

UFRRJ

INSTITUTO DE AGRONOMIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

TESE

Manejo de Poda de *Gliricidia sepium* e Utilização do Resíduo como Cobertura Morta no Cultivo de Hortaliças em Sistema Orgânico

Murilo Gonçalves Júnior

2017



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

**MANEJO DE PODA DE *Gliricidia sepium* E UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO
COMO COBERTURA MORTA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS EM
SISTEMA ORGÂNICO**

MURILO GONÇALVES JÚNIOR

Sob a Orientação do Pesquisador
José Guilherme Marinho Guerra

e Co-orientação do Pesquisador
Ednaldo da Silva Araújo

Tese submetida como requisito parcial
para obtenção do grau de **Doutor em
Fitotecnia**, no Curso de Pós-Graduação
em Fitotecnia, Área de Concentração em
Agroecologia.

Seropédica, RJ
Novembro de 2017

G635m Gonçalves Júnior, Murilo, 1975 -
 Manejo de poda de *Gliricidia sepium* e utilização do resíduo
 como cobertura morta no cultivo de hortaliças em sistema orgânico
 / Murilo Gonçalves Júnior – 2017.
 151 f. : il.

Orientador: José Guilherme Marinho Guerra.

Co-orientador: Ednaldo da Silva Araújo.

Tese (Doutorado). – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, 2017.

1. Agroecologia. 2. agricultura orgânica. 3. adubação verde. 4.
olericultura. I. Guerra, José Guilherme Marinho, 1958- , orient. II.
Araújo, Ednaldo da Silva, 1974- , co-orient. III Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Fitotecnia. IV. Título.

É permitida cópia total ou parcial deste documento, desde que seja citada a fonte.

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

MURILO GONÇALVES JÚNIOR

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Fitotecnia**, no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de Concentração em Agroecologia.

TESE APROVADA EM 29/ 11 / 2017

José Guilherme Marinho Guerra. Dr. Embrapa Agrobiologia
(Orientador)

Raul de Lucena Duarte Ribeiro. Dr. UFRRJ
(Membro Titular)

Margarida Gorete Ferreira do Carmo. Dra. UFRRJ
(Membro Titular)

Maria Elizabeth Fernandes Correia. Dra. Embrapa Agrobiologia
(Membro Titular)

José Antonio Azevedo Espindola. Dr. Embrapa Agrobiologia
(Membro Titular)

DEDICATÓRIA

A minha mãe, senhora Ana da Silva Gonçalves, e ao meu pai, senhor Maurílio Ribeiro Gonçalves, pelos ensinamentos, apoio e carinho durante toda essa jornada.

A todos os agricultores, que fazem chegar à nossa mesa o alimento vindo do campo, pois são eles, ao mesmo tempo, filhos e artistas de nosso planeta Terra.

"O bom semeador ainda vive e viverá no milagre das sementes".

(Fernando Costa)

"É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar,

É melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se fazendo nada até o final.

Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder.

Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver..."

(Martin Luther King)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), centenária e conceituada instituição de ensino público superior.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRRJ, pela oportunidade de cursar o curso de doutorado e pelo aprendizado obtido por intermédio de seus professores.

Ao Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia da Embrapa (CNPAB), por todo o apoio recebido durante a implantação, condução e coleta de experimentos e análises necessárias do projeto de pesquisa. Em especial aos pesquisadores: José Guilherme Marinho Guerra (orientador), Ednaldo Silva Araújo (co-orientador), José Antonio Azevedo Espindola, Marco Leal, Janaína Ribeiro Rows, Alessandra de Carvalho, Maria Elizabeth Correia, Bruno Alves, Segundo Urquiaga. E também aos funcionários: Rosinaldo, Roberto Silva, Marcelo, Ernani Jardim, Ernani Meirelles, Aurélio, Roberto Carlos, Enivaldo, Ivana, Ataíde, Dione, Ilzo, Hélio, seu Zezinho, Elias (In memorian), Alderi, Eugênio, Paulo, Sílvio, Luciano, Edevaldo, Fredson, Josias, Ubirajara, Oséias, José Pedro, Samuel (In memorian), Monalisa, Edinelson, Altiberto, Gisele, Éder e Renato Moutinho. Aos companheiros do Laboratório de Agricultura Orgânica da Embrapa Agrobiologia, principalmente Ana Amélia dos Santos Cordeiro, Livia Pian, Pedro Paçó, Silvio Santos, Marinete Flores, Daniel, Jhonatan Goulart, Adriano, Suellen, Barbara, Mayara, Luana, Franciara, Nilcilene, Lucia Helena e Paulo.

Aos funcionários da Fazendinha Agroecológica Km 47, pela colaboração durante a condução e coleta dos experimentos: o sempre prestativo e carismático seu Isaías, Kaká, Oséias, Valério, Edmar, Pedro, João, Juarez, Lucas, Netinho e Reginaldo.

Ao professor da UFRRJ, Daniel Fonseca de Carvalho, e seus orientados Aldir, Wilk, Eduardo Castro e Gabriel Fortuna, pela seção de dados meteorológicos e equipamentos e pelas dicas sobre manejo de sistema de irrigação localizado.

Aos colaboradores da Pesagro-Rio, Unidade Experimental de Seropédica, Luiz Augusto de Aguiar, pela assessoria em fitossanidade durante o cultivo de hortaliças, e Maria Aparecida Prado, pelas análises de solo.

Aos moradores e companheiros do Alojamento Estudantil da Embrapa Agrobiologia, “a mais bacana, diversa e interativa comunidade estudantil”: Ana Paula, Emerson Chieza, Rafael Scoriza, Viviane, Renata Pereira, Ediana, Erika, Silvana Gomes, Esdras Silva, Paula Renata, Mauro, Valfredo Chaves, Renan Pedula, Marcio Martins, Brauly, Eder Coutinho, Marcos, Raimunda, Alessandro de Paula, Sandra Ciriaco, Carolina Ferreira, Renan Amaral, Julian, Carolina Mancipe, Marcela, Cristian, Laura, Mateus Quaresma, Ariane, Iris, Hipólito, Socorro, Celso Belizário, Sebastião (in memorian), Mariana, Cesinha, Rosalba Ortega, Jander, Carlinha, Josimar, Kandice, Renata Soares, Luis Gilberto, Rodolfo, Leonardo Shockness, Leonardo Terra, Fabiano, Jean, Danilo, Edevaldo, Lucero, Rafael Cassador, Antonio Carlos (Pai), Hagabo, Cleudison Gabriel, Priscila Bahia, Priscila Mattos, Natalia, Gustavo, Jessica, Fernando (Monstrão), Rulfe, Ophelia, Vinicio, Rita, Chuly, Jorge, Wadson, Douglas, Daniel, Ernandes, Gabriel Aguiar, Felipe, Adamastor.

A Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001” (**PORTARIA Nº 206, DE 4 DE SETEMBRO DE 2018 DA CAPES**).

BIOGRAFIA DO AUTOR

Murilo Gonçalves Júnior, nascido em 20 de abril de 1975, natural de Goianésia - GO, é filho de pequenos agricultores Maurílio Ribeiro Gonçalves e Ana da Silva Gonçalves, residentes na Fazenda Boa Vista, zona rural do município de Vila Propício - GO.

Ingressou, em 2004, na Escola Agrotécnica Federal de Ceres (atual Instituto Federal Goiano Campus Ceres), onde cursou e concluiu o curso Técnico em Agricultura.

Ingressou, em 2005, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) no curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas e em 2007 transferiu-se, pela mesma instituição para o curso de Bacharelado em Agronomia, graduando-se em 2011. Durante o período de graduação foi: estagiário na área de Propagação de Plantas, no Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia, entre 2006 e 2007, tendo o seu primeiro contato com a pesquisa; monitor da disciplina Bioquímica para Áreas Agrárias, no Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas, em 2007; estagiário de Iniciação Científica no Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia da Embrapa (CNPAB), na área de Agricultura Orgânica, com orientação do pesquisador José Guilherme Marinho Guerra e bolsa de estudos financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), entre 2008 e 2011. Ingressou, em 2011, no curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela UFRRJ, com orientação do pesquisador José Guilherme Marinho Guerra e bolsa de estudos financiada pela Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), concluindo em 2013, mesmo ano no qual ingressou no curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, nível Doutorado, pela UFRRJ.

RESUMO GERAL

GONÇALVES JÚNIOR, Murilo. **Manejo de poda de *Gliricidia sepium* e utilização do resíduo como cobertura morta no cultivo de hortaliças em sistema orgânico**. 2017. 151 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

Adubação verde é uma interessante tecnologia que pode ser utilizada na gestão da biomassa vegetal em sistemas orgânicos de produção. *Gliricidia sepium* (gliricídia) possui enorme potencial para esse fim, podendo o material proveniente da sua rebrota ser utilizado em áreas agrícolas. Face ao exposto, o objetivo do trabalho foi: verificar a capacidade de acumulação de biomassa e de N após a rebrota da parte aérea de árvores de gliricídia em função da altura e da época de poda; determinar os efeitos da utilização de coberturas mortas formadas a partir de misturas das palhadas de gliricídia e capim elefante nas características químicas do solo, nas taxas de decomposição das coberturas mortas, na comunidade da fauna edáfica e de plantas de ocorrência espontânea, e no desempenho agrônomico e transferência de N das coberturas mortas para hortaliças folhosas manejadas em sucessão em sistema orgânico de produção. Para tanto, conduziu-se dois trabalhos experimentais, em Seropédica-RJ, sendo um no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, em um banco de árvores de gliricídia, podadas nas alturas de 0,3, 0,6, 0,9, 1,2 e 1,5 m acima do solo, a partir daí avaliou-se a quantidade acumulada de biomassa e de N na sua rebrota, o delineamento foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, em cinco épocas (junho/novembro de 2015, abril/setembro de 2016 e fevereiro/2017). Paralelamente, foi conduzido outro experimento, na Fazenda Agroecológica Km 47, em 2015 e em 2016, com vistas a avaliar a eficiência do uso de coberturas mortas no cultivo hortaliças folhosas em sucessão, as coberturas foram formadas a partir de misturas de palhada de gliricídia e capim elefante, aplicadas sobre os canteiros, o delineamento experimental foi em blocos casualizados e os tratamentos consistiram de 100% de palhada de gliricídia, 75% de gliricídia + 25% de capim elefante, 50% de gliricídia + 50% de capim elefante, 25% de gliricídia + 75% de capim elefante, 100% de capim elefante e ausência de cobertura morta; por ocasião da colheita de cada hortaliça, realizou-se amostragens da parte aérea das plantas, para determinação das características biométricas, da biomassa e do N acumulado; avaliou-se também a ocorrência de espécies da vegetação espontânea, a fauna edáfica, os teores de N e C total da palhada usada como cobertura e a sua decomposição, a fertilidade do solo dos canteiros por ocasião da coleta da última hortaliça; em 2016, foi avaliada a transferência de N das palhadas para as hortaliças, pela técnica da diluição isotópica de ^{15}N . As alturas de corte de 0,9 e 1,2 m de plantas de gliricídia produziram os valores mais elevados de biomassa, notadamente por ocasião da 5ª coleta. As quantidades elevadas de biomassa e de N acumulados na parte aérea, estimuladas pelas podas, independentemente da altura de condução do corte a partir da superfície do solo, corroboram sobre o alto potencial de geração de material vegetal para reciclagem interna em unidades de produção agrícola proveniente do manejo de árvores de gliricídia. A utilização de coberturas mortas: aumentou a diversidade da fauna edáfica; reduziu as plantas de ocorrência espontânea; elevou ou manteve a produtividade agrônomico das hortaliças folhosas. Coberturas com maiores proporções de gliricídia apresentaram maior decomposição de biomassa e liberação de N influenciando positivamente na produção agrônomico de hortaliças folhosas. Coberturas contendo gliricídia apresentaram taxas mais elevadas de transferência de N das palhadas para as hortaliças; não houve diferença na eficiência de

recuperação de N das palhadas para as hortaliças em solos cobertos ou sem cobertura. Recomenda-se a utilização de coberturas mortas com mais de 75% de gliricídia, aja visto que se mostraram mais adequadas dentro de sistema de cultivo de hortaliças folhosas em sucessão, contribuindo substancialmente para o controle da vegetação de ocorrência espontânea, para o aumento da diversidade da fauna edáfica, e possibilitando a obtenção de elevada produtividade agronômica das hortaliças.

Palavras-chave: Agroecologia, agricultura orgânica, adubação verde.

GENERAL ABSTRACT

GONÇALVES JÚNIOR, Murilo. **Pruning management of *Gliricidia sepium* and the use of its residue as dead cover for vegetable crops in organic systems.** 2017. 151 f. Thesis (Doctor in Phytotechny). Institute of Agronomy, Department of Phytotechny, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

Green manure is an interesting technology that can be used in the management of plant biomass in organic production systems. *Gliricidia sepium* (gliricidia) has enormous potential for this purpose, and the material from its regrowth can be used in agricultural areas. Thus the objective of the work was: to verify the accumulation capacity of biomass and N after regrowth of the aerial part of gliricidia trees according to the height and the pruning season; to determine the effects mulches uses formed from the combination of gliricidia straw and elephant grass on the chemical characteristics of the soil, on the mulches decomposition rates, on the community of edaphic fauna and plants of spontaneous occurrence, and on agronomic performance and transfer of N from dead covers to leafy vegetables managed in succession in an organic production system. To this end, two experimental works were conducted in Seropédica-RJ. One in the Experimental Field of Embrapa Agrobiologia in a bank of gliricidia trees pruned at heights of 0.3, 0.6, 0.9, 1, 2 and 1.5 m above the ground where it was evaluated the accumulated amount of biomass and N in its regrowth. The design employed was in randomized blocks in subdivided plots in five seasons (June / November 2015, April / September 2016 and February / 2017). In parallel, another experiment was carried out at Fazendinha Agroecológica Km 47, in 2015 and in 2016, to assessing the efficiency in the use of dead coverings in the cultivation of leafy vegetables in succession. The coverings were formed from mixtures of gliricidia straw and elephant grass applied on planting beds. The experimental design was in randomized blocks and the treatments consisted of 100% gliricidia straw, 75% gliricidia + 25% elephant grass, 50% gliricidia + 50% elephant grass, 25 % gliricidia + 75% elephant grass, 100% elephant grass and no mulch. At the time of harvesting each vegetable sampling of the aerial part of the plants was carried out to determine the biometric characteristics, biomass and accumulated N. It was also evaluated the occurrence of spontaneous vegetation species, edaphic fauna, the straw used as cover and its decomposition total content of N and C and the soil fertility of the planting beds at the time of the collection of the last vegetable. In 2016, the transfer of N from straw to vegetables was evaluated using the ^{15}N isotopic dilution technique. The cutting heights of 0.9 and 1.2 m of gliricidia plants produced the highest biomass values, notably at the 5th collection. The high amounts of biomass and N accumulated in the aerial part, stimulated by pruning, regardless of the height of the cut from the soil surface, corroborate the high potential for generating plant material for internal recycling in agricultural production units from management of gliricidia trees. The use of mulches: increased the diversity of edaphic fauna; reduced spontaneous plants; increased or maintained the agronomic productivity of leafy vegetables. Coverings with higher proportions of gliricidia showed greater biomass decomposition and N release, positively influencing the agronomic production of leafy vegetables. Coverings containing gliricidia showed higher rates of N transfer from straw to vegetables; there was no difference in the efficiency of N recovery from straws for vegetables in covered or uncovered soils. It is recommended to use mulches with more than 75% of gliricidia, as they have been shown to be more suitable within the system of growing leafy vegetables in succession, contributing

substantially to the control of spontaneous vegetation, to increase diversity edaphic fauna, and making it possible to obtain high agronomic productivity of vegetables.

Key words: Agroecology, organic agriculture, green manure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variação mensal da precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média do ar (°C), de novembro de 2014 a fevereiro de 2017, em Seropédica, região da Baixada Fluminense (fonte: CPTEC, Estação Ecologia Agrícola)	28
Figura 2. Diâmetro do caule de árvores de gliricídia após a rebrota da parte aérea no período de junho de 2015 a fevereiro de 2017, nas condições da Baixada Fluminense (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia).....	31
Figura 3. Detalhe dos extratores de funil de Berlese-Tullgren modificado, contendo amostras para avaliação da fauna edáfica	51
Figura 4. Detalhe das bolsas de nylon para avaliar o material em decomposição das diferentes misturas de gliricídia e capim elefante	55
Figura 5. Percentual de ácaros, colembolas, isópodos e outros grupos da fauna edáfica coletados em 2015, por ocasião dos cultivos de rúcula, alface e beralha, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	63
Figura 6. Diagrama de análise dos componentes principais, utilizando o total de indivíduos e a riqueza média da fauna edáfica, o tipo de cobertura do solo (Gliricídia 100%, 75%, 50% e 25%, Capim Elefante e Sem Cobertura) e época de coleta (Agosto, Outubro e Dezembro de 2015), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47.....	64
Figura 7. Diagrama de análise dos componentes principais, utilizando abundância de grupos da fauna edáfica, o tipo de cobertura do solo (Gliricídia 100%, 75%, 50% e 25%, Capim Elefante e Sem Cobertura) e época de coleta (Agosto, Outubro e Dezembro de 2015), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47	65
Figura 8. Percentual de biomassa seca remanescente e liberada de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	78
Figura 9. Biomassa fresca (A) e produtividade de biomassa fresca (B), biomassa seca (C) e produtividade de biomassa seca (D), teor de N (E) e quantidade acumulada de N (F) em plantas de rúcula, cultivadas com diferentes coberturas de solo, em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	87
Figura 10. Biomassa fresca (A) e produtividade de biomassa fresca (B), biomassa seca (C) e produtividade de biomassa seca (D), teor de N (E) e quantidade acumulada de N (F) em plantas de alface, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	88
Figura 11. Biomassa fresca (A) e produtividade de biomassa fresca (B), biomassa seca (C) e produtividade de biomassa seca (D), teor de N (E) e quantidade acumulada de N (F) oriundos de 4 cortes consecutivos de plantas de beralha, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	89
Figura 12. Proporção de ácaros, colembolas, isópodos e outros grupos da fauna edáfica coletados em 2016, por ocasião dos cultivos de alface e beralha, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	94
Figura 13. Diagrama de análise dos componentes principais, utilizando o total de indivíduos e a riqueza média da fauna edáfica, o tipo de cobertura (Gliricídia 100%; Gliricídia 75%;	

Gliricídia 50%; Gliricídia 25%; Capim Elefante e Sem Cobertura) e época de coleta (Outubro e Dezembro de 2016), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47	95
Figura 14. Diagrama de análise dos componentes principais, utilizando abundância de grupos da fauna edáfica, o tipo de cobertura (Gliricídia 100%; Gliricídia 75%; Gliricídia 50%; Gliricídia 25%; Capim Elefante e Sem Cobertura) e época de coleta (Outubro e Dezembro de 2016), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47.....	96
Figura 15. Biomassa seca remanescente de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	105
Figura 16. N liberado de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	107
Figura 17. Biomassa fresca (A) e produtividade de biomassa fresca (B), biomassa seca (C) e produtividade de biomassa seca (D), teor de N (E) e quantidade acumulada de N (F) de plantas de alface, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano de 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	110
Figura 18. Biomassa fresca (A) e produtividade de biomassa fresca (B), biomassa seca (C) e produtividade de biomassa seca (D), teor de N (E) e quantidade acumulada de N (F) oriundos de 3 cortes consecutivos de plantas de beralha, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano de 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	111
Figura 19. Proporção de N proveniente da palhada em alface e beralha, em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	113
Figura 20. N acumulado em alface e beralha proveniente da palhada, em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	114
Figura 21. Eficiência de recuperação do ¹⁵ N aplicado, em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	115
Figura 22. Eficiência total de recuperação do ¹⁵ N aplicado, em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados produtivos de espécies arbóreas/arbustivas utilizadas como plantas de cobertura (biomassa, N, intervalo de corte e período total observado), de acordo com alguns autores	7
Tabela 2. Cronologia das coletas e período de rebrota de árvores de gliricídia (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, novembro de 2014 a fevereiro de 2017)	30
Tabela 3. Ramificações, produção de biomassa fresca de parte aérea e tempo necessário para o corte e para o recolhimento do material da rebrota de uma árvore de gliricídia, nas condições da Baixada Fluminense (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia)	31
Tabela 4. Ramificações, produção de biomassa fresca e tempo necessário para cortar os galhos de uma árvore de gliricídia, com 152 dias de rebrota (Fev/17), em diferentes alturas de corte nas condições da Baixada Fluminense (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia)	32
Tabela 5. Ramificações caulinares, produção e produtividade de biomassa fresca e biomassa seca da rebrota de parte aérea de plantas de gliricídia em cinco épocas de coleta (junho e novembro de 2015, abril e setembro de 2016 e fevereiro de 2017), nas condições da Baixada Fluminense. (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia)	33
Tabela 6. Produtividade de matéria seca de folhas e de caule, e relação entre a biomassa seca da folha e o caule, da rebrota de plantas de gliricídia em cinco épocas de coleta (junho e novembro de 2015, abril e setembro de 2016 e fevereiro de 2017), nas condições da Baixada Fluminense. (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia)	35
Tabela 7. Teor de N nas folhas e nos caules da rebrota de plantas de gliricídia em cinco épocas de coleta (junho e novembro/2015, abril e setembro/2016 e fevereiro/2017), nas condições da Baixada Fluminense (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia)	36
Tabela 8. Quantidade acumulada de N nas folhas, nos caules e na parte aérea total da rebrota de plantas de gliricídia em cinco épocas de corte (junho e novembro de 2015, abril e setembro de 2016 e fevereiro de 2017), nas condições da Baixada Fluminense (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia)	37
Tabela 9. Produtividade total de parte aérea fresca (MF) e seca (MS), produtividade de MS de folhas e de caules, e quantidades acumuladas de N no caule, na folha e total das árvores de gliricídia, considerando o somatório de cinco cortes nas condições climáticas da Baixada Fluminense (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia)	39
Tabela 10. Ingredientes necessários para a fabricação de uma tonelada de composto fermentado tipo “Bokashi” (adaptado de Siqueira e Siqueira, 2013)	46
Tabela 11. Características químicas e dose aplicada de composto fermentado tipo “Bokashi”, utilizado na fertilização de rúcula, alface, bortalha cultivadas em sucessão em sistema orgânico, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, no ano agrícola de 2015 (local: Fazendinha Agroecológica Km 47)	46
Tabela 12. Características químicas e dose aplicada do composto fermentado tipo “Bokashi” utilizado na fertilização de alface e bortalha cultivadas em sucessão em sistema orgânico, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, no ano agrícola de 2016 (local: Fazendinha Agroecológica Km 47)	52
Tabela 13. Teores de C e de N, e relação C/N das palhadas de coberturas mortas formadas de gliricídia, de capim elefante e da mistura de ambas e utilizadas em experimento de alface e bortalha cultivadas em sucessão em sistema orgânico, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, no ano agrícola de 2016 (local: Fazendinha Agroecológica Km 47)	53

