de gliricidia, com tamanho médio de espiga de 17,1 cm de comprimento. Na área sem gliricidia, o maior comprimento de espiga também foi observado no consórcio de milho com o feijão de porco com comprimento médio de 18,5 cm.

Essa superioridade do feijão de porco em relação aos demais consórcios pode estar relacionado ao seu hábito de crescimento, já que o feijão de porco não compete com o milho por luz. Resultados favoráveis ao feijão-de-porco também foram encontrados por Santos et al. (2010), que observaram os maiores comprimentos de espiga foram propiciados pelo tratamento com feijão-de-porco não diferindo de *Crotalaria spectabilis*. Entretanto, esse resultado diferiu do encontrado neste trabalho onde o comprimento das espigas nos tratamentos com crotalaria não teve valores semelhantes ao do feijão de porco.

Esses resultados divergem dos encontrados por Torres et al. (2014), que trabalhando com plantas de cobertura de solo e adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha, observaram não haver diferença entre os tratamentos com cobertura de solo, tanto para o comprimento quanto para o diâmetro de espiga, somente verificou diferença entre as doses de N.

O diâmetro de espiga quando cultivado em aleias teve o melhor resultado no consórcio com mucuna preta, não havendo diferença estatística entre os demais consórcios (Tabela 5), este resultado não prevaleceu no comprimento de espiga ocasionando diminuição das espigas comerciais.

Quando cultivado sem aleias, a espiga de milho apresentou o maior diâmetro no consórcio de feijão de porco, este resultado aliado ao comprimento de espiga refletiu maior massa de espiga comercial. Castro et al. (2014), trabalhando com diferentes plantas de cobertura utilizando a cultivar de milho híbrido P4285H, em Araxá – Minas Gerais, observaram valores superiores aos encontrados neste trabalho, sendo que a crotalaria proporcionou diâmetro médio de 5,47 cm, sendo significativamente superior à testemunha 5,12 cm e igual os demais tratamentos. Massad (2010), na região de Virgem da Lapa-MG, utilizando a variedade Vencedor, encontrou valor de diâmetro de espiga de 4,31 cm, próximo ao observado neste trabalho.

4.3 PRODUTIVIDADE DE ESPIGA TOTAL E COMERCIAL SEM PALHA

Nas características avaliadas de produtividade de espigas total sem palhas e produtividade de espigas comercial, houve efeito significativo da interação entre os tratamentos de aleias e consórcio com leguminosas (Tabela 6).

Tabela 6. Média de produtividade total de espiga sem palha e produtividade de espiga comercial sem palha (kg ha⁻¹), em função do consórcio com crotalária juncea (CJ), feijão quando anão (FG), feijão de porco (FP), mucuná preta (MP) e milho solteiro (MS), com e sem aléias.

ALÉIAS	PRODUTIVIDADE TOTAL DE ESPIGA SEM PALHA (kg ha ⁻¹)				
	CJ	FG	FP	MP	MS
COM	8.788,4 Aa	8.098,0 Aa	7.126,3 Aa	7.353,6 Aa	7.421,0 Ba
SEM	6.221,8 Ab	6.957,0 Ab	8.607,0 Aa	3.806,2 Bc	9.259,6 Aa
ALÉIAS	PRODUTIVIDADE DE ESPIGA COMERCIAL (kg ha ⁻¹)				
	CJ	FG	FP	MP	MS
COM	5.600,04 Aa	4.285,37 Ab	5.299,42 Ba	4.062,00 Ab	3.279,37 Bb
SEM	4.357,91 Ab	3.978,51 Ab	7.412,44 Aa	1.333,00 Bc	8.013,58 Aa

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

Quando o milho foi cultivado em aleias, a produtividade de espiga total sem palha não apresentou diferença entre os consórcios e para a produtividade de espiga comercial, o tratamento que proporcionou maior massa foi o consórcio com crotalária e o com feijão de porco, não havendo diferença estatística entre eles. Entretanto, o monocultivo de milho sem aleias favoreceu uma maior produtividade e maior número de espigas comerciais, não diferindo do consórcio com feijão de porco. Estes resultados mostram que apesar de ter tido resultados próximos ao obtidos no cultivo solteiro pode ter ocorrido competição entre as leguminosas e o milho. Por outro lado, Oliveira (2012) verificou que o cultivo do milho em aleias de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) e gliricidia proporcionou número e massa de espigas verdes comercializáveis, empalhadas e despalhadas, semelhantes aos do monocultivo, demonstrando ser algo muito positivo, pois no monocultivo a população foi de 50.000 plantas ha⁻¹ e em consórcio, a população foi de 37.500 plantas ha⁻¹. Nesse sentido, como o milho é uma cultura bastante exigente em fertilidade do solo, o estreitamento das linhas de plantio para 70 cm, com espaçamento entre planta de 25 cm, com o total de 57.000 plantas ha⁻¹ pode ter contribuído para uma maior competição entre os consórcios.

