

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRONOMIA - CIÊNCIA DO SOLO**

**DISSERTAÇÃO**

**Uso de Plantas de Cobertura em Plantio Direto e  
Incorporado: Efeitos Sobre o Solo e Sobre a  
Produtividade da Berinjela em Sistema Orgânico**

**Dérique Biassi**

**2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA -  
CIÊNCIA DO SOLO**

**USO DE PLANTAS DE COBERTURA EM PLANTIO DIRETO E  
INCORPORADO: EFEITOS SOBRE O SOLO E SOBRE A  
PRODUTIVIDADE DA BERINJELA EM SISTEMA ORGÂNICO**

**DÉRIQUE BIASSI**

*Sob a orientação do Professor*

**Everaldo Zonta**

*e coorientação do Professor*

**Marcos Gervasio Pereira**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo, Área de Concentração em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central/Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
Com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B576a Biassi, Dérique, 1989-  
Avaliação dos atributos do solo sob diferentes tipos de preparo e emprego de plantas de cobertura em sistemas de produção orgânica / Dérique Biassi. – Seropédica, 2018.  
51 f. : il.

Orientador: Everaldo Zonta.  
Dissertação (Mestrado). – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, 2022.

1. Cultura de cobertura. 2. Ciclagem de nutrientes. 3. Gramíneas. 4. Leguminosas. I. Zonta, Everaldo, 1970-, orient. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta Dissertação, desde que seja citada a fonte.

**O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - CIÊNCIA DO SOLO**

**DÉRIQUE BIASSI**

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo, área de concentração em Ciência do Solo, como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre**, Área de Concentração em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 23/02/2018.

---

Everaldo Zonta. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Nivaldo Schultz. Dr. UFRRJ

---

Ednaldo da Silva Araújo. Dr. Embrapa Agrobiologia

## **AGRADECIMENTOS**

O meu primeiro agradecimento direciono a Deus, pois Ele é a base de tudo.

Agradeço aos meus pais por me ajudarem a voar, na certeza de um futuro melhor.

À minha noiva Dani que sempre com muita paciência me apoiou e me ajudou a concluir mais essa etapa.

Aos meus familiares e amigos que acompanharam esta trajetória, torceram por mim e deixaram os dias melhores.

Sem dúvida, devo um agradecimento especial ao meu orientador Everaldo Zonta, que me acolheu desde os primeiros dias na graduação, dando não só suporte acadêmico, mas emocional, pois foi amigo, professor e família.

Não menos importante, também agradeço ao meu co-orientador Marcos Gervasio, que sempre esteve disposto a ensinar e ajudar com paciência, gastando inclusive, seus finais de semana com esse projeto.

A todos os professores do CPGA-CS com quem tive o privilégio de aprimorar meus conhecimentos.

Ao CPGA-CS pela infraestrutura e a CAPES pela concessão da bolsa de pós-graduação, que permitiram cursar o mestrado.

A todos os membros do LSP que estiveram envolvidos neste projeto e trabalharam arduamente nele.

Ao Sr. Leonardo e Sra. Salete, proprietários do Sítio do Sol, que sempre nos receberam com simpatia, alegria no coração e docinhos caseiros.

A todos o meu muito e fraterno obrigado!

## **BIOGRAFIA**

Dérique Biassi, nascido em 27 de novembro de 1989 em Irani, no estado de Santa Catarina, filho de Nestor e Nilva Dalla Costa Biassi. Ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro no primeiro semestre de 2009 no curso de Licenciatura em Ciências agrícolas, transferindo-se posteriormente para o curso de Engenharia Agrônômica e concluído este no segundo semestre de 2015. Foi estagiário no LSP e bolsista de iniciação científica pela FAPERJ nos anos de 2011 e 2012. Em março de 2016 ingressou no curso de pós-graduação em Agronomia ciência do Solo, sendo bolsista da CAPES. Defendeu e aprovou sua dissertação de mestrado no dia 23 de fevereiro de 2018.

## RESUMO

BIASSI, Dérique. **Avaliação dos atributos do solo sob diferentes tipos de preparo e emprego de plantas de cobertura em sistemas de produção orgânica.** 2018. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

A preocupação com a sustentabilidade ambiental tem sido frequentemente discutida e mostrada nos mais diversos setores da sociedade. A necessidade de buscar sistemas produtivos sustentáveis tem sido reconhecida também na agricultura. Redução do uso de insumos sintéticos, a adoção de sistemas que preservam a qualidade do solo, reduzam a necessidade do uso de água para irrigação, melhorem o microclima de cultivo e, ao mesmo tempo, melhorem os índices de produtividade são aspectos que se busca nesses sistemas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica do uso de coberturas verdes na decomposição e liberação de nutrientes, além da utilização de uma cultura teste a Berinjela (*Solanum melongena* L.). Para isso realizou-se uma caracterização inicial da área, localizada no município de Seropédica, RJ, buscando verificar homogeneidade do local, onde foram analisadas as seguintes propriedades: avaliação da fertilidade do solo, resistência do solo a penetração, estabilidade de agregados, densidade de solo. Posteriormente foram cultivados adubos verdes dentre eles: Braquiária, (*Brachiaria brizantha*), milheto (*Pennisetum americanum*), crotalária (*Crotalaria juncea*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), coquetel de espécies citadas anteriormente, e espontâneas. Quando atingido o ponto de corte essas coberturas foram divididas em parcelas que foram submetidas ao revolvimento ou somente depositadas sobre o solo, simulando assim um plantio direto. Transplantou-se a berinjela com o intuito de observar as modificações na qualidade do solo e avaliar a produtividade em cada tratamento. Verificou-se que a produtividade da berinjela não diferiu estatisticamente quanto ao manejo adotado, entretanto em percentagem a cobertura composta pelo coquetel proporcionou uma maior produtividade no tratamento onde o solo não foi revolvido.

**Palavras-chave:** Cultura de cobertura. Ciclagem de nutrientes. Gramíneas. Leguminosas.

## ABSTRACT

BIASSI, Dérique. **Evaluation of soil attributes under different types of preparation and employment of cover plants in organic production systems.** 2018. 51p. Dissertation (Master in Agronomy, Soil Science). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brazil, 2018.

The concern with environmental sustainability has been frequently discussed and shown in the most diverse sectors of society. The need to seek sustainable productive systems has also been recognized in agriculture. Reducing the use of synthetic inputs, the adoption of systems that preserve soil quality, reduce the need to use water for irrigation, improve the microclimate of cultivation and, the same time, improve the productivity indexes are aspects that are sought in these systems. The objective of this paper was to evaluate the dynamics of the use of green covers in the decomposition and release of nutrients, as well as the use of a test crop, Eggplant (*Solanum melongena* L.). For this, an initial characterization of the area, located in Seropédica, RJ, seeking to verify the homogeneity of the site, where the following properties were analyzed: evaluation of soil fertility, soil resistance to penetration, stability of aggregates, and soil density. Subsequently, green manures were cultivated among them: Brachiaria, (*Brachiaria brizantha*), millet (*Pennisetum americanum*), crotalaria (*Crotalaria juncea*), forage peanut (*Arachis pintoi*), cocktail of previously mentioned species, and spontaneous. When the cutting point was reached, these mulches were divided into plots that were either turned over or just deposited on the ground, thus simulating direct planting. The eggplant was transplanted in order to observe the changes in soil quality and evaluate the productivity in each treatment. It was verified that the productivity of eggplant did not differ statistically as to the management adopted, however, in percentage the covering composed by the cocktail provided a higher productivity in the treatment where the soil was not turned over.

**Keywords:** Cover crop. Nutrient cycling. Grasses. Leguminosae.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Valores médios da análise granulométrica da área experimental e área de referência. ....	24
<b>Tabela 2.</b> Valores médios de atributos químicos da área experimental até a profundidade de 40 cm. ....	25
<b>Tabela 3.</b> Valores de resistência à penetração (R), densidade do solo, umidade e estabilidade dos agregados (DMP) divididos por blocos.....	26
<b>Tabela 4.</b> Valores de Carbono, Nitrogênio e relação C:N, ressaltando que esses valores são a média dentro de cada bloco. ....	27
<b>Tabela 5.</b> Valores obtidos de massa seca e acúmulo diário.....	29
<b>Tabela 6.</b> Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em quilos por hectare de cada cobertura e produtividade de fitomassa seca. ....	30
<b>Tabela 7.</b> Redução da massa seca em gramas inicial (10g) dos Litter bags em relação ao tempo. ....	31
<b>Tabela 8.</b> Decomposição dos resíduos e tempo de meia vida (dias) ( $T_{1/2}$ ) da massa seca (MS) das plantas de cobertura.....	31
<b>Tabela 9.</b> Valores correspondentes a constante de decomposição (K), tempo de meia vida ( $T^{1/2}$ ) e $r^2$ de N, P e K.....	33
<b>Tabela 10.</b> Valores obtidos da produção de três plantas por parcela onde o solo não foi revolvido e a palhada foi depositada sobre o solo. ....	38
<b>Tabela 11.</b> Valores obtidos da produção de três plantas por parcela onde o solo foi revolvido e a palhada das coberturas foi incorporada.....	38
<b>Tabela 12.</b> Resultado da análise química do solo após o cultivo da berinjela.....	39

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Dados climáticos diários de temperatura (A), umidade relativa (B), precipitação (C) desde a data do transplante (08/11/2016) até a última coleta (20/09/2017), extraídos da Estação Meteorológica Estação Ecologia, localizada no município de Seropédica. .... 14
- Figura 2.** Croqui de localização dos pontos para coleta de amostras indeformadas dentro de cada bloco para avaliação dos atributos físicos e químicos do solo. .... 15
- Figura 3.** Acompanhamento e limpeza da área, aproximadamente 50 DAS. .... 18
- Figura 4.** Coleta do coquetel (A) e do milho (B) aproximadamente 60 DAS. .... 19
- Figura 5.** Litter bags com a respectiva cobertura. .... 19
- Figura 6.** (A) Semeadura em bandejas de isopor; (B) Desenvolvimento das mudas; (C) transferência das mudas da bandeja para os vasos; (D) plantio das mudas no campo. .... 22
- Figura 7.** Taxa de decomposição das culturas de coberturas no período de 120 dias ( $g\ g^{-1}$ ). 32
- Figura 8.** Liberação de nitrogênio das coberturas ao longo de 120 dias,  $mg\ g^{-1}$ . .... 34
- Figura 9.** Liberação de fósforo das coberturas ao longo de 120 dias, pelo método do Litter Bag em  $mg\ g^{-1}$ . .... 35
- Figura 10.** Liberação de potássio das coberturas ao longo de 120 dias pelo método do Litter bag em  $mg\ g^{-1}$ . .... 36
- Figura 11.** Média da produtividade da berinjela em  $Mg^{-1}$  do experimento por cobertura utilizada. \*Medias seguidas de letras iguais não diferem no teste de Tukey a 10 %. .... 37

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1 Sistema de Plantio Direto (SPD) .....	2
2.2 Produção Orgânica de Hortaliças .....	4
2.3 Sistema Convencional de Preparo do Solo na Produção de Hortaliças .....	5
2.4 Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) .....	5
2.5 Indicadores de Qualidade Física do Solo.....	7
2.6 Espécies Utilizadas como Plantas de Cobertura.....	8
2.6.1 Amendoim forrageiro ( <i>Arachis pintoï</i> ) .....	8
2.6.2 Braquiária ( <i>Brachiaria brizantha</i> ) .....	9
2.6.3 Milheto ( <i>Pennisetum americanum</i> ).....	9
2.6.4 Crotalária ( <i>Crotalaria juncea</i> ) .....	10
2.6.5 Coquetel de espécies .....	10
2.7 A cultura da berinjela.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Área de Estudo.....	13
3.2. Caracterização da Área Experimental.....	13
3.3. Histórico da Área Experimental .....	13
3.4 Amostragem do Solo .....	14
3.5 Análise Granulométrica .....	15
3.6 Avaliação da Fertilidade do Solo.....	15
3.7 Carbono e Nitrogênio do Solo .....	16
3.8 Resistência à Penetração.....	16
3.9 Estabilidade dos Agregados.....	17
3.10 Densidade do Solo .....	17
3.11 Implantação das Coberturas.....	17
3.12 Avaliação da Fitomassa Seca das Coberturas.....	18
3.13 Avaliação da Taxa de Decomposição.....	19
3.14 Caracterização Química dos Resíduos das Plantas de Cobertura.....	20
3.15 Montagem e Condução do Experimento .....	20
3.16 Produção das Mudras .....	21
3.17 Transplântio e Adubação de Plantio .....	21
3.18 Coleta e Determinação de Peso Seco.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
4.1 Análise Granulométrica .....	24
4.2 Avaliação da Fertilidade do Solo.....	24
4.3 Resistência à Penetração.....	25
4.4 Estabilidade dos Agregados.....	26
4.5 Carbono e Nitrogênio do Solo .....	27

4.6 Fitomassa Seca das Coberturas .....	28
4.7 Teores de Nutrientes das Coberturas .....	29
4.8 Avaliação da Taxa de Decomposição .....	30
4.9 Avaliação das Taxas de Mineralização das Coberturas .....	33
4.10 Produtividade da Cultura .....	36
4.11 Análise Química do Solo Após o Cultivo da Berinjela .....	38
5. CONCLUSÕES .....	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica é compreendida como um sistema de exploração agrícola onde emprega-se tecnologias que aportem nutrientes oriundos de fontes renováveis, com base em resíduos orgânicos localmente disponíveis, de origem vegetal e/ou animal. Além de alternativas que procuram tirar o máximo proveito do potencial de recursos naturais, trata-se de um sistema de produção que privilegia a qualidade de vida do ser humano e a preservação do meio ambiente. Dados sobre a produção orgânica mundial de 2018, mostram que o setor ocupa 57,8 milhões de hectares, o que correspondem a 1,2% das áreas produtoras do mundo, 2,7 milhões de produtores orgânicos, com aumento de 15% em área e 12,8% em número de produtores, em relação a 2015.

O plantio direto de hortaliças é uma alternativa ao sistema convencional onde ocorre o revolvimento intensivo do solo e conseqüentemente a degradação de sua estrutura. Além da vantagem do menor revolvimento do solo, o sistema plantio direto (SPD) requer o uso de diferentes plantas de cobertura do solo, as quais propiciam uma série de vantagens, dentre as quais destaca-se a proteção contra a erosão, a radiação solar, a compactação, resultando na melhoria da aeração e estruturação do solo, além de reciclar nutrientes, visto que possuem sistema radicular vigoroso e profundo. Além disso, o SPD possibilita a redução de plantas espontâneas por efeitos de supressão e/ou alelopatia e incorporação de nitrogênio via fixação biológica por bactérias que vivem em associação e/ou simbiose com as raízes de plantas, especialmente da família Fabaceae; melhora ainda a eficiência de fertilizantes minerais, uma vez que as raízes liberam ácidos orgânicos que ajudam na solubilização de minerais, principalmente o fósforo e aumenta os teores de carbono orgânico no solo.

A berinjela (*Solanum melongena* L) é uma hortaliça adaptada às condições climáticas dos trópicos, sendo indicada para o cultivo na região da Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro. Seu ciclo de produção se estende por aproximadamente 120 dias, com absorção de nutrientes de forma constante ao longo do ciclo, o que a torna uma cultura indicada para avaliação de diferentes plantas de coberturas do solo no sistema orgânico de produção.

A hipótese científica deste estudo é que o uso de plantas de coberturas no sistema plantio direto orgânico promove modificações nos atributos do solo, favorecendo a sua melhoria e aumentando a produtividade da cultura sucessora. A justificativa para o desenvolvimento do estudo é que a produção orgânica requer o uso intensivo de diferentes plantas de cobertura do solo, destacadamente da família Fabaceae, o que ainda carece de informações de ensaios de campo para o entendimento do uso de forma isolada e/ou em cultivos consorciados.

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de berinjela nos sistemas plantio direto e convencional de preparo do solo, utilizando diferentes plantas de cobertura do solo na produção orgânica, e os impactos em atributos químicos e físicos do solo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Sistema de Plantio Direto (SPD)

No Brasil, o SPD surgiu na década de 1970, em trabalhos de pesquisa realizados no Rio Grande do Sul e no Paraná. A principal limitação para sua adoção em larga escala foi o fato de ser um período em que a disponibilidade de máquinas semeadoras sem capacidade de realizar o corte da palha e depositar as sementes no solo, sem revolvê-lo, e de herbicidas pós-emergentes específicos que atendessem as exigências dos diferentes sistemas de rotação de culturas (SALTON et al 1998).

Segundo a EMBRAPA (1998) o sistema de plantio direto segue uma lógica semelhante as das florestas. Assim como o material orgânico caído das árvores se transforma em adubo, a palha decomposta de safras anteriores ou oriundas de adubação verde também tem essa função. O Brasil é líder mundial no uso do sistema, que ocupa mais da metade de sua área plantada. Outra técnica/ forma de cultivo muito difundida Sistema de Plantio Direto na Palha (SPDP) contribui para a redução da erosão armazenando assim mais nutrientes, fertilizantes e corretivos aplicados. Quando realizado da forma correta o SPDP a quantidade de matéria orgânica do solo pode sair de uma concentração de 1% para acima de 3%, dessa forma afetara diretamente a produtividade, podendo em alguns casos até dobrá-la.

Um dos principais requisitos para se ter sucesso com plantio direto é a obtenção de uma adequada cobertura do solo. Tal medida tem como uma das principais funções evitar a ação do impacto da gota da chuva e propiciar controle de plantas invasoras, fato relatado por Alvarenga et al. (2001). A camada de palha sobre o solo se mostra essencial para o sucesso do sistema de plantio direto (SPD). A palhada cria um ambiente favorável às condições físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo para o controle de invasoras, a estabilização da produção e a recuperação ou manutenção da qualidade do solo.

Segundo Freitas (2002), a definição de plantio direto busca manejar de forma sustentável a água e o solo otimizando a expressão do potencial genético das plantas cultivadas, faz parte desse processo basicamente três requisitos: revolver minimamente o solo, restringindo-se a cova ou sulco; diversificar espécies utilizando a rotação de culturas; além de utilizar cobertura do solo com resíduos vegetais utilizando culturas específicas para a formação de palhada.

A utilização do sistema de plantio direto nos traz inúmeros benefícios, dentre os quais podemos citar: redução no consumo de combustíveis pelo uso de maquinário, redução das perdas de solo por processos erosivos, redução da temperatura do solo, reduz perdas de água por evaporação, (PHILLIPS & YOUNG, 1979; HETZ & MELO, 1997; ALLEN et al., 1998), entre outras.

Alvarenga (2001) confirma que a camada de palha sobre a superfície do solo exerce tanto um efeito físico quanto químico na emergência de plantas daninhas. De forma geral, essa camada limita a passagem de luz até as sementes das plantas invasoras, dificultando assim a germinação. Algumas plantas que podem ser usadas como adubos verdes também exercem um efeito alelopático sobre a germinação das sementes, devido a compostos oriundos da decomposição da fitomassa ou exsudação das raízes.

A superfície do solo deve permanecer sempre protegida. Esta proteção depende da quantidade de palha depositada sobre o solo, quanto maior a cobertura, menores serão as perdas de água no solo, além de melhorar a infiltração de água. Dados de pesquisa do IAPAR demonstram haver um acréscimo de cerca de 12 mm de água no solo no plantio direto em relação ao convencional, devido ao efeito da cobertura do solo (TORMENA, 1995).