Tabela 14. Teores de P, K, Ca e Mg de palhadas de coberturas mortas formadas de gliricídia, de capim elefante e da mistura de ambas e utilizadas em experimento de alface e beralha cultivadas em sucessão em sistema orgânico, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, no ano agrícola de 2016 (local: Fazendinha Agroecológica Km 47.....	53
Tabela 15. Características químicas do solo (pH, Ca, Mg, K e P) na camada de 0-10 cm de profundidade da área experimental cultivada com hortaliças folhosas em sucessão, aos 124 dias após a distribuição de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	58
Tabela 16. Total de indivíduos e índices de diversidade da fauna edáfica (Riqueza total, Riqueza média, Índices de Shannon e Pielou) coletada em 2015, por ocasião dos cultivos de rúcula, alface e beralha, com diferentes tipos de coberturas de solo, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	59
Tabela 17. Percentual de indivíduos de grupos taxonômicos da fauna edáfica, em coleta efetuada em 2015, por ocasião do cultivo de rúcula, com diferentes tipos de coberturas de solo, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	60
Tabela 18. Percentual de indivíduos de grupos taxonômicos da fauna edáfica, por ocasião do cultivo de alface com diferentes tipos de coberturas de solo, em coleta efetuada em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	61
Tabela 19. Percentual de indivíduos de grupos taxonômicos da fauna edáfica, por ocasião do cultivo de beralha com diferentes tipos de coberturas de solo, em coleta efetuada em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	62
Tabela 20. Distribuição de plantas espontâneas por família, nome botânico, nome comum e classe, em experimentos com uso de coberturas mortas no cultivo de hortaliças em sucessão, nos anos 2015 e 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	66
Tabela 21. Ocorrência de espécies de plantas da vegetação de ocorrência espontânea, em experimento com uso de coberturas mortas no cultivo de hortaliças em sucessão, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	67
Tabela 22. Número de espécies, número de indivíduos, quantidade acumulada de biomassa fresca e biomassa seca de plantas espontâneas, coletadas em 2015, por ocasião dos cultivos de rúcula, alface e beralha, com diferentes tipos de coberturas de solo, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	69
Tabela 23. Somatórios de número de indivíduos, acúmulo de biomassa fresca e seca de plantas da vegetação espontânea, em canteiros cobertos com diferentes tipos de coberturas mortas, no ano de 2015 (3 coletas), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	70
Tabela 24. Frequência (F), densidade (D) (plantas m ⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de rúcula, em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	71
Tabela 25. Frequência (F), densidade (D) (plantas m ⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de	

importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de alface, em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	73
Tabela 26. Frequência (F), densidade (D) (plantas m ⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de bortalha, em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	75
Tabela 27. Teor de C, teor de N e relação C/N de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	79
Tabela 28. Teores de macronutrientes nas coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	80
Tabela 29. Altura, número de folhas e área foliar de plantas de rúcula, cultivadas em canteiros com diferentes coberturas de solo, no ano de 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	81
Tabela 30. Altura, diâmetro, número de folhas e área foliar de plantas de alface, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	82
Tabela 31. Altura da planta e somatórios de número de ramos, número de folhas, área foliar oriundos de 4 cortes consecutivos de plantas de bortalha, cultivadas com diferentes coberturas de solo, em 2015, na Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	83
Tabela 32. Teores de macronutrientes na biomassa aérea de hortaliças folhosas (rúcula, alface e bortalha), cultivadas sucessivamente, com diferentes tipos de coberturas de solo, coletadas em 2015, na Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	85
Tabela 33. Características químicas do solo (pH, Ca, Mg, K e P) da área experimental cultivada com hortaliças em sucessão, na camada de 0-10 cm de profundidade, 111 dias após a distribuição das coberturas mortas, no ano de 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47	90
Tabela 34. Total de indivíduos e índices de diversidade da fauna edáfica (Riqueza total, Riqueza média, Índices de Shannon e Pielou) coletada em 2016, por ocasião do cultivo de alface e bortalha, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	91
Tabela 35. Percentual de indivíduos dos grupos da fauna edáfica, coletada em 2016, por ocasião do cultivo de alface, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	92
Tabela 36. Percentual de indivíduos dos grupos da fauna edáfica, coletada em 2016, por ocasião do cultivo de bortalha, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	93
Tabela 37. Ocorrência de espécies de plantas da vegetação de ocorrência espontânea, em experimento com uso de coberturas mortas no cultivo de hortaliças em sucessão, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	97

Tabela 38. Número de espécies, número de indivíduos, quantidade acumulada de biomassa fresca e seca de plantas espontâneas, coletadas por ocasião dos cultivos de alface e beralha, com utilização de diferentes tipos de cobertura do solo, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	98
Tabela 39. Somatórios de número de indivíduos, quantidade acumulada de biomassa fresca e seca de plantas da vegetação de ocorrência espontânea, no cultivo de hortaliças folhosas com utilização de diferentes tipos de cobertura do solo, no ano de 2016 (2 coletas), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	99
Tabela 40. Frequência (F), densidade (D) (plantas m ⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de alface, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	100
Tabela 41. Frequência (F), densidade (D) (plantas m ⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR) (%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de beralha, em 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	102
Tabela 42. Parâmetros estimados (X ₀ , k, t _{1/2}) a partir de modelo matemático (X = X ₀ e ^{-kt}), empregado para prever a decomposição in situ da biomassa de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.....	104
Tabela 43. Parâmetros estimados (X ₀ , k, t _{1/2}) a partir de modelo matemático (X = X ₀ e ^{-kt}), empregado para prever a decomposição in situ do N de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	106
Tabela 44. Altura, diâmetro, quantidade de folhas e área foliar de plantas de alface, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47 nas condições climáticas da Baixada Fluminense	108
Tabela 45. Altura da planta e somatório de número de ramos, número de folhas e área foliar oriundos de 3 cortes consecutivos de plantas de beralha, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	108
Tabela 46. Átomos de ¹⁵ N em excesso, N na alface derivado da palhada, quantidade de N acumulado na parte aérea de alface (g m ⁻²) e quantidade N na parte aérea de alface derivado da palhada (g m ⁻²), em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	112
Tabela 47. Átomos de ¹⁵ N em excesso, N na beralha derivado da palhada, quantidade de N acumulado na parte aérea de beralha (g m ⁻²) e quantidade de N na parte aérea de beralha derivado da palhada (g m ⁻²), em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense	113
Tabela 48. Eficiência de recuperação de N em alface, eficiência de recuperação de N em beralha e eficiência de recuperação de N total em experimento com coberturas mortas no	

cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense115

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	Agroecologia e Produção Orgânica.....	3
2.2	Importância da Gestão da Biomassa Vegetal em Ambientes Tropicais.....	3
2.2.1	Solos com teores reduzidos de matéria orgânica e de baixa fertilidade natural	3
2.2.2	Proteção do solo	4
2.2.3	Ciclagem de nutrientes	5
2.2.4	Fixação biológica de N ₂	5
2.3	Contribuição de Espécies Arbustivas e Arbóreas em Ambientes Tropicais	6
2.3.1	Plantas de cobertura de solo e para adubação verde.....	7
2.3.2	Benefícios do uso de plantas para adubação verde e cobertura de solo	8
2.3.3	A espécie leguminosa arbórea <i>Gliricidia sepium</i>	9
2.3.4	A espécie gramínea perene <i>Pennisetum purpureum</i> (capim elefante)	11
2.4	Utilização Agrícola de Coberturas Vegetais Mortas	12
2.4.1	Benefícios no controle da vegetação espontânea	14
2.4.2	Benefícios fitossanitários.....	14
2.4.3	Benefícios à fauna edáfica.....	15
2.4.4	Benefícios às características químicas, físicas e a conservação do solo	17
2.4.5	Dificuldades decorrentes da utilização de coberturas mortas.....	18
2.5	Decomposição e Liberação de Nutrientes de Coberturas Vegetais Mortas.....	20
3	CAPÍTULO I: INFLUÊNCIA DO MANEJO DE PODA NAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DE ÁRVORES DE GLIRICÍDIA NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA BAIXADA FLUMINENSE	23
3.1	Resumo	24
3.2	Abstract.....	25
3.3	Introdução.....	26
3.4	Material e Métodos	27
3.4.1	Localização e características da área experimental	27
3.4.2	Tipo de solo, coleta e análise de amostras do solo	28
3.4.3	Estabelecimento das alturas de poda e delineamento experimental	28
3.4.4	Tratos culturais	29
3.4.5	Coleta e avaliações da rebrota de plantas de gliricídia.....	29
3.5	Resultados e Discussão.....	30
3.6	Conclusões.....	39

4	CAPÍTULO II: UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMBINADOS DE GLIRICÍDIA E CAPIM ELEFANTE COMO COBERTURAS MORTAS NO CULTIVO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA ORGÂNICO	40
4.1	Resumo	41
4.2	Abstract.....	42
4.3	Introdução.....	43
4.4	Material e Métodos.....	44
4.4.1	Local e características das áreas experimentais.....	44
4.4.2	Experimento I: Avaliação agrônômica e caracterização fitossociológica e da fauna edáfica na sucessão rúcula-alface-bertalha em cultivo orgânico com coberturas mortas de gliricídia e capim elefante (ano 2015)	45
4.4.3	Experimento II: Avaliação agrônômica e caracterização fitossociológica e da fauna edáfica na sucessão alface-bertalha em cultivo orgânico com coberturas mortas de gliricídia e capim elefante (ano 2016).....	52
4.4.4	Análises estatísticas	57
4.5	Resultados e Discussão Experimento I.....	57
4.5.1	Caracterização química da fertilidade do solo ao final da sucessão de cultivos	57
4.5.2	Qualificação e quantificação da comunidade da fauna edáfica.....	58
4.5.3	Fitossociologia da população de plantas de ocorrência espontânea	66
4.5.4	Quantificação da decomposição das palhadas das coberturas mortas.....	78
4.5.5	Características agrônômicas e produção de rúcula, alface e bertalha cultivadas em sucessão	80
4.6	Resultados e Discussão Experimento II	90
4.6.1	Caracterização química da fertilidade do solo ao final da sucessão de cultivos	90
4.6.2	Qualificação e quantificação da comunidade da fauna edáfica.....	90
4.6.3	Fitossociologia da população de plantas de ocorrência espontânea	96
4.6.4	Quantificação da decomposição das palhadas das coberturas mortas.....	103
4.6.5	Características agrônômicas e produção de alface e bertalha cultivadas em sucessão	107
4.6.6	Quantificação isotópica da transferência de N das palhadas das coberturas mortas para alface e bertalha cultivadas em sucessão	111
4.7	Conclusões.....	116
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
7	ANEXOS.....	131

1 INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura orgânica no Brasil, tem se expandido nas três dimensões da sustentabilidade: a econômica, a social e a ambiental. Isto se deve à ampliação da conscientização da sociedade sobre a importância do consumo de alimentos produzidos de maneira mais sustentável e isentos de contaminantes químicos, impulsionado pelo aumento da informação disponível nos veículos de comunicação, bem como pela oferta de bases tecnológicas que contribuem de forma decisiva para a melhoria do padrão dos alimentos e dos produtos orgânicos em geral.

Um dos entraves dos sistemas orgânicos de produção, particularmente nas unidades agrícolas dedicadas ao cultivo de hortaliças no estado do Rio de Janeiro, é a não permissão do emprego de esterco de origem animal não compostados (BRASIL, 2011), o que implica em dificuldades no manejo da fertilização. Em adendo, tendo em vista que as unidades agrícolas são em sua maioria de base familiar, ocupam pequenas extensões de terra e são intensivamente cultivadas nos cinturões verdes das grandes cidades, a pecuária integrada à lavoura não é uma estratégia de gestão comumente adotada. Dessa forma, para suprir a demanda da adubação orgânica, os agricultores fazem uso, principalmente, do farelo de mamona, que em determinadas situações apresenta restrita disponibilidade, além de representar um insumo de elevado custo de aquisição.

Considerando que nos ambientes tropicais há permanente disponibilidade de material vegetal, geralmente em decorrência de condições favoráveis de umidade e temperatura, de forma a maximizar o processo de fotossíntese, uma interessante perspectiva para a gestão da fertilização das unidades de produção orgânica é o incremento da produção *in situ* de matéria orgânica derivada da biomassa vegetal. Cumpre salientar que, os solos nesses ambientes frequentemente apresentam baixa fertilidade natural e que a matéria orgânica, além de fonte de nutrientes, favorece o equilíbrio dinâmico de grupos funcionais de organismos edáficos envolvidos nos processos de reciclagem.

Uma técnica possível para potencializar a produção de biomassa vegetal e a concomitante reciclagem de nutrientes nas unidades agrícolas compreende a utilização de plantas para cobertura de solo e adubação verde, por meio do manejo de espécies, de ocorrência natural ou introduzidas, de ciclo anual, semiperene ou perene, e de porte herbáceo, arbustivo ou arbóreo. Essas plantas de cobertura podem ser cultivadas e utilizadas na própria área dos cultivos comerciais, ou serem cortadas e transportadas para estas áreas de cultivo.

Comumente, o elemento arbóreo não é considerado como um componente relevante, mesmo nos ambientes tropicais, sobretudo, nos sistemas de produção de olerícolas. Por outro lado, o entendimento de que espécies arbóreas podem contribuir para a melhoria das condições gerais das explorações agrícolas tem se consolidado, principalmente entre os agricultores orgânicos. Sistemas agroflorestais (SAF), em que espécies agrícolas comerciais, como as hortaliças, são consorciadas a espécies arbóreas, têm se difundido no âmbito da produção orgânica com a denominação de horta floresta. A poda das árvores gera biomassa que pode ser incorporada ou mantida como cobertura morta na superfície do solo, sendo uma das espécies arbóreas relatadas para este fim a leguminosa *Gliricidia sepium* (gliricídia), face a rusticidade e a elevada capacidade de produção de biomassa aérea após vários ciclos de poda e rebrota.

Dentre os benefícios da utilização de espécies arbóreas da família leguminosa, destaca-se o processo simbiótico de fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FBN) (MERCANTE et al, 2014), que resulta no enriquecimento da biomassa vegetal em relação a este elemento essencial, cuja disponibilidade em solos tropicais é baixa. Por outro lado, a biomassa gerada, via de regra, apresenta relação carbono/nitrogênio (C/N) mais estreita do que de outras famílias botânicas, acarretando taxas mais rápidas de decomposição e de liberação de nutrientes do material vegetal para o solo.

Apesar de a rápida decomposição ser interessante para disponibilização de nutrientes para os cultivos anuais, isto implica em vulnerabilidade do ponto de vista do papel exercido pela matéria orgânica, mantida como cobertura morta, em relação aos processos abióticos e bióticos no solo, bem como atenuando a competição exercida sobre as culturas pelas populações de espécies vegetais de ocorrência espontânea.

Nesse sentido, com vistas a ampliar a longevidade da cobertura vegetal na superfície do solo e, simultaneamente, manter um adequado fornecimento de nutrientes, torna-se relevante gerar conhecimentos que permitam formular misturas vegetais com palhadas de espécies de baixa e alta relação C/N. Isto pode ser alcançado combinando-se a biomassa de leguminosas e gramíneas. O capim elefante (*Pennisetum purpureum*) é uma espécie difundida nos desenhos de SAF devido à alta conversão fotossintética e a capacidade de rebrota após o corte, o que resulta no elevado potencial de produção de biomassa.

Portanto, estudos envolvendo a combinação das palhadas de gliricídia e capim elefante com vistas a produção de material para utilização como cobertura morta em cultivos orgânicos podem contribuir na substituição de fontes exógenas para a fertilização de hortaliças.

Neste sentido, as hipóteses formuladas no presente trabalho são: a altura de poda de árvores estabelecidas de gliricídia influencia a produtividade de biomassa e a quantidade acumulada de N na parte aérea desta espécie; e há uma proporção adequada de mistura de palhadas de gliricídia e capim elefante empregada como cobertura morta que, simultaneamente, aumenta a longevidade e fornece N suficiente para atender a demanda nutricional de hortaliças folhosas.

Para colocar em teste as hipóteses supracitadas, os objetivos deste trabalho foram: verificar a capacidade de acumulação de biomassa e de N após a rebrota da parte aérea de árvores de gliricídia em função da altura e da época de poda; determinar os efeitos da utilização de coberturas mortas formadas a partir de misturas das palhadas de gliricídia e capim elefante nas características químicas do solo, nas taxas de decomposição das coberturas mortas, na comunidade da fauna edáfica e de plantas de ocorrência espontânea, e no desempenho agrônomico e transferência de N das coberturas mortas para hortaliças folhosas manejadas em sucessão em sistema orgânico de produção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agroecologia e Produção Orgânica

A agroecologia é definida como a aplicação de conceitos e princípios ecológicos no desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis (GLIESSMAN, 2008). A agroecologia é tanto uma ciência quanto um conjunto de práticas agrícolas alternativas, e sua ideia central é ir além dessas práticas e desenvolver agroecossistemas com dependência mínima de agroquímicos e energia externa (ALTIERI, 2012). Trata-se de uma nova abordagem que integra os princípios agrônômicos, ecológicos e socioeconômicos à compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo (ALTIERI, 2004).

Entre os princípios da agroecologia há a busca pelo resgate de conhecimentos tradicionais, que são menos valorizadas na agricultura convencional, buscando combina-los com os avanços da ciência na atualidade (GUERRA et al., 2013). Estes mesmos autores reportam que o manejo dos sistemas orgânicos de produção está associado princípios da agroecologia, no que concerne às dimensões socioeconômicas e ecológicas, com vistas ao fortalecimento das unidades de produção e facilitar a integração entre agricultores e consumidores.

2.2 Importância da Gestão da Biomassa Vegetal em Ambientes Tropicais

O ato de se praticar uma correta gestão da biomassa vegetal é de fundamental importância, tendo em vista que de acordo o manejo que se venha a adotar poderá potencializar a produção desta biomassa, influenciando positivamente nos agroecossistemas. Em ambientes tropicais os solos, em sua maioria, apresentam baixa fertilidade natural devido, principalmente, ao intemperismo e a perdas de nutrientes do perfil por lavagem. Devido a isso a matéria orgânica do solo é de fundamental importância para manter e sustentar o ambiente, já que nela encontram-se armazenadas quantidades consideráveis de nutrientes do solo, além de servir como fonte de transformações diversas, promovidas por organismos edáficos (LEAL et al., 2013).

Subentende-se como “gestão da biomassa vegetal” a utilização de toda a biodiversidade que será influenciada pelo incremento de material vegetal, proporcionando melhorias ao ambiente de produção e as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, e com isso tornando possível que a agricultura seja mais sustentável, reduzindo os impactos negativos no ambiente (PECHE FILHO et al., 2014).

2.2.1 Solos com teores reduzidos de matéria orgânica e de baixa fertilidade natural

Na maioria dos solos, o teor médio de matéria orgânica, em seu horizonte A, varia entre 1 a 5% (GLIESSMAN, 2008). Ainda segundo o autor, a matéria orgânica é de todas as características do solo, o fator que melhor podemos manejar.

Em ambientes tropicais, predominam os solos que se caracterizam por apresentarem altas quantidades de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio e minerais de argila 1:1, o que geralmente se caracterizam por apresentarem acidez elevada, além de baixos teores de matéria orgânica, e de Nitrogênio e demais nutrientes, o que faz com que consequentemente apresentem baixa fertilidade natural afetando as culturas agrícolas. Estas características se relacionam as ações climáticas ao longo do tempo, que promove o intemperismo e perda de nutrientes do solo (LEAL et al., 2013), pois em regiões tropicais o processo de decomposição dos resíduos no solo é muito mais acelerado do que em outros locais, em virtude da ocorrência da ocorrência de elevadas temperaturas e

maiores variações de no que diz respeito a temperatura e umidade no solo (CALEGARI et al., 1998b).

Em consequência disto, a presença de matéria orgânica nestes solos é de suma importância para sustentar a biota do solo, que promovem transformações diversas, mantendo a biodiversidade nos ecossistemas naturais e nos agroecossistemas, armazenando quantidade significativa dos nutrientes do solo (LEAL et al., 2013; PEREIRA et al., 2013).

2.2.2 Proteção do solo

A degradação dos solos, é um processo onde pode ocorrer perda de grande quantidade de solo e nutrientes, formação insuficiente de matéria orgânica, compactação, etc. Dentre as causas da degradação do solo estão: desmatamentos, queimadas, preparo excessivo do solo agrícola, preparo morro abaixo, monocultura por período prolongado (WADT et al., 2003), adubação excessiva e sem recomendação de análise química (ZONTA et al., 2012), uso indiscriminado de agrotóxicos (BERTOL et al., 2016), etc. Solos sem cobertura vegetal estão sujeitos a degradação através de processos erosivos, ocasionados por agentes como: raios solares, que promove o aquecimento do solo e aceleração da degradação da matéria orgânica que reduz a atividade de biota do solo aumentando as perdas por erosão; águas da chuva, podendo gerar escoamento superficial, sulcos e inclusive voçorocas, além de lixiviação dos nutrientes do solo (ZONTA et al., 2012).

De acordo com Zonta et al. (2012), práticas conservacionistas para o controle da erosão são tecnologias que buscam adequar o sistema de cultivo para que se possa manter ou melhorar a fertilidade do solo, provendo a superfície deste com ampla quantidade de cobertura vegetal. E dentre essas práticas estão: as mecânicas com o intuito de minimizar o escoamento de água da chuva, como o plantio em nível, o terraceamento e as curvas em nível; as edáficas que contribuem para melhoria da fertilidade do solo e condições de plantio, como o controle de queimadas, adubação verde, correção a adubação solo; e as vegetativas que consiste na utilização da vegetação para proteger o solo contra a ação direta da precipitação, atenuando o processo erosivo (ZONTA et al., 2012).

Manter um solo coberto é um fator positivo com o intuito de melhorá-lo, como por exemplo o aumento da biodiversidade, contribuindo para o aumento da sua fertilidade e da sua estrutura, além de reduzir os efeitos danosos causados pelo processo erosivo das águas das chuvas, promovendo maior capacidade de infiltração de água no solo.