Vale ressaltar que o feijão de porco propiciou resultados próximos aos do cultivo solteiro, resultados semelhantes também foram observados por Madalon et al. (2015) testando diferentes espaçamentos de consórcio de feijão de porco com milho, em que constataram a influência do consórcio na redução da produtividade do milho comparado ao milho adubado de forma convencional com NPK.

Em trabalho testando consórcios de quando anão, quando arbustivo, feijão de porco e adubação com composto orgânico, Alves (2014) observou que a produtividade do milho não

foi afetada pelo consorcio com guandus e feijão-de-porco, evidenciando não haver competição entre as leguminosas e o milho, obtendo produtividade de espigas comerciais variando entre 5.390 e 8.100 kg ha⁻¹.

4,4 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

De acordo com os resultados obtidos, todas as combinações de leguminosas, milho e aleias contribuíram para aumentar a fertilidade do solo ao longo dos dois cultivos (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios de de pH, fósforo (P) e potássio(K), na camada de 0 - 20 cm do solo, no primeiro (2016) e segundo (2017) cultivo.

tratamentos	1° ANO (2016)			2° ANO (2017)		
	pH	P	K	pH	P	K
		Teor (mg dm ³)			Teor (mg dm ³)	
M+L+A	5,6	9,4	25	5,5	15,9	36
M+A	5,1	6,6	21	5,7	9,4	33
M+L	5,3	10,5	23	5,7	14,7	40
M	5,8	7,1	23	6,4	16,5	42

Tratamentos: (M+L+A; M+A; M+L, M), milho consorciado com leguminosas em aleias, milho solteiro em aleias, milho consorciado com leguminosas em área aberta e milho solteiro em área aberta.

No entanto, ao final do primeiro ano de cultivo, houve diminuição da concentração dos nutrientes no solo. Este fato pode ter ocorrido devido a absorção e incorporação dos nutrientes do solo na biomassa das leguminosas e do milho, e que, apesar da incorporação ao solo, possivelmente não tinham sido mineralizados no final do primeiro cultivo. Macedo (2015) observou aumento na fertilidade do solo após cultivo milho na palhada leguminosas em comparação com os dados à época da implantação do sistema. Após o segundo ano de cultivo, observou-se que os teores de nutrientes no solo aumentaram, chegando a valores superiores aos observados no solo anterior ao primeiro cultivo.

O pH do solo antes da implantação do experimento era de 4,8, 5,6 e 5,7, na área de lavrado, área de cultivo sem e com gliricidia, respectivamente (Tabela 1 e Tabela 2), portanto, todos os valores obtidos para o pH após o primeiro e segundo ano de cultivo foram superiores a área de lavrado. A área de milho solteiro sem gliricidia apresentou maior elevação de pH, sendo superiores aquele verificado antes do plantio, ainda pode-se verificar que nas áreas de consórcio e de milho solteiro com gliricidia houve aumento do pH se comparado com a testemunha, mas houve uma pequena redução do pH no primeiro ano e umano segundo ano no

tratamento com gliricídia e leguminosa, comparado aos valores anteriores ao primeiro ano de cultivo (Tabela 2). A adubação verde com leguminosas herbáceas e arbórea não foi suficiente para elevar o pH no solo, mas manteve a acidez controlada.

Aguiar et al. (2013) também observaram valores mais elevados de pH em sistema de cultivo em aleias. Entretanto, Barreto et al. (2010), testando áreas sob sistema de aleias com gliricídia, milho isolado e mata secundária, nas profundidades de amostragem de 0 – 5 cm, 5 – 10 cm, 10 – 20 cm e 20 – 40 cm não observaram diferença entre as áreas avaliadas.

Em relação aos teores de fósforo, todos os tratamentos elevaram os teores de P no solo ao fim de dois anos de cultivo, mas no primeiro ano houve redução para os níveis de P em quase todos os tratamentos, com exceção da área de milho consorciados com leguminosas sem aleias, sendo que os níveis deste elemento ao fim do primeiro ano de cultivo foi de 59,1, 41,5, 101,9, 68,9 % dos níveis anteriores ao primeiro ano, no segundo ano, os níveis deste elemento apresentaram elevação para 100,0, 59,1, 142,7, 160,2 % nos tratamentos (M+L+A, M+A, M+L, M) respectivamente, comparados aos níveis anteriores ao primeiro cultivo. No entanto, o cultivo de milho solteiro em aleias não teve boa recuperação mostrando que o consorcio com leguminosas herbáceas influencia positivamente os níveis de P no solo. Os benefícios proporcionados ao solo pelas leguminosas são destacados por Ae et al. (1991), ao constatarem maior capacidade de liberação do fósforo adsorvido do solo bem como a maior disponibilidade de $N-NH_4^+$ no solo (SILVA et al., 2006), atributos proporcionados pelo guandu e crotalária, respectivamente.