Segundo Corazza et al. (1999) enquanto o solo sob plantio convencional atua na maioria dos casos como fonte de C para a atmosfera, um solo sob plantio direto passa a atuar

como um sequestrador de C da atmosfera ajudando assim a reduzir o saldo das emissões de dióxido de carbono na atmosfera.

Além disso a utilização de plantas como cobertura vegetal tornou-se fator indispensável para proteção do solo, reduzindo de forma significativa os prejuízos e contribuindo para a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos (BRAGAGNOLO & MIELNICZUK, 1990).

Para que o solo não fique exposto durante o período de entre safras podemos fazer uso do cultivo de espécies vegetais que produzem fitomassa em grande quantidade a fim de formar palhada (ASSIS et al., 2003), e também com intuito de permanecer na superfície do solo por mais tempo. Entretanto, em condições tropicais úmidas, essa prática tem limitações quanto ao fornecimento de N em virtude das altas temperaturas e excessiva umidade, que proporcionam uma mineralização acelerada dos resíduos (SÉGUY et al., 1997).

A adubação verde é uma prática milenar usada na agricultura, possui registros de sua utilização desde os habitantes das margens dos lagos suíços por volta dos anos 4.000 a 5.000 a.C., que empiricamente adotavam este procedimento (SOUZA et al., 2012). Estes relataram uma das primeiras referências do uso de adubo verde na agricultura brasileira, fazendo referência ao trabalho de D'utra, que, em 1919, descreveu “o efeito melhorador das culturas de enterrio é hoje um fato universalmente admitido, dependendo o êxito e a sua importância prática somente do estudo e da escolha das plantas a utilizar para tal fim, em cada região, segundo a natureza da cultura que se quer beneficiar e das diversas circunstâncias naturais e econômicas em que se operam”.

Devido a essas elevadas temperaturas juntamente com elevada umidade do ar, o processo de decomposição é acelerado, principalmente quando são usadas espécies com baixa relação C:N, como leguminosas por exemplo. Isso dificulta a formação de palha em quantidade suficiente para implantar ou manter um sistema de plantio direto. A decomposição ocorre de forma diferente entre leguminosas e gramíneas, onde a principal diferença está relacionada a relação entre carbono e nitrogênio (C:N) das condições climáticas e da atividade microbiana no solo (TIMOSSI et al., 2007). As leguminosas são mais usadas como adubos verdes devido à incorporação de nitrogênio fixado pelas bactérias fixadoras, associadas às raízes, e à rápida decomposição de sua palha, provocada pela relação C/N inferior a 20, isso é importante na ciclagem de nutrientes (ROSOLEM et al., 2003). Na família das gramíneas, devido à elevada relação C/N, entre 30 e 40, a permanência no solo é maior, isso contribui para que seja formada palha sobre o solo, sendo assim podendo dessa forma melhorar a estrutura, principalmente da estabilização dos agregados, devido ao sistema radicular agressivo e abundante, a palha atua também como uma reserva de nutrientes que podem ser liberados lentamente (PAULETTI, 1999).

As leguminosas contêm altos teores de N em seus tecidos no período de floração, sendo assim pode-se ter uma contribuição acima de 150 kg/h<sup>-1</sup>/ano de N, com um percentual de 60% a 80% do N proveniente da fixação biológica de nitrogênio (FBN) (GILLER, 2001).

As espécies que são usadas como adubo verde, principalmente leguminosas, podem ser indicadas para rotação de culturas em sistema de plantio direto, pois apresentam vantagens a curto prazo, como a liberação de nutrientes durante a decomposição (DAROLT, 1998).

Segundo Favero et al. (2000) alguns trabalhos mostraram que sistemas compostos por espécies espontâneas produziram menos biomassa e acumularam menos nutrientes que os sistemas que usaram leguminosas. Segundo ele poucas espécies espontâneas conseguiram apresentar teores de carbono, cálcio e nitrogênio próximos ou superiores aos das leguminosas. Contudo para outros nutrientes como potássio, magnésio e fósforo, ocorreu o inverso.

A forma mais comum é a utilização de plantas de cobertura em pré-cultivo, quando o adubo verde precede a cultura principal, na qual a cultura se beneficiará com a mineralização do nitrogênio. Caso a cultura sucessora não tenha sua demanda sincronizada com a

mineralização do N do adubo verde, poderá ocorrer perdas significativas e tornar-se uma prática ineficiente como alternativa de adubação (CALEGARI, 2000).

Utilizar leguminosas como cobertura verde em sistemas de rotação, aumenta a capacidade de troca catiônica do solo, reduzindo desta forma perdas de nutrientes por lixiviação. Também permite o aporte de nitrogênio no solo, fazendo com que este permaneça disponível para outras culturas, através da simbiose dessas espécies com bactérias fixadoras de nitrogênio (TESTA et al 1992; AQUINO & ASSIS, 2005).

Por outro lado, as gramíneas são muito usadas como cobertura sua utilização vem aumentando visto que elas possuem algumas particularidades quando comparadas as leguminosas, acumulam elevadas quantidades de matéria verde, mesmo quando submetidas a um solo de reduzida fertilidade. Apresentam um bom desenvolvimento radicular superficial o que favorece a atividade dos microorganismos, quando depositadas sobre o solo possuem uma decomposição mais lenta, o que gera uma cobertura residual mais estável e aumentando o período de residência da matéria orgânica no solo, outra vantagem que podemos citar não menos importante é quanto ao custo das sementes, sendo mais acessíveis quando comparadas a leguminosas (SÁ, 1996).

De acordo com Igue (1984), coberturas da família das gramíneas possuem maior volume de raiz, podendo assim melhorar a porosidade e agregação do solo, além disso isso pode representar uma alternativa quando associadas com leguminosas comerciais. A relação C/N mais elevada dessa família implica em maior permanência dos resíduos no solo, favorecendo o estabelecimento da cobertura.

Como exemplo de plantas que podem ser usadas como cobertura do solo cita-se as Braquiárias visto que são conhecidas como grandes produtoras de fitomassa total e residual, apresentando alta relação C/N, que tornam esta espécie uma boa opção para compor sistemas de rotação lavoura-pastagem (MENEZES & LEANDRO 2004, NOCE et al. 2008).

Segundo Gassen (2000), existem alguns fatores que prejudicam a adoção do sistema de rotação, um deles é a falta de palha na superfície do solo e também a ausência de culturas nos meses de outono-inverno, devido ao período de estiagem.

Algumas vantagens da utilização das gramíneas em relação às coberturas compostas por leguminosas podemos citar o rápido desenvolvimento inicial e menores custos, além da velocidade de decomposição ser menor mantendo o solo coberto por mais tempo (SÁ, 1996).

## **2.2 Produção Orgânica de Hortaliças**

Com o objetivo de proporcionar uma qualidade ao solo movimentos preservacionistas começaram a se manifestar em relação à conservação da fauna, flora e solo. Fazendo uso de forte apelo publicitário conseguiram atingir os consumidores que dessa forma passaram a se preocupar com a qualidade dos alimentos que consumiam (EHLERS, 2005).

Diante disso retorna a chamada agricultura orgânica, sendo assim necessário definir critérios para sua produção. Estes critérios foram definidos no final da década de 70, pela Lei de Alimentos Orgânicos da Califórnia, de 1979 (USDA, 1984).

Em 1984, quando a noção de agricultura orgânica já estava consolidada o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) reconheceu como sendo importante e definiu que a agricultura orgânica é um sistema de produção que evita ou exclui amplamente o uso de fertilizantes, pesticidas e reguladores de crescimento se baseando na rotação de culturas, uso de esterco animais, cobertura com leguminosas, adubação verde e aspectos de controle biológico de pragas para manter a estrutura e produtividade do solo, além de fornecer nutrientes para as plantas e controlar insetos, invasoras e outras pragas (EHLERS, 2005).

No Brasil ficou estabelecida, através da Lei Federal no 10.831 de 23 de dezembro de 2003, uma definição sobre o sistema orgânico de produção agropecuário e suas finalidades. Contudo, alguns princípios como: construção de ecossistemas produtivos e sustentáveis que se assemelhem aos naturais, busca pelo aumento da diversidade e equilíbrio ecológico, nutrição adequada das plantas a fim de se evitar ataques de pragas, reciclagem e manutenção da matéria orgânica do solo já eram considerados para uma produção orgânica adequada (SOUZA & REZENDE, 2003).

### **2.3 Sistema Convencional de Preparo do solo na Produção de Hortaliças**

O intenso preparo e revolvimento do solo em cultivos de hortaliça pode, com o tempo, reduzir a quantidade e a qualidade da matéria orgânica do solo (RAMOS et al., 2015). O Plantio Convencional busca dar condições ideais de desenvolvimento para sementes ou tubérculos, e depende do material de propagação utilizado. Essas condições buscam garantir o estabelecimento da cultura por meio do revolvimento do solo garantindo íntimo contato com o material de propagação, facilidade do estabelecimento das raízes e emergência da planta. Outras funções do revolvimento também são importantes como eliminação total de plantas daninhas, reduzindo a competição inicial com a cultura, tarefas de semeadura e plantio mecanizado ou não também são facilitadas, a prática busca melhorar a infiltração da água (ALBUQUERQUE FILHO et al. 2018).

A produção de hortaliças no sistema convencional o manejo do solo costuma ser bastante intensivo, isso pode resultar na degradação e perda de qualidade desse solo. (MAFRA et al., 2019). Isso pode ocorrer pelas praticas utilizadas durante o preparo do solo, visto que se utiliza aração e gradagem, com isso toda cobertura é removida/incorporada ao solo, essa pratica é realizada para facilitar o desenvolvimento radicular das culturas, além de permitir o aumento da infiltração de água.

O preparo convencional do solo seja ele pra hortaliças ou outras culturas é realizado em duas etapas, a primeira consiste na utilização de arados ou grades pesadas, visando revolver o solo é utilizada também para incorporação de corretivos, de fertilizantes, de resíduos vegetais ou o combate de invasoras, ou para a descompactação superficial. A segunda etapa, consiste na operação de destorroamento e de nivelamento da camada arada de solo por meio de gradagens do terreno.

### **2.4 Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)**

O início do cultivo de hortaliças em sistemas de plantio direto se deu em Santa Catarina por volta de 1980 em áreas onde eram cultivadas cebola, isso foi necessário devido a problemas relacionados com a erosão dos solos. Nessa mesma época em Goiás se iniciou o cultivo de tomate para a indústria sendo até hoje usado no plantio precoce entre fevereiro e março (MADEIRA, 2009). Esse sistema busca a redução dos custos de produção, isso aliado a um produto de qualidade, principalmente sendo adotado por agricultores familiares.

A produção de hortaliças na maioria das vezes é uma atividade intensiva com sistemas de produção baseados em intensa e frequente mecanização e na utilização intensiva e crescente de insumos. Em algumas regiões de onde tem-se produção olerícola e, especialmente em áreas montanhosas com topografia acidentada, os processos erosivos e o esgotamento dos recursos naturais são alarmantes, além do agravamento dos problemas fitossanitários decorrentes de um ciclo de empobrecimento crescente. (LIMA & MADEIRA, 2014).

Diversas pesquisas em relação à adubação verde e ao plantio direto de hortaliças no Brasil, estão sendo desenvolvidas, podendo essa técnica pode ser considerada como recente.

Por esse motivo muitos tratamentos culturais como adubação, irrigação, controle de pragas e doenças e controle de invasoras usados no cultivo de hortaliças no qual a adubação verde e o sistema de plantio direto são adotados, necessitam ser adotados de forma diferente ao cultivo convencional, caso isso não ocorra pode-se ter problemas por exemplo, com o uso inadequado da irrigação em áreas de plantio direto isso poderá acabar proporcionando condições para que ocorra uma maior incidência de doenças. Isso já reduz o rendimento e a qualidade da produção hortícola (TIVELLI et al., 2010).

A forma com que é realizado o cultivo de hortaliças atualmente pela maioria dos agricultores tem como forma de preparo do solo a utilização de arado, grade, subsolador e enxada rotativa sendo esses implementos promotores da desestruturação do solo, degradando o solo de forma física, química e biológica. Isso faz com que produtores necessitem a cada ano elevar suas aplicações de fertilizantes.

Segundo Allen et al. (1998), quando se consegue uma condição com 50% de cobertura do solo por palhada, a evapotranspiração pode reduzir em 25% durante o estágio inicial de desenvolvimento das culturas e até 10% durante o estágio de máximo crescimento vegetativo. Os mesmos autores relatam redução média no consumo de água de 15% no sistema de plantio direto em diferentes culturas em relação ao cultivo convencional.

O plantio direto de hortaliças é uma alternativa adequada ambientalmente e economicamente para o cultivo orgânico, visto que reduz o revolvimento do solo e como consequência pode-se ter um aumento a matéria orgânica do solo, além de reduzir custos (TIVELLI et al., 2010).

Estudos realizados em propriedades de Santa Catarina com o auxílio de técnicos da EPAGRI, UFSC/CCA e da UDESC/CAV tem demonstrado melhorias significativas das condições do solo e saúde das plantas, reduzindo assim insumos e elevando o lucro por parte dos produtores.

O Sistema de Plantio Direto em Hortaliças (SPDH) segue três princípios básicos: o revolvimento localizado do solo, restrito às covas ou sulcos de plantio; a diversificação de espécies pela rotação de culturas, com a inclusão de plantas de cobertura para produção de palhada; e a cobertura permanente do solo, (LIMA & MADEIRA, 2014).

Os principais benefícios do SPDH são: redução nas enxurradas, redução nas perdas de solo em torno de 70%, redução dos processos erosivos; economia de água em culturas irrigadas em até 30%; diminuição na mecanização em até 75%; regulação térmica proporcionada pela palhada com redução dos extremos de temperatura em até 10°C na superfície do solo; incremento nos teores de matéria orgânica e maior ação biológica; menor dispersão de doenças, redução nas capinas pela barreira proporcionada pela palhada para as plantas infestantes dentre outras. Para a adoção do SPDH, deve-se considerar que as hortaliças, em geral, não proporcionam resíduos de palhada em quantidade adequada à manutenção do sistema, devendo-se incluir plantas de cobertura na sucessão de cultivos com as hortaliças (LIMA & MADEIRA, 2014).

Existem muitas iniciativas no Brasil que fazem uso do SPDH ocupando por exemplo cerca de 50% da área do tomate para processamento, 20% de abóbora híbrida e 10% de cebola no país (LIMA & MADEIRA, 2014).

A Embrapa Hortaliças vem conduzindo desde 2002 experimentos para sistematizar o SPDH em cebola, tomate para processamento, tomate para mesa, brássicas (repolho, couve-flor e brócolis), abóboras e outras hortaliças, com avaliação de diferentes cultivares e plantas de cobertura, níveis de adubação, manejo da irrigação, entre outros fatores. (LIMA & MADEIRA, 2014).

É necessário a busca por alternativas para a produção de hortaliças menos agressivas ao ambiente, com viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental, adequado às condições edafoclimáticas tropicais (LIMA & MADEIRA, 2014).

Indicadores de Qualidade Química do Solo O uso intensivo de insumos agrícolas, pode interferir na qualidade química dos solos podendo comprometer o sucesso econômico e estabilidade ambiental dos sistemas agrícolas (MI et al., 2018). Os atributos químicos do solo são importantes fatores que medem a capacidade do solo em fornecer nutrientes para as plantas fazendo com que o monitoramento das condições do solo seja um dos parâmetros fundamentais na gestão da qualidade dos sistemas agrícolas (PANICO et al., 2018).

Os indicadores de qualidade química normalmente são agrupados em quatro classes: a) os que indicam processos do solo ou de comportamento, por exemplo o pH, Carbono Orgânico; b) aqueles que indicam a capacidade do solo de resistir à troca de cátions. Ex: Tipo de argila (1:1 ou 2:1), CTC, CTA, Óxidos de Ferro; Óxidos de Alumínio; c) aqueles que indicam as necessidades nutricionais das plantas. Ex: N, P, K, Ca, Mg e elementos traços também chamados de micronutrientes; d) aqueles que indicam contaminação ou poluição. Ex: Metais pesados, nitrato, fosfato, agrotóxicos.

Dentre os principais indicadores químicos de qualidade do solo podemos destacar o teor de matéria orgânica do solo (MOS) que é muito suscetível a alterações diante das práticas de manejo (REINERT et al., 2006), está ainda pode ter relações com as demais propriedades do solo, como a densidade, a porosidade, a superfície específica, a estrutura e a retenção de água. Exerce influência sobre a cor, consistência, permeabilidade, aeração e temperatura, é importante para a CTC e para o conteúdo de bases trocáveis no solo (KIEHL, 1979). Segundo KIEHL (1979) a matéria orgânica é resultado do processo de decomposição de resíduos vegetais e animais que sofreram decomposição biológica por meio da ação de microrganismos, encontrando-se em uma forma resistente a novos ataques microbianos e por isso vão se acumulando no solo.

## **2.5 Indicadores de Qualidade Física do Solo**

Os indicadores físicos, se tratando de atividade agrícola eles assumem importância por estabelecerem relações fundamentais com os processos hidrológicos, tais como taxa de infiltração, escoamento superficial, drenagem e erosão. Possuem também função essencial no suprimento e armazenamento de água, de nutrientes e de oxigênio no solo. A qualidade física do solo está relacionada à sustentabilidade de sistemas agrícolas e a sua avaliação deve ser realizada através de indicadores que reflitam o seu comportamento (PEREIRA et al., 2011). Os principais indicadores físicos usados atualmente são: textura; densidade do solo; porosidade total; resistência à penetração; estabilidade de agregados; capacidade de retenção de água; e condutividade hidráulica (ARAÚJO et al., 2012).

As propriedades de um solo são afetadas pelo manejo em que esse solo é submetido e depende da textura e mineralogia, as quais influenciam a resistência e a resiliência do solo a determinada prática agrícola (SEYBOLD et al., 1999).

De todas as propriedades físicas do solo a estrutura é a que apresenta maior sensibilidade em relação ao manejo e pode ser analisada segundo variáveis relacionadas à sua forma (ALBUQUERQUE et al., 1995) e ou a sua estabilidade (CAMPOS et al., 1995). De forma geral quando se aumenta a intensidade do cultivo observa-se uma diminuição no tamanho dos agregados do solo (CARNEIRO et al., 2009), aumenta-se a densidade do solo, reduz-se a porosidade total e aumento da resistência do solo à penetração (ALBUQUERQUE et al., 1995; GIAROLA et al., 2007; TAVARES FILHO e RIBON, 2008). Assim, a estrutura influencia diversas propriedades físicas no solo, principalmente a densidade (AGUIAR, 2008), que está relacionada com a capacidade de penetração das raízes, difusão de oxigênio, desenvolvimento das plantas e a produtividade, e pela absorção de água e nutrientes pelas raízes (DORAN e PARKIN, 1994). Diante desses malefícios decorrentes das modificações causadas pelas práticas de manejo inadequadas (CAMPOS et al., 1995), observou em um

estudo redução no complexo de cargas e na atividade biológica, isso prejudica o desenvolvimento das plantas além da redução na produtividade devido, principalmente, a diminuição da estabilidade de agregados, o aumento da densidade e a diminuição da microporosidade (CRUZ et al., 2003; SILVA et al., 2005).