A camada formada pela palhada sobre o solo proporciona efeitos positivos no crescimento das plantas e na proteção da superfície do solo, dissipando a energia cinética proveniente das precipitações pluviométricas ou de irrigações e impedindo o impacto direto das gotas sobre o solo, além de servir como obstáculo ao escoamento superficial da água, e com isso, impede o arraste de partículas de solo pela enxurrada, reduzindo ou eliminando a erosão (HECKLER et al., 1998; HECKLER; SALTON, 2002). A ação exercida pela palhada sobre superfície do solo, conseqüentemente irá: proteger os seus agregados das ações diretas exercidas pela radiação solar incidente e pelo vento; reduzir a taxa de evaporação, permitindo maior infiltração e armazenamento de água no solo, além de manter a temperatura mais amena no horizonte mais superficial, reduzindo a sua amplitude, e facilitando o desenvolvimento de vegetais e organismos do solo.

2.2.3 Ciclagem de nutrientes

Segundo Andrade, Urquiaga e Faria (1999), o conhecimento acerca do funcionamento de processos envolvidos em ambientes naturais e cultivados, é fundamental para que se possa incrementar a eficiência do uso das terras e conservar a biodiversidade. De acordo como os autores, entre esses processos destaca-se a ciclagem de nutrientes, um dos principais mecanismos responsáveis pela sustentabilidade de ecossistemas tropicais.

A ciclagem de nutrientes caracteriza-se por ser um processo biológico, no qual as plantas aportam minerais do solo, que são translocados internamente entre os tecidos vegetais, acumulados na biomassa, e posteriormente os mesmos retornam ao solo, atmosfera e hidrosfera, ficando disponíveis para serem reabsorvidos novamente pelas plantas (ANDRADE; URQUIAGA; FARIA, 1999; CALEGARI et al., 1998a). Através da absorção de energia luminosa, através da fotossíntese, e com a absorção de água e nutrientes, os elementos e compostos inorgânicos vão sendo incorporados a biomassa vegetal, passando da forma inorgânica para a forma orgânica (ANDRADE; URQUIAGA; FARIA, 1999). Segundo os mesmos autores, a eficiência do processo de ciclagem de nutrientes se dá em detrimento das características genéticas da planta, da sua idade, condições edafoclimáticas locais e do manejo adotado, podendo haver grande variação entre espécies arbóreas quanto a produção de biomassa e na relação raiz/parte aérea.

Nas regiões tropicais, o padrão de ciclagem de nutrientes é bem diferente do padrão observado nas regiões temperadas, em que parte da matéria orgânica e dos nutrientes disponíveis permanece por longo período no solo, já nos trópicos, uma proporção elevada se encontra na biomassa vegetal, sendo reciclada dentro da estrutura orgânica do sistema, com a colaboração de diversas adaptações biológicas que conservam nutrientes, dentre elas simbioses mutualísticas entre plantas e outros organismos (ANDRADE; URQUIAGA; FARIA, 1999).

De acordo com Pinheiro et al. (2016) o acúmulo de carbono (C) nos solos, se dá em função do balanço da taxa de deposição de resíduos vegetais adicionados no solo e pela taxa de decomposição desses resíduos. Segundo os mesmos autores, essas taxas são variáveis refletindo diferenças no processo de estabilização de matéria orgânica.

Ao se promover a manutenção da palhada sobre a superfície do terreno haverá um incremento constante de matéria orgânica ao solo, que através da sua decomposição, promoverá a liberação de nutrientes que possam ser imediatamente aproveitados pelas culturas subsequentes (HECKLER et al., 1998). Por sua vez, a cobertura morta contribui para amenizar os efeitos climáticos, propiciando melhores condições de temperatura e umidade para o desenvolvimento e atividade de microrganismos edáficos que atuam diretamente em grande parte dos processos de ciclagem de nutrientes, sendo responsáveis pelos resultados dessa ação (CALEGARI et al., 1998a).

O conhecimento a respeito da de ciclagem de nutrientes em plantas é de grande importância para o manejo adequado de culturas agrícolas e florestas nativas, no que tange o uso como unidade de produção ou de conservação, fazendo-se imprescindível a compreensão acerca dos fatores envolvidos, desde o acúmulo de nutrientes pela biomassa vegetal, a translocação endógena de nutrientes até a transferência desses elementos da biomassa para o ambiente (solo, água, ar) (ANDRADE; URQUIAGA; FARIA, 1999).

2.2.4 Fixação biológica de N₂

Um processo fisiológico muito essencial a vida na terra é o da fixação biológica do Nitrogênio atmosférico (FBN), que representa a forma mais importante de fixar nitrogênio atmosférico (N₂) em amônio, representando, assim o ponto-chave de entrada do nitrogênio

molecular no ciclo biogeoquímico do nitrogênio (TAIZ; ZEIGER, 2004). Esse processo ocorre em determinadas espécies de plantas, notadamente na família das leguminosas, capazes de se associarem com bactérias diazotróficas, as quais conseguem quebrar a ligação tripla do N atmosférico (N_2) e converte-lo para nitrato (NO_3) assimilável pelas plantas.

A FBN é o processo pelo qual o N_2 atmosférico é reduzido a amônio (NH_4^+), ficando disponível para ser transferido para compostos contendo carbono (C), dando origem a aminoácidos e outras substâncias orgânicas contendo nitrogênio (N), processo este executado essencialmente por bactérias especializadas, do qual dependem todos os organismos vivos, sendo que as bactérias simbióticas fixadoras de N que fazem associações com determinadas plantas vasculares destacando-se quanto quantidade de N fixado (RAVEN, 2001).

De acordo com Mercante et al. (2014) a FBN constitui a principal via de incorporação do N_2 a biosfera, sendo responsável por cerca de 65% da entrada total de N na Terra e é considerada após a fotossíntese, o processo biológico mais importante. Neste processo, os organismos diazotróficos catalisam o N_2 através do complexo enzimático da enzima Nitrogenase. Dentre as bactérias diazotróficas estão as de vida livre, as endofíticas e as simbióticas, sendo que as simbióticas são dependentes de uma interação íntima com as plantas hospedeiras, utilizando a energia dos fotoassimilados fornecidos pelas mesmas, em troca liberam o NH_3 que produziu no tecido vegetal.

A FBN apresenta vantagens em comparação ao uso dos fertilizantes nitrogenados sintéticos, dentre elas: uma maior eficiência de utilização pelas plantas, já que os fertilizantes industriais apresentam perdas por volatilização, lixiviação (que pode resultar no acúmulo de formas nitrogenadas nos mananciais hídricos, como o NO_3 , podendo a água atingir níveis tóxicos ao homem e animais) e desnitrificação (transformação do NO_3 como o N_2O e o NO , em formas gasosas que contribuem para a degradação da camada de ozônio e agravar o efeito estufa); menor gasto energético do que o processo industrial, que implica em maiores quantidades de C liberadas para a atmosfera (CO_2), no momento da sua produção (MERCANTE et al., 2014).

2.3 Contribuição de Espécies Arbustivas e Arbóreas em Ambientes Tropicais

Espécies arbóreas e arbustivas podem ter a sua biomassa aérea (folhas e ramos) utilizada para o fornecimento de C, N e demais nutrientes requeridos pelos sistemas agrícolas, haja vista que determinadas espécies possuem boa capacidade de rebrota, podendo ser intensificados a partir do manejo de seu material vegetal.

Dentre as espécies de plantas com esta função podemos citar: a espécie Asteraceae *Tithonia diversifolia* (titonia); as leguminosas arbustivas *Flemingia macrophylla* (flemíngia), *Leucaena leucocephala* (leucena), *Cajanus cajan* (guandu), *Cratylia argentea* (cratília); e a leguminosa arbórea *Gliricidia sepium* (gliricídia) (Tabela 1).

Tabela 2. Dados produtivos de espécies arbóreas/arbustiva utilizadas como plantas de cobertura (biomassa, N, intervalo de corte e período total observado), de acordo com alguns autores.

Espécie	Biomassa acumulada	N acumulado	Intervalo de corte	Período total	Fonte
Nome comum	Mg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	Meses	Meses	Autor
Titonia	7,6 (MS ¹)	191	-	6	(RUTUNGA et al., 1999)
Flemíngia	34 (MS)	804	2 - 3	24	(SALMI et al., 2013)
Leucena	11,6 (MS)	600	-	12	(DRUMOND; RIBASKI, 2010)
Guandu	5 (MS)	177	-	7	(ARAÚJO; BALBINO, 2007)
Cratília	57,7 (MF)	288,5	4	12	(MIRANDA et al., 2011)
Gliricídia	23,2 (MS)	630	3 - 5	40	(BARRETO; FERNANDES, 2001)

¹ MF (biomassa fresca da parte aérea); MS (biomassa seca da parte aérea).

Em ambientes tropicais, as espécies arbóreas/arbustivas, como gliricídia são consideradas árvores de múltiplo uso, e prestam importantes papéis dentro das áreas agrícola e ambiental, como por exemplo: fornecimento de forragem, uso em reflorestamento, no fornecimento de biomassa para adubação verde, na formação de cercas vivas, dentre outros (CARVALHO FILHO et al., 1997).

Paula (2008), estudando o desempenho de leguminosas arbóreas no estabelecimento de um SAF com bananeiras, afirma que o uso de resíduos de gliricídia por período prolongado, devido a sua alta taxa de produção de biomassa, pode vir a contribuir para a elevação da fertilidade do solo e a disponibilidade de nutrientes às culturas intercalares.

Paulino et al. (2011), avaliando o desempenho de gliricídia no cultivo em aleias consorciada a mangueira e gravioleira relatam que gliricídia se desenvolveu bem, apresentando boa taxa de sobrevivência, além de boa produção de biomassa e nutrientes, podendo ser utilizada continuamente nesse sistema, já que seu crescimento e desenvolvimento tornou possível que o intervalo de corte se ajustasse às épocas recomendadas para suprir a adubações de N das referidas frutíferas.

Rangel et al. (2010) recomendam a utilização de gliricídia em sistema agrossilvipastoris, modalidade de Integração/Lavoura/Pecuária/Floresta (ILPF). Nesse sistema, onde o componente arbóreo pode ser composto por espécies madeireiras, frutíferas ou forrageiras, dentre as quais as leguminosas arbóreas como leucena e gliricídia. Segundo os autores, a principal validade desse sistema é aumentar a produtividade em áreas ocupadas com a palma forrageira, visando melhorar a oferta de alimentos para os rebanhos em períodos de estiagem, tendo em vista que, com o cultivo dessas leguminosas em alamedas e a distribuição *in situ* nas entrelinhas da biomassa aérea oriunda da sua rebrota promove-se melhorias na qualidade do solo, e como consequência aumento da fertilidade do mesmo, que irá contribuir para nutrir as culturas intercalares.

Rangel et al. (2011) recomendam o plantio de legumineira adensada utilizando a espécie gliricídia, visando o provimento de alimento de alta qualidade aos rebanhos de pequenas propriedades rurais da Região Nordeste brasileira.

2.3.1 Plantas de cobertura de solo e para adubação verde

Uma planta adubo verde é aquela, cultivada ou não, com o objetivo de elevar a produtividade do solo por meio de sua biomassa vegetal, produzida ou não no próprio local (BALEIRO et al., 2013).

Segundo Leal et al. (2013) o manejo da matéria orgânica é um dos artifícios utilizados para a manutenção da fertilidade dos solos tropicais, e uma das formas de fornecer essa matéria orgânica é através de técnicas como a adubação verde.

De acordo com Fernandez et al. (1999), a escolha das espécies de leguminosas que apresentam rápido desenvolvimento inicial, sistema radicular profundo e produção de biomassa suficiente para a cobertura do solo, baixa taxa de decomposição e a relação C/N apropriada às culturas subsequentes é que favorecerá o grau de sucesso obtido com a utilização da prática da adubação verde.

Segundo Espíndola et al. (2005) o uso de espécies de plantas da família das leguminosas favorece a ciclagem de nutrientes, reduz a população de plantas espontâneas, além promover a FBN, sendo uma maneira de uso mais sustentável do solo, quando comparada ao uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, produzidos a partir de combustíveis fósseis não renováveis. Segundo Guerra et al. (2004) como resultado da FBN, quantidades expressivas de N, essencial às plantas cultivadas, tornam-se disponíveis a essas após o corte da leguminosa, acarretando, se adequadamente manejada, autossuficiência deste nutriente para as culturas agrícolas.

Um aspecto importante determinante do sucesso com o uso da técnica da adubação verde envolvendo as plantas de cobertura do solo, é o seu manejo, que deve ser efetuado no tempo e de forma correta, sempre levando em consideração a espécie vegetal utilizada e a finalidade de seu uso. Quando se objetiva a produção de material vegetal para cobertura morta, espécies arbustivas/arbóreas são uma boa opção para tal fim, assim como o uso de gramíneas, que possuem um material mais rico em lignina e maior tempo para ser decomposto, como, por exemplo, o capim elefante. A frequência e o manejo de poda da parte aérea do material vegetal devem levar em consideração a espécie de planta de cobertura que estiver sendo utilizada, onde, cada uma vai responder de maneira diferente ao corte, com relação ao tempo de rebrota e disponibilização de biomassa para ser utilizada nas culturas comerciais pelo produtor. Certas espécies toleram podas frequentes e possuem excelente capacidade de rebrota, como as leguminosas gliricídia, flemíngia e leucena, a gramínea capim elefante, além de outras espécies promissoras como *Tithonia diversifolia*, da família *Asteraceae*.

Torna-se imprescindível, a tomada de determinadas decisões ao se manejar as plantas de cobertura e adubos verdes, dentre elas: optar por altura de corte adequada para cada espécie de planta; podar sem danificar em demasia os caules/colmos; cortar uniformemente, e no mesmo dia.

2.3.2 Benefícios do uso de plantas para adubação verde e cobertura de solo

De acordo com Calegari et al. (1993) a adubação verde, reconhecidamente, é uma prática capaz de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, favorecendo o crescimento e rendimento das culturas econômicas em sucessão.

Os efeitos da adubação verde sobre as propriedades físicas estão relacionados, principalmente, a manutenção da cobertura proporcionando proteção do solo contra os efeitos da erosão, além proporcionar a manutenção da estrutura do solo, aumentando a estabilidade de agregados estáveis em água e a capacidade de retenção de água, favorecendo a sua infiltração e a troca de gases no solo (IGUE, 1984; ESPINDOLA et al., 2005). Além disso, a utilização de plantas de cobertura na supressão de plantas espontâneas pode ser de grande relevância e eficácia, desde que sejam utilizados métodos complementares, levando em consideração as particularidades de cada situação (BONJORNIO et al., 2010) já que na agricultura orgânica há o estímulo ao uso de sistemas diversificados, buscando o favorecimento de processos ecológicos que auxiliem no

manejo do controle das espécies da vegetação espontânea (GLIESSMAN, 2008), como as alterações ocasionadas pela redução dos recursos naturais disponíveis como a luz, ou pela liberação de compostos alelopáticos que inibem o desenvolvimento de algumas espécies vegetais (ALTIERI, 2012) e com isso promovendo a sustentabilidade dos solos agrícolas (ALCÂNTARA et al., 2000).

Em relação às características químicas, a adubação verde está relacionada às mudanças decorrentes da decomposição dos palhadas vegetais, com acúmulo de matéria orgânica e macronutrientes no solo conferindo, com isso, certa autonomia ao agricultor em relação à disponibilidade destes nutrientes no solo e com isso alterando a fertilidade deste e a produtividade das culturas (CADAVID et al.; 1998; GUERRA et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2018). Kiehl (1985) afirma que os adubos verdes, ao absorverem os nutrientes do solo, contribuem para a redução das perdas por lixiviação, devendo ser evitado o atraso na implantação da cultura comercial, pois os adubos verdes após incorporação tendem a se decompor e liberar rapidamente os nutrientes. Alvarenga et al. (1995) afirmam que o fato de uma espécie reter grande quantidade de nutrientes não significa que eles estejam prontamente disponíveis à cultura seguinte.

A adubação verde é capaz de causar impactos positivos sobre os diversos componentes da fauna do solo, alterando a densidade das populações e a diversidade de espécies, favorecendo diversos organismos edáficos benéficos que aumentam a ciclagem de nutrientes, permitindo melhor aproveitamento dos fertilizantes aplicados no solo (ESPINDOLA et al., 2005).

Dentre os benefícios promovidos pelas plantas de cobertura e adubação verde nos solos agrícolas estão ainda: manutenção da umidade, melhoria da estrutura, aumento da capacidade de troca catiônica (CTC), proteção do solo reduzindo a lixiviação de nutrientes; maior oferta de nutrientes às plantas por meio de processos como a ciclagem a partir de camadas profundas do solo e a FBN; rompimento de camadas compactadas (“descompactação”); redução da população de fitonematoides promovida por determinadas espécies; e o controle de plantas espontâneas a partir de competição e efeitos alelopáticos.

Em relação ao manejo das culturas agrícolas, os benefícios proporcionados pela adubação verde podem ser elencados a seguir: proteção do solo contra a erosão causada pela precipitação pluviométrica; incremento de matéria orgânica, a partir do C proveniente da biomassa vegetal produzida *in situ*, e incremento da ciclagem de nutrientes; redução da infestação de plantas espontâneas; disponibilidade de recursos alimentares e abrigo para inimigos naturais de pragas agrícolas; controle de fitomoléstias de solo; manutenção da diversidade funcional nas unidades de produção.

Dentre os adubos verdes utilizados em regiões tropicais, espécies da família das leguminosas destacam-se, devido a capacidade de se associarem simbioticamente com bactérias fixadoras de N, destacando-se as espécies anuais *Crotalaria* spp., *Mucuna* spp., *Canavalia ensiformis* (feijão de porco), além da semiperene *Cajanus cajan* (guandu) (GUERRA et al., 2014).

2.3.3 A espécie leguminosa arbórea *Gliricidia sepium*

Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp., também conhecida como “madre de cacao”, “mata-ráton” ou simplesmente gliricídia, é uma espécie de árvore de pequeno a médio porte, nativa do México e América Central, podendo ter, quando adulta, altura de até 15 m e diâmetro da base caular de aproximadamente 30 cm (PARROTTA, 1992; ELEVITCH; FRANCIS, 2006). A espécie pertence a família Fabaceae (leguminosa), subfamília Faboideae, se desenvolve bem, abaixo de 700 m de altitude, podendo ser encontrada em altitudes de até 1600 m; a precipitação

pluviométrica para uma melhor produção varia entre 1500 e 2300 mm anuais; apresenta porte de 10 a 12 m de altura, inflorescências com flores rosadas, frutos em forma de vagem medindo entre 10 e 15 cm de comprimento, contendo entre 3 a 8 sementes com 10 mm de largura cada (ZUCATELLI; BOEHNERT, 1998).

De acordo com Parrota (1992), em 1 kg de gliricídia pode haver de 4700 a 11000 sementes. A escarificação em água quente ou fria pode ser utilizada, com 90-100% de germinação após 3-15 dias da sementeira. Apresenta germinação epígea. As sementes podem ter uma viabilidade de até 12 meses quando armazenadas em condições ambientais ideais.

Além da propagação por sementes, gliricídia pode ser multiplicada facilmente por estaquia, sendo que Wandelli et al. (2006) consideram essa a sua principal forma de propagação, sendo que Costa (2004) recomenda para isso a utilização de estacas com 1 m de comprimento e plantadas verticalmente dentro de covas, onde observou-se simultaneamente os melhores índices de pegamento, maiores produções de matéria seca e menores custos com a preparação das estacas e operações de plantio.

A espécie apresenta excelente capacidade de enraizamento e rebrota, e plantas obtidas a partir de sementes ou estacas nodulam abundantemente com rizóbios de solos tropicais, o que faz com que seja autossuficiente de N, nutriente muito importante para que se consiga obter alta quantidade de produção de biomassa aérea (FRANCO, 1988). Cubillos-Hinojosa, Milian-Mindiola e Hernández-Mulford (2011) reforçam que, a característica de gliricídia de se associar a rizóbios nativos de solos tropicais seria potencialmente vantajoso na promoção do crescimento e FBN, vindo a contribuir na produção de biofertilizantes e utilização de suas folhas como forragem para rebanho bovino.

Gliricídia é uma espécie que apresenta rápido crescimento após o plantio, com capacidade de adaptar-se a solos pobres e ácidos (WANDELLI et al., 2006). Também possui tolerância a precipitação pluviométrica abaixo de 600 mm anuais, alta radiação solar e fogo, tolerância podas frequentes possuindo rápida regeneração da sua parte aérea e boa produção de biomassa (ELEVITCH; FRANCIS, 2006). A sua produtividade por corte, a partir do terceiro ano em uma legumineira, é em média cerca de 20 Mg há⁻¹ de MF e 5 Mg há⁻¹ de MS (RANGEL, 2011).

Devido a todas as características supracitadas, gliricídia é considerada uma árvore multiuso (ZUCATELLI; BOEHNERT, 1998; WANDELLI et al., 2006; ELEVITCH; FRANCIS, 2006; RAO et al., 2011), podendo ser utilizada com os seguintes intuitos: na alimentação animal (ANDRADE, 2015; PARROTTA, 1992; RANGEL et al., 2010; RANGEL et al., 2011; ZUCATELLI; BOEHNERT, 1998); na construção de cercas vivas (BAGGIO; HEUVELDOP, 1982; WANDELLI et al., 2006); para a produção de madeira e lenha e no sombreamento de culturas comerciais como o café (APOLINÁRIO et al., 2015; ZUCATELLI; BOEHNERT, 1998; WANDELLI et al., 2006); no reflorestamento, controle da erosão pluvial (PARROTTA, 1992; ZUCATELLI; BOEHNERT, 1998); na forma de moirão vivo (FRANCO, 1988; MATOS et al., 2005; WANDELLI et al., 2006); como tutor vivo para culturas agrícolas como pimenta do reino e baunilha (ELEVITCH; FRANCIS, 2006, MENEZES et al., 2013; MORAIS et al., 2018; RODRIGUES; POLTRONIERI; LEMOS, 2017); em consórcio com culturas frutíferas como bananeira, açaí, citrus, mangueira e gravioleira (BARRETO et al., 2013; PAULA, 2008; PAULINO et al., 2011); como fertilizante orgânico para o cultivo de hortaliças (ALMEIDA et al., 2008; ALMEIDA, 2012); para cobertura do solo e adubação verde através dos resíduos da poda da sua rebrota (CARVALHO et al., 2018; ELEVITCH; FRANCIS, 2006; MENSAH et al., 2007;

MATA, 2012; MATA et al., 2016; PARROTTA, 1992; PIAN, 2015; PIAN, 2019; ZUCATELLI; BOEHNERT, 1998; WANDELLI et al., 2006).