Os valores de P obtidos ao fim do segundo ano se refletiram no desempenho produtivo do milho aumentando a produtividade nas áreas com milho solteiro e nas áreas com aleias de gliricídia, e apesar do maior aumento de P ter sido observado em áreas sem aleias, na área com aleia e consorcio (M+L+A), o P se manteve com o mesmo valor observado no início do primeiro ano de cultivo mesmo com a exportação de nutrientes para produção do milho e assimilação do nutriente pelas leguminosas. Porém, Aguiar et al. (2013) constataram que o plantio direto em aleias proporcionou teores mais elevados de P.

Pode-se ressaltar ainda que os níveis de fósforo observados influenciaram a produtividade de espigas. Nesse sentido, Paiva et al. (2012) destacam que os níveis de nitrogênio e de fósforo dos solos são essenciais no aumento da produtividade de milho.

Para a concentração de potássio, assim como observado nos teores de fósforo, constata-se que houve redução nos níveis deste nutriente no primeiro ano de cultivo, e os valores foram reduzidos em 64,1, 53,8, 46 e 46% nos tratamentos M+L+A, M+A, M+L, M, respectivamente,

comparado aos níveis obtidos na instalação do experimento. Isso pode ter ocorrido devido não ter sido realizada adubação com K e parte do que havia no solo foi assimilado pelo milho e as leguminosas. Apesar da diminuição dos níveis de K na área com aleias, a redução foi menor que na área aberta. Santos et al. (2010) observaram que a concentração de K nas parcelas adubadas com biomassa de gliricídia foram superiores a encontrada no controle sem nenhuma adubação no primeiro ano de cultivo de milho. No segundo ano de cultivo os níveis de K foram elevados em relação ao primeiro ano de cultivo, possivelmente já influenciados pelo decomposição da biomassa vegetal, elevando os teores em 92,3, 84,6, 80,0 e 84,0 % em relação aos teores iniciais, nos tratamentos M+L+A, M+A, M+L, M, respectivamente.

Considerando os teores de K no solo, os tratamentos com aleias tiveram maior recuperação, no entanto, o tratamento milho solteiro sem gliricídia teve a maior elevação deste elemento. Corroborando com este resultado, Santos et al. (2010) não verificaram diferença para os teores de potássio entre os tratamentos estudados no segundo ano de cultivo.

Para a matéria orgânica, o maior acúmulo de MO em dois anos foi no tratamento (milho + leguminosas + aleia), esse fato deve-se ao maior aporte de resíduos vegetais na superfície do solo. No entanto, observa-se que o tratamento M+L+A (milho + leguminosas + aleia) apresentou valores de MO superiores aos demais tratamentos no primeiro cultivo (Tabela 8). No segundo cultivo, só foram observados acúmulo de MO no tratamento M+L+A, (enquanto que os demais tratamentos, a matéria orgânica do solo foi reduzida (Tabela 8).

Tabela 8. Matéria orgânica (MO), na camada de 0-20 cm do solo nas áreas avaliadas (Boa Vista, RR, 2017).

TRATAMENTOS	1° ANO (2016)	2° ANO (2017)
	MO (dag kg ⁻¹)	
M+L+A	1,3	1,8
M+A	1,1	1,0
M+L	1,2	1,1
M	1,2	1,1

Tratamentos: (M+L+A, M+A, M+L, M), milho consorciado com leguminosas em aleias, milho solteiro em aleias, milho consorciado com leguminosas em área aberta e milho solteiro em área aberta respectivamente.

Resultados semelhantes foram observados por Loss et al. (2010) em pesquisa em Seropédica, RJ, e constataram que a MO é afetada pela forma de manejo da área, sendo que a maior quantidade de palhada sobre a superfície do solo promove aumentos nos teores de MO.

Neste sentido os resultados obtidos demonstraram a importância da utilização do cultivo em aleias e do uso de leguminosas para a sustentabilidade e aumento da MO no solo.

5 CONCLUSÃO

O consórcio do milho com o feijão de porco elevou o diâmetro e comprimento das espigas em área com aleias e aberta.

Os consórcios do milho com crotalária e com feijão de porco proporcionaram maiores produtividades de espiga comercial

Na área de cultivo em aleias, os tratamentos testados proporcionaram os maiores valores de fósforo e potássio após o segundo ano de cultivo e proporcionou maior equilíbrio destes elementos nos dois anos de cultivo.

O cultivo em aleias com milho e consórcio com leguminosas proporcionou maior acúmulo de MO do solo nos dois anos de cultivo.

6 REFERÊNCIAS

AE, N.; ARIHARA, J.; OKADA, K. Phosphorus uptake mechanism of pigeonpea grown in Alfisols and Vertisols. IN: JOHANSEN, C.; LEE, K.; SAHRAWAT, K. L. (Ed.). Phosphorus nutrition of grain legumes in the semi arid tropics. Patancheru: ICRISAT, 1991. p.91-98.