A avaliação da estabilidade de agregados do solo é normalmente realizada por meio dos parâmetros: diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP), denominados índices de agregação do solo, que refletem o estado de estruturação do solo, inferem sobre suscetibilidade ou resistência a processos erosivos, sendo também sensíveis às práticas de manejo de solo como o preparo periódico, tráfego de máquinas e pisoteio animal, que acentuam o processo de compactação, e a sistemas com baixo aporte e teor de matéria orgânica, (CASTRO FILHO et al., 1998; MENDES et al., 2003; BEUTLER et al., 2004; MARCOLAN e ANGHINONI, 2006), mostrando-se, assim, um bom indicador de qualidade do solo. Segundo KIEHL (1979), em solos arenosos, é considerada como faixa adequada: DMP variando entre 1,45-1,60 mm e, DMG variando entre 1,45-1,60 mm.

A densidade do solo é determinada pela relação entre massa de solo seco e o volume total que essa massa ocupa somando o espaço ocupado pelo ar e pela água. Normalmente é afetada pela cobertura vegetal, pelo grau de compactação, pelo teor de matéria orgânica, pelo uso e manejo do solo e pela profundidade (CARVALHO et al., 1999; SILVA et al., 2000), ou seja, por praticamente todos os fatores que se relacionam à estrutura do solo, de acordo com AGUIAR et al. (2008).

A densidade do solo é um importante indicador de qualidade do solo devido a sua resposta ao uso e manejo do solo isso em médio prazo como observado por ARGENTON et al. (2005). Esses autores analisaram a qualidade física de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo e plantas de cobertura utilizando como referência uma área com mata nativa e concluíram que os sistemas de preparo modificaram a estrutura do solo, com aumento da densidade do solo e da resistência à penetração e redução da macroporosidade e da porosidade total.

## **2.6 Espécies Utilizadas como Plantas de Cobertura**

### **2.6.1 Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*)**

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) é uma espécie da família Fabaceae, adaptada às condições de baixa fertilidade do solo, possui hábito de crescimento rastejante e ciclo perene. Originário da América do Sul possui resistência à seca e ao frio, propaga-se através de sementes ou estolões. Essa espécie, apesar de perder as folhas e ter seu crescimento estagnado, tolera geadas severas e rebrota com o aumento da temperatura. Essas exigências devem ser levadas em consideração no momento da escolha da leguminosa adequada ao uso como adubo verde (AQUINO & ASSIS, 2005; GOUVEA et al 2012).

O *Arachis pintoi* possui exigência moderada em fósforo, e apresenta eficiência na absorção deste elemento quando em níveis baixos no solo. Com crescimento rasteiro e raiz pivotante, pode atingir de 20 a 40 cm de altura, crescendo em média 30 cm de profundidade. Possui caule ramificado e cilíndrico, com folhas alternadas, contendo pelos sedosos nas margens. A floração ocorre de forma indeterminada e contínua e os frutos se desenvolvem subterraneamente (GOUVEA, et al 2012).

Segundo Guerra (1997) o período de tempo necessário para a cobertura completa do terreno por amendoim forrageiro é cerca de 190 dias.

É uma leguminosa persistente nas pastagens e isso se deve ao fato dos pontos de crescimento nos estolões permanecem bem protegidos dos animais, no momento do pastejo. Em pastagens consorciadas, essa leguminosa possui a capacidade de elevar suas folhas em

longos pecíolos, fazendo com que ocorra competição com as gramíneas (BARCELLOS et al., 2000).

O principal uso dessa leguminosa é como espécie forrageira, sendo fonte de alimento de qualidade aos animais, podendo ser cultivado em plantios puros ou consorciados com gramíneas tropicais. Apresenta alta produção de matéria seca, variando entre 7 e 14 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e possui valor nutritivo superior ao de outras leguminosas tropicais (PIZARRO & RINCÓN, 1994). Utilizado na rotação de culturas, o amendoim forrageiro contribui com a fertilidade do solo, reduzindo o aparecimento de pragas e ervas daninhas nos cultivos seguintes (VALENTIM et al, 2001).

Ainda Valentim et al (2001) cita que após 18 meses do plantio a massa de raízes até 30cm de profundidade é superior a 10 Mg ha<sup>-1</sup>. Isso foi comprovado com estudos em Brasília onde foram obtidos 17 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca de raízes/ há, sendo 60% nos primeiros 30cm, porém com raízes atingindo até 1,95 m de profundidade no solo.

De acordo com Espíndola (2001) a quantidade de N fixado pelo Amendoim-forrageiro pode chegar a 160 (kg ha<sup>-1</sup>).

### 2.6.2 Braquiária (*Brachiaria brizantha*)

Dentro do gênero *Brachiaria* estão inseridas cerca de 100 espécies originárias das regiões tropicais e subtropicais em ambos os hemisférios. Sete dessas espécies, a *B. arrecta*, *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, *B. mutica* e *B. ruziziensis* são utilizadas como forrageiras na América tropical (KELLER-GREIN et al., 1996; VALLE et al, 2010). Dentre as espécies a *B. brizantha* é a mais utilizada (VALLE et al., 2010).

Em regiões de clima quente e úmido como ocorre na maior parte do território nacional, as gramíneas tropicais predominam para formação de cobertura morta. As principais características destas espécies são: produzir grande volume de massa seca e, devido a sua alta relação C/N, persistir por mais tempo cobrindo o solo. Dentre as gramíneas, podemos destacar as braquiárias, visto que elas apresentam um sistema radicular profundo e vigoroso refletindo boa tolerância a seca, podendo produzir até 20 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

As braquiárias destacam-se pela sua rusticidade, baixa exigência nutricional e tolerância à seca, com origem principalmente tropical e subtropical africana, quando comparadas a outras forrageiras, apresentam excepcional produtividade de matéria seca.

Ferreira (2001), em condições de Cerrado, obteve produtividade de *Brachiaria brizantha* cv Marandu de 23 ton ha<sup>-1</sup> de MS aos 150 DAE, com índice de área foliar de 6,0 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>. Rosa (2002), encontrou 32.237 Mg ha<sup>-1</sup> aos 125 DAE, e taxa de acumulação diária de MS, de 530 kg ha<sup>-1</sup> aos 84 DAE.

### 2.6.3 Milheto (*Pennisetum americanum*)

O milheto (*Pennisetum americanum* (L.) dentre as espécies vegetais normalmente utilizadas como adubação verde, o milheto se destaca em virtude de sua precocidade, elevada capacidade de acúmulo de massa e nutrientes, além da decomposição mais lenta, que possibilita melhor proteção do solo (BORTOLINI et al., 2000). O conteúdo energético do milheto é elevado quando o comparamos com as demais gramíneas produzindo assim elevados índices da produção animal (MCCARTOR & ROUQUETTE JR., 1977).

A produção média do milheto varia de 7 a 10 Mg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de MS e, dependendo do cultivar, condições climáticas e fertilidade do solo, em alguns casos esses valores podem chegar até 20 Mg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de MS (BOGDAN, 1977). Devido a seu alto potencial produtivo, ele tem alta demanda por nitrogênio (N), nutriente cuja disponibilidade no solo normalmente é baixa.

O milheto vem sendo usado como adubo verde e cobertura de solo para plantio direto no Cerrado, no período de safrinha (fevereiro a abril) e na primavera (agosto a outubro). Nesse bioma pode ter também outras finalidades, como por exemplo, na integração lavoura-pecuária (BURLE et al., 2006).

Quando ocorre a aplicação de nitrogênio à pastagem de milheto, o mesmo terá uma maior produtividade além de conseguir um ciclo mais longo (HART & BURTON, 1965; MEDEIROS et al., 1978; SCHEFFER et al., 1985).

Estudos têm mostrado que o momento ideal para a dessecação ou corte do milheto para uso como adubo verde deve ser no florescimento (SODRÉ FILHO et al., 2004).

Um dos fatores que faz com que a produtividade do milheto seja tão variável é a intensidade e altura de corte fazendo com que ocorra uma redução da produção se os cortes forem baixos e frequentes (SHAW, 1976).

#### **2.6.4 Crotalária (*Crotalaria juncea*)**

A semeadura da crotalária é indicada principalmente para rotação de culturas. O cultivo pode ser adotado antes e durante as safras, até mesmo é uma alternativa para a safra de verão. O uso de crotalária se populariza por causa da sua eficiência no controle de nematóides. Mas a leguminosa também é importante para a descompactação do solo, controle de erosão e fixação de nitrogênio. É a espécie que produz a maior quantidade de biomassa no menor tempo e, conseqüentemente protege o solo contra os efeitos da erosão, e tem um bom controle de ervas daninhas (SILVA 1999).

É considerada anual de porte ereto, de crescimento rápido, podendo chegar a mais de 3 m de altura, boa cobertura do solo e alta produção de fitomassa, caule semilenhoso, com efeito alelopático e/ou supressor de invasoras bastante expressivo, comportando-se bem em solos arenosos e argilosos, não suportando geadas e tombando com ventos fortes. Muito empregada em reforma de pomares, apresentando boa resistência à seca, pois seu sistema radicular pode atingir até 4,6 m de profundidade, porém, 80% dele encontra-se nos primeiros 30 cm do solo. Apresenta ótimo rendimento em material verde, incorporando N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, quando o objetivo é a adubação verde deve ser manejada após a floração cerca 110 a 140 dias (SILVA 1999).

#### **2.6.5 Coquetel de espécies**

A utilização do coquetel de plantas é recomendável devido a maior diversificação promovida principalmente por reunir as vantagens/benefícios de diversas plantas ao mesmo tempo. Por exemplo se ocorrer seca, ou mesmo ataque de pragas/doenças, na maioria dos casos o coquetel fica menos susceptível porque pelo menos algumas plantas poderão se desenvolver. Outra vantagem é o fato do sistema radicular ser diferenciado, explorando diferentes camadas do perfil do solo, reciclando diferencialmente os nutrientes e promovendo efeitos diversos no solo, devido a produção de diferentes tipos de ácidos orgânicos, tende a promover melhores efeitos nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (MEDEIROS & CALEGARI, 2007).

Através do coquetel entre plantas de cobertura, é possível de certa forma controlar a velocidade de decomposição e liberação de N dos resíduos culturais, já que a fitomassa obtida desse consórcio apresenta uma relação C/N intermediária àquela das culturas solteiras (GIACOMINI, 2001). Para o melhor aproveitamento do N acumulado pelos coquetéis entre plantas de cobertura de solo, a liberação do N dos resíduos culturais deverá ocorrer em sincronia com a demanda de N das culturas comerciais em sucessão (STUTE & POSNER, 1995). A fitomassa produzida por coquetéis vegetais tem influência direta na melhoria das

condições do solo contribuindo com a diminuição das perdas de nutrientes por lixiviação e diminuição da erosão; com a manutenção da umidade e melhoria da infiltração, além de colaborar no controle de ervas espontâneas; auxiliam na disponibilização de nutrientes, principalmente as espécies leguminosas, e na melhoria da estruturação do solo pelas gramíneas (ESPÍNDOLA et al. 2005 e CARVALHO & AMABILE, 2006).

## 2.7 A Cultura da Berinjela

A berinjela, (*Solanum melongena L.*), pertence à família Solanaceae é originária do leste e do sudeste da Ásia e se difundiu pelo mundo a partir da Índia, há relatos que foi introduzida pelos árabes na Europa na idade média. É uma espécie cultivada por pequenos produtores em praticamente todo o território brasileiro sendo consumida principalmente nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná. Atualmente os maiores produtores mundiais de berinjela são a China e Índia (FINCO et al., 2009).

Quanto às características botânicas da berinjela, a planta tem um porte arbustivo, com caule semi-lenhoso, ereto ou prostrado, podendo atingir 0,5 a 1,8 m de altura, é considerada uma planta perene, mas em muitos casos se comporta como uma cultura anual quando plantas acabam morrendo devido a doenças por exemplo.

A cultura da berinjela tem um bom desenvolvimento em regiões de clima tropical e subtropical, sem excesso de chuva. Na época de floração, ela não suporta frio intenso e geadas. Para o cultivo, prefere as temperaturas entre 18 e 25 graus, principalmente nas estações da primavera, do verão e do outono.

A produção de hortaliças é altamente intensiva onde tem-se a utilização do solo com vários ciclos culturais durante um ano. A olericultura exige um elevado investimento por hectare explorado visando a obtenção de alta produção/produtividade e conseqüentemente uma boa rentabilidade. Esse tipo de atividade exige recursos tecnológicos elevados além de uma intensiva mão de obra, além disso necessita ser implantada próxima dos centros consumidores (FILGUEIRAS, 2008).

As cultivares brasileiras tradicionais de berinjela foram dando lugar às cultivares híbridas devido a características como produtividade, tolerância às doenças e pragas, uniformidade e qualidade dos frutos. Essa mudança iniciou com a incorporação comercial do híbrido F-100 no início dos anos 70, o que possibilitou a introdução de outros híbridos, como Super F-100, F-1000, Nápoli e Ciça (ANTONINI et al., 2002).

A Embrapa Hortaliças lançou em 1991 o híbrido “Ciça” com resistência à antracnose e à podridão-de-fomopsis, duas doenças fúngicas importantes da berinjela. Esse híbrido tem se mostrado altamente produtivo em diversas regiões do País, apresentando excelente qualidade de fruto e maior conservação pós-colheita. Atualmente, as empresas Hortec, Hortivale e Feltrin comercializam sementes do híbrido “Ciça”.

Em muitos casos faz-se necessário o tutoramento das plantas, normalmente é feita com uma vara fincada ao lado de cada planta. Este trato cultural promove vantagem produtiva, proporcionando também uma menor severidade de doença e ataque de insetos-praga (WAMSER et al., 2008). Outra vantagem do tutoramento é uma melhor distribuição da radiação solar ao longo do dossel das plantas, melhorando as taxas fotossintéticas e conseqüentemente, maiores disponibilidades de fotoassimilado para o enchimento dos frutos (WAMSER et al., 2007).

Verifica-se também que, dependendo das condições de cultivo (clima, pragas e doenças, adubação) e do cultivar, a colheita pode-se iniciar por volta de 60 dias após o transplante e permanecer por três ou mais meses (CECÍLIO FILHO, 2009).

Segundo Filgueiras (2008) a produtividade pode variar de 70 a 100 t (6.660 plantas/ha), efetuando uma ou duas colheitas semanais, podendo haver dois períodos de safra.

Em berinjela ‘Ciça’ foi constatado produtividade total de 65,41 Mg ha<sup>-1</sup>, considerando-se uma densidade de 10.204 plantas ha<sup>-1</sup> (LIMA et al., 2012).

Os principais entraves no cultivo de berinjela são pragas, doenças e as plantas daninhas, as quais interferem na produtividade e na qualidade dos frutos, dificultando os tratos culturais e a colheita.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Área de Estudo**

O município de Seropédica está localizado em uma região conhecida geograficamente como Baixada Fluminense e como Região Metropolitana pela divisão política administrativa do estado (CEPERJ, 2014). Situada a 36 metros de altitude, Seropédica tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 22° 44' 29" Sul, Longitude: 43° 42' 19" Oeste.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1980) é do tipo Aw ou Tropical do Brasil Central (NIMER, 1977), com chuvas concentradas no período de novembro a março, precipitação média anual de 1.213 mm e temperatura média anual de 24,5 °C, como podemos observar na

Figura 1.

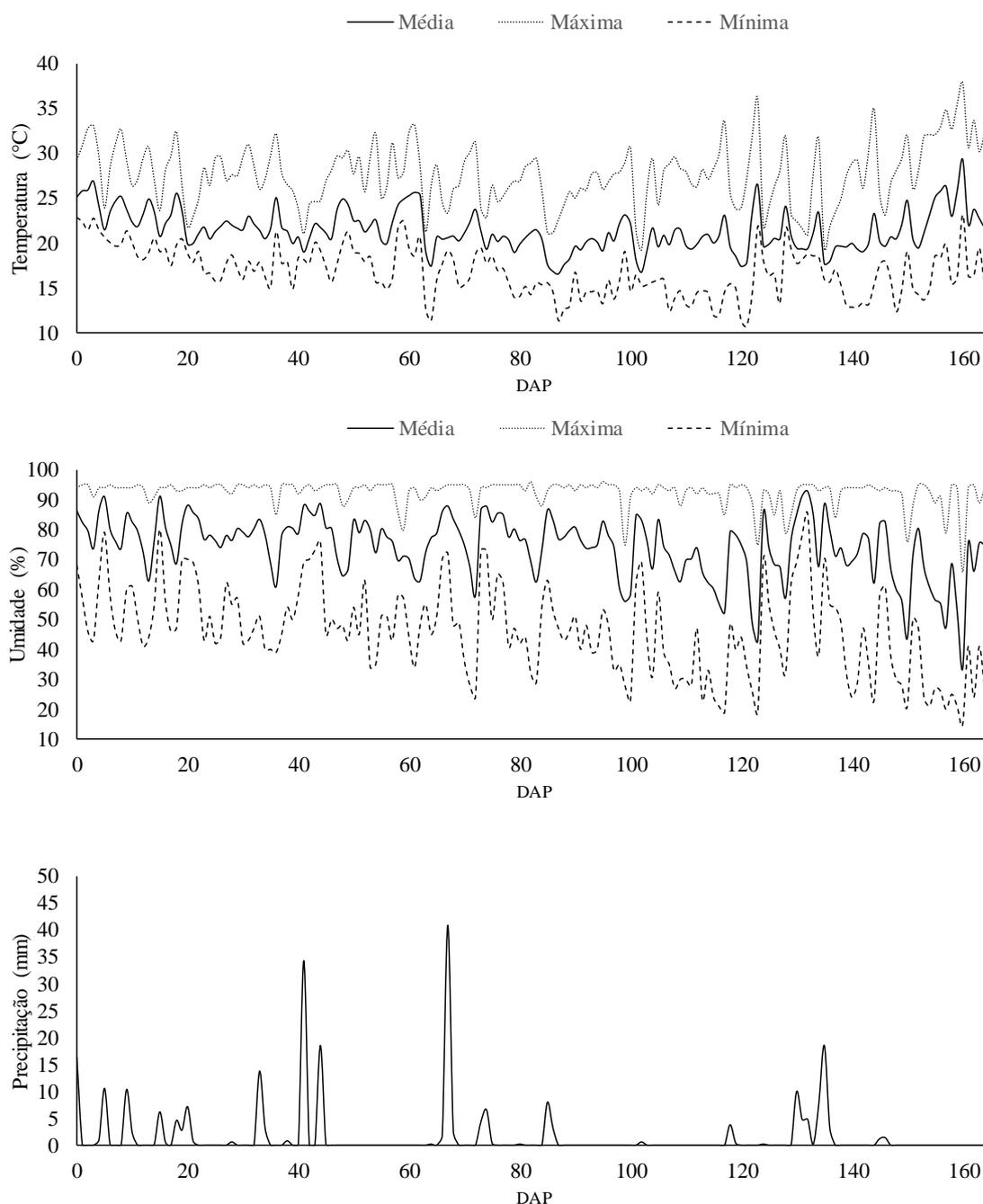
#### **3.2. Caracterização da Área Experimental**

O experimento foi implantado em uma unidade de produção orgânica (Sítio do Sol), filiada a ABIO (Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro) e participante da associação de produtores SerOrgânico, situada nas coordenadas 22° 49' 19,79" S e 43° 44' 16,43" W, Reta dos 800, Piranema, zona rural do município de Seropédica.