Quando a utilização de gliricídia for com a finalidade de adubação verde, o manejo da poda dos seus galhos pode ser iniciado aos oito meses após o plantio de suas estacas, e repetido em intervalos de 4 meses, onde o corte em cada época deve ser realizado 10 cm sucessivamente acima do corte anterior, folhas e galhos devem ser espalhados sobre o solo com uma camada de 3 cm (WANDELLI et al., 2006).

Segundo Barreto e Fernandes (2000), a utilização de gliricídia na forma de cultivo em aleias apresenta viabilidade, onde a incorporação da sua biomassa ao solo, proveniente da poda da sua parte aérea, promove melhorias nas características químicas e físicas do solo, notadamente devido ao aporte de N, sendo que os autores observaram valores acima de $160 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N proveniente da biomassa da parte aérea dessa espécie.

Paulino et al. (2009), em estudos avaliando a FBN por espécies leguminosas e transferência do N para pomar orgânico de frutíferas pelo método da abundância natural de ^{15}N , verificaram que a adubação verde com gliricídia contribuiu substancialmente para o incremento de N ao sistema.

Marin et al. (2006), avaliando o efeito da distância de plantas de gliricídia sobre a produção de milho e características do solo, observaram que, nas proximidades das fileiras das árvores houve aumento significativo dos teores de matéria orgânica leve, fósforo disponível e potássio extraível do solo, maior produção de grãos e palha do milho, além de redução da temperatura máxima do ar e do solo e da umidade do solo.

Marin et al. (2007), estudando a produtividade de biomassa de milho em cultivo solteiro e consorciado com gliricídia e o efeito da adubação com fontes orgânicas sobre a produtividade do milho e da vegetação espontânea, constataram que, a produtividade do milho no cultivo em aleias foi menor comparado ao cultivo solteiro, havendo aumento da produtividade de milho com a incorporação de esterco ou de biomassa de gliricídia, além de maior produção de biomassa total no sistema em aleias.

Menezes et al. (2007) estudando a mineralização de N após a incorporação de adubos orgânicos, observaram, em gliricídia, diferenças de mineralização líquida total durante o período de 60 a 90 dias, ocasião em que o tratamento com gliricídia mineralizou mais N do que a testemunha.

Almeida et al. (2008), avaliando o uso de fertilizantes alternativos produzidos a partir da biomassa aérea de leguminosas, verificaram haver potencial de uso de fertilizante obtido a partir de folha desidratada e moída de gliricídia, pois o mesmo quando comparado à cama de aviário, outro fertilizante alternativo, demonstrou maior eficiência na provisão de N para a produção orgânica de hortaliças.

Almeida (2012), avaliando o potencial de adubação com fertilizantes feitos a partir de folhas mais galhos de gliricídia e de folhas de gliricídia, verificaram que os esses produtos foram capazes de prover N à cultura do milho, garantido os mesmos níveis de produtividade alcançados quando se utilizou ureia como fertilizante.

Mensah et al. (2007), recomendam a utilização da espécie leguminosa gliricídia, na forma de adubo verde, para acelerar a recuperação da fertilidade do solo.

2.3.4 A espécie gramínea perene *Pennisetum purpureum* (capim elefante)

O capim elefante é uma gramínea perene, de origem africana, com alto potencial de produção de biomassa, sendo indicada para uso forrageiro, geração de energia, cobertura morta,

etc. A espécie é uma das forrageiras mais cultivadas no Brasil, podendo ser cortada ou pastejada (BOTREL et al., 1998), possuindo diversas cultivares, dentre elas a Cameron, que apresenta touceiras eretas e porte de até três metros de altura (ITALIANO et al., 2004).

A cultivar de capim elefante Cameron pode ser utilizada para a produção de cobertura morta, em um sistema de manejo com cortes escalonados da sua biomassa aérea. Pesquisas apontam que, a produtividade de cachos de bananeiras de um tratamento com adição da biomassa de capim Cameron proveniente de uma área externa, para ser utilizada como cobertura morta nas entrelinhas de bananeiras em um sistema em aleias, não diferiu de outros tratamentos onde se utilizou espécies leguminosas (RUHIGWA et al., 1994).

O capim elefante apresenta potencial para alta produção de biomassa (BORGES et al., 2015), sendo que, estudos apontam que a cv. Cameron foi capaz de produzir 44,7 Mg ha⁻¹ de MS total, em três cortes efetuados ao longo de um período de três anos (MORAIS et al., 2009). Santos et al. (2012) conseguiram resultados de produtividade em capim elefante cv. Cameron de até 33 Mg ha⁻¹, em uma única coleta, aos 213 dias após o plantio, em cultivo com aplicação de gesso. Já Andrade et al. (2000), obtiveram produtividade de MS de até 7,7 Mg ha⁻¹, em um único corte de capim elefante cv. Napier.

Primavesi (2002) recomenda a utilização de palhada de capim elefante com fins de utilização como cobertura morta do solo. Estudos acerca da utilização da biomassa vegetal de capim elefante na forma de cobertura no cultivo de hortaliças foram efetuados por Mata (2012), Mata et al. (2016), Pian (2015), Pian (2018).

2.4 Utilização Agrícola de Coberturas Vegetais Mortas

Resende e Madeira (2009) definem cobertura morta como a distribuição de restos vegetais ou materiais artificiais sobre leitos de semeadura ou plantio. Os mesmos autores ainda relatam que, a utilização de palhada de plantas de cobertura com alta relação C/N, característica de planta com decomposição mais lenta, foi capaz de formar uma cobertura mais duradoura sobre o solo.

Guerra et al. (2014) afirmam que, por cobertura morta entende-se ao uso da palhada de gramíneas e/ou leguminosas, que formam uma camada protetora sobre o solo, principalmente daqueles cultivados com hortaliças. Geralmente as coberturas mortas são obtidas em áreas *ex situ*, ou seja, distintas da área utilizada no cultivo comercial.

A utilização de coberturas mortas, ou “mulching”, técnica onde se promove a cobertura do solo com a distribuição de material, que pode ser de origem sintética (plasticultura) ou palhadas de origem vegetal, é vantajosa, sendo bem conhecida e utilizada dentro de sistemas agrícolas, particularmente na horticultura. Ao se optar pela utilização de material vegetal, diversas vantagens serão obtidas pelos produtores, dentre elas: a adição ou ciclagem de nutrientes no solo, o controle de plantas espontâneas, a redução da evaporação da água do solo, redução da temperatura do solo, maior proteção do solo contra os efeitos da erosão pluvial que acarretam perdas de solo e nutrientes, melhoria da estrutura e agregação do solo, aumento da diversidade e da densidade da população micro-organismos e organismos da fauna edáfica.

A cobertura morta é uma prática agrícola cujo emprego pode proporcionar diversos benefícios, dentre esses merece destaque o controle de plantas espontâneas, particularmente nos sistemas orgânicos de produção. Quando utilizada para tal fim, a biomassa do material vegetal desta cobertura proporciona benefícios físicos, químicos e biológicos nos agroecossistemas, podendo este material ser oriundo de plantas de cobertura de solo e adubação verde, resíduos de

materiais beneficiados, palhadas de plantas espontâneas e produtos alternativos derivados da agroindústria (SANTOS et al., 2008a).

Em sistemas intensivos de produção de hortaliças, particularmente quando se trabalha com culturas que geram considerável retorno econômico, principalmente em unidades agrícolas familiares, a utilização de coberturas mortas para cobrir os canteiros é uma prática com importante papel, resultando em vários efeitos benéficos aos agroecossistemas, dentre eles: proteção e fornecimento de nutrientes para a cultura comercial (MATA et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2008); proteção do solo dos canteiros em cultivos olerícolas (MATA et al., 2016); proteção do solo contra o processo erosivo (CARVALHO; AMABILE, 2006) principalmente aquele causado pelas águas das chuvas (GUERRA et al., 2013; PEREIRA et al., 2013); redução da temperatura do solo; redução da evaporação da água do solo (OLIVEIRA NETO et al., 2011); aumenta a eficiência do uso da água na irrigação (CARVALHO et al., 2018; OLIVEIRA NETO et al., 2011); manutenção do teor de matéria orgânica e melhoria da estrutura do solo (AQUINO et al., 2013); aumenta a diversificação da fauna edáfica (CARVALHO; AMABILE, 2006); reduz a população de plantas de ocorrência espontânea (ESPÍNDOLA et al., 2005; FAVARATO; SOUZA; GUARÇONI, 2017; OLIVEIRA et al., 2008; BONJORNO et al., 2010, SANTOS et al., 2011).

Diante de todos os benefícios supracitados recomenda-se, quando houver possibilidade, a adoção de sistemas em que utilize o plantio direto de hortaliças sobre palhada de gramíneas e leguminosas, ou o cultivo mínimo, como medida de manejo ambiental, notadamente em sistemas agroecológicos de produção e na transição do sistema convencional para o agroecológico (MICHEREFF FILHO et al., 2013).

Diversos autores enfatizam a importância do uso de palhadas vegetais na forma de coberturas mortas no cultivo de olerícolas de relevante importância econômica, como: alface (FONSECA; ANGELETTI, 1987; FILGUEIRA, 2008; OLIVEIRA et al., 2008), cenoura (CARVALHO et al., 2018; FAVARATO; SOUZA; GUARÇONI, 2017; FONSECA; ANGELETTI, 1987; FILGUEIRA, 2008; SANTOS et al., 2011), cebola (FONSECA; ANGELETTI, 1987; SANTOS et al., 2012), beterraba (FONSECA; ANGELETTI, 1987; OLIVEIRA NETO et al., 2011), alho (FONSECA; ANGELETTI, 1987; MAROUELLI et al., 2014), melão, melancia, e abóbora (FONSECA; ANGELETTI, 1987); morango (FILGUEIRA, 2008). As palhadas são distribuídas, cobrindo superficialmente o solo dos canteiros ou das entrelinhas das culturas das áreas agrícolas, podendo o material ser oriundo de restos culturais, palhadas, folhas, serragens, material compostado, etc.

A adição de coberturas mortas vegetais ao solo é uma medida de conservação desse solo, e utilizada isoladamente nem sempre irá aumentar a produção das culturas, devendo ser utilizada conjuntamente com a adubação, pois somente após a sua decomposição é que irá liberar os nutrientes contidos na palhada (PRIMAVESI, 2002), podendo inclusive, em solos férteis, com a utilização de cobertura morta promover a elevação dos valores de pH, dos teores de Ca, K e P disponível, da umidade e nível de C, e em contrapartida reduzir os teores e alumínio trocável e de manganês tóxico.

Conquanto, ressalta-se a relevância de sua presença ou utilização em agroecossistemas, tendo em vista que isso irá interferir diretamente na quantidade da população de plantas de ocorrência espontânea, na atividade e quantidade de organismos na fauna edáfica, no aumento do teor de matéria orgânica no solo, na ciclagem de nutrientes e disponibilidade destes para os organismos vegetais.

2.4.1 Benefícios no controle da vegetação espontânea

As plantas espontâneas interferem diretamente no desenvolvimento das culturas agrícolas, e o seu manejo e controle são fundamentais para atenuar os prejuízos decorrentes do processo de competição (VASCONCELOS et al., 2012). Dentre as interferências das plantas espontâneas estão: a capacidade de produzirem compostos alelopáticos; a hospedabilidade de pragas e fitopatógenos; a competição por água, luz e nutrientes, sendo que esta última é a mais importante delas, pois as espontâneas tiram proveito do processo de competição, devido a sua alta rusticidade e maior resistência a doenças e pragas diversas, grande capacidade de produzir quantidades elevadas de sementes com alta viabilidade e facilmente disseminadas no ambiente, e crescimento rápido até a fase reprodutiva. Todas as características supracitadas conferem às plantas espontâneas maiores vantagens frente as plantas cultivadas, o poderá vir a fazer com que aja redução de produtividade e perdas econômicas para os produtores.

A utilização de coberturas mortas nos solos de cultivos agrícolas proporciona condições onde se evita a emergência de plantas espontâneas (RESENDE; MADEIRA, 2009), podendo ser uma alternativa sustentável para o controle das mesmas, proporcionando eficiente redução da densidade e biomassa seca destas (SEDIYAMA et al., 2010), haja visto, que, com a sua aplicação será formada uma barreira física sobre o solo, que além de bloquear a passagem das plantas espontâneas que poderiam crescer neste ambiente, reduz a quantidade de radiação solar incidente neste solo, inviabilizando ou reduzindo a germinação de sementes (FONSECA; ANGELETTI, 1987; MELO, 2009). Em consequência disto, haverá redução da incidência de plantas espontâneas que poderiam competir por água, luz e nutrientes com a cultura comercial. Vale salientar que a eficiência de todo esse processo é dependente do material utilizado e da espessura que é distribuído.

Diversos estudos apontam que a utilização de coberturas mortas vegetais reduz a reinfestação por plantas espontâneas em áreas destinadas ao cultivo de hortaliças (SOUZA et al., 2010; SOUZA et al., 2011), e especificamente em determinadas culturas como: cenoura (RESENDE et al., 2005; SANTOS et al., 2011; SOUZA; PEREIRA, 2011), beterraba (TOZZANI et al., 2006; SEDIYAMA et al., 2010), alface (OLIVEIRA, 2005; OLIVEIRA et al., 2008), feijão mungo verde (BEZERRA et al., 2007).

2.4.2 Benefícios fitossanitários

A adoção, por parte dos agricultores, de práticas agrícolas para aumentar a abundância de organismos, acima e abaixo do solo, pode melhorar a tolerância das culturas a determinadas pragas e doenças agrícolas, e dentre as práticas está a adição de matéria orgânica e a manutenção de solos cobertos com restos culturais, o que contribui na diminuição da disseminação de pragas em áreas agrícolas (RESENDE; MADEIRA, 2009).

Ritzinger et al. (1992), citam que o uso de coberturas mortas pode reduzir a incidência de mela do feijoeiro, principalmente no período seco do ano, refletindo em maior produtividade da cultura e quando combinado à redução da umidade, reduz a produção de apotécio de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em plantas de feijoeiro (FERRAZ et al., 1999).

A atividade de forrageamento de formigas cortadeiras, importante praga agrícola, é reduzida com a adição de material da espécie *Tithonia diversifolia*, aplicado continuamente em cobertura. Com a redução do transporte de material para o interior das colônias vai afetar negativamente as condições do local, induzindo as formigas a realocarem a câmara de fungos nos formigueiros (RODRIGUÉZ et al.; 2015).

O uso de palhada pode vir a dificultar a oviposição e desenvolvimento inicial da larvas de vaquinha (*Ceratomyxa arcuata*) em feijoeiro, isso porque através da formação de uma camada de palhada há o ressecamento dos ovos, reduzindo sua eclosão, e ao mesmo tempo que o aumento da distância a ser percorrida pelas larvas eclodidas até chegarem as raízes da planta contribui para a redução do número de larvas, pela mortalidade delas, por falta de alimentação nas primeiras 24 horas iniciais de tentativa de atravessar a barreira imposta pela palhada (TEIXEIRA; FRANCO, 2007).

A adição de palhadas derivadas de podas de leguminosas para o emprego como cobertura morta nas entrelinhas de bananeira, contribuíram com o crescimento e rendimento desta cultura ao mesmo tempo em que se verificou que a população de nematoides fitopatogênicos foi menor nas parcelas com cobertura, principalmente quando o resíduo foi proveniente de *Flemingia macrophylla* (BANFUL et al., 2000). Segundo os mesmos autores as plantas de cobertura geralmente são utilizadas no controle de nematoides fitopatogênicos, em virtude de vários fatores, dentre eles a pouca mobilidade que os nematoides possuem para se deslocar, percorrendo distâncias muito curtas, além disso, essa mobilidade pode ser prejudicada, se o nematoide não encontrar nas plantas de cobertura condições para que ela seja o seu hospedeiro, podendo inclusive morrer por falta de alimento, sofrendo redução da sua população.

A adição de palhada ao solo faz com que não ocorra o contato direto da parte aérea da cultura agrícola com o solo, e também reduz a presença de plantas espontâneas que possam ser hospedeiras de patógenos, com isso atua diretamente na redução de doenças que possam serem transmitidas por estas vias de transmissão (FONSECA; ANGELETTI, 1987).

2.4.3 Benefícios à fauna edáfica

A aplicação de coberturas mortas contribui para o aumento da diversidade e riqueza de organismos da fauna edáfica que participarão nos processos de decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, melhorando a estrutura e a agregação dos solos, pois, com a presença dos palhadas, haverá proteção aos organismos edáficos através da oferta de novos habitats, além de significativa redução da temperatura e perda de umidade no solo, contribuindo para melhorar o microclima nestes habitats, junta-se a isto a farta oferta de alimento aos organismos, que intensificarão as suas atividades, propiciando que estes desempenhem importantes funções junto a essa resíduo, contribuindo para a sua desintegração e distribuição (EIRA, 1995), além de promover diversas alterações na matéria orgânica, como a trituração, fragmentação, modificando a palhada, ao ingeri-la como alimento e dispersa-la e contribuindo no processo de decomposição e ciclagem de nutrientes.

Além disso, o aumento da diversidade dos organismos torna possível o aumento de atividades como a escavação de túneis, galerias e câmaras, a construção de ninhos que irão contribuir para a infiltração de água no solo abaixo da palhada, e o aumento da atividade trófica com a presença de organismos predadores, desempenhando importante papel para a promoção do equilíbrio ambiental, pois, pensando na ideia da cadeia trófica, devemos salientar que a presença de organismos predadores será uma consequência do sistema com a adição de cobertura morta que irá atrair organismos fragmentadores e decompositores.

O uso de cobertura morta em áreas agrícolas tem um papel importante, devido à substituição da serapilheira originalmente presente na área. Solos de áreas onde ocorre a retirada da vegetação original, utilizações constantes de maquinários agrícolas e introdução de monocultura tendem a reduzir os recursos e habitats, a simplificar o sistema e em consequência ocorre redução

da riqueza de organismos componentes da fauna edáfica. Em consequência disto, organismos que tem o seu habitat na matéria orgânica em decomposição (isópoda, diplópodes, dipluros) e importantíssimos na sua fragmentação tendem a desaparecer, enquanto outros, como os insetos sociais (isoptera e formigas), acabam ocupando os nichos que ficam à disposição, estabelecendo-se e dominando a comunidade (AQUINO et al., 2007).

Em solos onde se adiciona cobertura morta com certa frequência, verifica-se a contribuição desse material para a proteção dos organismos edáficos, pois através da palhada depositada sobre o solo, novos habitats propícios ficam disponíveis para serem utilizados, resultando no crescimento da densidade e diversidade dos seus grupos funcionais (CORREIA; OLIVEIRA, 2000; LAVELLE et al., 2003; MOÇO et al., 2005; SILVA et al., 2007), e como consequência disto há um incremento na atividade biológica que irá trazer melhorias na estrutura deste solo, com a escavação de ninhos e galerias.

Dependendo do tipo de manejo que adotarmos no solo poderá haver mudanças no microclima, interferindo na atividade da fauna edáfica que habita aquele local. Em locais onde se utiliza um preparo convencional, com aração e gradagem, irá haver a exposição e destruição dos invertebrados e das estruturas nas quais eles habitam, e impedimento do aumento da população da fauna edáfica em longo prazo, pois depois de cada preparo, com o solo exposto ocorre modificação do microclima neste ambiente, com aumento da temperatura e redução da umidade (LAVELLE et al., 2003).

Por outro lado, a adição de cobertura morta irá haver favorecer a redução da temperatura e aumento da taxa de infiltração de água aumentando a umidade do solo (RESENDE; MADEIRA, 2009), e como consequência cria-se um ambiente mais favorável para os organismos edáficos ali presentes (SILVA et al., 2013).

Do ponto de vista de fonte nutricional para a da fauna edáfica, a prática de se adicionar cobertura morta no solo, apresenta relevante importância para determinados grupos, resultando em uma maior quantidade de energia disponível para ser consumida pelos mesmos (EIRA, 1995; CORREIA; OLIVEIRA, 2000; HUERTA et al., 2005), facilitando a colonização do ambiente pela fauna e influenciando a densidade e riqueza destes organismos (LAVELLE et al., 2003; SILVA et al., 2007). A matéria orgânica adicionada na forma de palhadas é o sustento da biota do solo, que irá decompô-la de maneira incompleta, gerando produtos com graus de estabilidade diferenciados, dentre eles as substâncias húmicas (ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e húmica) (PEREIRA et al., 2013), importantes no processo de formação de agregados e na estruturação do solo.

Organismos edáficos (detritívoros ou biorredutores) colaboram com o processo de decomposição da matéria orgânica, ao digerir as partículas e reduzi-las em menores tamanhos para atender ao seu processo metabólico, durante o qual ocorre a sobra de alguns nutrientes solúveis, que serão aproveitados pelos vegetais. Através do processo de decomposição, os nutrientes são continuamente reciclados, voltando ao meio ambiente para serem disponibilizados para os organismos autotróficos. Os decompositores mais importantes são os fungos e as bactérias, podendo ser auxiliados neste processo por organismos da fauna edáfica, que ao se alimentarem desse material orgânico, quebram-no em partes menores. Dentro da agricultura, determinados grupos da fauna edáfica, como isoptera e coleoptera, são os mais importantes insetos decompositores da matéria orgânica (AGUIAR-MENEZES et al., 2013), além dos colêmbolos, que também são organismos associados a esse processo (GILL; McSORLEY, 2010).

Um detalhe, muito importante, quando se aborda a ideia do uso de cobertura morta e sua influência na nutrição da fauna edáfica, é o conhecimento sobre a composição da palhada utilizada.

Em áreas cujo material da palhada apresente menor relação C/N, há um favorecimento para oligoquetas e outros grupos da macrofauna, todavia em palhadas com qualidade inferior, como o milho, os cupins irão predominar (AQUINO et al., 2007). Coberturas mortas obtidas de a partir da biomassa de espécies leguminosas, oferecem um alimento com melhor qualidade, porém com maior vulnerabilidade a ação dos agentes decompositores, com perda mais rápida, pois possui menor resistência a ação da fauna saprófaga, que apresenta preferência por esse tipo de material (RESENDE et al., 2013), em consequência disto tudo há aumento da densidade e da diversidade da fauna edáfica.