AGUIAR, A. C. F.; BICUDO, S. J.; COSTA SOBRINHO, J. R. S.; MARTINS, A. L. S.; COELHO, K. P.; MOURA, E. G. Nutrient recycling and physical indicators of an alley cropping system in a sandy loam soil in the pre-Amazon region of Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 86, n. 2, p. 189-198, 2010.

AGUIAR, A. C. F.; CÂNDIDO, C. S.; CARVALHO, C. S.; MONROE, P. H. M.; MOURA, E. G. Organic matter fraction and pool of phosphorus as indicators of the impact of land use in the Amazonian periphery. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 30, p. 158-164, 2013.

ALVES, E. M. **Produção de milho-verde e grãos consorciados com leguminosas em sistemas de plantio direto orgânico**. 2014. 80f. Dissertação de mestrado em agroecologia- Universidade Federal de Viçosa, VIÇOSA, 2014.

ALVES, S. J.; MEDEIROS, G. B. Leguminosas em renovação de pastagens. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. (Eds.). **Simpósio sobre ecossistema de pastagens**, 3. ed. Jaboticabal: FINEP, 1997. p. 251-272.

AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; SALGADO, G. C.; ROSSI, F.; DIAS, F. L. F.; TAVARES, S.; OTSUKI, I. P. Caracterização de cultivares de *Mucuna* quanto a produtividade de fitomassa, extração de nutrientes e seus efeitos nos atributos do solo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

ARAÚJO JÚNIOR, B. B.; SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, O. F.; ESPINOLA SOBRINHO, J. Controle de plantas daninhas na cultura do milho com gliricídia em consorciação. **Planta Daninha (BRASIL)**, v. 30, n. 4, p. 767-774, 2012.

ARAÚJO, W. F.; ANDRADE, A. S. J.; MEDEIROS, R. D.; SAMPAIO, R. S. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 563-567, 2001.

AUDEH, S. J. S.; LIMA, A. C. R.; CARDOSO, I. M.; CASALINHO, H. D.; JUCKSCH, I. J. Qualidade do solo: uma visão etnopedológica em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia** v. 6 n. 3, p. 34-48, 2011.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 1287-1293, 2001.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F.; CARVALHO FILHO, O. M. Cultivo de alamedas de gliricídia (*Gliricidia sepium*) em solos dos tabuleiros costeiros. Aracaju: **EMBRAPA - Tabuleiros Costeiros**, 2004. 4 p. (EMBRAPA - Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 36).

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F.; DE CARVALHO FILHO, O. M. Sistema de cultivo em aléias nos tabuleiros costeiros de Sergipe: resultados de pesquisa. **EMBRAPA - Tabuleiros Costeiros. Documentos** 161, 2010.

BARRIOS, E.; COBO, J. G. Plant growth, biomass production and nutrient accumulation by slash/ mulch agroforestry systems in tropical hillsides of Colombia. **Agroforestry Systems**, v.60, n.3, p.255-265, 2004.

BASAMBA, T. A.; BARRIOS, E.; SINGH, B. R.; RAO, I. M. Impact of planted fallows and a crop rotation on nitrogen mineralization and phosphorus and organic matter fractions on a Colombian volcanic-ash soil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.77, n.2, p.127-141, 2007.

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**, 7ª Ed, São Paulo, SP: Editora Ícone. 2008.

BETTIOL, J. V. T., PEDRINHO, A., MERLOTI, L. F., BOSSOLANI, J. W., & DE SÁ, M. E. Plantas de cobertura, utilizando *Urochloa ruziziensis* solteira e em consórcio com leguminosas e seus efeitos sobre a produtividade de sementes do feijoeiro. **Uniciências**, v. 19, n. 1, 2015.

BETTIOLAM, J. V. T.; PEDRINHO, A.; MERLOTIA, L. F.; BOSSOLANIA, J. W.; SÁ, de M. E. plantas de cobertura, utilizando *Urochloa ruziziensis* solteira e em consórcio com leguminosas e seus efeitos sobre a produtividade de sementes do feijoeiro. **UNICIÊNCIAS**, v. 19, n. 1, p. 3-10, 2015.

BORGES TEODORO, R., OLIVEIRA, F. L. D., NATAL DA SILVA, D. M., Fávero, C., & Lima Quaresma, M. A. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 35, n. 2, 2011.

BRANDELERO, E. M., BAESSO, M. M., FABIAN, A. J., & MODOLO, A. J. Crescimento de plântulas de hortaliças adubadas com diferentes partes morfológicas da mucuna preta/growth of seedling of vegetables fertilized with different morphological parts of the black mucuna. **Revista brasileira de engenharia de biosistemas**, v. 10, n. 4, 429-438. 2016.

BRASIL. **Secretaria de Política Agrícola**. Plano agrícola e pecuário 2010-2011. Brasília, DF, 2010. 48p.