A área de estudo corresponde a uma área de 15x20 metros totalizando 300 m<sup>2</sup>, com 56 parcelas de 1,5 X 2,5m, divididas em 4 blocos (1,2,3,4).

#### **3.3. Histórico da Área Experimental**

O levantamento do histórico da área foi feito por meio de perguntas em que se avaliou a propriedade como tempo de cultivo no sistema orgânico de aproximadamente 10 anos, onde os insumos são obtidos de propriedades vizinhas, como esterco bovino, por exemplo. As espécies mais cultivadas são solanáceas (pimentas, berinjela, quiabo, dentre outras).



**Figura 1.** Dados climáticos diários de temperatura (A), umidade relativa (B), precipitação (C) desde a data do transplante (08/11/2016) até a última coleta (20/09/2017), extraídos da Estação Meteorológica Estação Ecologia, localizada no município de Seropédica.

### 3.4 Amostragem do Solo

Para a caracterização da área foram coletadas amostras deformadas nas profundidades de 0-5; 5-10, 10-20 e 20-40 cm. As amostras foram coletadas com auxílio de trado, obedecendo aos princípios da coleta de amostras para análises de fertilidade (FREIRE et al., 2013) como observado na Figura 2.



**Figura 2.** Croqui de localização dos pontos para coleta de amostras indeformadas dentro de cada bloco para avaliação dos atributos físicos e químicos do solo.

Após a coleta, as amostras deformadas, foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneiras de 2,00 mm de malha obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA), material onde foram realizadas as análises de fertilidade e de granulometria.

### 3.5 Análise Granulométrica

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, de acordo com o método preconizado por Day (1965), utilizando como agente dispersante hidróxido de sódio 1 mol L<sup>-1</sup>. Os teores de areia grossa e areia fina foram quantificados por tamisação com malha de diâmetro de abertura de 0,2 e 0,053 mm, respectivamente. Os teores de argila total foram quantificados pela tomada de uma alíquota da suspensão considerando a velocidade de sedimentação das partículas. Os teores de silte foram determinados a partir da diferença entre os teores de areia total e argila total, a partir da seguinte equação:

$$\text{Silte (g kg}^{-1}\text{)} = 1000 - (\text{areia total} + \text{argila total}) \quad (1)$$

### 3.6 Avaliação da Fertilidade do Solo

As análises foram realizadas segundo Embrapa (1997), para a determinação dos teores trocáveis de nutrientes amostras foram coletadas nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm da seguinte forma: Ca, Mg e Al foram extraídos com solução de KCl e quantificados via titulação; P, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> extraídos com solução Mehlich 1, sendo quantificados por colorimetria (P) e fotometria de emissão de chamas (K e Na); carbono orgânico determinado por oxidação a quente com dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal, segundo Yeomans & Bremner (1988); H+Al avaliados através de solução de acetato de cálcio 0,025 mol L<sup>-1</sup>, determinação do pH do solo em água além do cálculo da CTC, conforme descrito por Embrapa (1997). Para fins de comparação, também foi realizada a amostragem de uma área próxima, sendo esta considerada de referência composta por uma floresta secundária.

### 3.7 Carbono e Nitrogênio do Solo

O carbono orgânico total (COT) foi determinado por oxidação a quente com dicromato de potássio com concentração ( $0,167 \text{ mol L}^{-1}$ ) e titulação com sulfato ferroso amoniacal ( $0,20 \text{ mol L}^{-1}$ ), segundo Yeomans & Bremner (1988). O estoque de carbono foi calculado pelo método da camada equivalente, onde correção dos estoques de C do solo, será realizado levando em conta as diferenças nas massas de solo de cada camada, segundo Sisti et al. (2004).

O teor de N foi determinado por combustão de acordo com a metodologia de Dumas (KEENEY e BREMNER, 1967), utilizando-se o aparelho *Rapid N Cube* (Elementar®). Para C total do solo foram pesados 0,25 g de solo moído com auxílio de gral e pistilo e levados para análise elementar por oxidação em via seca em aparelho de leitura simultânea de CHN da LECO®, também pela metodologia de Dumas.

### 3.8 Resistência à Penetração

A resistência mecânica do solo à penetração (RP) foi determinada com o uso de penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar, com ângulo de ponteira cônica de  $30^\circ$  (STOLF, 1991). Em cada parcela realizaram-se quatro determinações da RP nas profundidades de 0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30, 0,30-0,40 m. Os dados de campo foram obtidos em números de impactos ( $\text{dm}^{-1}$ ), e foram transformados em  $\text{kgf cm}^{-2}$  por meio da equação  $R (\text{kgf cm}^{-2}) = 5,6 + 6,89 N$  (SENE et al., 1985). A seguir, estes valores foram multiplicados pela constante 0,098 para transformação em unidades MPa (ARSHAD et al., 1996).

Para transformação da leitura de resistência a penetração da haste do equipamento ( $\text{cm/impacto}$ ) foi usada a seguinte equação:

$$RSP = \frac{M \cdot g \cdot h}{A \cdot x} * \frac{M}{M+m} * \frac{M+m}{A} * g \quad (2)$$

Onde,

**RSP:** Resistência do solo a penetração (Mpa); **M:** massa do êmbolo (3,98 kg); **m** massa do aparelho sem êmbolo: 3,44 kg; **g:** aceleração da gravidade ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ); **h:** altura de queda do êmbolo (0,40 m); **A:** área do cone que penetra no solo ( $\text{cm}^2$ ); **x:** e distância de penetração após cada impacto (em metros).

Para a realização da análise de RSP foi levado em consideração a umidade do solo, visto que é uma questão que tem interferido muito na utilização de penetrômetros. Diante da problemática, segundo Coutinho (2012), recomenda-se que os testes de RSP sejam realizadas mediante a condições de umidade dentro da capacidade de campo.

Para a realização da análise de umidade do solo, foram coletadas amostras de terra, que foram armazenadas em sacos plásticos e seladas para conservar a umidade real. Após a coleta as amostras foram levadas para laboratório para a determinação da umidade, conforme o método gravimétrico (EMBRAPA, 1997), que consiste em pesar a amostra úmida coletada, em seguida a mesma amostra foi em estufa a  $105^\circ\text{C}$  até obtenção de massa constante, realizado todo esse processo a amostra foi retirada da estufa e pesada novamente, e por fim aplicando os valores obtidos nas pesagens na equação a seguir obtêm-se a umidade gravimétrica (Ug):

$$U_g = \frac{M_u - M_s}{M_s} * 100 \quad (3)$$

Onde: **U<sub>g</sub>**: Umidade gravimétrica em (%); **U<sub>m</sub>**: Massa úmida em (g); e **M<sub>s</sub>**: Massa seca em (g).

### 3.9 Estabilidade dos Agregados

Para a avaliação da agregação foram coletados torrões nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, com o auxílio de um enxadão. Os torrões foram levados para laboratório, separados manualmente, e depositados em um conjunto de peneiras de 8,00 e 4,00 mm de malha. Após peneiramento, os agregados que ficaram retidos na peneira de 4,00 mm de malha foram utilizados na análise. Pesou-se 25 g de agregados que foram transferidos para peneira de 2,00 mm. Assim compondo um conjunto de peneiras com diâmetro de malha decrescente, a saber: 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,105 mm. Os agregados inicialmente colocados na peneira de 2,00 mm foram umedecidos com borrifador, e posteriormente o conjunto de peneiras será submetido à tamisação vertical via úmida por 15 minutos no aparelho de Yooder (YOODER, 1936). Transcorrido esse tempo, o material retido em cada peneira foi retirado, separado com jato d'água, colocado em placas de pétri previamente pesadas e identificadas, e levado à estufa até a obtenção de massa constante. A partir da massa de agregados foram calculados: o diâmetro médio ponderado (DMP) e o diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados, segundo Embrapa (1997). Ainda, com a massa dos agregados foi avaliada a sua distribuição nas seguintes classes de diâmetro médio:  $8,0 \geq X > 2,0$  mm;  $2,0 \geq X > 1,0$  mm;  $1,0 \geq X > 0,5$  mm;  $0,5 \geq X > 0,25$  mm e  $0,25 \geq X > 0,105$  mm. Esses valores são observados na Tabela 2.

### 3.10 Densidade do Solo

Para a determinação da densidade do solo, foram coletadas amostras indeformadas com anel de Kopeck nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, com doze repetições mediante abertura de trincheiras transversais às linhas de semeadura.

As amostras foram secas a temperatura de 65°C até apresentarem peso constante. Nestas foram determinadas a densidade solo (D<sub>s</sub>) e o teor de carbono orgânico total (COT).

A determinação da D<sub>s</sub> foi realizada pelo método do anel de Kopecky (EMBRAPA, 1997) calculada pela seguinte equação:

$$D_s = M_s/V_s \quad (4)$$

Onde:

**D<sub>s</sub>**: densidade do solo (Mg m<sup>-3</sup>), **M<sub>s</sub>**: massa do solo (Mg) e **V<sub>s</sub>**: volume do solo (m<sup>3</sup>).

### 3.11 Implantação das Coberturas

Foram utilizados blocos inteiramente casualizados sendo utilizadas as seguintes coberturas: espontâneas (predominantemente gramíneas), crotalária, braquiária, amendoim forrageiro, milheto, coquetel de sementes com mistura de todas anteriormente citadas, além de uma área controle mantendo a parcela livre de qualquer cobertura.

Quando as coberturas atingiram o ponto de corte as parcelas foram divididas em: com revolvimento do solo e sem revolvimento do solo, para que após o cultivo possamos comparar

os atributos do solo (fertilidade e teores de carbono orgânico), sempre levando em conta uma área de referência que nesse caso foi uma área de floresta secundária próxima ao local do experimento, representando assim a condição natural do solo que neste caso será ao lado da área experimental.

### 3.12 Avaliação da Fitomassa Seca das Coberturas

Após a realização do manejo/corte das coberturas com o intuito de quantificar a produtividade da fitomassa seca coletou-se o material de toda a parcela (1,5 X2,5 m) sendo pesado e retirada uma amostra onde foi levada para estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas, para determinação dos teores de umidade e assim quantificar a produção de fitomassa seca (FS).

Posteriormente com posse desses dados foi possível extrapolar a produção por hectare.

A

Figura 3 mostra o desenvolvimento das coberturas (50 DAS) e o local da implantação do experimento, sendo a Figura 4 obtida no dia do manejo da cobertura (60 DAS) onde foram coletadas amostras para determinação de massa fresca e posteriormente de massa seca.



**Figura 3.** Acompanhamento e limpeza da área, aproximadamente 50 DAS.



**Figura 4.** Coleta do coquetel (A) e do milheto (B) aproximadamente 60 DAS.

### 3.13 Avaliação da Taxa de Decomposição

Avaliou-se a velocidade de decomposição utilizando litter bags, que são bolsas confeccionadas com tela plástica, com abertura de malha de 5 mm, que permitem a colonização por microrganismos e alguns invertebrados onde serão acompanhadas as taxas de decomposição através do peso.

Para avaliação da taxa de decomposição e liberação de nutrientes foi utilizado o método das bolsas de decomposição (litter bags) com malha de 2 mm de abertura, com dimensões de 0,20 X 0,20 m, conforme descrito por Santos e Whilford (1981). Em cada bolsa foram colocados 10 gramas da parte aérea das plantas de cobertura secas em estufa, a 65°C até massa constante, como observado na

Figura 5.



**Figura 5.** Litter bags com a respectiva cobertura.

Foram distribuídas quinze sacolas de cada cobertura na superfície de cada bloco distribuídas nas parcelas que não foram revolvidas, para realização de cinco amostragens, a primeira aos 15 e as outras em intervalos regulares de 30 dias (30, 60, 90 e 120) após o manejo (DAM). Em cada amostragem foram coletadas 8 sacolas por tratamento (duas/bloco). Após a coleta das amostras, o resíduo vegetal de cada sacola foi limpo manualmente sobre peneira de malha de 0,053 mm, secado em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, depois moído.

Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais e a liberação de nutrientes foi aplicado o modelo matemático exponencial descrito por Thomas e Asakawa (1993) do tipo (1):

$$X = X_0 \cdot e^{-k \cdot t} \quad (5)$$

Em que:

**X**: quantidade de matéria seca remanescente após um período de tempo **t**, (em dias);  
**X<sub>0</sub>**: quantidade de matéria seca ou nutriente inicial (g), e **k**: a constante de decomposição do resíduo.

Reorganizando a equação a seguir:

$$k = \ln (X / X_0) / t \quad (6)$$

É possível calcular a constante de decomposição (**k**), e com este valor obtido pode-se calcular o tempo de meia vida (**T ½** vida) da matéria seca ou nutriente, através da seguinte equação:

$$T \frac{1}{2} = \ln (2) / k \quad (7)$$

Onde:

**ln (2)**: logaritmo neperiano de dois, que é um valor constante; **k**: constante de decomposição.

Os valores obtidos expressaram o período de tempo necessário para que metade dos resíduos se decomponha ou para que metade dos nutrientes contidos nesses resíduos seja liberada (ESPÍNDOLA et al., 2006).

Foram elaboradas equações matemáticas que representam a decomposição de matéria seca e a liberação de nutrientes, com auxílio do software SigmaPlot 10.0. Os resultados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F para significância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.14 Caracterização Química dos Resíduos das Plantas de Cobertura

A fitomassa seca obtida nas amostragens feitas no manejo e no material retirado dos litter bags foi moído e posteriormente submetidas à análise química quantificando-se os teores de nitrogênio total pelo método de Kjeldahl (TEDESCO et al., 1985), P e K determinados a partir de digestão nítrico-perclórica (BATAGLIA et al., 1983). A determinação de P foi feita por colorimetria (EMBRAPA, 1997). O Ca e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (BATAGLIA et al., 1983), o carbono orgânico (C) por Walkley e Black modificado e o S por turbidimetria (TEDESCO et al., 1985). O conteúdo total de cada nutriente foi estimado a partir da porcentagem do nutriente presente em cada amostra, multiplicado pelo peso total de fitomassa seca estimada.

### 3.15 Montagem e Condução do Experimento

O experimento consta da implantação de parcelas experimentais, onde foram cultivadas plantas de cobertura, descritas no subitem 3.14, que no momento que atingiram o pleno florescimento foram roçadas e dispostas sobre as parcelas. Em metade destas parcelas, a palhada ficou sobre o solo e na outra metade a palhada foi incorporada ao solo. Após esta etapa, foi implantada a cultura da berinjela (cultura sucessora).

O experimento foi implantado em uma unidade de produção orgânica (Sítio do Sol), filiada a ABIO e participante da associação de produtores SerOrgânico, situado nas coordenadas 22° 49' 19,79" S e 43° 44' 16,43" W, Reta dos 800, Piranema, zona rural do município de Seropédica.

O clima da região, segundo a classificação de KÖPPEN (1980) é do tipo Aw ou Tropical do Brasil Central (NIMER, 1977), com chuvas concentradas no período de novembro a março, precipitação média anual de 1.213 mm e temperatura média anual de 24,5 °C.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 7x2, sendo sete tratamentos de plantas de cobertura (Milheto (*Pennisetum americanum*), Braquiária (*Brachiaria brizantha*), Crotalária (*Crotalaria juncea*), Amendoim (*Arachis pintoi*), Coquetel (composto pelas coberturas citadas anteriormente), espontâneas e sem cobertura) e dois manejos (com e sem revolvimento do solo), com quatro repetições por tratamento, como planta teste utilizou-se a berinjela (*Solanum melongena* L.).

O experimento foi realizado entre os meses abril e setembro de 2017. As análises químicas do solo foram realizadas conforme EMBRAPA(1997).

### 3.16 Produção das Mudanças

Foi implantada a cultura da Berinjela, sendo utilizado o híbrido Ciça, que apresenta vantagens como resistência à antracnose e à podridão-de-fomopsis, ter se mostrado produtiva em diversas regiões do país, e ter se mostrado adaptado às condições locais do município de Seropédica-RJ. Ressalta-se que estas escolhas foram em função da preferência dos produtores orgânicos no município e histórico de produção.

A semeadura foi realizada no dia 23/02/2017, de forma indireta utilizando bandejas de isopor com 200 células cada (Figura 6A). Nas bandejas utilizou-se como substrato solo da área de pomar do sítio onde, o experimento foi realizado. Para cada carrinho de terra, foi adicionado um de esterco. Quando as mudas estavam com cerca de 5 cm (aproximadamente um mês após a semeadura), foram transferidas das bandejas para os vasos de 400 ml preenchidos com o mesmo substrato utilizado para a semeadura (Figura 6C) isso foi necessário devido a necessidade de mudas com maiores tamanhos visto que o colchão de palha atrapalharia o desenvolvimento inicial.

### 3.17 Transplântio e Adubação de Plantio

A partir do resultado de análise de solo, a recomendação de adubação para a berinjela foi: 30 Kg N ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; 90 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>; como fonte de N foi utilizada torta de mamona, termofosfato para adição de P e sulfato de potássio para adição de K.

Realizou-se uma calagem antes da implantação das coberturas visando o aumento de pH e fornecimento de Ca e Mg.

A adubação realizada no transplântio foi realizada utilizando torta de mamona (*Ricinus comunis*) como fonte de nitrogênio. É importante salientar que ela é um coproduto de maior uso como fertilizante orgânico por apresentar elementos como N, P e K, além de atuar na melhoria das características químicas e físicas do solo, promover um aumento da aeração, capacidade de retenção de água e de elevação do pH do solo (EMBRAPA, 2007).

A unidade experimental foi constituída de 15 plantas de berinjela com espaçamento de 0,5 m x 0,5 m, considerando-se para as avaliações as três plantas centrais, eliminando e/ou reduzindo o efeito de bordadura.

As plantas foram levadas para o campo quando estavam com dois pares de folhas totalmente desenvolvidas. Todas estas etapas foram realizadas de acordo com o calendário lunar agrícola da agricultura biodinâmica (ABAB, 2016).

Para o transplante da berinjela, os berços foram abertos com 15x15 cm manualmente com auxílio de enxadas. A adubação foi realizada em cova ao lado das mudas, no dia do plantio.

A irrigação foi realizada por gotejamento, quando ao controle fitossanitário foi realizado utilizando produtos recomendados para a agricultura orgânica (Azadiractina, D-limoneno e *Bacillus subtilis*).

**A**



**B**



**C**



**D**



**Figura 6.** (A) Semeadura em bandejas de isopor; (B) Desenvolvimento das mudas; (C) transferência das mudas da bandeja para os vasos; (D) plantio das mudas no campo.

### 3.18 Coleta e Determinação de Peso Seco

A colheita foi realizada semanalmente, onde coletou-se as berinjelas com tamanho padrão comercial e para critérios das análises utilizou-se as berinjelas das plantas de referência, que são as três plantas centrais de cada parcela. Isso foi feito com o intuito de reduzir o efeito de bordadura.