A utilização de coberturas mortas em sistemas agrícolas vem a contribuir, também, para aumentar a diversidade genética de espécies (FERNANDES et al., 2005) considerando que, a capacidade de uma cultura em resistir/tolerar pragas depende das condições biológicas, físicas e químicas dos solos: nível de umidade, aeração e pH, quantidade certa de matéria orgânica e nutrientes, e uma comunidade ativa e diversificada da fauna edáfica.

Dentre as funções da fauna edáfica pode-se citar: ciclagem de nutrientes, desempenhada pela microfauna (protozoários, nematoides, rotíferos, etc.) através da ingestão de microrganismos e exercendo papel importante, através da intensificação da mineralização ou através da redução da imobilização de nutrientes na biomassa microbiana, segundo a velocidade de predação; regulação de microrganismos e fragmentação de palhadas vegetais, exercida pela mesofauna (ácaros, aracnídeos, colêmbolos, moluscos, várias ordens de insetos, etc.), que apresentam alta dependência da umidade do solo; fragmentação e transporte de palhadas vegetais e animais, estruturação do solo através da escavação de tocas e galerias e deposição de coprólitos, exercido pela macrofauna, a qual pode conter indivíduos pertencentes a quase todos os grupos da mesofauna (exceção de acari, diplura, protura e colembola) e da megafauna (oligoquetos, coleópteros, quilópodes, diplópodes), que se caracterizam alta mobilidade (MOÇO et al., 2005).

Sendo assim, a adequada atividade da fauna edáfica sobre o material oriundo da palhada, depositada sobre a superfície do solo, vai resultar em maiores teores de matéria orgânica e melhorias em fertilidade, porosidade, aeração e infiltração e armazenamento de água no solo (BALOTA et al., 1998).

2.4.4 Benefícios às características químicas, físicas e a conservação do solo

Por sua vez, como consequência dessas melhorias na parte química e estrutural do solo com utilização de cobertura morta, as plantas cultivadas na mesma área irão se beneficiar e apresentar um desempenho satisfatório.

Aplicações regulares de cobertura morta em áreas agrícolas, têm como vantagem a elevação do teor de matéria orgânica e atividade biológica alta, trazendo como consequência melhoria da fertilidade do solo, assim como um aumento das cadeias tróficas complexas e de organismos benéficos, que previnem infestações de pragas (ALTIERI; NICHOLLS, 2012).

Resende et al. (2005), em ensaios para avaliar os efeitos de diferentes tipos de cobertura morta de solo de origem vegetal, sobre o crescimento, controle de plantas daninhas, produtividade e regime hidrotérmico do solo no cultivo de cultivo de verão de cenoura, verificaram que, o uso de coberturas mortas mostrou-se vantajoso, pois além de reduzir consideravelmente a temperatura do solo temperatura, algo em torno de 3,5°C, colaborou para o aumento da retenção de umidade do solo em até 2,3%, e ainda proporcionou que as plantas de cenoura tivessem melhor desenvolvimento quando comparado ao tratamento sem cobertura.

Corrobora com o afirmado acima, os resultados encontrados por Santos et al. (2012), que em seus estudos para avaliar o efeito de diferentes coberturas mortas na produção de bulbos de cebola concluíram que a redução da amplitude térmica e a manutenção da umidade do solo foram proporcionadas pela adição da cobertura morta, o que influenciou de maneira positiva na produtividade final da cebola em comparação ao tratamento sem cobertura.

Lima et al. (2009), avaliando a utilização de coberturas mortas e diferentes lâminas de irrigação no cultivo de alface, verificaram que, em parcelas onde se utilizou deste artifício houve atraso na deficiência de água no solo quando comparado ao cultivo sem cobertura. Oliveira Neto et al. (2011), observaram valores de evapotranspiração da cultura da beterraba inferiores, quando se utilizou coberturas mortas de gliricídia e capim elefante no solo da área estudada.

Santos et al. (2009) e Santos et al. (2011), em estudos acerca do uso de diferentes tipos de coberturas mortas no cultivo de cenoura constataram que, quando se utilizou material proveniente de leguminosas, houve maior incremento na produtividade, fato que provavelmente acontece em decorrência de teores altos de macronutrientes e deles estarem disponíveis para serem absorvidos pelas raízes da cultura da cenoura.

Carvalho et al. (2003), em estudos visando avaliar o efeito de cobertura morta e dois sistemas de preparo do terreno, com enxada rotativa e aração e gradagem, nas perdas de água e solo, observaram que a presença da cobertura reduziu em 66,7% e 81,1% a perda de solo, em comparação com o preparo com enxada rotativa e aração e gradagem, respectivamente. Os mesmos autores encontraram porcentagens de redução de perda de água de 21,7% e 46,9%, para os mesmos sistemas de preparo e cobertura, respectivamente.

Tais resultados, acima referenciados, reforçam a ideia da necessidade de adoção de práticas mais conservacionistas de áreas agrícolas, com o intuito de se reduzir o escoamento superficial e as perdas de solo, gerados pelo processo erosivo através da precipitação pluviométrica e água de irrigação, vindo a tornar possível um uso mais eficiente da água pela cultura agrícola, possibilitando redução da quantidade de irrigações e conseqüentemente da água requerida para isso, além de contribuir com a redução estresses hídricos acentuados em decorrência de curtos períodos de estiagem (FONSECA; ANGELETTI, 1987).

2.4.5 Dificuldades decorrentes da utilização de coberturas mortas

A adição de cobertura morta ao solo pode interferir na ocorrência de determinadas pragas e doenças, atuando como barreira física e interferindo no seu desenvolvimento e infestação nas lavouras. Esta interferência pode se dar de maneira positiva, com a redução/controle de pragas e doenças, o que é desejável para os produtores, ou pode vir a contribuir para o agravamento em certas situações, potencializando ainda mais a ocorrência de pragas/doenças, que dependendo da intensidade gerar prejuízos.

Fonseca e Angeletti (1987) relatam a interferência da utilização de coberturas mortas em cultivos olerícolas, beneficiando a ocorrência de determinadas doenças, como a podridão do colo em pimentão e tomate, e pragas agrícolas, como é o caso da *Agrotis ipsilon* (lagarta rosca) e lesmas, fazendo com que aumentem em quantidade, o que torna necessário a adoção de medidas cautelares de controle quando não se lança mão de sua utilização.

A presença de cobertura morta em áreas com incidência de lagarta rosca apresenta restrição, isto porque, a adição desse material poder oferecer abrigo para a fase larval dessa espécie, protegendo-a de eventuais predadores e dificultando as medidas de controle (ZAWADNEAK et al., 2015). A lagarta rosca, apresenta fase larval com duração de 30 dias,

transformando-se em pupa no solo e permanecendo neste estágio por 15 dias, quando emerge o adulto. A larva, que possui o hábito de se enrolar, motivo pelo qual é vulgarmente é conhecida como “lagarta rosca”, mede por volta de 45 mm de comprimento, é de cor marrom-acinzentada, saindo para cortar as plântulas rentes ao solo durante a noite, ficando escondida e abrigada no solo durante o dia. Cada lagarta pode destruir quatro plântulas de 10 cm por noite, o que pode resultar em altos prejuízos ao produtor, caso demore a perceber os danos e a adotar medidas de controle. Em áreas agrícolas que adotam sistemas de plantio direto, a retenção de água é maior, e esta umidade favorece a biologia e ocorrência da lagarta rosca, particularmente em locais que recebam irrigação, cuja cultura anterior também seja hospedeira, podendo com isto ocorrer infestações desta praga que cheguem a atingir o nível de dano econômico, quando medidas de controle não forem devidamente adotadas (VIANA et al., 2001).

O ato de se adicionar cobertura morta ao solo favorece, também, o desenvolvimento de lesmas, organismos sensíveis a falta de umidade, que preferem locais que ofereçam alta quantidade de matéria orgânica, como as palhadas vegetais, onde podem vir a fazer a postura de seus ovos nesse ambiente, que oferece umidade, abrigo e favorece sua a proliferação. Quando há excesso de irrigação e palhada, estes organismos podem causar prejuízos nas culturas agrícolas, com o forrageamento das plantas, fazendo com que a qualidade do produto decaia (ZAWADNEAK et al., 2015). Dentre as medidas de controle, recomenda-se manter o solo do local de plantio limpo, sem a presença de material orgânico na forma de cobertura morta, principalmente em áreas que já possuam histórico de infestação severa desta praga (MICHEREFF FILHO et al., 2012).

Ao se optar pela espécie de planta de cobertura a ser utilizada, deve-se considerar os valores da relação C/N, a qual família botânica a planta de cobertura pertence, e a suscetibilidade da cultura econômica a determinados patógenos. O feijoeiro, por exemplo, que é suscetível a *Fusarium* e a *Rhizoctonia*, quando cultivado em sucessão a espécies leguminosas, em esquema de rotação, verifica-se, nessa cultura, a ocorrência de maiores populações desses patógenos, ao contrário do que acontece quando se cultiva o feijoeiro em rotação com gramíneas, pois as mesmas atuam como supressoras dos referidos patógenos, em áreas infestadas (TOLEDO-SOUZA et al., 2008).

A podridão de colo, doença causada pelo fungo *Sclerotium rolfsii*, pode afetar várias espécies de culturas olerícolas, como alface, cenoura, quiabo, etc. (HAFELD-VIEIRA et al., 2006), e dentre medidas para o seu controle estão: evitar o excesso de água de irrigação, notadamente quando se utiliza cobertura morta aplicada ao solo. Sabe-se que, a matéria orgânica em decomposição estimula a germinação dos esclerócios e o crescimento micelial até alcançar o coleto das plantas, que serão infectadas.

Ressalta-se que a utilização de palhadas, na forma de coberturas mortas vegetais sobre o solo, pode promover o aumento da diversidade ambiental de organismos benéficos de forma a contribuir para a manutenção do equilíbrio biótico ambiental nos agroecossistemas. Por outro lado, poderá, também, contribuir para a incidência de determinadas pragas e doenças, as quais poderão prejudicar a cultura comercial instalada.

Quando se promove a adição de material vegetal na superfície do solo vai ocorrer uma proteção desse solo contra processos erosivos causados pela água das chuvas ou irrigações, por outro lado, quando se adiciona quantidade excessiva desse material, o que pode causar interferência negativa nos cultivos subsequentes, em detrimento da dificuldade de emergência das plântulas, por causa do impedimento físico proporcionado pela camada de material vegetal (TORRES; PEREIRA; LOSS, 2016).

2.5 Decomposição e Liberação de Nutrientes de Coberturas Vegetais Mortas

A decomposição de resíduos orgânicos é um conjunto de vários processos inter-relacionados entre si, onde ocorre a desintegração da matéria orgânica em partículas de menor tamanho e nutrientes na forma solúvel, os quais são absorvidos pelos vegetais, formando o húmus. A decomposição de resíduos vegetais sobre o solo, de plantas que antecederam ou foram cultivadas em sucessão às culturas comerciais é uma variável importante dentro do processo de ciclagem de nutrientes (TORRES, PEREIRA, LOSS, 2016). O uso desses resíduos na superfície do solo, na forma de cobertura morta, ou incorporados a ele, na forma de adubo verde, em condições aeróbias, sofre rápido ataque dos microrganismos heterotróficos em busca de carbono, energia e nutrientes, destacando-se os fungos e bactérias por serem os organismos mais ativos no processo de decomposição da matéria orgânica do solo.

O processo de decomposição dos resíduos culturais dos adubos verdes é realizado essencialmente pelos microrganismos heterotróficos edáficos, que retiram desses resíduos a energia e os nutrientes necessários a produção da energia e à biossíntese microbiana. E, em condições de campo, a decomposição e a liberação de nutrientes dos resíduos culturais dos adubos verdes, pode ser monitorada pela metodologia da distribuição no campo de resíduos no interior de bolsas de nylon teladas, com abertura de 2 mm, coletadas periodicamente (AITA et al., 2014; TORRES; PEREIRA; LOSS, 2016). De acordo com os autores, as taxas de decomposição e de liberação de nutrientes dos resíduos culturais são determinadas pela avaliação das quantidades remanescentes de biomassa seca e nutrientes, normalmente com os resultados expressados na forma de porcentagem de biomassa ou nutriente inicial.

Thomas e Asakawa (1993) desenvolveram um modelo matemático exponencial, que descreve a decomposição dos resíduos vegetais, $X = X_0 e^{-kt}$, onde X é o valor de biomassa seca ou nutriente remanescente após determinado período de tempo, X_0 é o valor inicial de biomassa seca ou nutriente e k é a constante de decomposição do resíduo. Através do valor de k é possível se obter o tempo de meia vida ($t_{1/2}$) do material remanescente, que representa o período necessário para que metade da biomassa seca seja decomposta ou para que metade dos nutrientes sejam mineralizados, $t_{1/2} = \ln(2) / k$.

Destaca-se que o entendimento relacionado à taxa de decomposição dos resíduos culturais das plantas de cobertura do solo, possibilita compreender a influência deste processo no período de permanência do material na superfície do solo, protegendo-o de processos erosivos, e quanto mais rápido for a taxa, menor será o efeito dos resíduos culturais na proteção e na conservação de teores apropriados de umidade no solo.

De acordo com Torres, Pereira e Loss (2016), as espécies vegetais mais comumente utilizadas como plantas de cobertura do solo na produção de biomassa se agrupam em duas classes: uma de rápida decomposição, representada pelas leguminosas, família botânica Fabaceae; e outra pelas gramíneas, família Poaceae. Estes mesmos autores afirmam que o principal atributo utilizado para avaliar as taxas de decomposição dos resíduos vegetais é a relação entre os teores de carbono e de nitrogênio muito embora substâncias orgânicas constitutivas possam auxiliar no entendimento das taxas de decomposição como lignina, celulose e hemicelulose. Resíduos vegetais com menores taxas de decomposição, a exemplo de gramíneas, geralmente apresentam relação C/N mais elevada, além de maiores teores de lignina, celulose e polifenóis, o que possibilita um maior tempo de permanência sobre o solo, sendo excelentes para utilização como cobertura (TORRES; PEREIRA; LOSS, 2016).

Torres, Pereira e Loss (2016) afirmam que, a taxa de decomposição dos resíduos vegetais em regiões tropicais é mais acelerada, em comparação a regiões de clima temperado, influenciando o tempo de permanência desses resíduos sobre a superfície do solo. Os mesmos autores destacam ainda que, a taxa de decomposição sofre influência, ainda, da relação C/N, da produção de biomassa da espécie vegetal utilizada como planta de cobertura, além da maneira de manejar que definirá o tamanho dos fragmentos, ademais pelo pH e fertilidade do solo, que somados poderão contribuir para a reduzir, manter ou elevar a produtividade das culturas comerciais instaladas sobre essas coberturas.

De acordo com as informações supracitadas, ressalta-se a importância da escolha das espécies de planta de cobertura a serem utilizadas, a forma de cultivo e o sistema de manejo a serem adotados. A taxa de decomposição das leguminosas é maior do que nas gramíneas, o que pode não ser o mais adequado, quando se tem por objetivo a proteção do solo, podendo ser reduzido à medida que se faz a mistura de gramíneas com leguminosas. O padrão clássico para a decomposição de resíduos culturais no solo, com taxas mais nas elevadas no primeiro mês após o manejo dos adubos verdes, atribui-se ao processo físico de remoção da fração solúvel em água pela chuva e, destacadamente, ao processo biológico de decomposição microbiana de diversos constituintes do tecido vegetal.

Aita et al. (2014) afirmam que, em sistemas agrícolas de produção, os resíduos culturais das espécies comerciais, das espécies espontâneas e dos adubos verdes, formam a principal fonte de energia e nutrientes para os organismos edáficos, que dependem desta energia, estocada nos compostos orgânicos produzidos pelas plantas, através da fotossíntese, para a sua sobrevivência e multiplicação. Os organismos atuantes na decomposição, através da sua atividade respiratória, oxidam os compostos orgânicos supracitados, resultando na produção de CO₂, que irá retornar para a atmosfera, completando o ciclo do C. Ainda de acordo com os autores, a decomposição dos resíduos culturais constitui a principal função dos organismos heterotróficos que compõem a biota do solo, destacadamente a vasta população de microrganismos.

Cumprе salientar que, é importante que a taxa de decomposição de seus resíduos culturais ocorra em sincronia com a demanda de nutrientes das culturas comerciais em sucessão, para que ocorra eficiência de fornecimento de nutrientes pelas plantas de cobertura. Se essa decomposição for muito rápida, os nutrientes serão liberados a taxas elevadas, o que pode significar perdas de nutrientes, o que também implicaria em uma redução da cobertura do solo, com consequências negativas à proteção contra a erosão.

Por outro lado, uma decomposição muito lenta dos resíduos culturais das plantas de cobertura irá resultar em menor liberação de nutrientes às plantas cultivadas. Porém, esse aspecto pode ser positivo, em razão da maior proteção do solo pela manutenção dos resíduos culturais por um período mais prolongado, podendo favorecer as culturas comerciais.

Durante o manejo de plantas de cobertura, faz-se necessário ter um bom entendimento sobre o processo de decomposição, já que o mesmo pode assumir importante papel no manejo da fertilidade do solo, possibilitando a elaboração de técnicas para melhor utilização de nutrientes das palhadas vegetais (Gama-Rodrigues et al., 2007).

A espécie leguminosa gliricídia, particularmente, apresenta alta produção de biomassa, o que, a longo prazo, pode favorecer o aumento da fertilidade do solo e a disponibilidade de nutrientes para as culturas, já que o tempo de meia vida desta espécie é curto (PAULA et al., 2015). Os mesmos autores relatam, ainda, que essa espécie possui alta taxa de decomposição da sua biomassa, além de alta taxa de liberação de nutrientes.

Diante das justificativas apresentadas nesta revisão de literatura e da exígua disponibilidade de resultados científicos relativos aos efeitos da altura de poda de árvores de gliricídia no rendimento de biomassa aérea, e da contribuição de misturas formadas de palhadas de leguminosas e gramíneas na qualidade e longevidade de coberturas vegetais mortas de solo, foi proposta a condução de trabalhos experimentais com vistas a verificar a contribuição destas abordagens na melhoria da gestão da biomassa vegetal proveniente de leguminosas para adubação verde no cultivo de hortaliças folhosas em sistemas orgânicos de produção.

**3 CAPÍTULO I: INFLUÊNCIA DO MANEJO DE PODA NAS CARACTERÍSTICAS
PRODUTIVAS DE ÁRVORES DE GLIRICÍDIA NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA
BAIXADA FLUMINENSE**

3.1 Resumo

Um experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica-RJ, objetivando verificar a capacidade de acumulação de biomassa e de N após a rebrota da parte aérea de árvores de gliricídia em função da altura e da época de poda. O delineamento foi em blocos casualizados, distribuídos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas formadas de alturas de poda (0,3, 0,6, 0,9, 1,2 e 1,5 m acima da superfície do solo) e as subparcelas formadas por cinco cortes sucessivos em diferentes épocas do ano no período compreendido entre junho de 2015 a fevereiro de 2017. Avaliaram-se, por ocasião das coletas, o diâmetro da base caulinar e o número de ramificações derivado da rebrota; logo após, os galhos foram cortados e as produções de biomassa fresca de folhas e caules foram determinadas, sendo retiradas amostras destes órgãos para a secagem em estufa para a quantificação da matéria seca e do teor de N. A poda das árvores nas maiores alturas proporcionou aumentos no número de ramificações caulinares, particularmente na 3ª época de coleta. A época de realização da poda influenciou o vigor da rebrota e, conseqüentemente, o crescimento da parte aérea das árvores, sendo as produtividades de folhas e de caules e as quantidades acumuladas de N maiores depois do período chuvoso, porém, não se detectaram diferenças decorrentes das alturas dos cortes, exceto quando a coleta foi feita em uma única das épocas estudadas (após o 5º corte). Os desempenhos fitotécnicos foram maiores nas alturas de 0,9 e 1,2 m a partir da superfície do solo. As produtividades de parte aérea total alcançaram, considerando o somatório de cinco cortes nas podas conduzidas a 1,2 m, 143 e 47 Mg ha⁻¹, respectivamente, de matéria fresca e seca, e as quantidades totais acumuladas de N atingiram 792 e 472 kg ha⁻¹, respectivamente, na parte aérea como um todo e somente nas folhas. As quantidades elevadas de biomassa e de N acumulados na parte aérea, estimuladas em podas sucessivas, independentemente da altura de condução do corte a partir da superfície do solo, corroboram sobre a alta capacidade de geração de material vegetal disponível para a reciclagem, com possibilidade de atender a diferentes finalidades em unidades de produção agrícola, proveniente do manejo de árvores de gliricídia.

Palavras-chave: Agroecologia, Fabaceae, *Gliricidia sepium*, rebrota, nitrogênio.

3.2 Abstract

An experiment was conducted at the Experimental Field of Embrapa Agrobiologia, Seropédica-RJ, aiming to verify the capacity of accumulation of biomass and N after regrowth of the aerial part of gliricidia trees as a function of height and pruning time. The design was in randomized blocks, distributed in subdivided plots, with plots formed from pruning heights (0.3, 0.6, 0.9, 1.2 and 1.5 m above soil surface) and subplots formed by five successive cuts at different times of the year from June 2015 to February 2017. It was evaluated the diameter of the stem base and the number of branches derived from regrowth. Soon after, the branches were cut and the production of fresh biomass of leaves and stems was determined, and samples were taken from these organs for drying in an oven to quantify the dry matter and the N content. The pruning of the trees at the highest heights provided increases in the number of stem branches, particularly in the third collection season. The timing of pruning influenced the vigor of regrowth and, consequently, the growth of the aerial part of the trees. The productivity of leaves and stems and the accumulated quantities of N being greater after the rainy season, however, no differences were detected on the heights of the cuts, except when the collection was made in a single of the studied periods (after the fifth cut). The phytotechnical performances were higher at heights of 0.9 and 1.2 m from the soil surface. Total aerial part yields reached, considering the sum of five cuts in pruning carried out at 1.2 m, 143 and 47 Mg ha⁻¹, respectively, of fresh and dry matter, and the total accumulated amounts of N reached 792 and 472 kg ha⁻¹, respectively, in the aerial part as a whole and only in the leaves. The high amounts of biomass and N accumulated in the aerial part, stimulated in successive pruning, regardless of the height of the cut from the soil surface, corroborate the high capacity of generation of plant material available for recycling, with the possibility to serve different purposes in agricultural production units from the management of gliricidia trees.