BRITO, M. F.; TSUJIGUSHI, B. P.; OTSUBO, A. A., DA SILVA, R. F.; MERCANTE, F. M. Diversidade da fauna edáfica e epigeica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 3, 253-260, 2016.

CALEGARI, A. **Sequestro de carbono, atributos físicos e químicos em diferentes sistemas de manejo em um Latossolo argiloso do Sul do Brasil**. 2006. 191 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

CALEGARI, A.; HARGROVE, W. L.; RHEINHEIMER, D. S.; RALISCH, R.; TESSIER, D.; TOURDONNET, S.; GUIMARÃES, M. F. Impacto f long-term no-tillage and cropping system management on soil organic carbon in an Oxisol: A model for sustainability. **Agronomy Journal**, Madison, v. 100, n. 4, p. 1.013-1.019, 2008.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P. do; COSTA, M. B. C. da; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no Sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. P.346.

CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CARVALHO, G. J.; FREITAS, D. A. F.; AVANZI, J. C. Espécies de plantas de cobertura no reconcionamento químico e físico do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 3, p. 375-382, 2013.

CARDOSO, R. A.; BENTO, A. S.; MORESKI, H. M.; GASPAROTTO, F. Influência da adubação verde nas propriedades físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura de soja. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 35 n. 2, p.51-60, 2014.

CARDOZO, S.V.; PEREIRA, M.G.; RAVELLI, A.; LOSS, A. Caracterização de propriedades edáficas em áreas sob manejo orgânico e natural na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, p.517-530, 2008. P. 369.

CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. Plantas condicionadoras de solo: interação edafoclimáticas, uso e manejo. In: **Cerrado: adubação Verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, p. 143-170. 2006.

CASTRO, L. H. S., DE OLIVEIRA, L. S., SOBRAL, A. A., & DA SILVEIRA, W. R. desempenho agrônômico do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 1, 2014.

CAVALLARI, L. A.; SOARES, C. M. J.; OLIVEIRA, M. S.; & RAMBO, J. R. Produção de Fitomassa e Cobertura do Solo de *Crotalaria juncea*. **Cadernos de Agroecologia**, v.11, n. 2, p. xx- xx, 2017.

CESAR, M. N. Z.; RIBEIRO, R.; MANERA, T.; PAULA, P. D.; POLIDORO, J.; GUERRA, J. Desempenho de duas cultivares de pimentão sob manejo orgânico em consórcio com crotalária. Seropédica-RJ: **EMBRAPA Agrobiologia. Comunicado Técnico**, 85, p. 4, 2006.

COBO, J. G.; BARRIOS, E.; KASS, D. C. L.; THOMAS, R. J. Decomposition and nutrient release by green manures in a tropical hillside agroecosystem. **Plant and Soil**, v. 240, n. 2, 331-342, 2002.

COLLIER, L. S.; KIKUCHI, F. Y.; BENICIO, L. P. F.; SOUSA, S. A. Consórcio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia**, v.41, n.3, p.306-313, 2011.

CONCEIÇÃO, P. C.; CARNEIRO AMADO, T. J.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 5, p. xx-xx, 2005.

DINIZ, E. R.; OLIVEIRA, V. T.; PEREIRA, W. D.; GUEDES, A. F.; SANTOS, R. H. S.; PETERNELLI, L. A. Decomposição e mineralização do nitrogênio proveniente do adubo verde *Crotalaria juncea*. **Científica**, v. 42, n. 1, p. 51-59, 2014.

DÖBEREINER, J.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Alternatives for nitrogen nutrition of crops in tropical agriculture. **Fertilizer Research**, The Hague, v. 42, p. 339-346, 1995.

DRINKWATER, L. E.; SNAPP, S. S. Nutrients in agroecosystems: Rethinking the management paradigm. **Advances in Agronomy**, v. 92, n. 1-2, p. 163-186, 2007.

ELFSTRAND, S. **Impact of Green Manure on Soil Organisms with Emphasis on Microbial Community Composition and Function**. 48f. Doctoral thesis-Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2007.

FABIAN A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**.83f. Tese doutorado-UNESPFCAV, Jaboticabal,2009.

FAVARATO, L. F.; SOUZA, J. L.; GALVÃO, J. C. C.; SOUZA, C. M.; GUARÇONI, R. C. Atributos químicos do solo sobre diferentes plantas de cobertura no sistema plantio direto orgânico. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.5, n.2., p.19-28, 2015.

FERNÁNDEZ, R.; QUIROGA, A.; ZORATI, C.; NOELLEMAYER, E. Carbon contents and respiration rates of aggregate size fractions under no-till and conventional tillage. **Soil and Tillage Research**, v.109, p.103-109, 2010.

FERRAZ, S.; VALLE, L. A. C. Controle de fitonematoides por plantas antagonistas. **Viçosa: Editora UFV**, 1997. 73 p.

FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória: Incaper, p. 27, 2008.

FREITAS, A. D. S.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SANTOS, C. E. R. S.; FERNANDES, A. R. **Biological nitrogen fixation in tree legumes of the Brazilian semi-arid caatinga**. Journal of Arid Environments, v. 74, p. 344-349, 2010

FREITAS, E. C. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. V.; LEITE, H. G.; MACHADO, V. D. Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em sistema agrossilvipastoril com eucalipto e acácia. **Revista Árvore**, v. 37, p. 409-417, 2013.

GERLACH, G. A. X. **Consórcio entre milho e leguminosas, produção de palha e manejo do nitrogênio no feijão “de inverno” em região com verão chuvoso e inverno seco**. 80 f. Dissertação mestrado - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2014.

GIACOMINI, S. J., AITA, C., VENDRUSCOLO, E. R. O., CUBILLA, M., NICOLOSO, R. S., & FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira Ciências de Solo**, v. 27, p. 325-334, 2003.

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

LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. C.; ARAUJO, A. S. F.; GALVÃO, S. R. S.; LEMOS, J. O.; SILVA, E. F. L. Soil organic carbon and biological indicators in an Acrisol under tillage

systems and organic management in north-eastern Brazil. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 48, p. 258-265, 2010.

LIMA FILHO, O. F., AMBROSANO, E. J., ROSSI, F., & CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, p. 507, 2014.

LORENZI, H. **Inibição alelopática de plantas daninhas**. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Campinas, SP). **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, p. 183-198, 1984.

LOSS, A.; MORAES, A.G. de L.; PEREIRA, M.G.; SILVA, E.M.R. da; ANJOS, L.H.C. dos. Carbono, matéria orgânica leve e frações oxidáveis do carbono orgânico sob diferentes sistemas de produção orgânica. **Comunicata Scientiae**, v. 1, p. 57-64, 2010.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; FERREIRA, E. P.; SILVA, E. M. R.; BEUTLER, S. J. Distribuição dos agregados e carbono orgânico influenciado por manejos agroecológicos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringa, v. 31, n. 3, p. 523-528, 2009.

MACÊDO, J. R. de A. **Atributos do solo e flora infestante em sistema de semeadura direta do milho na palha de leguminosas arbóreas**. 2015. 58f. Tese doutorado - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2015.

MADALON, F. Z.; MENEGHELLI, C. M.; SCHMIDT, J.; DALEPRANE, F. B.; PREZOTTI, L. Influência do consórcio de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.) cultivado em diferentes arranjos espaciais sobre a produção de milho. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, p. xx-xx, 2016.

MAGALHÃES, S. S. A.; WEBER, O. L. S.; SANTOS, C. H.; VALADÃO, F. C. A. Estoque de nutrientes sob diferentes sistemas de uso do solo de Colorado do Oeste-RO. **Acta Amazonica, Manaus**, v. 43, n. 1, p. 63-72, 2013.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C. Ciclagem de nutrientes via precipitação pluvial total interna e escoamento pelo tronco em sistema agroflorestal com *Gliricidia sepium*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2.573-2.579, 2008.

MARTINS, J. C. R.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SANTOS A. F. S.; NAGAI, M. A. Produtividade de biomassa em sistemas agroflorestais e tradicionais no Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 6, p. 581-587, 2013.

MASSAD, M. D., DUTRA, T. R., DE OLIVEIRA, J. C., & SARMENTO, M. F. Q. COMPORTAMENTO DE LEGUMINOSAS ANUAIS UTILIZADAS COMO ADUBOS VERDES NA REGIÃO SEMIÁRIDA MINEIRA Behavior of annual legumes used as green manure in the semi-arid region of Minas Gerais, Brazil. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, [S.l.], v. 11, p. 121 - 127, nov. 2013.

MASSAD, M. D. **Sistema de pré-cultivo com crotalária na cultura do milho no médio Vale do Jequitinhonha, MG**. 2010. 34f. Dissertação Mestrado em Produção Vegetal. Diamantina, MG: Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Macuri – UFVJM, 2010.

MATOS, L. V.; CAMPELLO, E. F. C.; RESENDE, A. S.; PEREIRA, J. A. R.; FRANCO, A. A. Plantio de leguminosas arbóreas para produção de moirões vivos e construção de cercas ecológicas: Sistema de Produção (INFOTECA-E). Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, p. 100, 2005.

MEIRELLES, A. C.; SOUZA, L. A. G.. Efeito da adubação verde no crescimento inicial de pupunha (*Bactris gasipaes*) em sistema de aleias em Latossolo Amarelo. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 10, n. 3, p. xx-xx, 2016.

MELO, V. F., FRANCELINO, M. R., UCHÔA, S. C. P., SALAMENE, S., & SANTOS, C. Solos Da Área Indígena Yanomami No Médio Rio Catrimani, Roraima, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 487-496, 2010.