Os frutos foram levados para o laboratório para determinação dos valores de massa fresca, após a pesagem os frutos foram cortados para facilitar a secagem e levados para estufa de circulação. Após atingido o peso seco constante o material, foi pesado novamente obtendo-se assim a massa seca.

As plantas de berinjela foram conduzidas até o final da fase reprodutiva, onde a colheita era realizada semanalmente, a produção era encaminhada para o Laboratório de Estudos das Relações Solo Planta do Departamento de Solos no Instituto de Agronomia da UFRRJ.

A primeira colheita realizou-se em 12/06/2017, aproximadamente 110 DAS a semeadura, estes frutos foram pesados para obtenção de matéria fresca e conseqüentemente determinada a produtividade, após foram cortados para facilitar a perda de água, (Figura 17 B) os frutos foram secos em estufa de circulação forçada à 65°C, até quando atingiram peso constante. Após a secagem as amostras foram pesadas obtendo assim o teor de massa seca, após isso foram trituradas.

A produtividade foi expressa pela massa fresca em Mg ha<sup>-1</sup> extrapolando a produção das plantas de referência para a área do experimento e depois para um hectare.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Análise Granulométrica

Solos arenosos apresentam algumas limitações para o cultivo de plantas, de forma geral, apresentam baixa fertilidade natural, presença de Al em forma tóxica e baixo teor de matéria orgânica, que é responsável pela maior parte da capacidade de troca de cátions (CTC) nesses solos. Além disso, os baixos teores de matéria orgânica aliados aos baixos teores de argila e à estrutura desses solos, com grande volume de macroporos, determinam sua baixa retenção de água (SANTOS et al 2013).

Baseando-se no Triângulo Textural esse solo foi classificado como franco-argilo-arenoso, tendo os valores de areia silte e argila na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

**Tabela 1.** Valores médios da análise granulométrica da área experimental e área de referência.

Área	Prof	Areia %	Silte %	Argila %
Área Experimental	0-5	68	12	20
	5-10	67	9	25
	10-20	65	7	27
	20-40	62	7	31
Referência	0-5	66	11	23
	5-10	64	7	29
	10-20	59	7	34
	20-40	57	10	34

### 4.2 Avaliação da Fertilidade do Solo

Na análise química dessa área verificou-se uma área com baixa fertilidade sendo que a maioria dos elementos analisados os teores foram considerados baixos (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) tanto na área experimental como na floresta secundária que para nós foi considerada como uma área de referência, descrevendo assim um perfil da região com solos naturalmente de baixa fertilidade, além de se caracterizar como solo distrófico, onde há maiores quantidades de H+Al do que a soma de bases.

Necessitou-se da indicação de calagem devido a baixos valores de pH. Essa prática é fundamental para o bom desenvolvimento das culturas e podem alterar a dinâmica de nutrientes, de forma a estabelecer um equilíbrio no sistema solo-planta-animal, ou ainda, melhorar essas relações visando a sustentabilidade (PIMENTA et al., 2010).

Os teores de fósforo também são baixos nesses solos, na camada até 10 cm apresenta teores mais elevados quando comparado com maiores profundidades, o que é um comportamento típico do elemento, considerando sua baixa mobilidade.

**Tabela 2.** Valores médios de atributos químicos da área experimental até a profundidade de 40 cm.

Profundidade (cm)	Na		Ca		Mg		H+Al		Al	
	-----Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----									
0 a 5	0,01	± 0,00	2,24	± 0,28	1,52	± 0,22	4,17	± 0,40	0,07	± 0,03
5 a 10	0,01	± 0,00	1,81	± 0,22	1,18	± 0,15	3,96	± 0,40	0,15	± 0,05
10 a 20	0,01	± 0,00	1,39	± 0,25	0,93	± 0,19	4,06	± 0,43	0,39	± 0,12
20 a 40	0,01	± 0,00	0,78	± 0,15	0,66	± 0,14	4,08	± 0,42	0,71	± 0,13
	S			T		V		m		n
	-----Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					-----%-----				
0 a 5	3,81	± 0,48	7,98	± 0,69	44,22	± 4,68	2,34	± 1,16	0,17	± 0,03
5 a 10	3,02	± 0,35	6,97	± 0,55	40,75	± 4,66	5,21	± 1,79	0,16	± 0,02
10 a 20	2,34	± 0,40	6,40	± 0,52	33,93	± 5,30	16,72	± 4,92	0,16	± 0,02
20 a 40	1,47	± 0,26	5,54	± 0,43	25,23	± 4,67	33,48	± 6,62	0,17	± 0,03
	pH		P		K					
	----(1:2,5 <sub>água</sub> )----		-----mg md <sup>-3</sup> -----							
0 a 5	4,77	± 0,36	1,08	± 0,41	11,97	± 2,37				
5 a 10	4,84	± 0,37	1,29	± 0,56	6,24	± 1,13				
10 a 20	4,78	± 0,36	0,78	± 0,22	4,24	± 1,05				
20 a 40	4,69	± 0,36	0,27	± 0,03	3,09	± 0,71				

### 4.3 Resistência à Penetração

Ao observarmos a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, resistência a penetração (R), temos um aumento da resistência quando atingimos uma profundidade superior a 20 cm, podemos associar esse aumento à densidade do solo que a mesma também tende a aumentar, além de termos um horizonte de acúmulo de argila característica de Argissolo, esse horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt). Os Argissolos ocupam a segunda maior extensão de área no Brasil, são caracterizados pela presença de um horizonte subsuperficial de acúmulo de argila, classificado como B textural (SANTOS et al., 2018), em sua grande maioria com baixa capacidade de troca catiônica e baixa fertilidade natural.

A ocorrência do Argissolo quanto as condições de relevo, vai desde relativamente suavizado a mais ondulado. Por possuir uma superfície de pouca coesão e uma menor permeabilidade nos horizontes subsuperficiais, apresentam elevada susceptibilidade à erosão, e, isso faz com que as práticas de controle de erosão devam ser usadas de forma mais intensiva, ainda mais quando sob manejo agrícola. Quanto a fertilidade os argissolos normalmente possuem baixa fertilidade (FREIRE et. al., 2013).

**Tabela 3.** Valores de resistência à penetração (R), densidade do solo, umidade e estabilidade dos agregados (DMP) divididos por blocos.

Id	Profundidade(cm)	R (Mpa)	Densidade (g cm <sup>-3</sup> )	Umidade(%)	DMP
B1	0-5	2,17	1,38	9,21	3,30
	5-10	3,43	1,35	10,21	3,56
	10-20	9,06	1,39	10,53	-
	20-40	22,03	1,47	11,93	-
B2	0-5	1,71	1,47	8,47	3,61
	5-10	3,20	1,45	9,18	3,18
	10-20	8,14	1,48	9,42	-
	20-40	20,54	1,75	10,69	-
B3	0-5	1,71	1,54	11,41	4,10
	5-10	1,48	1,46	11,88	3,39
	10-20	5,84	1,55	11,68	-
	20-40	22,26	1,69	11,84	-
B4	0-5	1,25	1,28	12,04	3,85
	5-10	1,36	1,42	11,69	3,57
	10-20	5,84	1,40	11,89	-
	20-40	21,80	1,64	13,07	-
Referência (Área de Mata)	0-5	1,68	1,19	12,56	4,65
	5-10	4,09	1,40	11,85	4,64
	10-20	11,58	1,64	12,36	-
	20-40	26,57	1,67	14,06	-

#### 4.4 Estabilidade dos Agregados

Ao observarmos o diâmetro médio ponderado percebe-se uma tendência de superioridade dos valores da área de referência sobre a área experimental. Estes valores podem ser explicados pela possível degradação do solo na área experimental.

Não se conhecem números absolutos para interpretar, através da análise de agregados, quando um solo pode ser considerado com boas ou más propriedades físicas. Normalmente são feitas referências como sendo de baixa estabilidade, solos com DMP (diâmetro médio ponderado) abaixo de 0,5mm. Tais solos tornam-se impermeáveis quando irrigados, formando-se crostas à superfície. Solos com diâmetro médio ponderado > 0,5mm são considerados relativamente resistentes ao esboroamento e à dispersão.

Quando o solo não é revolvido o sistema radicular é conservado, isso influencia de forma positiva a agregação do solo, visto que atuam na aproximação das partículas minerais devido à pressão exercida durante seu crescimento no espaço poroso do solo, além da liberação de exsudados orgânicos (RAMOS et al., 2010).

Quando observamos os valores de DMP apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** observamos uma maior porcentagem de agregados grandes, por isso os valores de DMP (diâmetro médio ponderado) são relativamente elevados. Isso é importante visto que a agregação indica uma condição do solo como aeração, infiltração da água, retenção de água e de nutrientes e ao desenvolvimento de raízes, alguns autores acreditam que a agregação surge não apenas de uma reação apenas física, química ou biológica, mas pelo conjunto dessas forças interagindo entre si no solo. Sabendo disso podemos considerar que a agregação pode ser considerada um bom indicador da qualidade desse solo. A estabilidade de agregados é um indicador da resistência do solo à erosão e à pressão mecânica do tráfego de máquinas e de implementos.

Em um Latossolo Vermelho, Demarchi et al. (2011) avaliou o DMP e observou os melhores índices na área de pastagem (*Urochloa brizantha*) que apresentaram os valores de 4,12 mm, para uma área de pastagem e 3,43 para mata nativa. A justificativa foi que nessas áreas onde os índices de estabilidade de agregados foram elevados deve-se a maior agregação do solo promovida pelas raízes das plantas de cultivadas na área, proteção da matéria orgânica do solo pela cobertura vegetal contra a desagregação pelo impacto das chuvas e variações bruscas de umidade.

Também avaliando o DMP em diferentes sistemas de manejo, Hickmann et al. (2012) observaram que naquela área que estava sob semeadura direta há 23 anos atingiram valores de DMP de 2,34 mm na profundidade de 0,05-0,10 m, esses valores foram menores que os obtidos neste estudo.

Torres et al. (2005) registraram DMP de 3,46; 3,54; 3,47; 3,63 e 3,69 mm na profundidade de 0,0-0,05 m e 3,38; 3,11; 3,62; 3,36 e 3,53 mm de 0,05-0,10 m para braquiária, crotalária, milheto, pousio e sorgo, respectivamente, valores estes inferiores aos observados na área considerada como referência (floresta secundária) e muito próximos aos observados na caracterização inicial.

#### 4.5 Carbono e Nitrogênio do Solo

Através da relação C:N pode-se avaliar o grau de evolução da matéria orgânica do solo. Esta relação mostra quantas unidades de nitrogênio são necessárias para digerir uma unidade de carbono, quanto menor a relação C:N mais fácil é a decomposição da matéria orgânica do solo, e quanto mais elevada a relação mais lenta será a velocidade de decomposição além da imobilização de nitrogênio (ERNANI, 2002).

Observa-se uma pequena diferença na relação C:N na área de referência com a área experimental, (Tabela 4).

**Tabela 1.** Valores de Carbono, Nitrogênio e relação C:N, ressaltando que esses valores são a média dentro de cada bloco.

Bloco	Prof	C g/kg	N g/kg	C:N
1	0-5	17,93	3,38	5
	5-10	14,62	3,09	5
	10-20	14,44	2,92	5
	20-40	8,05	2,81	3
2	0-5	16,51	3,55	5
	5-10	16,58	2,85	6
	10-20	13,51	2,80	5
	20-40	9,66	2,74	4
3	0-5	18,85	3,23	6
	5-10	17,96	3,44	5
	10-20	15,98	2,87	6
	20-40	9,67	2,45	4
4	0-5	19,69	4,10	5
	5-10	16,56	3,08	5
	10-20	17,60	2,90	6
	20-40	11,09	2,67	4
Ref	0-5	23,62	2,96	8
	5-10	21,23	3,78	6
	10-20	14,67	2,26	7
	20-40	10,56	2,60	4

#### 4.6 Fitomassa Seca das Coberturas

A produção de biomassa seca da crotalária foi superior as demais coberturas sendo superior estatisticamente as demais coberturas (Tabela 2). Este estudo obteve  $15,48 \text{ Mg ha}^{-1}$  de produtividade de fitomassa, a elevada produtividade de matéria seca produzida pela crotalária deve-se principalmente pela sua adaptabilidade a diversas condições de solos, além da época de semeadura que favorece o pleno desenvolvimento desta cobertura, os dados deste trabalho são superiores aos encontrados por Carneiro (2008) que obteve uma produtividade de  $7,96 \text{ Mg ha}^{-1}$ , também superior as encontradas por Ferreira et al., (2011) que obteve com a Crotalária uma produtividade de matéria seca de  $6,0 \text{ Mg ha}^{-1}$  no município de Santo Antônio de Goiás, GO, Souza et al., (2012) que produziu com Crotalária  $11,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ , no município de Selvíria, MS e Nunes et al., (2006) no município de Diamantina, MG obteve  $2,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ .

Entretanto Moitinho et al., (2011) em estudos com Crotalária obteve  $14,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  do município de Itaquiraí, MS, dados estes semelhantes aos obtidos nesse trabalho

A produção de fitomassa obtida pelo milho (5,3  $\text{Mg ha}^{-1}$ ) pode ser explicada pelo fato do menor período de crescimento (66 DAP), visto que a partir dessa data o material vai ficando mais lignificado, elevando assim a produtividade de matéria seca, quando comparamos aos  $14,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ , obtidos por Oliveira et al. (2002) no município de Lavras, MG, ao passo que esta espécie foi amostrada aos 100 dias. Além disso, as condições edafoclimáticas predominantes em cada local influenciam diretamente na capacidade de produção da fitomassa. Os valores obtidos nesse estudo de massa seca do milho foram inferiores aos encontrados por Simidu et al., (2010) que foi de  $19,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  no município de Selvíria, MS. Silveira et al., (2005) obteve com milho  $4,6 \text{ Mg ha}^{-1}$  no município de Santo Antônio de Goiás, GO, dados estes semelhantes aos encontrados no presente trabalho. MOITINHO et al (2011) no município de Itaquiraí, MS e SOUZA et al., (2012) no município de Selvíria, MS encontraram respectivamente  $10,5$  e  $11,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ .

A braquiária produziu  $4,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  de matéria seca, valores estes considerados satisfatórios visto a sua boa adaptabilidade a diferentes regiões, clima e tipos de solos esses dados foram relativamente próximos aos encontrados por NUNES et al., (2006) no município de Diamantina, MG que obteve  $6,2 \text{ Mg ha}^{-1}$  contudo SILVEIRA et al., (2005) no município de Santo Antônio de Goiás, GO que produziu  $12,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ , Simidu et al., (2010) obteve com Braquiária  $10,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ .

No cultivo do amendoim forrageiro constatou-se uma produtividade de  $3,66 \text{ Mg ha}^{-1}$  de fitomassa, o que pode ser devido a sua demora na total cobertura do solo e por ser uma planta considerada rasteira, além de ser propagada por mudas.

Segundo Guerra (1997) o período necessário para a cobertura completa do terreno por amendoim forrageiro é cerca de 190 dias, ou seja, durante o período de avaliação ele não propiciou uma cobertura completa do solo.

Essa variação na produtividade de matéria seca relatada pelos diversos autores se deve as condições edafoclimáticas, histórico da área, época de semeadura, adubação utilizada, espaçamento. Na prática, quando o agricultor utiliza alguma espécie de cobertura após algum cultivo e não realiza nenhuma adubação a cobertura aproveita a adubação residual da cultura anterior. A produção de fitomassa é um requisito importante para a adoção de uma espécie em sistemas de produção conservacionistas, quando se utiliza a palha para proteção do solo, ciclagem de nutrientes.

Quanto à vegetação espontânea predominantemente composta por gramíneas, a produção de fitomassa ficou menor quando comparada a proporcionada pela outras coberturas isso corrobora com os valores obtidos por FAVERO et al. (2000).

**Tabela 2.** Valores obtidos de massa seca e acúmulo diário.

Cultura	Massa Mg ha <sup>-1</sup>	Acúmulo/dia (kg/dia)	DAS
Coquetel	3,93b	62,3b	63
Milheto	5,33b	80,7b	66
Braquiária	4,35b	63,0b	69
Crotalária	15,48a	1290a	120
Amendoim	3,66b	30,5c	120
Espontânea	4,03b	33,3c	120

DAS (Dias após a semeadura).

O acúmulo diário foi calculado dividindo-se a produtividade pelos dias após a semeadura onde foi realizado o manejo das coberturas, visto que as coberturas eram manejadas conforme atingiam o pleno florescimento, sendo armazenadas até todas as parcelas serem manejadas para a partir desse momento iniciar a avaliação com a cultura sucessora.

Os resultados avaliados pelo teste de Tukey apontam apenas a crotalária como a maior produção de massa seca, porém é importante levarmos em consideração os dias de crescimento para atingir o seu ponto de corte, através do acúmulo de massa seca ao dia (DIDONET et al., 2001).

O milho, braquiária e coquetel, também produziram significativas quantidades de massa seca.

No experimento a crotalária a planta que apresentou a maior produção de MS e o amendoim a menor produção. As demais coberturas apresentaram rendimentos intermediários com produção de MS variando de 3,00 a 5,00 Mg ha<sup>-1</sup>.

Resultados como esse podem ser utilizados para a recomendação da cobertura adequando-se a cada necessidade em específico, podendo se usar da crotalária em casos de maior disponibilidade de tempo e da necessidade de grandes quantidades de massa seca, já o milho, braquiária e coquetel, podem ser usados em casos onde o tempo é um fator limitante e ainda sim obter boas quantidades de produção de massa seca.

A recomendação do tipo de cobertura vai além da produtividade, busca-se avaliar a relação dos diversos atributos do solo além de particularidades da propriedade para indicar a cobertura mais adequada e esse local.

Entretanto, Darolt (1998) é necessária uma produção mínima de 6,0 Mg ha<sup>-1</sup> para se adicionar em um sistema de rotação de culturas.

#### 4.7 Teores de Nutrientes das Coberturas

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, são apresentados os valores de N, P e K dos materiais avaliados durante o experimento observou-se que as plantas de cobertura crotalária e amendoim apresentaram acúmulo de N.

O nitrogênio é um nutriente estrutural por ser constituinte das proteínas, o N participa de vários compostos orgânicos, tendo papel fundamental no metabolismo vegetal. É essencial para estrutura e funções nas células; para todas as reações enzimáticas nos vegetais, faz parte da molécula de clorofila, é componente das vitaminas biotina, tiamina, niacina, riboflavina, dentre outras, além de atuar na produção e uso de carboidratos.

Os maiores valores de N acumulado, foram da crotalária (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), a cobertura que produziu a maior quantidade de resíduos vegetais. Quanto às leguminosas, a maior quantidade de N acumulado pode ser explicada pela fixação biológica de N<sub>2</sub>.

Quanto ao acúmulo de nitrogênio pelo milho obteve-se 80 kg de N em uma fitomassa de 5,33Mg, valores estes proporcionais aos encontrados por Moraes (2001), em solos de cerrado, encontrou valores: 9,65 Mg ha<sup>-1</sup> de MS e 126,7 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Dentre as demais gramíneas, a braquiária foi a que apresentou os menores valores de N acumulado, somente acima das espontâneas.