Key words: Agroecology, Fabaceae, *Gliricidia sepium*, regrowth, nitrogen.

3.3 Introdução

A gestão da biomassa vegetal no âmbito da unidade agrícola como um instrumento auxiliar no manejo conservacionista do solo e da fertilização das culturas é, geralmente, uma estratégia negligenciada, embora ocupe um importante pilar no que se refere à sustentabilidade ambiental dos sistemas de produção, sobretudo nas condições tropicais, e tem a capacidade de ampliar a autonomia da unidade quanto ao aporte de matéria orgânica. Entre os múltiplos usos já destacados, o manejo de plantas de cobertura de solo, com vistas à fertilização, tem potencial para promover no curto prazo melhorias nas características químicas (PECHE FILHO et al., 2014), bem como influenciar na atividade biológica e as características físicas do solo desde que o aporte de material vegetal se faça de forma contínua.

Por meio da prática da adubação verde pode-se valorizar *in situ* a produção de biomassa vegetal e a consequente reciclagem de nutrientes nas unidades agrícolas. Para este fim, espécies anuais, semiperenes ou perenes, de porte herbáceo ou arbustivo são frequentemente indicadas (WILDNER, 2014) para cultivos exclusivos, ou consorciados a espécies comerciais. Conquanto resultados de pesquisa assinalem os benefícios da utilização de árvores para adubação verde (BARRETO et al. 2013; PAULA, 2008; PAULINO et al., 2011), a sua disseminação é limitada. Todavia, com o crescente interesse da sociedade em relação aos benefícios ambientais e econômicos dos sistemas agroflorestais (SAF), a presença do elemento arbóreo tende a ser ampliada como, por exemplo, nos sistemas de produção denominados “horta floresta”, que até recentemente eram divulgados de forma estrita.

Uma das possibilidades para incorporar árvores nas unidades agrícolas pode se dar pela adoção em cultivos consorciados, formando faixas intercalares (“alley cropping”) nas quais as espécies comerciais são entremeadas a linhas de árvores (MARIN et al., 2006; MARIN; MENEZES; SALCEDO, 2007). Quando a espécie utilizada neste sistema é da família das leguminosas, há um ganho adicional à biomassa decorrente do ingresso de N₂ derivado do processo mutualístico de FBN, em consequência da relação simbiótica entre leguminosas e bactérias diazotróficas (MERCANTE et al., 2014). Há resultados que reportam valores proporcionais de N derivado da FBN em *Gliricidia sepium* (gliricídia) que variam de 54 a 80% do N total presente na biomassa de parte aérea (APOLINÁRIO et al., 2015; PAULINO et al., 2009). Quantidades acumuladas variando de 160 e de 457 kg ha⁻¹ N foram relatadas, em um único corte da parte aérea, quando esta espécie foi cultivada em sistema de faixas intercalares (BARRETO; FERNANDES, 2000; GUERRA et al., 2014).

Gliricídia é uma espécie tropical, de rápido crescimento, tolerante à poda e com capacidade de adaptar-se a solos ácidos, com baixos teores de nutrientes disponíveis e com teores de umidade que oscilam desde a saturação temporária até condições de déficit hídrico pronunciado (KUMAR; MISHRA, 2013). A fração foliar de gliricídia, a depender das condições ambientais, apresenta alta taxa de decomposição, quando depositada na superfície do solo, correspondendo a cerca de 80% de sua massa em um período de 150 dias (SOUZA et al., 2018), sendo este, portanto, um aspecto interessante para a sua adoção como fonte de nutrientes em sistemas intercalares a culturas comerciais consorciadas (PAULA et al., 2015). Além disso, esta espécie apresenta múltiplos usos (RAO et al., 2011; CANUL-SOLIS et al., 2018), destacando-se: alimentação animal (ANDRADE, 2015), fonte de madeira e lenha (APOLINÁRIO et al., 2015), moirão vivo para confecção de cercas ecológicas (MATOS et al., 2005), tutor vivo para culturas agrícolas (MENEZES et al., 2013), cobertura morta de solo e adubação verde (APOLINÁRIO et al., 2016; CARVALHO et al.,

2018; MATA, 2012; MATA et al., 2016; MENSAH et al., 2007; OTA et al., 2018; PARTEY et al., 2018; PIAN, 2015; PIAN, 2019), além de potencial para compor formulações de fertilizantes orgânicos (ALMEIDA et al., 2008; ALMEIDA, 2012; LIMA, 2018; OLIVEIRA et al., 2014; PARTEY et al., 2018; PIAN, 2019).

Considerando relatos sobre a capacidade de rebrota da parte aérea de gliricídia, esta espécie de Fabaceae pode se constituir em promissora alternativa para introdução de um componente arbóreo em unidades agrícolas situadas em ambientes tropicais, dedicadas à produção orgânica, notadamente como fonte de matéria orgânica e de nutrientes, particularmente do N, associada ao cultivo de hortaliças, mostrando potencial para o emprego como fonte geradora de cobertura morta de solo. Em consonância, a hipótese formulada para alicerçar o presente trabalho foi de que a altura de poda de árvores estabelecidas de gliricídia influencia a produtividade de biomassa e a quantidade acumulada de N na parte aérea desta espécie.

Em face do exposto, os objetivos deste trabalho foram verificar a capacidade de acumulação de biomassa e de N após a rebrota da parte aérea de árvores de gliricídia em função da altura e da época de poda.

3.4 Material e Métodos

3.4.1 Localização e características da área experimental

O trabalho experimental foi conduzido no período compreendido entre novembro de 2014 a fevereiro de 2017, durante 825 dias, na área do Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia (Terraço), Seropédica, Baixada Fluminense (Latitude 22°45' Sul, Longitude 43°39' Oeste, e altitude de aproximadamente 33 m acima do nível do mar). Durante o período do experimento, a temperatura máxima média foi de 25,22° C, a temperatura mínima média foi de 23,98° C, e a precipitação pluviométrica acumulada foi de 2.333 mm (Figura 1).

No local do experimento havia um estande de árvores de gliricídia, cujas mudas foram plantadas no ano de 2005, logo, com cerca de nove anos de idade, cujo plantio foi feito adotando-se o espaçamento de 2 m entre plantas e 3 m entre as linhas, o que resultou na ocupação de uma árvore a cada 6 m², e numa densidade populacional de 1666,7 plantas ha⁻¹. Nesta situação, o plantio tinha como finalidade servir como banco de germoplasma para o fornecimento de estacas para a formação de cercas ecológicas.

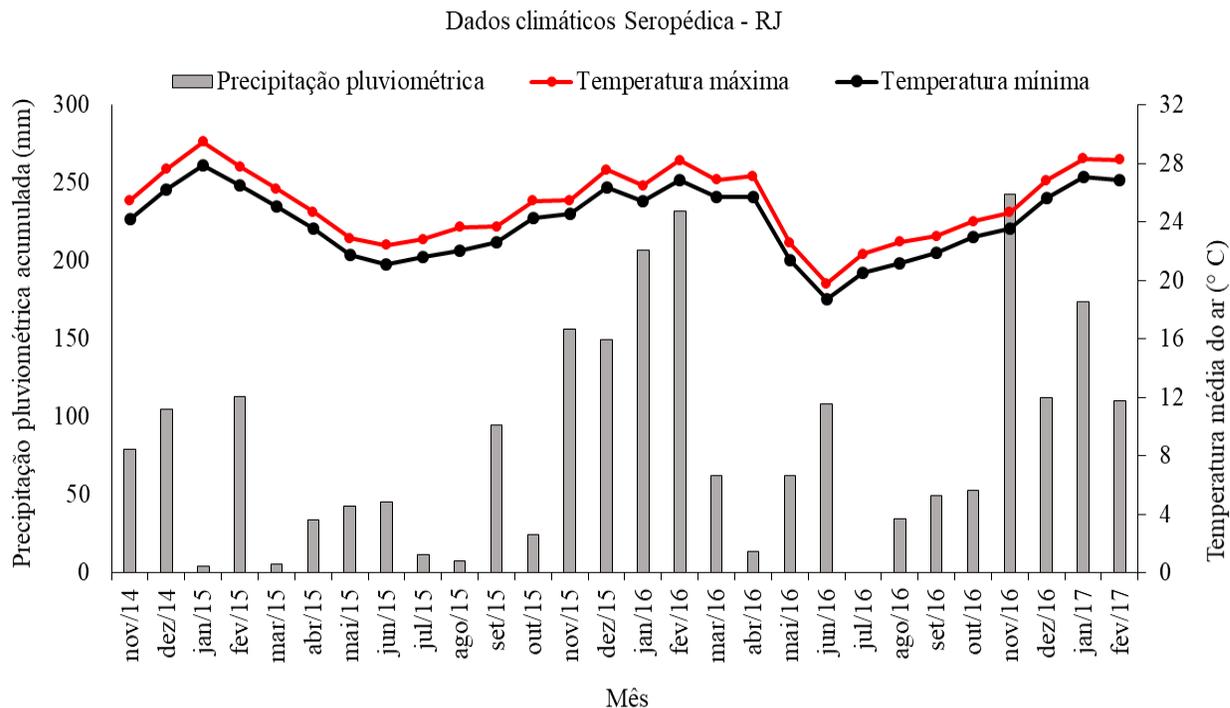


Figura 1. Variação mensal da precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média do ar (°C), de novembro de 2014 a fevereiro de 2017, em Seropédica, região da Baixada Fluminense (fonte: CPTEC, Estação Ecologia Agrícola).

3.4.2 Tipo de solo, coleta e análise de amostras do solo

Por ocasião da primeira avaliação da rebrota das árvores de glicíndia, em junho de 2015, foi realizada a coleta do solo da área experimental, classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, textura argilosa. A análise química do solo na camada de 0 – 20 cm revelou os valores de: pH (água): 4,3; Al^{+++} : 0,3 $cmol_c\ dm^{-3}$; Ca^{++} : 2,6 $cmol_c\ dm^{-3}$; Mg^{++} : 1,1 $cmol_c\ dm^{-3}$; P disponível: 5,3 $mg\ dm^{-3}$; K^+ : 51,0 $mg\ dm^{-3}$, e na camada de 20 – 40 cm os valores foram: pH (água): 4,2; Al^{+++} : 0,4 $cmol_c\ dm^{-3}$; Ca^{++} : 2,5 $cmol_c\ dm^{-3}$; Mg^{++} : 0,9 $cmol_c\ dm^{-3}$; P disponível: 2,9 $mg\ dm^{-3}$; K^+ : 47,0 $mg\ dm^{-3}$. Ressalta-se que durante a condução do experimento não foi realizada a correção da acidez do solo e nem a adubação do solo na referida área.

3.4.3 Estabelecimento das alturas de poda e delineamento experimental

Foi realizado, durante a segunda quinzena do mês de novembro de 2014, o corte inicial, em diferentes alturas, de árvores de glicíndia, com auxílio de motosserra, estabelecendo-se cinco alturas, que constituíram os tratamentos. O tipo de poda adotada foi a de destopo, geralmente utilizada para reduzir o tamanho de uma árvore, onde os galhos foram reduzidos a tocos, estimulando a formação de uma nova copa a partir de ramos epicórmicos (COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS, 2011). Da madeira do material cortado, parte foi aproveitada para a produção de carvão vegetal e parte foi utilizada como lenha.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, dispostos no esquema de parcelas subdivididas, com cinco alturas de corte, constituídas das seguintes medidas: 0,3 m; 0,6 m; 0,9 m; 1,2 m e 1,5 m acima da superfície do solo. Foram

realizadas cinco coletas (sub parcelas), em épocas diferentes, da biomassa aérea da rebrota das árvores. As coletas foram efetuadas nos seguintes meses: junho e novembro de 2015, abril e setembro de 2016 e fevereiro de 2017. Os cortes foram efetuados a partir de 200 dias após o corte inicial para estabelecimento das alturas, a partir daí foram realizados outros quatro subsequentes, totalizando cinco cortes durante os 825 dias após o estabelecimento dos tratamentos relativos às alturas. A área experimental ocupou 2400 m². As parcelas experimentais foram constituídas por cinco linhas, com quatro árvores cada, totalizando um estande com 20 plantas parcela⁻¹, correspondendo a área de 120 m². A área útil de cada parcela, com 36 m², foi composta por seis plantas presentes nas três linhas centrais disponíveis, das quais em duas procederam-se as avaliações.

3.4.4 Tratos culturais

Os tratos culturais na área experimental constituíram-se basicamente do controle das espécies da vegetação espontânea dentro das parcelas e ao redor da área experimental, com o auxílio de roçadeiras costais motorizadas, nas entrelinhas de gliricídia, e roçadeira acoplada a trator agrícola dos carregadores ao redor do experimento. Verificou-se, por ocasião dos primeiros meses de rebrota de gliricídia, quando as brotações das árvores se apresentavam tenras, a presença de afídeo fitófago sugador *Aphis craccivora* (pulgão preto), não tendo sido necessária a adoção de práticas para o seu controle durante o período de condução do trabalho, em virtude de não ter sido severa a sua ocorrência, com danos pouco significativos, não interferindo diretamente no desenvolvimento da rebrota das árvores.

3.4.5 Coleta e avaliações da rebrota de plantas de gliricídia

Realizou-se coleta, para a avaliação da rebrota da parte aérea das plantas de gliricídia, no dia 8 de junho de 2015, aos 200 dias após o corte inicial. Avaliou-se o diâmetro da base caulinar, com o auxílio de fita métrica, bem como a contagem do número de brotações de cada planta. Em seguida, realizou-se o corte para a coleta da rebrota das plantas, com auxílio de motosserra. Os galhos com as folhas (folíolos e pecíolos) foram acomodados sobre tela do tipo sombrite, com 6 m² de área, mantida estendida na superfície do terreno; posteriormente, as folhas foram destacadas manualmente e acondicionadas em sacos de ráfia, sendo pesadas com auxílio de balança digital para aferir a produção de biomassa fresca (MF). A balança, com capacidade para até 50 kg, dispunha de gancho, o qual era acoplado a um tripé artesanal fabricado a partir de bambu e arame liso. Os galhos também foram recolhidos e cortados ao meio, sendo acondicionados em sacos de ráfia procedendo-se a pesagem na mesma balança utilizada para aferir a massa de folhas.

Após esta etapa, foram retiradas subamostras do material fresco de folhas e caules. Os caules foram picotados em pedaços menores, com no máximo 15 cm de comprimento. As sub amostras foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à balança analítica para se mensurar o valor de massa fresca (MF), e em seguida levadas para secar em estufa de circulação de ar forçado, com temperatura mantida a 65° C, até obter-se massa seca constante. A partir deste procedimento determinou-se o teor de umidade e então calculou-se o valor da biomassa seca (MS) da sub amostra. Em seguida, o material foi levado para moinho de facas do tipo Wiley, para ser processado, acondicionado em recipientes plásticos e levado para o Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia, para se proceder a análise química para determinação dos teores de N, pelo método Kjeldahl, de acordo com Nogueira e Souza (2005).

Foram realizadas outras quatro coletas subsequentes da rebrota da parte aérea de gliricídia, nas seguintes datas: 06 de novembro de 2015, aos 351 dias após o corte inicial; 01 de abril de 2016, aos 498 dias após o e corte inicial; 23 de setembro de 2016, aos 673 dias após o corte inicial; e 22 de fevereiro de 2017, aos 825 dias após o corte inicial (Tabela 2). O intervalo aproximado entre as coletas de cada rebrota foi de cinco meses (150 dias), a exceção do primeiro e quarto cortes, que tiveram intervalos maiores, com sete (200 dias) e seis (175 dias) meses, respectivamente. Em todas as coletas foi mantida a mesma metodologia e avaliadas as mesmas variáveis descritas para a primeira avaliação (200 dias após o corte inicial).

Tabela 3. Cronologia das coletas e período de rebrota de árvores de gliricídia (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, novembro de 2014 a fevereiro de 2017).

Evento	Corte inicial	----Coleta da rebrota parte aérea de gliricídia----				
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
Mês/ano	Nov/14	Jun/15	Nov/15	Abr/16	Set/16	Fev/17
Dias após corte inicial	0	200	351	498	673	825
Dias de rebrota	0	200	151	147	175	152

Foram feitas observações para que se pudesse verificar a quantidade de ramificações, biomassa fresca produzida e tempo necessário para que o material de cada árvore de gliricídia pudesse ser cortado com utilização de motosserra e recolhido manualmente, por ocasião da terceira coleta (abril de 2016), com 147 dias de rebrota. Há de se ressaltar que, durante essa avaliação não foi realizada distinção entre as alturas de corte, tendo sido avaliados materiais de todas as cinco alturas. Ressalta-se, também, que na operação de recolhimento da rebrota, avaliou-se o tempo necessário para o recolhimento junto à planta cortada, dentro da área de produção, e avaliou-se o tempo necessário para o recolhimento e transporte do material para fora da área.

Por ocasião da quinta e última coleta, aos 152 dias de rebrota (fevereiro de 2017), realizou-se a quantificação das ramificações e a pesagem da biomassa fresca produzida por cada árvore de gliricídia. Foi cronometrado o tempo necessário para que, esse material pudesse ser cortado com utilização de motosserra, levando em consideração as cinco diferentes alturas de corte pré-estabelecidas.

Os resultados obtidos com todas as variáveis da rebrota foram submetidos a teste de homogeneidade e normalidade, com auxílio do programa SAEG. A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011), sendo as médias dos tratamentos comparadas por meio de teste de Scott-Knott e significância admitida até o nível de 5% de probabilidade.

3.5 Resultados e Discussão

Os valores de diâmetro de caule de gliricídia, variáveis de 18 a 21 cm, cujas árvores possuíam cerca de 10 anos de idade, não apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos relativos à altura de poda durante a condução do período experimental (Figura 2).

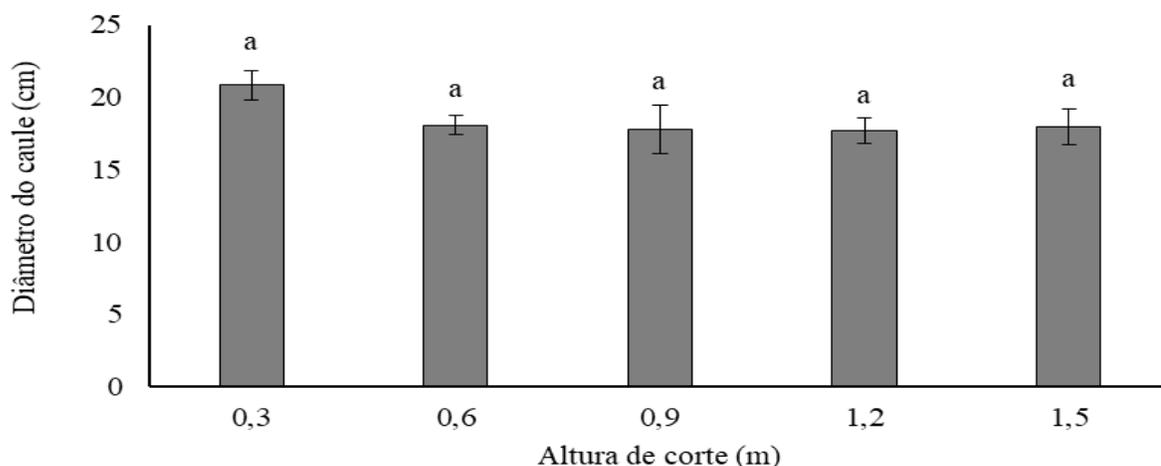


Figura 2. Diâmetro do caule de árvores de glicírdia após a rebrota da parte aérea no período de junho de 2015 a fevereiro de 2017, nas condições da Baixada Fluminense (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia). ¹Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade.

Os resultados relativos à quantidade de ramificações, biomassa fresca, tempo necessário para o corte com utilização de motosserra e recolhimento manual da rebrota de cada árvore de glicírdia, por ocasião da terceira coleta efetuada (abril de 2016) com 147 dias de rebrota, encontram-se na Tabela 3. Destaca-se que, não foram realizadas distinções entre as respectivas alturas de corte, e que, na operação de recolhimento, foi cronometrado o tempo necessário para recolher o material junto a planta cortada dentro da área de produção, e o tempo necessário para recolher e transportar o material para fora da área.

Tabela 3. Ramificações, produção de biomassa fresca de parte aérea e tempo necessário para o corte e para o recolhimento do material da rebrota de uma árvore de glicírdia, nas condições da Baixada Fluminense (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia).

Rebrota da parte aérea de uma árvore de glicírdia					
Época (mês/ano)	Período após rebrota (dias)	Número de ramificações planta ⁻¹	Produção biomassa fresca (kg planta ⁻¹)	Tempo para cortar uma planta (s)	Tempo para recolhimento de uma planta (s)
Abril/16	147	23	22,8	44	60 ¹ 127 ²

¹ Material recolhido junto à planta, dentro da própria área. ² Material recolhido e transportado para fora da área de produção.

Os resultados de quantidade de ramificações e biomassa fresca produzida por cada árvore de glicírdia, com 152 dias de rebrota por ocasião da última coleta (fevereiro de 2017), e do tempo necessário para o corte com motosserra desse material, considerando as cinco diferentes alturas de

corte pré-estabelecidas, encontram-se na Tabela 4. Observou-se que, quanto maior foi a altura de corte pré-estabelecida, 1,2 m e 1,5 m respectivamente, maior foi a quantidade de tempo requerida por parte do operador para que o mesmo pudesse efetuar essa operação, fazendo com que a operação de corte da rebrota nessas alturas citadas fosse mais dispendiosa do que as demais alturas.

Tabela 4. Ramificações, produção de biomassa fresca e tempo necessário para cortar os galhos de uma árvore de gliricídia, com 152 dias de rebrota (Fev/17), em diferentes alturas de corte nas condições da Baixada Fluminense (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia).

Altura corte (m)	Número ramificações (brotos planta ⁻¹)	Produção biomassa fresca (kg planta ⁻¹)	Tempo para corte (s)
0,3	20	13,9	34
0,6	19	17,6	38
0,9	21	24,7	36
1,2	20	25,1	53
1,5	24	17	61

Os resultados relativos às variáveis número de ramificações caulinares, produção de matéria fresca (MF) e de matéria seca (MS) decorrente da rebrota de árvores de gliricídia encontram-se na Tabela 5.

Quanto ao número de ramificações caulinares, os resultados mostram que por ocasião do 3º corte os tratamentos com altura de poda de 1,2 e 1,5 m apresentaram resultados superiores aos demais alturas com, respectivamente, 21 e 30% a mais de ramificações do que a poda feita a 0,9 m de altura. Observou-se que quanto maior a altura de poda, maior foi também o número de ramificações, notadamente nos tratamentos a 1,2 e 1,5 m, por ocasião do 3º corte.