MOITINHO, M. R.; FERRAUDO, A. S.; Brito S., G.; Sá , I. M.; LA SCALA JR, N.; PADOVAN, M. P. 021-Avaliação do desempenho de adubos verdes antecedendo o plantio de milho, em agroecossistema sob bases ecológicas, utilizando-se análises multivariadas. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 7, n. 2, p. xx-xx, 2012.

SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C; LAL, R; DICK, W. A; PICCOLO, M.C; FEIGL, B. E. Soil organic carbon and fertility interactions affected by a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. **Soil & Tillage Research, Amsterdam**, v. 104, p. 56-64, 2009.

MOURA, E. G. Agroambientes de transição avaliados numa perspectiva da agricultura familiar. In: MOURA, E. G. (Ed.). **Agroambientes de transição entre o trópico úmido e o semiárido do Brasil**. São Luís: UEMA, p. 15-51, 2004.

MOURA, E. G.; OLIVEIRA, A. K. C.; COUTINHO, G.; PINHEIRO, K. M.; AGUIAR, A. C. F. Management of a cohesive tropical soil to enhance rootability and increase the efficiency of nitrogen and potassium use. **Soil Use and Management**, Chichester, v. 28, n. 3, p. 370-377, 2012.

NGEGBA, M. S.; MUGASHA, A. G.; CHAMSHAMA, S. A. O.; KIMARO, A. A. Tephrosia Biomass yield and soil fertility in one season relay intercropping with mayze in semiarid Gairo, Tanzania. **Discovery and Innovation**, v. 19, p. 25-35, 2007.

NOGUEIRA, N. O.; OLIVEIRA, O. D.; MARTINS, C. D. S.; BERNARDES, C. D. O. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 2012-2031, 2012.

OLIVEIRA, D. T. C.; BUENO, G. T. Avaliação da qualidade química do solo de um sistema agroecológico por indicadores de sustentabilidade: Estudo de caso no Assentamento Pastorinhas, Brumadinho, Minas Gerais. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, p. xx-xx, 2016.

OLIVEIRA, P. **Consortio de milho com adubos verdes e manejo da adubação nitrogenada no cultivo do feijão no sistema integração lavoura-pecuária no Cerrado**. 2010. 126 f.

Dissertação Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

OLIVEIRA, V. R. **Crescimento de leguminosas arbóreas e rendimento de milho em sistemas silviagrícolas**. 2012. 86 f. Dissertação Mestrado em Agronomia: Fitotecnia – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

PADOVAN, M. P., Carneiro, L. F., Felisberto, G., Nascimento, J. S., & Carneiro, D. N. M. Milho cultivado em sucessão a adubos verdes em sistemas sob bases agroecológicas. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 9, n. 4, p. 377-385, 2016.

PAIVA, M. R. F. C.; SILVA, G. F.; OLIVEIRA, F. H. T.; PEREIRA, R. G.; QUEIROGA, F. M. Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho-verde na Chapada do Apodi-RN. **Revista Caatinga**, v. 25, p. 1-10, 2012.

PASCUALIDES, A. L.; PLANCHUELO, A. M. Seed morphology and imbibition pattern of *Crotalaria juncea* L. (Fabaceae). **Seed Science and Technology**, v. 35, n. 3, p. 760- 764, 2007.

PÉREZ-MARIN, A. D. S. F.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SANTOS, C. E. R. S.; FERNANDES, A. R. Biological nitrogen fixation in tree legumes of the Brazilian semi-arid caatinga. **Journal of Arid Environments**, v. 74, p. 344-349, 2010.

PÉREZ-MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C., SALCEDO, I. H. Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 669-677, 2007.

PULLEMAN, M. M.; MARINISSEN, J. C. Y. Physical protection of mineralizable C in aggregates from long-term pasture and arable soil. **Geoderma**, v. 120, p. 273-282, 2004.

QUEIROZ, L. R.; COELHO, F. C.; BARROSO, D. G.; GALVÃO, J. C. C. Cultivo de milho consorciado com leguminosas arbustivas perenes no sistema de aléias com suprimento de fósforo. **Revista Ceres**, v. 55, n. 5, p. 409-415, 2008.

QUINKENSTEIN, A.; WOLLECKE, J.; BOHM, C.; GRUNEWALD, H.; FREESE, D.; SCHNEIDER, B. U.; HUTTL, R. F. Ecological benefits of the alley cropping agroforestry system in sensitive regions of Europe. **Environmental Science & Policy, Exeter, Inglaterra**, v. 12, n. 8, p. 1112-1121, 2009.

REICHERT, J. M.; DALVAN, J. R.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ciência e Ambiente.**, v. 27, p. 29-48, 2003.

RIBAS, R. G. T., SANTOS, R. H. S.; SIQUEIRA, R. G.; DINIZ, E. R.; PETERNELLI, L. A.; FREITAS, G. B. Decomposição, liberação e volatilização de nitrogênio em resíduos culturais de mucuna-cinza (*Mucuna cinerea*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34 n. 4, p. 878-885, 2010.