Na área com espontâneas, a quantidade acumulada de N foi 41 kg ha<sup>-1</sup> isso com uma produtividade de 4,03 Mg ha<sup>-1</sup> Valores estes semelhantes aos encontrados por Torres et al (2005) que foi de 46,69 kg ha<sup>-1</sup> com uma fitomassa de 2,1 Mg ha<sup>-1</sup> em área por ele denominada pousio. Aita et al. (2001) observaram para áreas de pousio valores de N acumulado da ordem de 20,5 kg ha<sup>-1</sup> em 1,19 Mg ha<sup>-1</sup> de palha.

O potássio é um elemento muito móvel nas plantas, tanto dentro da célula individual, como dentro de tecidos, ele não é constituinte de nenhuma molécula orgânica no vegetal, contudo contribui em várias atividades bioquímicas sendo um ativador de diversas enzimas, regulador da pressão osmótica, abertura e fechamento dos estômatos. O potássio é importante na fotossíntese, na formação de frutos, resistência ao frio e às doenças. O K também é requerido em grandes quantidades pelas culturas, podendo se igualar às quantidades de N requeridas, e chegando a ser três ou quatro vezes mais acumulado nos resíduos do que o P (BRADY, 1989).

O fósforo dentre os macronutrientes primários é absorvido em menores quantidades que os demais, entretanto sua presença no solo é indispensável para o crescimento e produção vegetal, ele interfere nos processos de fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular, crescimento das células. Contribui para o crescimento prematuro das raízes, qualidade de frutas, verduras, grãos e formação das sementes. Por interferir em vários processos vitais das plantas, deve haver um suprimento adequado de fósforo desde a germinação, principalmente em plantas de ciclo curto. O fósforo, na planta, apresenta uma grande mobilidade. As plantas quando cultivadas em ambientes com níveis adequados de fosforo desenvolvem-se mais rapidamente com crescimento intenso das raízes.

**Tabela 6.** Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em quilos por hectare de cada cobertura e produtividade de fitomassa seca.

Cobertura	Fitomassa Seca Mg ha <sup>-1</sup>	N	P	K
		-----kg ha <sup>-1</sup> -----		
Amendoim	3,66	102	11	27
Crotalária	15,48	426	40	325
Coquetel	3,93	76	12	96
Espontânea	4,03	41	11	39
Braquiária	4,35	58	14	103
Milho	5,33	80	19	149

#### 4.8 Avaliação da Taxa de Decomposição

Para a taxa de decomposição, em todos os tratamentos ocorreu inicialmente uma fase rápida seguida de uma fase mais lenta. O amendoim se destacou apresentando as maiores taxas de decomposição da matéria seca, permanecendo aos 15 dias apenas 48,6 % dos resíduos vegetais, e aos 90 dias após o manejo permanecia apenas 6,5%. (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

**Tabela 7.** Redução da massa seca em gramas inicial (10g) dos Litter bags em relação ao tempo.

Cobertura	15 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias
	g				
Amendoim	4,86 n.s.	4,74 b	4,10 b	2,34 b	1,52 c
Coquetel	6,85 n.s.	5,74 ab	4,47 ab	4,40 ab	4,36 ab
Milheto	6,80 n.s.	5,97 ab	5,54 ab	4,67 ab	4,43 ab
Braquiária	6,53 n.s.	6,08 ab	5,95 ab	4,65 ab	2,73 bc
Crotalária	6,44 n.s.	6,41 ab	4,48 ab	4,04 ab	3,92 ab
Espontânea	7,55 n.s.	6,99 a	6,74 a	5,29 a	5,06 a

Médias na coluna seguidas de letras iguais, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Em estudos de decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais em áreas de cultivo de soja, Torres et al. (2005) encontraram valores de T<sub>1/2</sub> para braquiária de 60 dias, valores estes próximos aos observados nesse estudo, Entretanto Gama-Rodrigues e Brito (2007) verificaram valores de T<sup>1/2</sup> vida de massa seca remanescente de 115 dias para a braquiária (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), isso pode variar com épocas de cultivos, tipo de solo, além da cultura que antecedeu essa cobertura como observado por Rossi et al (2013) que onde a cultura que antecedeu foi soja o tempo de meia vida foi reduzido.

As parcelas espontâneas e coquetel apresentaram mesmos valores de taxa de decomposição (K) 0,0085 e tempo de meia vida (T ½ vida) 82 dias. Apesar dos mesmos valores, através da tabela 8, pode se perceber a decomposição mais lenta das parcelas espontâneas que o coquetel, isto se deve pelo fato das plantas espontâneas serem mais adaptadas a aquele local, além de apresentarem material mais fibroso que as demais.

Em geral as parcelas das coberturas de gramíneas possuem uma maior relação C:N, o que as confere uma decomposição mais lenta devido a teores elevados de carbono. Essa relação causa problemas como a imobilização de nitrogênio (TORRES et al 2005) o que pode se associar a parcelas com menor resposta em altura e menores produtividades. Por outro lado, estas mesmas parcelas mantêm por mais tempo sua palhada sobre o solo, garantindo em longo prazo níveis estáveis de diversos atributos favoráveis à qualidade do solo, que podem ser associados a futuros bons resultados de produtividade.

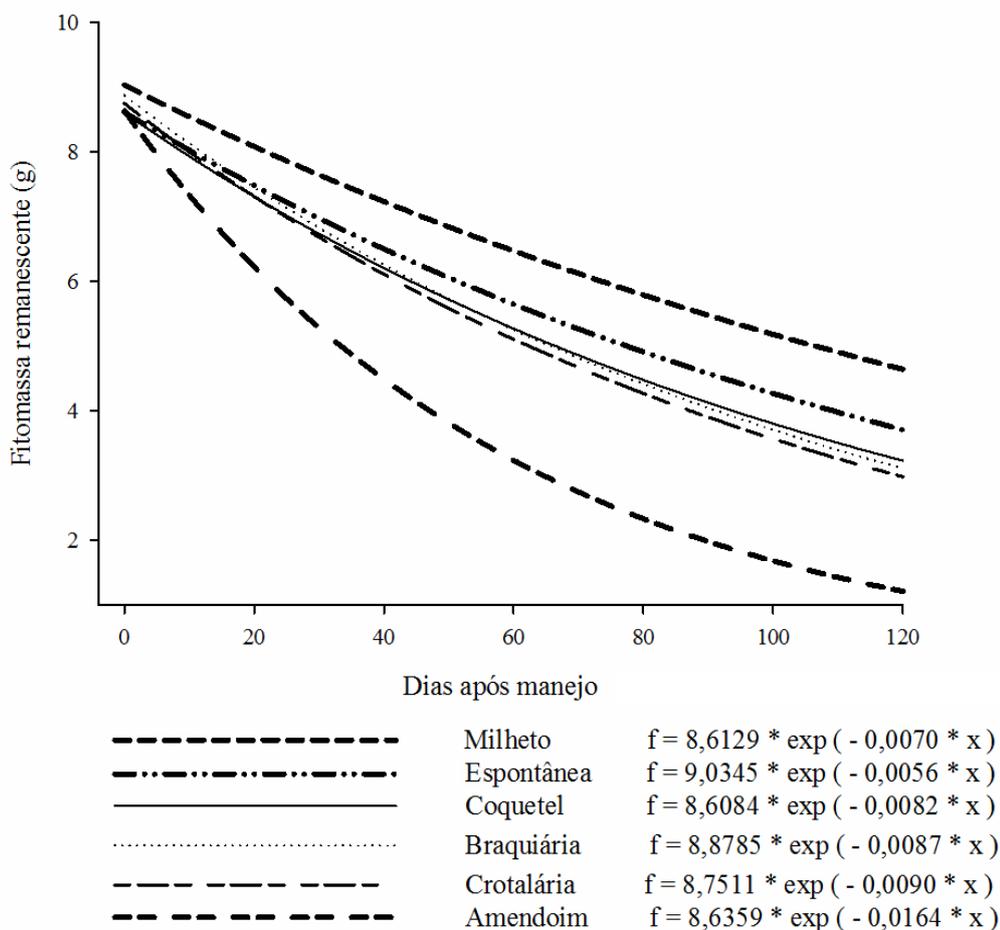
**Tabela 8.** Decomposição dos resíduos e tempo de meia vida (dias) (T ½ ) da massa seca (MS) das plantas de cobertura.

Tratamento	Decomposição dos resíduos		
	k g g <sup>-1</sup> /dia	T ½ Dias	R ½
Amendoim	0,0304	23	0,78
Crotalária	0,0109	63	0,70
Coquetel	0,0085	82	0,70
Espontânea	0,0085	82	0,78
Braquiária	0,0101	69	0,81
Milheto	0,0071	98	0,68

Após o cálculo da constante de decomposição (K) e o tempo de meia vida (T ½ vida) pode-se perceber a tendência das leguminosas, amendoim e crotalária, de se decomporem mais rapidamente que as gramíneas, devido a sua menor relação C:N, maior taxa de decomposição (K) 0,0304 e 0,0109 g g<sup>-1</sup> e menor tempo de meia vida (T ½ vida) 23 e 63 dias respectivamente. Contudo o amendoim recebe uma atenção especial devido a sua rápida

decomposição, visto que apresenta uma estrutura pouco lignificada (Figura 7), em 23 dias 50% já estava decomposta.

A taxa de decomposição dos resíduos vegetais é controlada por características do material vegetal, principalmente pela relação C/N e o teor de lignina, e não menos importante o manejo que definirá o tamanho dos fragmentos (BORTOLUZZI & ELTZ, 2000), que juntamente com a ação do clima, principalmente temperatura do ar e precipitação pode acelerar ou reduzir o processo de decomposição.



**Figura 7.** Taxa de decomposição das culturas de coberturas no período de 120 dias ( $g\ g^{-1}$ ).

Em todas as coberturas utilizadas nesse estudo é possível perceber que a cinética do processo de decomposição dos resíduos culturais apresentou um padrão semelhante, com exceção do amendoim que apresentou uma redução mais acelerada, pode-se atribuir isso pelo fato de ser uma leguminosa com baixa relação C:N e consequentemente maior taxa de decomposição.

Nas parcelas onde foram cultivadas espécies de gramíneas como braquiária e milheto, observou-se resultados menores de taxa de decomposição ( $K$ ) 0,0101 e 0,0071  $g\ g^{-1}$  e respectivamente maiores tempos de meia vida ( $T_{1/2}$  vida) 69 e 98 dias. A parcela de braquiária apesar de valores próximos a da crotalária, mostrou uma queda na decomposição da massa seca menos brusca, como pode ser observado na figura 10, comprovando assim suas características de decomposição mais lenta.

#### 4.9 Avaliação das Taxas de Mineralização das Coberturas

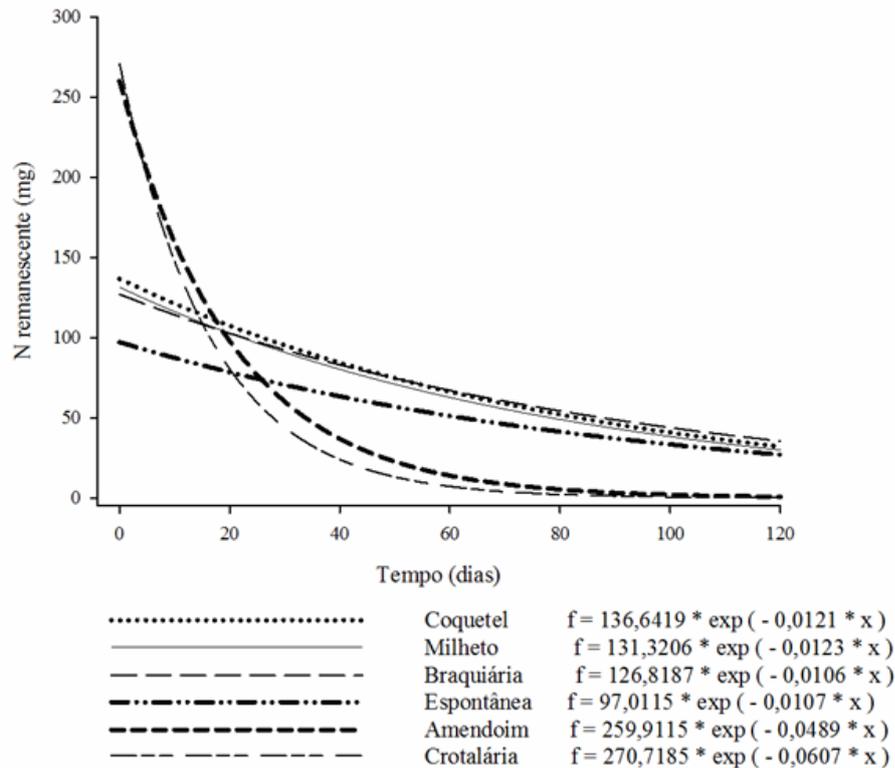
Durante o acompanhamento da mineralização verificou-se uma fase inicial rápida de decomposição seguida de outra mais lenta (Figuras 8, 9 e 10). Resultados semelhantes aos relatados por Aita e Giacomini (2003) estudando a dinâmica da decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura do solo solteiras e consorciadas na região sul verificaram que a cinética do processo de decomposição apresentou um padrão com uma fase inicial rápida, seguida de uma segunda fase mais lenta. Esses autores observaram que ao final do primeiro mês de avaliação da decomposição no campo, 81 % da matéria seca (MS) inicial da aveia ainda permanecia na superfície do solo contra 57 % da ervilhaca, confirmando resultados de outros estudos em que a taxa de decomposição de leguminosas superou a de gramíneas. Torres et al. (2005) ao avaliarem a decomposição e a liberação de N de resíduos culturais de plantas de cobertura consorciadas na região do cerrado observaram em todos os tratamentos, que a cinética do processo de decomposição dos diferentes resíduos culturais foi similar, apresentando padrão de decréscimo exponencialmente no decorrer do tempo.

**Tabela 9.** Valores correspondentes a constante de decomposição (K), tempo de meia vida ( $T^{1/2}$ ) e  $r^2$  de N, P e K.

Cobertura	Mineralização								
	N			P			K		
	K	$T^{1/2}$	$r^2$	K	$T^{1/2}$	$r^2$	K	$T^{1/2}$	$r^2$
mg mg <sup>-1</sup> /dia	dias		mg mg <sup>-1</sup> /dia	dias		mg mg <sup>-1</sup> /dia	dias		
Crotalária	0,0168	41	0,75	0,0128	54	0,67	0,0250	28	0,60
Milheto	0,0096	72	0,72	0,0122	57	0,74	0,0271	26	0,64
Amendoim	0,0183	38	0,78	0,0200	35	0,90	0,0325	21	0,89
Coquetel	0,0077	90	0,31	0,0131	53	0,64	0,0454	15	0,95
Braquiária	0,0094	74	0,70	0,0131	53	0,73	0,0317	22	0,86
Espontânea	0,0092	75	0,53	0,0129	54	0,74	0,0251	28	0,82

A importância de conhecermos a cinética de liberação de cada nutriente é essencial pois quando usamos um adubo verde, o objetivo é reduzir os custos e elevar a produtividade da próxima cultura, além de melhorar a qualidade do solo. Entretanto isso só é possível quando conseguimos um sincronismo entre a liberação dos nutrientes do adubo verde com a taxa de absorção de cultura está amplamente conhecida.

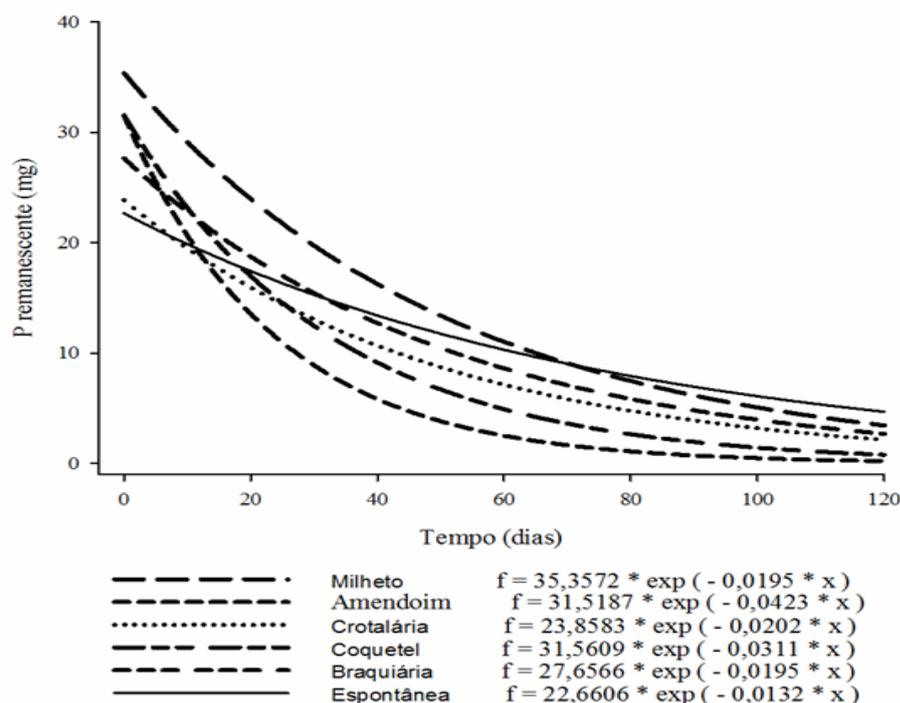
Na Figura 8 observamos a cinética da liberação do nitrogênio, a concentração de nitrogênio inicial das leguminosas é superior.



**Figura 8.** Liberação de nitrogênio das coberturas ao longo de 120 dias, mg g<sup>-1</sup>.

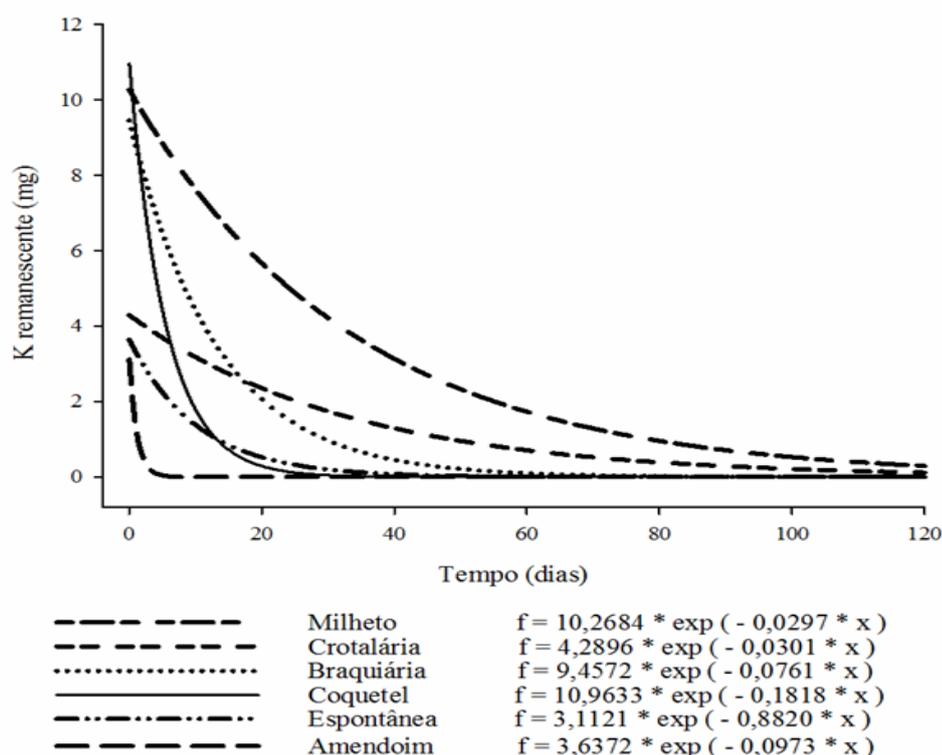
Segundo PERIN et al. (2000a), devido à morfologia e ao elevado volume de solo ocupado pelo seu sistema radicular, o amendoim forrageiro apresenta maior competitividade em absorver água e, possivelmente, nutrientes do solo, fato este que podemos associar as baixas produtividades da berinjela quando cultivada após esse cultivo. Quanto a liberação do fósforo pela mineralização das culturas praticamente não variou (Figura 9). Visto que esse nutriente é pouco acumulado nas plantas.