Quando se observou a quantidade de ramificações, relacionada à época de corte, notou-se no tratamento a 1,2 m da superfície do solo que maiores valores ocorreram no 3º e 4º corte, representando, respectivamente, 28 e 23% a mais do que no 5º corte, e no tratamento com altura a 1,5 m cujos maiores valores de ramificações foram observados no 3º, 4º e 5º cortes, representando, respectivamente, 46, 43 e 22 % a mais do que no 2º corte (Tabela 5).

Destaca-se que o aumento do número de ramificações a partir do terceiro 3º corte, nas alturas de 1,2 e 1,5 m, pode implicar em maior dificuldade para o manejo da gliricídia. Isto se dá, primeiramente, porque demandará maior quantidade de mão de obra para a realização do corte, bem como porque exigirá maior esforço ergonômico para a execução do corte, em decorrência da maior altura requerida para a execução do trabalho de corte das árvores. Observaram-se valores menores de número de ramificações, por ocasião das duas primeiras avaliações, o que pode ter sido decorrência de o período mais prolongado de rebrota que antecedeu o 1º corte (Tabela 2), além do fato de a rebrota ter ocorrido durante período de estiagem na região por ocasião do 2º corte (Figura 1).

Ao se relacionar a época de coleta com a produção de matéria fresca e seca e produtividade de matéria fresca e seca se observaram os maiores valores por ocasião do 1º, 3º e 5º cortes, que coincidiram com o final de períodos de maior precipitação pluviométrica na região (Figura 1), sendo tais valores de produtividade de MF e MS superiores aos encontrados por Barreto e Fernandes (2001) na parte aérea de plantas de gliricídia, em Lagarto - SE. Porém, os resultados de

MS são próximos a 10,52 Mg ha⁻¹ obtido por Marroquin et al. (2005), em Vera Cruz, no México, que trabalharam com altura de corte de 0,5-1 m durante período de rebrota de 24 semanas. Presentemente, por ocasião do 5º corte, foram observadas diferenças entre as alturas, sendo que as podas realizadas a 0,9 e 1,2 m resultaram maiores produções e, conseqüentemente, produtividades (Tabela 5).

Tabela 4. Ramificações caulinares, produção e produtividade de biomassa fresca e biomassa seca da rebrota de parte aérea de plantas de gliricídia em cinco épocas de coleta (junho e novembro de 2015, abril e setembro de 2016 e fevereiro de 2017), nas condições da Baixada Fluminense. (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia).

Altura de corte	Época de corte da parte aérea de gliricídia				
	1º	2º	3º	4º	5º
-----Ramificações (planta)-----					
0,3	13,42 Ab ¹	15,42 Ab	18,58 Ba	23,25 Aa	19,83 Aa
0,6	11,75 Ab	18,5 Aa	20,0 Ba	22,58 Aa	19,33 Aa
0,9	14,5 Ab	17,5 Ab	21,75 Ba	25,17 Aa	20,58 Aa
1,2	15,0 Ab	18,5 Ab	26,33 Aa	25,33 Aa	20,5 Ab
1,5	14,08 Ac	19,33 Ab	28,33 Aa	27,75 Aa	23,67 Aa
-----Biomassa fresca (kg planta ⁻¹)-----					
0,3	18,35 Aa	9,7 Ab	21,72 Aa	4,09 Ab	13,91 Ba
0,6	16,67 Aa	7,87 Ab	20,74 Aa	3,5 Ab	17,62 Ba
0,9	17,38 Aa	8,85 Ab	21,27 Aa	3,72 Ab	24,67 Aa
1,2	20,22 Aa	10,06 Ab	26,54 Aa	3,74 Ab	25,15 Aa
1,5	17,83 Aa	8,31 Ab	23,62 Aa	4,00 Ab	16,97 Ba
-----Produtividade biomassa fresca (Mg ha ⁻¹)-----					
0,3	30,58 Aa	16,17 Ab	36,20 Aa	6,82 Ab	23,19 Ba
0,6	27,79 Aa	13,12 Ab	34,56 Aa	5,84 Ab	29,36 Ba
0,9	28,96 Aa	14,74 Ab	35,44 Aa	6,2 Ab	41,11 Aa
1,2	33,71 Aa	16,76 Ab	44,23 Aa	6,24 Ab	41,92 Aa
1,5	29,71 Aa	13,84 Ab	39,36 Aa	6,67 Ab	28,28 Ba
-----Biomassa seca (kg planta ⁻¹)-----					
0,3	6,47 Aa	2,36 Ab	6,57 Aa	1,57 Ab	4,62 Ba
0,6	5,60 Aa	1,94 Ab	6,69 Aa	1,39 Ab	5,85 Aa
0,9	6,37 Aa	2,25 Ab	6,56 Aa	1,36 Ab	8,02 Aa
1,2	7,47 Aa	2,53 Ab	8,3 Aa	1,36 Ab	8,57 Aa
1,5	6,44 Aa	2,08 Ab	6,80 Aa	1,32 Ab	5,25 Ba
-----Produtividade biomassa seca (Mg ha ⁻¹)-----					
0,3	10,78 Aa	3,94 Ab	10,97 Aa	2,61 Ab	7,69 Ba
0,6	9,33 Aa	3,23 Ab	11,16 Aa	2,32 Ab	9,75 Ba
0,9	10,62 Aa	3,75 Ab	10,94 Aa	2,27 Ab	13,37 Aa
1,2	12,45 Aa	4,21 Ab	13,83 Aa	2,27 Ab	14,28 Aa
1,5	10,73 Aa	3,47 Ab	11,33 Aa	2,2 Ab	8,74 Ba

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e da mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade.

Os valores de produtividades de MS de folhas e de MS de caules e a relação MS de folha/caule encontram-se na Tabela 6. Quanto a época de corte, verificaram-se maiores

produtividades de biomassa de folhas por ocasião do 3º e 5º cortes, e maiores produtividades de caule por ocasião dos 1º, 3º e 5º cortes. Os valores foram bem superiores a 2,18 Mg ha⁻¹ de biomassa de folhas e 1,63 Mg ha⁻¹ de biomassa de caules encontrados por Barreto e Fernandes (2001), e também foram superiores aos resultados de produtividade de MS de ramos tenros e folhas e de MS de ramos lignificados de plantas jovens de gliricídia reportados por Paulino et al. (2011), e são similares aos valores de MS de folhas e de caules encontrados por Marroquín et al. (2005).

Observou-se que os resultados de produtividade de MS de caules por ocasião do 1º corte apresentaram valores elevados, e que a relação folha/caule, apresentou valores baixos quando comparada às outras épocas (Tabela 6). Isto se deveu, em parte, ao período do ano em que foi realizada a poda, durante o mês de junho, o que nas condições climáticas predominantes da região Centro-Sul do Brasil coincide com o período em que, geralmente, ocorre as menores taxas de precipitação pluviométrica (Figura 1), ocasionando queda de folhas em árvores caducifólias. Colabora com isto também o fato de que o intervalo transcorrido foi mais prolongado (200 dias), o que possibilitou o acúmulo de elevada quantidade de biomassa e de tecido lignificado nos ramos.

Os resultados obtidos no 5º corte revelaram que os tratamentos representados pelas alturas de 0,9 e 1,2 m, proporcionaram maiores produtividades de folha e de caule (Tabela 6), porém, não se identificou alteração na relação folha/caule. Isto provavelmente mostra-se associado ao fato de a biomassa de folhas e de caule terem aumentado de forma concomitante e proporcional, portanto, não interferindo nos resultados da relação folha/caule.

Tabela 5. Produtividade de matéria seca de folhas e de caule, e relação entre a biomassa seca da folha e o caule, da rebrota de plantas de gliricídia em cinco épocas de coleta (junho e novembro de 2015, abril e setembro de 2016 e fevereiro de 2017), nas condições da Baixada Fluminense. (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia).

Altura de corte (m)	-----Corte da parte aérea de gliricídia-----				
	1°	2°	3°	4°	5°
	-----Produtividade de biomassa seca de folha (Mg ha ⁻¹)-----				
0,3	2,66 Ab ¹	1,82 Ac	3,83 Aa	0,88 Ac	2,61 Bb
0,6	2,15 Ab	1,50 Ab	3,94 Aa	0,89 Ab	3,53 Ba
0,9	2,15 Ab	1,75 Ab	3,66 Aa	0,83 Ac	4,63 Aa
1,2	2,27 Ab	1,93 Ab	4,67 Aa	0,78 Ac	4,59 Aa
1,5	2,37 Aa	1,63 Ab	3,68 Aa	0,7 Ab	2,98 Ba
	-----Produtividade de biomassa seca de caule (Mg ha ⁻¹)-----				
0,3	8,12 Aa	2,12 Ab	7,12 Aa	1,73 Ab	5,08 Ba
0,6	7,18 Aa	1,73 Ab	7,21 Aa	1,43 Ab	6,23 Ba
0,9	8,47 Aa	2,0 Ab	7,27 Aa	1,44 Ab	8,74 Aa
1,2	10,18 Aa	2,28 Ab	9,15 Aa	1,49 Ab	9,7 Aa
1,5	8,36 Aa	1,84 Ab	7,65 Aa	1,49 Ab	5,77 Ba
	-----Relação folha/caule-----				
0,3	0,34 Ac	0,87 Aa	0,54 Ab	0,52 Bb	0,54 Ab
0,6	0,3 Ac	0,86 Aa	0,55 Ab	0,62 Ab	0,57 Ab
0,9	0,28 Ac	0,93 Aa	0,59 Ab	0,65 Ab	0,55 Ab
1,2	0,22 Ac	0,86 Aa	0,51 Ab	0,51 Bb	0,48 Ab
1,5	0,29 Ac	0,94 Aa	0,51 Ab	0,48 Bb	0,52 Ab

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e da mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade.

Quanto aos teores de N nas folhas da rebrota de gliricídia, não foram observadas diferenças, tanto para a época como para a altura de corte (Tabela 7), apresentando em geral uma média de 34,1 g kg⁻¹ de N. Já a variável teor de N nos caules, notou-se que houve diferença estatística entre as épocas de corte, notadamente que no 3° e no 4° corte, onde se verificou maior concentração de N, variando entre 11,1 a 15,0 g kg⁻¹ (Tabela 7).

Paulino et al. (2011), obtiveram um valor do teor de 31,14 g kg⁻¹ de N nas folhas, que corrobora com os resultados encontrados, e de 11,76 g kg⁻¹ de N nos caules. Barreto et al. (2002) encontraram valores da ordem de 27,3 g kg⁻¹ de N na biomassa de folhas mais caules tenros com menos de 1 cm de diâmetro de uma rebrota de 4 meses de gliricídia. Paulino et al (2011),

obtiveram teores, em plantas de gliricídia, de 31,47 g kg⁻¹ de N em folhas e ramos tenros, e de 11,76 47 g kg⁻¹ de N em ramos lignificados.

Tabela 6. Teor de N nas folhas e nos caules da rebrota de plantas de gliricídia em cinco épocas de coleta (junho e novembro/2015, abril e setembro/2016 e fevereiro/2017), nas condições da Baixada Fluminense (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia).

Altura de corte (m)	-----Época de corte da parte aérea de gliricídia-----				
	1°	2°	3°	4°	5°
	-----Teor de N folha (g kg ⁻¹)-----				
0,3	32,6 Bb ¹	36,4 Aa	34,2 Aa	35,8 Aa	32,2 Ab
0,6	35,4 Aa	33 Bb	35,7 Aa	36,4 Aa	34 Aa
0,9	35,8 Aa	34,3 Ba	33,8 Aa	35,2 Aa	34,2 Aa
1,2	34,4 Aa	33,3 Ba	32,3 Ba	35 Aa	32,8 Aa
1,5	34,1 Aa	32,6 Ba	32,8 Ba	33,1 Ba	33,8 Aa
	-----Teor de N caule (g kg ⁻¹)-----				
0,3	10,7 Aa	10,7 Aa	12,5 Aa	13,7 Aa	8,8 Bb
0,6	9,7 Ab	13,4 Aa	13,5 Aa	15 Aa	10 Bb
0,9	10,6 Aa	12,6 Aa	13,2 Aa	13,5 Aa	11,6 Aa
1,2	8,7 Ab	11,8 Aa	11,1 Aa	12,9 Aa	8,5 Bb
1,5	9,3 Ab	13,1 Aa	13 Aa	13,1 Aa	9,3 Bb

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e da mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade.

Os resultados de quantidade acumulada de N nas folhas, nos caules e na parte aérea de gliricídia encontram-se na Tabela 8. Observando-se o acúmulo deste macronutriente essencial relacionado à época de corte, verificou-se que nas folhas os maiores valores se deram no 3° e no 5° corte (exceto na altura de 0,3 m), e nos caules no 1°, no 3° e no 5° corte (exceto na altura de 0,3 m). Outro fato observado, foi que nos caules, por ocasião do 1° corte, embora se tenha observado menores teores de N, acumulou-se elevada quantidade de N, isto se deveu particularmente aos maiores valores verificados de produtividade de biomassa. Quando se observou a quantidade de N nas folhas, verificou-se que, por ocasião do 5° corte os maiores valores se deram nas alturas de corte de 0,9 e 1,2 m, sendo por isso as mais interessantes, somando ao fato de que essas alturas são as que proporcionaram melhor posição ergonômica para que o trabalhador possa efetuar o corte da rebrota. Os resultados relativos à acumulação de N nas folhas e nos caules de todos os tratamentos de altura de corte em todas as épocas de avaliação no presente trabalho se mostraram superiores aos resultados obtidos em todas as épocas avaliadas por Paulino et al. (2011), seja quanto ao acúmulo de N nas folhas conjuntamente aos ramos tenros, ou nos ramos lignificados.

Quanto ao acúmulo de N na parte aérea total da planta, observou-se que na 3ª época de corte e na 5ª (exceto na altura de 0,3 m) foram assinaladas as maiores quantidades nas diferentes

alturas de poda. Em contrapartida, a altura de poda não resultou influência na quantidade total acumulada deste elemento. Vale destacar que as épocas do 3° e do 5° corte após coincidiram com o final da estação chuvosa, ao passo que o 2° e 4° cortes foram conduzidos após a estação seca. Os resultados de N acumulado encontrados nas folhas, nos caules e parte aérea total foram, em geral, superiores aos obtidos por Paulino et al. (2011), porém, foram inferiores aos reportados por Marroquín et al. (2005), o que pode ter sido em decorrência desses autores terem utilizado um plantel com árvores mais jovens, com aproximadamente 6 meses, além de um arranjo populacional mais adensado, com cerca de 6670 plantas ha⁻¹.

Tabela 7. Quantidade acumulada de N nas folhas, nos caules e na parte aérea total da rebrota de plantas de gliricídia em cinco épocas de corte (junho e novembro de 2015, abril e setembro de 2016 e fevereiro de 2017), nas condições da Baixada Fluminense (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia).

Altura de corte (m)	-----Época de corte da parte aérea de gliricídia-----				
	1°	2°	3°	4°	5°
	-----Quantidade acumulada de N nas folhas (kg ha ⁻¹)-----				
0,3	86,39 Ab ¹	66,1 Ab	131,43 Aa	31,63 Ac	84,53 Bb
0,6	76,1 Ab	49,61 Ab	138,95 Aa	32,63 Ab	119,64 Ba
0,9	76,87 Ab	59,2 Ab	124,4 Aa	29,87 Ac	158,82 Aa
1,2	77,74 Ab	63,9 Ab	150,93 Aa	27,55 Ac	150,65 Aa
1,5	80,43 Aa	52,64 Ab	119,29 Aa	22,52 Ab	101,09 Ba
	-----Quantidade acumulada de N nos caules (kg ha ⁻¹)-----				
0,3	85,78 Aa	22,7 Ab	89,38 Aa	23,76 Ab	46,12 Bb
0,6	68,84 Aa	23,48 Ab	98,62 Aa	21,3 Ab	62,45 Ba
0,9	82,84 Aa	23,06 Ab	89,34 Aa	18,09 Ab	104,22 Aa
1,2	88,38 Aa	27,7 Ab	103,38 Aa	19,37 Ab	82,3 Aa
1,5	76,25 Aa	22,63 Ab	100,55 Aa	18,49 Ab	53,65 Bb
	-----Quantidade acumulada de N na parte aérea (kg ha ⁻¹)-----				
0,3	172,17 Aa	88,80 Ab	220,81 Aa	55,39 Ab	130,65 Bb
0,6	144,94 Ab	73,08 Ac	237,56 Aa	53,93 Ac	182,09 Bb
0,9	159,71 Ab	82,25 Ac	213,75 Aa	47,96 Ac	263,04 Aa
1,2	166,12 Ab	91,59 Ac	254,31 Aa	46,92 Ac	232,95 Aa
1,5	156,68 Ab	75,27 Ac	219,84 Aa	41,01 Ac	154,74 Bb

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e da mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade.

O somatório dos valores de todos os cortes (junho de 2015 a fevereiro de 2017), para as variáveis produtividade de MF e de MS total, de MS da folha e do caule, e quantidade acumulada de N na parte aérea, N acumulado nas folhas e N acumulado nos caules da rebrota de plantas de gliricídia encontram-se na Tabela 9. Não houve diferença entre os tratamentos, ou seja, a altura de corte não influenciou na rebrota das árvores de gliricídia quanto à produção de biomassa e aporte de N (Tabela 9). Cabe destacar que, durante os 825 dias de avaliação do experimento, esta espécie foi capaz de produzir quantidades expressivas de MF, com valores de até 119 e 143 Mg ha⁻¹, e quantidades expressivas de MS, 39 e 47 Mg ha⁻¹, nas alturas de corte de, respectivamente, 0,9 e 1,2 m. A quantidade total de N acumulado alcançou valores de até 737 e 792 kg ha⁻¹ de N na parte aérea total, e de 422 e 472 kg ha⁻¹ de N nas folhas, também nas alturas de corte de, respectivamente, 0,9 e 1,2 m.

De acordo com Edvan et al. (2016), a frequência e a altura de corte influenciam no crescimento e na quantidade acumulada de biomassa de gliricídia. Os mesmos autores recomendaram a adoção de uma altura de corte de 0,9 m e quanto à frequência preconizaram o intervalo de 90 dias, haja vista que, estratégias de manejo de podas mais intensas podem gerar estresses nas árvores de gliricídia.

Salmi et al. (2013) avaliaram a capacidade de rebrota da parte aérea da leguminosa arbustiva perene *Flemingia macrophylla* em condições climáticas semelhantes às observadas no presente trabalho, a partir de diferentes alturas de corte, e encontraram valores de até 34 Mg ha⁻¹ de MS e de 691 kg ha⁻¹ de N ao longo de nove cortes efetuados considerando uma altura de 1,2 m da superfície do solo.

Barreto et al. (2001), quantificaram 23,2 Mg ha⁻¹ de MS e 630 kg ha⁻¹ de N provenientes de folhas e galhos tenros de árvores de gliricídia, considerando o somatório de dez cortes sucessivos ao longo de 40 meses, sendo esta poda feita a 0,5 m acima do solo.

Por outro lado, em plantas jovens de gliricídia, Paulino et al. (2011) reportaram produtividade de MS da parte aérea total de 5,8 Mg ha⁻¹ e de 139 kg ha⁻¹ de N, considerando o somatório de sete cortes consecutivos em um sistema de cultivo em aleias.

Tabela 8. Produtividade total de parte aérea fresca (MF) e seca (MS), produtividade de MS de folhas e de caules, e quantidades acumuladas de N no caule, na folha e total das árvores de gliricídia, considerando o somatório de cinco cortes nas condições climáticas da Baixada Fluminense (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia).

Produtividade biomassa e quantidade acumulada de N na parte aérea de gliricídia							
Altura corte (m)	MF ¹ total	MS ¹ total	MS folha	MS caule	N total	N folha	N caule
	-----Mg ha ⁻¹ -----				-----kg ha ⁻¹ -----		
0,3	112,9 A ²	36,0 A	11,8 A	24,2 A	667,8 A	400,1 A	267,7 A
0,6	110,7 A	35,8 A	12,0 A	23,8 A	691,6 A	416,9 A	274,7 A
0,9	119,3 A	39,1 A	12,6 A	26,5 A	737,2 A	421,7 A	315,5 A
1,2	142,9 A	47,0 A	14,2 A	32,8 A	791,9 A	470,8 A	321,1 A
1,5	117,9 A	36,5 A	11,3 A	25,1 A	647,5 A	376,0 A	271,6 A
Média	120,7	38,9	12,4	26,5	707,2	417,1	290,1
CV (%)	17,59	18,07	16,57	19,78	16,77	15,52	21,57

¹ Matéria fresca; Matéria seca. ² Médias seguidas da mesma letra maiúscula dentro da coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade.

Destaca-se que os expressivos valores observados de produtividade de biomassa a partir do manejo de poda da gliricídia reforçam a ideia de utilização desta espécie arbórea para fins de adubação verde, podendo ser usada no próprio local de cultivo, por meio de arranjos em cultivos em aleias ou em desenhos agrofloretais mais complexos. Soma-se a isso, a possibilidade de utilização dos resíduos como cobertura morta do solo, como matéria prima na compostagem e na formulação de fertilizantes vegetais, ou organo minerais, principalmente como fonte de nitrogênio particularmente para o emprego em sistemas orgânicos de produção.

3.6 Conclusões

O crescimento, a produtividade de biomassa e a quantidade acumulada de N da parte aérea de árvores de *Gliricidia sepium* após a poda são influenciados pela época de condução desta prática, sendo os rendimentos mais elevados depois de períodos chuvosos do ano nas condições da Baixada Fluminense.

Os valores cumulativos de produtividade de biomassa de folhas, de caule e de parte aérea total não são influenciados pela altura de poda considerando o intervalo de 0,3 a 1,5 m a partir da superfície do solo, de forma similar ao observado quanto à quantidade acumulada de N nestes órgãos e na parte aérea como um todo. Neste sentido, rejeita-se a hipótese formulada referente à interferência da altura da poda sobre as varáveis supracitadas em árvores de *Gliricidia sepium*.

As quantidades elevadas de biomassa e de N acumulados na parte aérea de árvores de *Gliricidia sepium*, estimuladas em podas sucessivas, independentemente da altura de condução do corte a partir da superfície do solo, evidenciam a alta capacidade de geração de material vegetal para reciclagem, com possibilidade de atender a diferentes finalidades em unidades agrícolas.