SALMI, A. P.; SOUZA A. A. C.; GUERRA, J. G. M.; RISSO, I. A. M. Teores de nutrientes na biomassa aérea da leguminosa *Flemingia macropylla*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 873-876, 2009.

SALOMÃO, G. R. **Produção de milho no verão após cultivo de leguminosas como adubos verdes**. 2015. 32f. Dissertação Mestrado em Agronomia - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2015.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; BECQUER, T. Atributos químicos e estabilidade de agregados sob diferentes culturas de cobertura em Latossolo do cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 11, p. 1.171-1.178, 2012.

SANTOS, I. C.; FONTANETTI, A. Crotalária (*Crotalaria* spp.) 101 culturas: Manual de tecnologias agrícolas. **EPAMIG, Belo Horizonte**, p. 315-316, 2007.

SANTOS, P. A.; SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 2, p. 123-134, 2010.

MURAOKA, E. C. D. S. T., BUZETTI, S., DA COSTA VELOSO, M. E., & TRIVELIN, P. C. O. (quatro autores) Aproveitamento do Nitrogênio (N15) da crotalaria e do milho pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Ciência Rural, Santa Maria**, V. 36, n. 3, Junho. 2006.

SILVA, J.; CASALINHO, H.; LIMA, A.; SCHWENGBER, J. Sistemas de manejo em transição agroecológica: coerências e contradições na prática cotidiana de agricultores familiares. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 2, p. 98-113, 2014.

SILVA, M. P.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ABRANTES, F. L.; BERTI, C. L. F.; DE SOUZA, L. C. D. Plantas de cobertura e qualidade química e física de Latossolo Vermelho distrófico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, 60-67, 2017.

SILVA, E. C. da; MURAOKA, T.; GUIMARÃES, G. L.; BUZETTI, S. Acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura e no milho cultivado em sucessão sob diferentes doses de nitrogênio em plantio direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.5, n.2, p.202-217, 2006.

SILVA, R. M.; SILVA, L. A.; CUNHA, P. C. R.; SILVEIRA, P. M.; SOUSA ALMEIDA, A. C. Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro em sucessão ao milho solteiro e consorciado com guandu anão. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 4, p. 361-368, 2016.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, Crotalaria juncea. II- Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n.1, p. 39-49, 2007.

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa: Ed. UFV, 2012.

DAMACENA DE SOUZA, E., CARBONE CARNEIRO, M. A., & BANYS, V. L. (dois autores) Fitomassa e acúmulo de nitrogênio, em espécies vegetais de cobertura do solo para um Latossolo Vermelho distroférico de Cerrado. **Acta Sci. Agron., Maringá**, v. 30, n. 4, p. 525-531, 2008.

Tanaka, R. T. Adubação verde. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7 n. 81 p. 62-67, 1981.

TAVARES JUNIOR, J. B.; SANTOS, T. M. M.; SOUZA, E. G. A.; MENESES, C. H. S. G.; SOARES, C. S. Produção de fabáceas para adubação verde no agreste paraibano. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 11, n. 1, p. 47-58, 2015.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, J. G.; SILVA, C. A.; ANDRADE, M. J. B.; PEREIRA, J. M. Liberação de macronutrientes das palhadas de milho solteiro e consorciado com feijão-de-porco sob cultivo de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 497-505, 2010.

TEODORO, R. B.; OLIVIERA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 292-300, 2011.

TORRES, F. E.; SOUZA, L. C.; ANDRADE, L. H.; PEDROSO, F. F.; MATOSO, A. D. O.; TORRES, L. D.; BENETT, K. S. Influência da cobertura do solo e doses de nitrogênio na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. xx-xx, 2014.

TORRES, J. L.; ARAÚJO, A. S.; BARRETO, A. C.; NETO, O. F. S.; SILVA, V. R.; VIEIRA, D. M. Desenvolvimento e produtividade de couve-flor e repolho influenciados por tipos de cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 510-514, 2015.

URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P., RESENDE, A. D.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio na produtividade de sistemas agrícolas na América Latina. **Processos biológicos no sistema soloplanta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 181-200, 2013.

VARGAS, T. O.; DINIZ, E. R.; SANTOS, R. H. S.; LIMA, C. T. A.; URQUIAGA, S.; CECON, P. R. Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos. **Horticultura Brasileira** v. 29, n. 4, p. 562-568, 2011.

WICK, B.; TIESSEN, H. Organic matter turnover in light fraction and whole soil under silvopastoral land use in semiarid Northeast Brazil. **Rangeland Ecology and Management**. v. 61, n. 3, p. 275-283, 2008.

WUTKE, E. B., CALEGARI, A., & WILDNER, L. D. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para uso. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática** v. 1 p. 59-167. Brasília, DF, Embrapa, 2014.