Então, quando a preocupação está voltada para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas, notadamente com camada subsuperficial compactada e desestruturada, o uso do amendoim forrageiro pode ser mais eficiente que as demais leguminosas no rompimento destas camadas (PERIN, 2000). A crotalária foi a espécie que mais removeu fósforo do solo.



**Figura 9.** Liberação de fósforo das coberturas ao longo de 120 dias, pelo método do Litter Bag em  $\text{mg g}^{-1}$ .

A maior parte dos nutrientes das plantas encontra-se nos resíduos vegetais, exercendo função estrutural ou como substância de reserva. Parte do estoque de nutrientes torna-se disponível para as plantas em um intervalo curto, contribuindo com a elevação da produtividade das culturas subsequentes (SOUZA & MELO, 2000). Entretanto K além de ser requerido em grandes quantidades ele não tem função estrutural, isso faz com que seja facilmente liberado e/ou perdido. Porque além dos teores serem relativamente baixos (Tabela 6) o tempo de meia vida desse nutriente não atinge 30 dias em nenhuma cobertura, podendo este ser um gargalo da produção orgânica quando o quesito é adubação verde. Por exemplo a crotalária que acumulou 395 kg de K por hectare aos 28 dias após o manejo 50% desse teor já havia sido liberado, o que não coincide com a absorção desse elemento pela berinjela que como citado por Haag & Homa (1978). Após os 76 dias com o início da fase de maior crescimento da planta há uma extração contínua dos nutrientes até os 126 dias, principalmente K, N e Ca que se distanciam significativamente dos demais nutrientes.



**Figura 10.** Liberação de potássio das coberturas ao longo de 120 dias pelo método do Litter bag em  $\text{mg g}^{-1}$ .

#### 4.10 Produtividade da Cultura

Estudos tem mostrado que os plantios em sucessão a leguminosas diminui gastos com adubação, como foi verificado por Bordin et al. (2003), onde obteve com feijão produtividades superiores a  $1.990 \text{ kg ha}^{-1}$  quando cultivado na ausência de adubação nitrogenada e em sucessão a *Crotalária juncea*.

Cazetta et al. (2005) também observou um efeito positivo da cobertura vegetal na produtividade do milho utilizando tanto a crotalária ( $9.660 \text{ kg ha}^{-1}$ ) quanto o milheto ( $9.806 \text{ kg ha}^{-1}$ ). O mesmo resultado positivo para a produtividade do milho cultivado em sucessão a crotalária ( $7.532 \text{ kg ha}^{-1}$ ) já havia sido verificado por Carvalho et al. (2004) quando comparado ao pousio, tanto em plantio direto, quanto no sistema de preparo convencional do solo, em ano com precipitação pluvial normal.

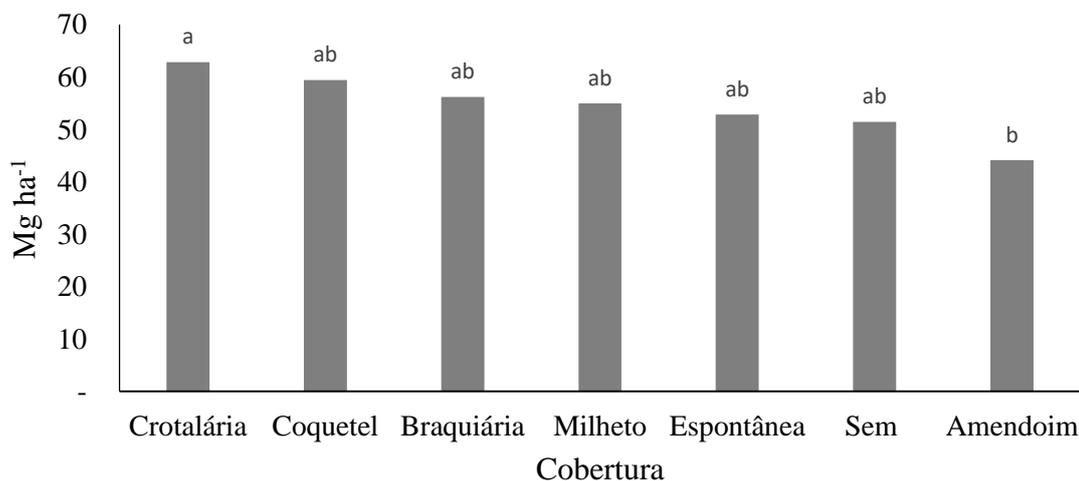
O valor encontrado foi superior à média nacional de  $25,0 \text{ Mg ha}^{-1}$  (RIBEIRO et al., 1998). Castro et al. (2004) obtiveram uma produtividade comercial, após 18 colheitas, de  $20,8 \text{ Mg ha}^{-1}$  cultivando berinjela na região de Seropédica, RJ, em condição de campo, nos sistemas de plantio direto e manejo orgânico. Santos et al. (2006) observaram, cultivando berinjela no sistema de plantio direto mantendo uma cobertura permanente de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), na entrelinha obtendo  $58,20 \text{ Mg ha}^{-1}$ .

Ao analisarmos a produtividade da berinjela (Figura 11) podemos observar que não existiu diferença significativa entre os tratamentos a ela submetidos que foram o revolvimento com a incorporação do adubo verde e somente a deposição do material sobre o solo. Podemos explicar isso devido a decomposição dos materiais terem ocorrido durante os 165 dias de condução do experimento, o que pode ter ocorrido são picos de liberação de nutrientes variados, (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) ou seja maior liberação na fase inicial das parcelas com incorporação e liberação mais lenta das coberturas sobre o solo. Isso fica

evidenciado quando estudamos um artigo clássico de Haag & Homa (1978), que observou que a absorção de nutrientes é pequena nos primeiros 66 dias, permitindo dispensar a adubação em cobertura nos primeiros 50 dias, transferindo-a para os 60 dias. Nessa situação pode-se usar a adubação verde que tenha uma liberação de nitrogênio de forma mais lenta possível, o coquetel cumpriu esse papel, liberando nitrogênio por até os 180 dias, enquanto a crotalária produzindo muito mais fitomassa aos 80 dias praticamente liberou todo teor nutriente (Tabela 9). Quando se trata de uma cultura em que a colheita se estende por alguns meses e a adubação verde fornece nutrientes em um período restrito podemos reduzir a produtividade.

Quando observamos a produtividade total (Figura 11) observamos a superioridade da cobertura composta pela crotalária onde ultrapassou 62 Mg ha<sup>-1</sup> sobre as demais coberturas, contudo só existiu diferença significativa a 10% com a cobertura composta por amendoim. Mesmo com essa superioridade da crotalária é importante enfatizar que o amendoim obteve uma boa produtividade valor este superior a 44Mg ha<sup>-1</sup>, sendo que a produtividade média nacional é de 25,0 Mg ha<sup>-1</sup> (RIBEIRO et al., 1998). Castro et al. (2004) obtiveram uma produtividade comercial, após 18 colheitas, de 20,8 Mg ha<sup>-1</sup> cultivando berinjela na região de Seropédica, RJ, em condição de campo, nos sistemas de plantio direto e manejo orgânico. Entretanto Santos et al. (2006) observaram, cultivando berinjela no sistema de plantio direto mantendo uma cobertura permanente de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), na entrelinha obteve 58,20 Mg ha<sup>-1</sup>.

Em 2004 São Paulo teve produtividade média de 35,4 Mg ha<sup>-1</sup> com área plantada de 1,3 mil hectare (IEA/CATI, 2005). Em Minas Gerais, a produção das áreas assistidas pela Emater, tiveram uma produtividade de 29,2 Mg ha<sup>-1</sup> (EMATER-MG, 2005). No Paraná, a produtividade foi de 25,0 Mg ha<sup>-1</sup> (EMATER-PR, 2005). No Distrito Federal, com produtividade de 28,0 Mg ha<sup>-1</sup>, (EMATER-DF, 2005).



**Figura 6.** Média da produtividade da berinjela em Mg<sup>-1</sup> do experimento por cobertura utilizada. \*Medias seguidas de letras iguais não diferem no teste de Tukey a 10 %.

Ao observarmos a produção da berinjela (Tabela 3) segundo as coberturas é possível identificar um aumento da produção do coquetel quando deixado sobre o solo, em

comparação com as demais coberturas utilizadas, podemos atribuir essa diferença as taxas de mineralização do nitrogênio dessa cobertura onde obteve-se um  $T^{1/2}$  de 90 dias para o coquetel (Tabela 9), quando comparado com a crotalária por exemplo que teve um  $T^{1/2}$  de 41 dias.

**Tabela 3.** Valores obtidos da produção de três plantas por parcela onde o solo não foi revolvido e a palhada foi depositada sobre o solo.

Cobertura	Cobertura							
	Produção	Coquetel*	Crotalária	Milheto	Espontânea	Braquiária	Sem	Amendoim
		4592,8	4499,8	4341,5	4116,0	4009,9	3740,4	3392,0
Coquetel	4592,8	100,0	98,0	94,5	89,6	87,3	81,4	73,9
Crotalária	4499,8		100,0	96,5	91,5	89,1	83,1	75,4
Milheto	4341,5			100,0	94,8	92,4	86,2	78,1
Espontânea	4116,0				100,0	97,4	90,9	82,4
Braquiária	4009,9					100,0	93,3	84,6
Sem	3740,4						100,0	90,7
Amendoim	3392,0							100,0

\* valor considerado como 100% (máxima produção) do experimento.

Quando observamos a produção da berinjela (Tabela 11) onde o solo foi revolvido e o material incorporado identificamos um acréscimo na produção onde o solo foi pré cultivado com crotalária isso pode ser explicado pelo fato da grande quantidade de palhada produzida por ela.

**Tabela 41.** Valores obtidos da produção de três plantas por parcela onde o solo foi revolvido e a palhada das coberturas foi incorporada.

Cobertura	Cobertura							
	Produção	Crotalária*	Braquiária	Coquetel	Sem	Milheto	Espontânea	Amendoim
		4927,9	4418,1	4374,7	4051,7	3903,1	3814,2	3225,5
Crotalária	4927,9	100,0	89,7	88,8	82,2	79,2	77,4	65,5
Braquiária	4418,1		100,0	99,0	91,7	88,3	86,3	73,0
Coquetel	4374,7			100,0	92,6	89,2	87,2	73,7
Sem	4051,7				100,0	96,3	94,1	79,6
Milheto	3903,1					100,0	97,7	82,6
Espontânea	3814,2						100,0	84,6
Amendoim	3225,5							100,0

\* valor considerado como 100% (máxima produção) do experimento.

Ao se avaliar os resultados de produtividade da berinjela obtida neste trabalho constata-se que elas podem ser comparadas às médias da safra brasileira de berinjela convencional em 2015. Mesmo desta maneira Seufert et al (2012) estima que exista uma redução de 30% na produtividade para no setor orgânico.

#### 4.11 Análise Química do Solo após o Cultivo da Berinjela

A busca por uma melhor qualidade do solo é almejada quando trabalhamos com plantio direto, dessa forma realizou-se uma análise de solo após o cultivo da berinjela, buscando acompanhar ou até mesmo identificar gargalos que podem servir para o melhor entendimento dos resultados obtidos.

Segundo o manual de adubação e calagem do estado do Rio de Janeiro, podemos classificar os resultados da **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Entretanto é importante ressaltar que para observarmos diferença significativa dos teores de nutrientes do solo

necessitamos de diversos cultivos na mesma área, ou seja a resposta não é imediata, contudo podemos observar tendências nas análises e avaliações realizadas.

**Tabela 12.** Resultado da análise química do solo após o cultivo da berinjela.

Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	S	T	V	pH H <sub>2</sub> O	P	K <sup>+</sup>
-----Cmolc dm <sup>-3</sup> -----							%	1:2,5	mg/dm <sup>3</sup>	
0,0	2,66	1,72	2,36	0,00	4,38	6,73	65,00	6,02	7,54	1,60

Quanto aos valores de potássio observamos que os níveis estão baixos, fato este esperado sabendo que este é um dos macronutrientes mais utilizados pelas plantas, e pela sua alta mobilidade faz com que seja facilmente lixiviado, faz parte de inúmeras reações na plantas como catalizador de enzimas, controle osmótico dos estômatos essa alta exigência das plantas por esse elemento foi observada por Filgueiras (2008) onde culturas oleráceas ou hortaliças demonstraram ser altamente exigentes em potássio, sendo o macronutriente mais extraído seguido do nitrogênio.

Experimentos de Bachega (2011) e Pôrto et al. (2007) também demonstraram semelhança nos resultados visto que tanto na cultura do quiabo como na cultura da cebola estes nutrientes apresentaram comportamento similar, sendo os mais requeridos por estas culturas.

Marcussi (2004) observou que em experimento com pimentão ele obteve uma maior produtividade nas parcelas onde foi realizada uma adubação potássica 50% superior a indicada na curva, demonstrando a necessidade de calibração para cada tipo de solo.

Outro fator importante que é observado na deficiência de potássio, é a suscetibilidade da planta ao ataque de pragas e doenças isso já era observado por Fritsche (1967), quando perceberam uma maior multiplicação de ácaros em feijoeiro deficiente em potássio. Corroborando com essa teoria Chaboosson (1972) citado por Perrenood (1977) reduziu a infestação de ácaros em videira a partir do momento que aplicou de KNO<sub>3</sub> via foliar.

Os teores de Ca e Mg são considerados medianos, mesmo que se tenha realizado a calagem antes da implantação das coberturas. O cálcio é de extrema importância para o bom desenvolvimento da cultura visto que ele atua na estrutura da planta, compondo a parede celular, atua também na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, auxilia na disponibilidade de molibdênio e de outros micronutrientes e no solo atua reduzindo a acidez do solo e diminuindo a toxidez do alumínio, cobre e manganês.

O pH é de extrema importância para o bom desenvolvimento da cultura, visto que participa diretamente da disponibilidade de nutrientes. Estudo realizados por Braga (2012) demonstram que o pH ideal para o cultivo do tomate (visto que também é uma solanácea) deve ficar entre 5,5 a 6,8, valor este confirmado pela análise química da terra, outro elemento que pode se tornar prejudicial para o desenvolvimento da cultura é o alumínio, este apresentou valores próximo a zero o que é esperado quando o pH está acima de 5,5.

## 5. CONCLUSÕES

Na média geral, a berinjela cultivada onde anteriormente cultivou-se crotalária, teve maior produção.

Onde o solo não foi revolvido, o coquetel proporcionou a cultura da berinjela maior produtividade.

No sistema onde o solo não foi revolvido o amendoim proporcionou uma redução de 26% na produção da berinjela.

A calagem realizada antes da implantação das culturas se mostrou eficiente quando observamos a análise química, mesmo após o cultivo da berinjela.

Por ser um Argissolo apresenta um horizonte de acúmulo de argila, dificultando assim o desenvolvimento das raízes e a percolação da água.

Quanto a estabilidade dos agregados, a área de referência apresentou um valor superior, o que pode indicar uma degradação da área de cultivo.

Relação C:N baixa, indicando rápida mineralização/decomposição dos materiais nele depositados.

A crotalária foi a cobertura que proporcionou a maior produção de fitomassa.

O milho apresentou a menor taxa de decomposição.

A crotalária apresentou o maior acúmulo de nitrogênio e potássio.

O tempo de meia vida do nitrogênio na cobertura composta por coquetel foi superior.

O amendoim apresentou as maiores taxas de decomposição.

O milho liberou o potássio de forma mais lenta.

Sistema de Plantio Direto em Hortaliças deve receber ajustes conforme as particularidades de cada propriedade.

A adubação verde consiste numa prática capaz de manter a fertilidade do solo, colaborando para o aumento da produtividade agrícola.

A utilização de um coquetel de plantas como adubo verde proporcionou um incremento na produtividade, visto que o fornecimento principalmente de nitrogênio foi constante, acompanhando o desenvolvimento da cultura.

No sistema de plantio direto (não revolvido), o amendoim proporcionou redução de 26% na produção da berinjela em relação as parcelas onde foram pré cultivadas com coquetel.

Onde o solo que não foi revolvido o coquetel proporcionou a cultura da berinjela maior produção.

A crotalária foi a cobertura que proporcionou a maior produção de fitomassa.

O milho apresentou a menor taxa de decomposição enquanto o amendoim a maior.

A crotalária apresentou o maior acúmulo de nitrogênio e potássio.

O tempo de meia vida do nitrogênio na cobertura composta por coquetel foi superior

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; ROS, C. O. Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho. **R. Bras. Ci. Solo**, 25:157-165, 2001.
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 601-612, 2003.
- ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 19: 115-119, 1995.
- ALVARENGA, R. C.; W. A.; CABEZAS, J. C.; CRUZ, D. P. Santana. 2001. Plantas de coberturas de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, 22 (208): 25-36.
- AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. Histórico da adubação verde. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 23-40.
- AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.
- ARAÚJO, E. A. KER, J. C. NEVES, J. C. L. LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, 5: 187-206, 2012.
- ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; WILDNER, L. P. Comportamento de atributos relacionados com a forma de estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29: 425-435, 2005.
- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J., eds. **Methods for assessing soil quality**. Soil Science Society of America, Madison. p. 123-141, 1996.
- ASSIS, E.P.M.; CORDEIRO, M.A.S.; PAULINO, H.B.; CARNEIRO, M.A.C. Efeito da aplicação de nitrogênio na atividade microbiana e na decomposição da palhada de sorgo em solo de Cerrado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 33, n. 2, p. 107-112, 2003.
- BACHEGA, L. P. S.; CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; CECILIO FILHO, A. B. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, p. 63-70, 2013.
- BARCELLOS, A. D. O.; ANDRADE, R. D.; KARIA, C. T.; VILELA, L. Potencial e uso de leguminosas forrageiras dos gêneros *Stylosanthes*, *Arachis* e *Leucaena*. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 297-357.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J. F.; ROQUE, C. G. Relação entre alguns atributos físicos e a produção de grãos de soja e arroz sequeiro em Latossolos. **Ciência Rural**, 34: 365-371, 2004.

BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 417-428, 2003.

BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia-preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:449-457, 2000.

BRADY, N.C. Suprimento e assimilabilidade de fósforo e potássio. In: BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7.ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989. p.373- 413.

BRAGA, G. N. M. **Índice de Manejo de Carbono Reflete a Qualidade do Solo**. Disponível em <http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2012/04/indice-de-manejo-de-carbono-reflete.html>. Acessado dia 14/09/2016

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 91-98, 1990.

BURLE, M. L.; CARVALHO, A. D.; AMABILE, R. F.; PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. (Ed). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 369 p.

CAIRES, E. F.; GARBUIO, F. J.; ALLEONI, F.; CAMBRI, M. A. Calagem superficial e cobertura de aveia-preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema de plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:87-98, 2006.

CALEGARI, A. Coberturas verdes em sistemas intensivos de produção. In: WORKSHOP NITROGÊNIO NA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2000, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Agrobiologia, 2000. p. 141-153.

CAMPOS, R. C.; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 19: 121-126, 1995.

LIMA, C. E. P.; MADEIRA, N. R. **Sistema de Plantio Direto em Hortaliças (SPDH) 2013** Disponível em :<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2251611/sistema-de-plantio-direto-em-hortalicas-spdh> Acesso dia 12/02/2018.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33: 147-157, 2009.

CARNEIRO, R. G; MENDES, I. C; LOVATO, P. E; CARVALHO, A. M; VIVALDI, L. J. Indicadores biológicos associados ao ciclo de fósforo em solos de cerrado sob plantio direto e plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 661-669, 2004.

CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 369 p.

CARVALHO, E. J. M.; FIGUEIREDO, MS.; COSTA, L. M. Compartimento físico-hídrico de um Podzólico Vermelho – Amarelo Câmbico fase terraço sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34: 257-265, 1999.

CARVALHO, M. A. C. de; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 1, p. 47-53, jan. 2004.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistema de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 22: 527-38, 1998.

CASTRO, M. C.; ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p.779-785, 2004.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 27, n. 4, p. 575-580, 2005.

CHAGAS, E.; ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G.; GUERRA, J. M. G. Decomposição e liberação de nitrogênio, fósforo e potássio de resíduos da cultura do feijoeiro. *R. Bras. Ci. Solo*, 31:723-729, 2007.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 425-432, 1999.

CRUZ, A. C. R.; PAULLETO, E. A.; FLORES, C. A.; SILVA, J. B. Atributos físicos e carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27: 1105-1112, 2003.

DAROLT, M. R. Princípios para implantação e manutenção de sistemas. In: \_\_\_\_\_. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: Iapar, 1998. p.16-45 (Circular, 101).

DAS, A.; PATEL, D. P.; KUMAR, M.; RAMKRUSHNA, G. I.; MUKHERJEE, A.; LAYEK, J.; NGACHAN, S. V.; BURAGOHAIN, J. Impact of seven years of organic farming on soil and produce quality and crop yields in eastern Himalayas, India. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 236, p. 142–153, 2017.

DAY, P. R. Particle fractionation and particle size analysis. **American Society of Agronomy**, Madison, 1:545- 566, 1965.

DEMARCHI, J. C.; PERUSI, M. C.; PIROLI, E. D. Análise da estabilidade de agregados de solos da microbacia do Ribeirão São Domingos, Santa Cruz do Rio Pardo – SP, sob diferentes tipos de uso e ocupação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias** 4: 07-29. 2011.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B., Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (eds). **Defining soil quality for a sustainable environment**. SSSAJ, Madison, (Publication Number 35), 1994. P. 322.

EHLERS, E. **Porque Sir. Albert Howard é considerado o "pai" da Agricultura Orgânica?** [www.aao.org.br/ahoward.aps](http://www.aao.org.br/ahoward.aps) (2005).

EMATER-DF. **Produção de hortaliças no Distrito Federal, 2005**. Brasília-DF. Planilhas da Emater-DF (Documentos). 2005.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo, 212p., 1998.

ERNANI, P. R.; SANGOI, L.; RAMPAZZO, C. Lixiviação e imobilização de nitrogênio num nitossolo como variáveis da forma de aplicação da uréia e da palha de aveia. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online]. 2002, vol. 26, n. 4, pp. 993-1000, v. 26, n. 1, p. 993-1000, 2002.

FAO (Food and Agriculture Organization). **The denBosh declaration and agenda for action on sustainable agriculture and rural development**. FAO, Rome: 1991. Report of the conference.

FAVERO, C., I. JUCKSCH, L. M. COSTA, R. C. ALVARENGA & J. C. L. NEVES Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 171-177, jan./mar. 2000.

FERREIRA, A. M. **Emergência, crescimento e senescência de uma cultivar de braquiária em condições de Cerrados**. 2001. 45 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiás, Goiânia. 2001.

FERREIRA, E. P. B.; STONE, L. F.; PARTELLI, F. L.; DIDONET, A. D. Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 695-701, 2011.

FINCO, A. D. O.; BEZERRA, J. R.; RIGO, M.; CÓRDOVA, K. R. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de beringela. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 3, n. 1, 2009.

MARCUSSI, F. F. .N; GODOY, L. J. G.; BÔAS, R. L. V. Fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do pimentão baseada no acúmulo de n e k pela planta. **Irriga**, Botucatu, v9,n1,p.41-51,2004.

FILGUEIRAS, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, UFV, 3ª ed. rev. e ampl., 402p., 2008.

FRANCO, A. A.; SOUTO, S. M. Contribuição da fixação biológica de N<sub>2</sub> na adubação verde. In; **Adubação Verde no Brasil**, Fundação Cargil, Campinas, p. 199-215, 1984.

FREIRE, L. R. Recomendações gerais. In: FREIRE, L. R. **Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro**. – Brasília, DF: Embrapa; Seropédica, RJ: Editora Universidade Rural, cap. 3, p.243-256, 2013.

FRITSCHÉ, R. Einfluss der Kultur nassnahmen auf die Entwick lung vour Spinn milben gradationen **Med. Land. Gent.** 1088-1097. 1967.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na Região Noroeste Fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1421-1428, 2007.

GIACOMINI, S. J. **Consociação de plantas de cobertura no outono/inverno e fornecimento de nitrogênio ao milho em sistema plantio direto**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2001. 124p. (Tese de Mestrado).

GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; DUTRA, A. C. Degradação física de um Latossolo Vermelho utilizado para produção intensiva de forragem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31: 863-873, 2007.

GILLER, K. E. **Nitrogen fixation in tropical cropping systems**. 2nd ed. Wallingford: CAB International, 2001. 448p.

GOUVEA, L. V.; OLIVEIRA, A. J.; LEME, F. B. P. **Teto Verde**: Uma proposta ecológica e de melhoria do conforto ambiental a partir do uso de coberturas vegetais nas edificações. Departamento de Artes & Design, [2002].

GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. **Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente de solo**. Seropédica: Embrapa-Agrobiologia, 1997. 7 p. (Embrapa-Agrobiologia. Comunicado Técnico, 16).

HAAG, H. P.; HOMA, P. **Nutrição mineral de hortaliças**: Absorção de Nutrientes pela Cultura da Beringela. Anais da E.S.A. “Luiz de Queiroz”. Volume XXV 1978.

HICKMANN, C.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G.; FERNANDES, R. B. A.; ANDRADE, C. L. T. Atributos físico-hídricos e carbono orgânico de um argissolo após 23 anos de diferentes manejos. **Revista Caatinga** 25: 128-136. 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão: Rio de Janeiro, 777p., 2012.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. p. 232-267. In: CNPq (Coord.). **Adubação verde no Brasil**. Fundação Cargill, Campinas/ Encontro nacional sobre adubação verde, 1. CNPq, Rio de Janeiro. 1983. 363 p. 1984.

KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F.; SCHUMAN, G. E. Soilquality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). **Soil Science Society of American Journal**, 61: 4-10, 1997.

KEENEY D. R.; BREMNER J. M. Use of the Coleman model 29 A analyser for total nitrogen analysis of soils. **Soil Science**, v. 104 (5), p. 358-363, 1967.

KELLER-GREIN, G.; MAASS, B. L.; HANSON, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germoplasm collections. In: MILES, J. W.; MASS, B. L.; VALLE, C. B. (Ed.) **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. Cali: CIAT, cap.2 p. 16-42, 1996.

KIEHL, R. J. **Manual de Edafologia**. Editora Agronômica Ceres, Ltda. São Paulo – SP, 1979. 263p.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570p.

LAL, R.; PIERCE, F. J. The vanishing resource. In: LAL, R.; PIERCE, F. J., eds. **Soil management for sustainability**. Ankeny, Soil Water Conservation Society, 1991, p. 1-5.

MADEIRA N. R. Inovações tecnológicas no cultivo de hortaliças em sistemas de plantio direto. **Horticultura Brasileira** 27 (2009).

MAFRA, A. L.; COMIN, J. J.; LANA, M. A.; BITTENCOURT, H. H.; LOVATO, P. E.; WILDNER, L. P. Iniciando o sistema de plantio direto de hortaliças: adequações do solo e práticas de cultivo. In: FAYAD, J. A.; ARL, V.; COMIN, J. J.; MAFRA, A. L.; MARCHESI, D. R. **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças**. Epagri: Florianópolis, 2019. p. 217-228.

MARCOLAN, A. L.; ANGHINONI, I. Atributos físicos de um Argissolo e rendimento de cultura de acordo com o crescimento em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30: 163-170, 2006.

MEDEIROS, G. B.; CALEGARI, A. Sistema Plantio Direto com qualidade: a importância do uso de plantas de cobertura num planejamento cultural estratégico. **Revista Plantio Direto**, edição 102, 2007.

MENDES, I. C.; SOUZA, L. V.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Propriedades biológicas em agregados de um Latossolo Vermelho – Escuro sob plantio direto no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27: 435-443, 2003.

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

MEYER, R. S.; BAMSHAD, M.; FULLER, D. Q.; LITT, A. Comparing medicinal uses of eggplant and related solanaceae in China, India, and the Philip pinessug gests the independent

development of uses, cultural diffusion, and Recent Species Substitutions. **Economic Botany**, United States, v. 68, n. 2, p. 137-152, 2014.

MI, W.; SUN, Y.; XI, S.; ZHAO, H.; MID, W.; BROOKES, P. C.; LIU, Y.; WU, L. Effect of inorganic fertilizers with organic amendments on soil chemical properties and rice yield in a low-productivity paddy soil. **Geoderma**. v. 320, p. 23-29, 2018.

MICHAŁOJC. Z.; BUCZKOWSKA, B. Content of microelements in eggplant fruits depending on nitrogen fertilization and plant training method. **Journal of Elementology**, Poland, v. 13, n. 2, p. 269-274, 2008.

MIELNICZUK, J. Importância do estudo de raízes no desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis. In: Workshop sobre Sistema Radicular: metodologias e estudo de caso, 1999, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999. p.13-17.

MOITINHO, M. R.; PADOVAN, M. P.; CARNEIRO, L. F.; MOTTA, I. S.; SOUZA, E. I. S. Desempenho de adubos verdes e o efeito no feijão-comum cultivado em sucessão num agroecossistema sob bases ecológicas. In; XXXIII Congresso brasileiro de ciência do solo, Minas Gerais. **Anais...** Minas Gerais, 2011.

MUZILLI, O. Princípios e perspectivas de expansão. In: **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina, IAPAR, 1981. p.11-70.

NICOLODI, M. Desafios à caracterização de solo fértil em química do solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DECIÊNCIA DO SOLO, 6, Passo Fundo, 2006. **Anais...** Passo Fundo, Embrapa, 2006. CD-ROM.

NORTCLIFF, S. Standardisation of soil quality attributes. **Agriculture Ecosystem Environmental**, 88: 161-168, 2002.

NUNES, U. R; ANDRADE JÚNIOR, V. C; SILVA E de. B; SANTOS, N. F; COSTA, H. A. O; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 943-948, 2006.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8 p. 1079-1087, 2002.

PANICO, S. C.; MEMOLI, V.; ESPOSITO, F.; MAISTO, G.; DE MARCO, A. Plant cover and management practices as drivers of soil quality. **Applied Soil Ecology**. p.1-9, 2018.

PAULETTI, V. A. Importância da palhada e da atividade biológica na fertilidade do solo. In: CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO EM PLANTIO DIRETO, 3., 1999, Cruz Alta. **Anais...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1999. p. 56-66.

PERRENOOD, S. Potassium and Plant Health. **IPI Research Topics** nº 3. International Potash Institute, Berne, Switzerland. 1977.

PIMENTA, L. M.; ZONTA, E.; BRASIL, F. C.; DOS ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; STAFANATO, J. B. Fertilidade do solo em pastagens cultivadas sob diferentes manejos no noroeste do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n. 21, p. 1136-1142, 2010.

PIZARRO, E. A.; RINCÓN, A. Regional experience with forage *Arachis* in South America. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. *Biology and agronomy of forage Arachis*. Cali: CIAT, 1994, p. 144-157. plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

PÔRTO, D. R. Q.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; VARGAS, P. F. Acúmulo de macronutrientes pelo cultivar de cebola “Superex” estabelecida por semeadura direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 949-955, 2007.

RAMOS, F. T.; MONARI, Y. C.; NUNES, M. C. M.; CAMPOS, D. T. S., RAMOS, D. T. Indicadores de qualidade em um Latossolo Vermelho Amarelo sob pastagem extensiva no pantanal matogrossense. **Revista Caatinga** 23: 112-120. 2010.

REINERT, D. J.; REICHERT, J.M.; VEIGA, M.; SUZUKI, L.E.A.S. Qualidade física dos solos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16, 2006. **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006.

RIBEIRO, C. S. C.; BRUNE, S.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Cultivo da berinjela (*Solanum melongena* L.)**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 1998. 23p. Instruções Técnicas, 15.

ROSA, S. R. A. **Efeito da competição interespecífica no crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras**. 2002. 101f. Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal. Escola de Agronomia e de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2002.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palhada de espécies de cobertura de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 355-362, 2003.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIACOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano, Goiás. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina 34(4), 1523-1534. 2013.

SÁ, J. C. M. **Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto**. Passo Fundo, Aldeia Norte, 1996. 24p.

SABADIN, H. C. Adubação verde. **Lavoura Arrozeira**, 37 (354): 19-26. 1984.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. Sistema de plantio direto / **O produtor pergunta, a Embrapa responde**, 1998.

SANTOS, C. A. B.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; ROCHA, M. V. C.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D. **Plantio direto de Berinjela (*Solanum melongena*), sob manejo orgânico, em solo com cobertura viva permanente de gramínea e leguminosa**. Seropédica: Embrapa/CNPAB, 2006. 4p. Comunicado Técnico, 91.

SANTOS CAB; ROCHA MVC; ESPINDOLA JAA; GUERRA JGM; ALMEIDA DL; RIBEIRO RLD. 2013. Cultivo agroecológico de berinjela sob doses de adubação orgânica em coberturas vivas perenes. **Horticultura Brasileira** 31: 311-316, 2013.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, p. 590, 2018.

SANTOS, F. C.; FILHO, M. R. A. **Importância da matéria orgânica e cobertura vegetal para os solos arenosos do Cerrado**. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/artigos/importancia-da-materia-organica-e-cobertura-vegetal-para-os-solos-arenosos-do-cerrado> Acessado dia 30/01/2018.

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; TRENTINI, A.; CORTES, N. de A. **Gestão da fertilidade de culturas mecanizadas nos trópicos úmidos: o caso das frentes pioneiras nos cerrados e florestas úmidas no centro norte do Mato Grosso**. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C., 1997.

SENE, M.; VEPRASKAS, M.J.; NADERMAN, G.C.; DENTON, H.P. Relationships of soil texture and structure to corn yield response to subsoiling. **Society Soil Science Society of America Journal**, v.49, p.422-427, 1985.

SEUFERT, V.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. **Nature**, v. 485, pag. 229-232, 2012.

SEYBOLD, C. A; HERRICK, J. E; BREJDA, J. J. Soil resilience: a fundamental component of soil quality. **Soil Science**, Baltimore, v. 164, p. 224-234, 1999.

SHAW, .N. H.; MANNETJE, Lt.'; JONES, R. M.; JONES, R. Pasture measurement. In: SHAW, N. H.; BRYAN, W. N., eds. **Tropical pastures research**. Farnham Royal, Commonwealth Agriculture Bureaux, 1976. cap. 9, p.235-49.

SILVA, J. A. A.; DONADIO, L. C.; DONIZETI, J. A. D. **Adubação Verde em Citros** 1999.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35: 2485-2492, 2000.

SILVA, R. R.; SILVA, M. L. N; FERREIRA, M. M. Atributos físicos indicadores de qualidade do solo sob sistemas de manejo na Bacia Alto do Rio Grande – MG. **Ciência e Agrotecnologia**, 29: 719-730, 2005.

SILVA, S. B. **Análise de Solos**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2003, 152 p.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:191-199, 2000.

SIMIDU, H. M.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P.; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, 20 em plantio direto em região de cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 309- 315, 2010.

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

SOUZA, J.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica** – Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.

SOUZA, L. C. D.; SÁ, M. E.; SILVA, M. P.; ABRANTES, F. L.; SIMIDU, H. M.; ARRUDA, N.; VALÉRIO FILHO, W. V. Efeito da adubação verde e época de semeadura de cultivares de feijão, sob sistema plantio direto, em região de cerrado. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, p. 699-708, 2012.

SOUZA, W. J. O.; MELO, W. J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sobre diferentes sistemas de produção de milho. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:885-896, 2000.

STUTE, J. K.; POSNER, J. L. Synchrony between legume nitrogen release and corn demand in the Upper Midwest. **Agronomy J.**, v. 87, p. 1063-1069, 1995.

TAVARES FILHO, J.; RIBON, A. A. Resistência do solo à penetração em relação ao número de amostras e ao tipo de amostragem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32: 487-494, 2008.

TESTA, V. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; MIELNICZUK, J. Características químicas de um podzólico vermelho-escuro afetadas por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 107-114, 1992.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

TIVELLI S. W.; PURQUERIO, L. F. V.; KANO, C. 2010. Adubação verde e plantio direto em hortaliças. **Revista eletrônica Pesquisa e Tecnologia** 7: 1-7. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2010/2010-janeiro-junho/714-adubacao-verde-e-plantio-direto-em-hortalicas/file.html>. Consultado em 21/02/2017.

TORMENA, C. A. Resíduos culturais: efeitos no controle da erosão e alterações em propriedades físicas do solo. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1995, Castro. **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1996. p. 31-46.

TORRES, J. L. R. **Estudo das plantas de cobertura na rotação milho-soja em sistema de plantio direto no Cerrado, na região de Uberaba – MG**. (Tese de Doutorado), Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2003. 108p.

TORRES, J. L. R., PEREIRA, M. G., ANDRIOLI, I., FABIAN, A. J., POLIDORO, J. C. Propriedades físicas de um solo de cerrado cultivado com diferentes coberturas vegetais em sistema de semeadura direta. **Agronomia** 39: 55-64. 2005.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. Decomposição e Liberação de Nitrogênio de Resíduos Culturais de Plantas de Cobertura em um Solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, , n. 1, p. 609-618, 2005.

USDA (United States Department of Agriculture). **Soil Quality Thunderbook**. A Note about Soil Quality and the Thunderbook, 2010.

VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; SALES, M. F. L. **Amendoim forrageiro cv. Belmonte**: leguminosa para a diversificação das pastagens e conservação do solo no Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001, 18 p.

VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 30-77.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo, R. Bras. Ci. Solo, 33:743-755, **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online]. 2009, vol. 33, n.4, pp.743-755. ISSN 1806-9657. 2009.