**4 CAPÍTULO II: UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMBINADOS DE
GLIRICÍDIA E CAPIM ELEFANTE COMO COBERTURAS MORTAS NO
CULTIVO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA ORGÂNICO**

4.1 Resumo

Objetivou-se determinar os efeitos associados à utilização de coberturas mortas formadas a partir de misturas de palhadas de gliricídia e de capim elefante em características químicas e biológicas do solo, no controle de plantas de ocorrência espontânea e no desempenho fitotécnico e na transferência de N para rúcula, alface e beralha cultivadas em sucessão, em sistema orgânico de produção. O trabalho foi conduzido nas condições climáticas da Baixada Fluminense, em Seropédica, na Fazendinha Agroecológica Km 47, em dois anos agrícolas. No primeiro ano a sucessão envolveu as três hortaliças supracitadas, e no segundo ano alface e beralha. O delineamento adotado foi o de blocos casualizados e os tratamentos consistiram de: ausência de cobertura morta (controle); cobertura com 100% de palha de gliricídia; 75% de gliricídia + 25% de capim elefante; 50% de gliricídia + 50% de capim elefante; 25% de gliricídia + 75% de capim elefante; e 100% de capim elefante. As variáveis estudadas constaram do índice pH e dos teores de Ca, Mg, K e P de amostras de solo ao final dos cultivos em sucessão; da quantificação dos grupos da fauna edáfica, e da população de espécies de plantas de ocorrência espontânea estimando-se os respectivos índices fitossociológicos; das taxas de decomposição e de liberação de N das coberturas mortas, calculando-se as constantes de decomposição e respectivos tempo de meia vida; das características fitotécnicas e da transferência de N das coberturas mortas para alface e beralha, empregando-se a técnica de diluição isotópica do ^{15}N . A diversidade dos grupos da fauna edáfica aumentou na presença das palhadas, com destaque para a população de ácaros, colêmbolos e isópodas. Em contrapartida, a frequência de espécies, o número de indivíduos e a produção de biomassa da parte aérea da vegetação espontânea diminuíram na presença das coberturas mortas. As taxas de decomposição e de liberação de N das coberturas mortas, estimadas por meio das constantes de decomposição e dos tempos de meia vida das palhas, foram maiores na presença de misturas contendo 75 e 100% de gliricídia. Não foram detectadas diferenças entre os tratamentos nas variáveis fitotécnicas e nem nos teores de N medidos na rúcula, diferentemente do observado na alface e na beralha, quando se compararam os tratamentos com as coberturas mortas ao controle, porém, notou-se que os demais macronutrientes apresentaram teores mais elevados na presença das coberturas, notadamente de K e Ca, na medida em que foi maior a proporção de palha de gliricídia na composição da cobertura morta. Isto se mostrou ainda mais evidente na parte aérea de alface e de beralha, em que o aumento gradual na proporção de gliricídia resultou também no aumento de produtividade e da quantidade acumulada de N destas hortaliças. Saliente-se que as coberturas mortas com mais de 50% de gliricídia proporcionaram transferências de N acima de 31%, detectadas na parte aérea de alface e de beralha no segundo ano agrícola. A partir da interpretação conjunta dos resultados, evidencia-se que coberturas mortas formadas a partir de misturas de palhas de gliricídia e capim elefante conferem benefícios tanto em variáveis relativas à diversidade da fauna edáfica e ao controle da vegetação espontânea, quanto às variáveis fitotécnicas e àquelas relativas à disponibilização de macronutrientes essenciais à nutrição de hortaliças folhosas cultivadas em sucessão e submetidas ao manejo orgânico.

Palavras-chave: Agricultura orgânica; fauna edáfica; plantas espontâneas; decomposição; nitrogênio.

4.2 Abstract

The objective was to determine the effects associated with mulches formed from gliricidia straw mixtures and elephant grass on chemical and biological characteristics of the soil. It was also observed the effects in the control of spontaneous plants and in the phytotechnical performance and in the transfer of N to *Eruca sativa* (arugula), *Lactuca sativa* (lettuce) and *Basella alba* (indian spinach) grown in succession, in an organic production system. The work was carried out in the climatic conditions of Baixada Fluminense, in Seropédica, at Fazendinha Agroecológica Km 47, in two agricultural years. In the first year, the succession involved the three vegetables mentioned above and in the second year *Lactuca sativa* (lettuce) and *Basella alba* (indian spinach). The design was randomized blocks and the treatments consisted of: absence of mulch (control); coverage with 100% gliricidia straw; 75% gliricidia + 25% elephant grass; 50% gliricidia + 50% elephant grass; 25% gliricidia + 75% elephant grass; and 100% elephant grass. The variables observed consisted on the pH index and on the Ca, Mg, K and P soil contents samples at the end of the crops in succession. Another variable was the quantification of the edaphic fauna and the population of plant species of spontaneous occurrence estimating the respective phytosociological indexes and also the rates of decomposition and N released from mulch calculating the decomposition constants and the respective half-lives. It was evaluated the phytotechnical characteristics and the transfer of N from the mulch to *Lactuca sativa* (lettuce) and *Basella alba* (indian spinach) using the ^{15}N isotopic dilution technique. The diversity of the edaphic fauna groups increased in the presence of straw, with an emphasis on the population of mites, collems and isopods. In contrast, the frequency of species, the number of individuals and the biomass production of the aerial part of the spontaneous vegetation decreased in the presence of dead cover. The rates of decomposition and N released from mulch, estimated by means of decomposition constants and straw half-lives, were higher in the presence of mixtures containing 75 and 100% gliricidia. No differences were detected between treatments in the phytotechnical variables or in the N levels measured in the *Eruca sativa* (arugula). Unlike what was observed in lettuce and bertalha, when the treatments were compared with the dead coverings in the control, however, it was noticed that the other macronutrients presented higher levels in the presence of coverings, notably K and Ca, as the proportion of gliricidia straw in the composition of the mulch was higher. This was even more evident in the aerial part of *Lactuca sativa* (lettuce) and *Basella alba* (Indian spinach), in which the gradual increase in the proportion of gliricidia also resulted in an increase in productivity and in the accumulated amount of N of these vegetables. It should be noted that dead coverings with more than 50% gliricidia provided N transfers above 31% detected in the aerial part of *Lactuca sativa* (lettuce) and *Basella alba* (Indian spinach) in the second agricultural year. From joint interpretation of results, it is evident that mulches formed from mixtures of gliricidia straw and elephant grass confer benefits both on variables related to the diversity of edaphic fauna and the control of spontaneous vegetation, as well as on phytotechnical variables and those relative to the availability of essential macronutrients to the nutrition of leafy vegetables grown in succession submitted to organic management.

Key words: Organic agriculture, edaphic fauna, spontaneous plants, decomposition, nitrogen.

4.3 Introdução

A agricultura orgânica no Brasil tem se expandido nas três dimensões da sustentabilidade: a econômica, a social e a ambiental. Isto se deve a ampliação do senso na sociedade da importância de questões relativas à saúde humana e ambiental, que têm favorecido o aumento do consumo de alimentos e de outros produtos oriundos de explorações agrícolas ambientalmente amigáveis, que utilizam em seus processos insumos com baixos riscos ecotoxicológicos.

No que se refere ao manejo da fertilização, principalmente no cultivo de hortaliças nos cinturões verdes das grandes cidades, há grande dependência quanto à disponibilidade de esterco animal. Todavia, nota-se o decréscimo da oferta, o que se coloca como entrave à manutenção da exploração olericultura nessas regiões, independentemente de o sistema de produção ser convencional ou orgânico. Em adendo, a legislação relativa à agricultura orgânica segundo a Instrução Normativa 46 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011) restringe o emprego de esterco *in natura*, autorizando a utilização destes dejetos após o processo de compostagem, o que exige esforços suplementares no âmbito da unidade agrícola orgânica.

Diante das dificuldades relatadas anteriormente, a gestão da biomassa vegetal nas unidades orgânicas pode se tornar um importante instrumento para a fertilização dos cultivos orgânicos, haja vista que os processos naturais de fotossíntese e de FBN podem ser aperfeiçoados *in situ* ao se contemplar desenhos que favoreçam a introdução de espécies vegetais eficientes quanto à produção de biomassa e que formem associações com microrganismos diazotróficos, o que possibilita que o C e o N fixados sejam adicionados ao sistema de produção como matéria orgânica, por exemplo, na forma de coberturas vegetais mortas.

Assinale-se que os efeitos do emprego de coberturas vegetais mortas são normalmente positivos no que tange o desempenho agrônomico de hortaliças (LIMA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2008; OLIVEIRA NETO et al., 2011; SANTOS et al., 2011; SANTOS et al., 2012; SOUZA et al., 2014). Considerando que a utilização de coberturas vegetais mortas aporta matéria orgânica na superfície do solo que, consonante ao processo de decomposição, liberará nutrientes potencialmente disponíveis aos cultivos (OLIVEIRA, 2005), além de promover a proteção superficial do solo, de reduzir a amplitude térmica diária (citar alguns trabalhos) e aumentar a eficiência do uso da água de irrigação (CARVALHO et al., 2018; HECKLER et al., 1998; HECKLER; SALTON, 2002). Adicionalmente, a manutenção da palhada na superfície do solo contribui para reduzir a reinfestação da população de plantas de ocorrência espontânea (BONJORNO et al., 2010; HIRATA; NARITA; RÓS, 2014), o que é um desafio no manejo de sistemas de produção orgânicos.

Uma proposição estratégica para otimizar a gestão da biomassa vegetal é a revalorização do elemento arbóreo, principalmente em biomas intensamente degradados, e que permanecem com modos intensivos de produção agrícola, como a Mata Atlântica. Neste sentido, coberturas vegetais mortas podem ser geradas de podas programadas, favorecendo a reciclagem de nutrientes na própria unidade agrícola. No caso de as espécies escolhidas serem da família das leguminosas, há ganho adicional na qualidade da biomassa, decorrente de a incorporação do N derivado do processo de FBN (GUERRA et al., 2014; RESENDE et al., 2013). Em contrapartida a este enriquecimento, a biomassa vegetal geralmente apresenta relação C/N mais estreita do que de outras famílias botânicas, acarretando maiores taxas de liberação dos nutrientes contidos na palhada da cobertura (OLIVEIRA et al., 2008; PAULA et al., 2015; SOUZA et al., 2014), implicando no tempo mais curto de permanência do resíduo vegetal na superfície do solo.

Em tese, uma possibilidade para o emprego de coberturas vegetais mortas, com vistas a ampliar a longevidade da cobertura na superfície do solo e, simultaneamente, manter um adequado fornecimento de nutrientes, é formular misturas combinando palhadas de leguminosas e gramíneas de baixa e alta relação C/N. Isto poderá ser alcançado combinando-se palhadas de leguminosas e gramíneas como as de, respectivamente, gliricídia e capim elefante (MATA et al., 2016; PIAN, 2019;), haja vista que gramíneas por apresentarem em geral alta relação C/N, sofrerão decomposição mais lenta do que leguminosas (OLIVEIRA et al., 2008).

Em face do exposto, a hipótese formulada no presente trabalho é de que há uma proporção adequada de mistura de palhadas de gliricídia e capim elefante empregada como cobertura morta que, simultaneamente, aumenta a longevidade e fornece N suficiente para atender a demanda nutricional de hortaliças folhosas. Neste sentido, objetivou-se determinar os efeitos da utilização de coberturas mortas formadas a partir de misturas das palhadas de gliricídia e capim elefante nas características químicas do solo, nas taxas de decomposição das coberturas mortas, na comunidade da fauna edáfica e de plantas de ocorrência espontânea, e no desempenho agrônômico e transferência de N das coberturas mortas para hortaliças folhosas cultivadas em sucessão em sistema orgânico de produção.

4.4 Material e Métodos

4.4.1 Local e características das áreas experimentais

O trabalho experimental foi conduzido em dois anos agrícolas, em 2015 (julho a dezembro), e em 2016 (julho a dezembro), em áreas contíguas na Fazendinha Agroecológica km 47. Desta forma, dividiu-se o trabalho, a título de descrição e análises, em dois experimentos independentes.

A Fazendinha Agroecológica Km 47 (SIPA – Sistema Integrado de Produção Agroecológica) se constitui de um espaço físico destinado ao ensino, a pesquisa e a socialização de conhecimentos e técnicas em produção orgânica (NEVES et al., 2005), e foi implantada em 1993 por meio de convênio envolvendo a parceria entre a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, a Embrapa Agrobiologia e a Pesagro Rio (Centro Estadual de Pesquisa em Agricultura Orgânica). A Fazendinha está localizada no município de Seropédica, região da Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil (Latitude 22°45' Sul, Longitude 43°41' Oeste). O clima da região é do tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen, quente e úmido, com temperatura média anual de 26° C e precipitação anual acumulada de 1300 mm. A altitude média do local é de cerca de 33 m. Os dados climáticos relativos aos períodos de condução dos experimentos (2015 e 2016) encontram-se apresentados na Figura 1.

Em 2015, foi separada uma área dentro da gleba 10 da Fazendinha para a implantação do Experimento I. Por ocasião da escolha da área encontrava-se implantado um cultivo de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) entre faixas espaçadas de 5 m da leguminosa arbustiva semiperene guandu (*Cajanus cajan*). No ano de 2016, foi escolhida uma área na gleba número 7. Antecedendo a implantação do Experimento II a área havia sido cultivada com amendoim (*Arachis hypogea*) e aveia preta (*Avena strigosa*) em sucessão.

4.4.2 Experimento I: Avaliação agrônômica e caracterização fitossociológica e da fauna edáfica na sucessão rúcula-alface-bertalha em cultivo orgânico com coberturas mortas de gliricídia e capim elefante (ano 2015)

Antecedendo ao plantio da sucessão de hortaliças, realizou-se a coleta de amostras de terra da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, para a análise de química da fertilidade, como preconizado por Nogueira e Souza (2005). Os resultados revelaram os seguintes valores: pH (água): 6,0; Al^{+++} : 0,0, $cmol_c\ dm^{-3}$; Ca^{++} : 4,0 $cmol_c\ dm^{-3}$; Mg^{++} : 2,0 $cmol_c\ dm^{-3}$; P disponível: 43,0 $mg\ dm^{-3}$; K^+ : 143,0 $mg\ dm^{-3}$; V%: 72,0.

O solo, classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, foi previamente preparado com grade de arrasto, utilizando-se trator agrícola marca Massey Ferguson, modelo 275. Foram levantados canteiros entre faixas formados por guandu, com o auxílio de encanteirador acoplado ao mesmo trator anteriormente descrito. Os canteiros possuíam 1 m de largura, 0,2 m de altura e distanciados 0,3 m entre eles.

Previamente a implantação, realizou-se ao longo de cada canteiro, a demarcação e abertura de quatro sulcos para o plantio das hortaliças, espaçados 0,25 m entre si. A separação e demarcação das parcelas foram feitas com o auxílio de um gabarito de bambu e de trena métrica, sendo que, cada parcela possuía 2 m de comprimento por 1 de largura. Em cada parcela colocou-se uma estaca de madeira numerada para a sua identificação.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos constaram de misturas das palhadas de gliricídia e de capim elefante para o preparo dos resíduos vegetais empregados como coberturas mortas de solo, totalizando cinco, acrescidos de um controle representado pela ausência de cobertura vegetal. Desta forma, os tratamentos constaram de: cobertura morta com 100% de gliricídia (100% GL); 75% de gliricídia + 25% de capim elefante (75% GL); 50% de gliricídia + 50% de capim elefante (50% GL); 25% de gliricídia + 75% de capim elefante (25% GL); 100% de capim elefante (100% CE); e ausência de cobertura morta (SC). Cada parcela possuía uma área de 2 m², num total de 24 parcelas em uma área total de 75 m².

Uma semana antes do plantio da primeira cultura (rúcula), foi feita a distribuição de composto fermentado tipo “bokashi”, produzido na própria Fazendinha Agroecológica Km 47, seguindo receita apresentada na Tabela 10 (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013). Aplicou-se 100 g m⁻² deste composto, após correção de umidade (30%), sendo o material distribuído e incorporado ao longo dos sulcos abertos nos canteiros. Foram realizadas outras duas aplicações deste composto, antecedendo aos plantios das outras hortaliças da sucessão (alface e bertalha), empregando-se 200 g m⁻² em cada cultivo, totalizando, desta forma, 500 g m⁻² no ciclo de sucessão no ano de 2015 (Tabela 11).

Os teores de macronutrientes essenciais do composto fermentado tipo “Bokashi” encontram-se na Tabela 11. As técnicas empregadas para a análise química foram realizadas como preconizado por Nogueira e Souza (2005), sendo as leituras de P, K, Ca e Mg feitas em extrato ácido (nítrico perclórico) após digestão, sendo o P por espectrofotometria; o K por fotometria de chama; e o Ca e o Mg por espectrometria de absorção atômica. O N foi determinado após digestão em meio sulfúrico por oxidação úmida (Kjeldahl).

Tabela 9. Ingredientes necessários para a fabricação de uma tonelada de composto fermentado tipo “Bokashi” (adaptado de Siqueira e Siqueira, 2013).

Ingrediente	Quantidade
Farelo de trigo	600 kg
Farelo de mamona	400 kg
Inoculante ativado (Embiotic®)	2 L
Água	200 L

Tabela 10. Características químicas e dose aplicada de composto fermentado tipo “Bokashi”, utilizado na fertilização de rúcula, alface, bertalha cultivadas em sucessão em sistema orgânico, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, no ano agrícola de 2015 (local: Fazendinha Agroecológica Km 47).

Cultivo	Umidade	Composto fermentado					Dosagem	
		Teor nutriente					N	Composto ¹
Ano	%	g kg ⁻¹					g m ⁻²	
2015	30	N	P	K	Ca	Mg	N	Composto ¹
		37,9	8,1	10,5	7,1	4,3	18,9	500

¹ Dose aplicada parceladamente: 100 g m⁻² no transplântio de rúcula, 200 g m⁻² no de alface e 200g m⁻² no de bertalha.

As biomassas aéreas frescas de gliricídia e de capim elefante foram coletadas na área do Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, localizada em Seropédica, para o processamento e preparo das formulações das coberturas mortas.

Durante a coleta da biomassa da gliricídia, foram aproveitadas as folhas (folíolos e pecíolos) e os ramos finos com diâmetro de até 16 mm (a relação folha/caule foi de 1,08), provenientes da rebrota de árvores. Foi realizado o corte do material, com aproximadamente sete meses de rebrota e para tanto se utilizou motosserra marca Stihl modelo 038 Magnum, e facão. Ainda no campo, o material foi levado para um desintegrador de forragens, marca Nogueira, modelo EM 6400, tracionado através de sistema de correias por motor estacionário movido a diesel, marca Yanmar. O material triturado foi colocado em carreta agrícola, tracionada por trator, e transportado até um galpão coberto e pavimentado, localizado na área da Fazendinha Agroecológica Km 47, onde foi descarregado e distribuído em camada fina, revolvido diariamente a sombra, durante um período de 15 dias, até alcançar nível elevado de desidratação ao tato (aproximadamente 30% de umidade), quando foi armazenado em sacolões (big bags) com capacidade para 1000 L.

A coleta da biomassa aérea de capim elefante, cujas plantas estavam com aproximadamente 12 meses de rebrota, foi feita manualmente, com auxílio de catana, sendo os colmos e folhas triturados e, posteriormente, postos a secar e armazenados como descrito anteriormente para a gliricídia.

Foram pesadas porções com 5 kg de biomassa seca ao ar, em julho de 2015, contendo o material oriundo das palhadas de gliricídia e de capim elefante. Para tanto, utilizou-se de balança digital com gancho, com capacidade para até 50 kg, acoplada a tripé de madeira. Foram preparadas palhadas com os materiais puros e com três misturas: 100% de gliricídia, 75% de gliricídia + 25% de capim elefante, 50% de gliricídia + 50% de capim elefante, 25% de gliricídia + 75% de capim elefante e 100% de capim elefante. Os materiais puros foram pesados e colocados em sacos de

ráfia. Já as palhadas oriundas das misturas foram pesadas, homogeneizadas sobre lona e pesadas novamente, sendo posteriormente acondicionadas em sacos de ráfia. Por ocasião do transplântio da primeira cultura da sucessão, rúcula, as palhadas oriundas de gliricídia e de capim elefante e das misturas de ambos foram distribuídas nas entrelinhas. Foram depositados 2,5 kg de biomassa seca de palhada por m⁻² de canteiro, como descrito por Oliveira (2005), equivalendo a uma camada de aproximadamente 5 cm de espessura sobre o solo.

As mudas das espécies de olerícolas foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido preenchidas com substrato peneirado e homogeneizado obtido a partir de uma mistura volumétrica contendo 83% de vermicomposto e 15% de fino de carvão, ambos produzidos na Fazendinha Agroecológica Km 47, e 2% de torta de mamona como preconizado por Oliveira et al. (2011). Para o processo de semeadura das hortaliças, utilizou-se de um marcador para fazer as covas nas células das bandejas. Foram distribuídas duas sementes por célula, que foram cobertas com uma leve camada do mesmo substrato utilizado para o preenchimento. As semeaduras foram realizadas no dia 23 de junho para rúcula, cultivar ‘Cultivada’; no dia 03 de agosto para alface do tipo crespa, cultivar ‘Vera’; e no dia 08 de setembro, a beralha utilizando-se sementes orgânicas produzidas na Fazendinha Agroecológica Km 47.

Após a semeadura das hortaliças nas bandejas, foram realizadas aplicações sobre as bandejas de uma solução contendo o fungo hiperparasita *Trichoderma asperellum* (SAITER et al., 2016), a partir de produto comercial (Trichobio®), na dosagem de 10 mL do produto por L de água, utilizando-se pulverizador manual com capacidade para 5 L, como estratégia preventiva para o controle de possíveis patógenos presentes no substrato. As bandejas foram levadas para casa de vegetação, com irrigação localizada automatizada com micro aspersores e turno de rega de oito horas. Foi realizada a distribuição das bandejas em bancadas de madeira sob uma cobertura de tela escura, onde permaneceram por uma semana; em seguida, as bandejas foram realocadas, na própria casa de vegetação, para um local sem a presença deste sombreamento.

Uma semana após a germinação, realizaram-se raleamentos e repicagens das plântulas das distintas olerícolas nas respectivas células das bandejas, mantendo-se uma plântula por célula. Durante o período em que ficaram no local, foram realizadas aplicações com o produto comercial Dipel (a base de *Bacillus thuringiensis*), na dosagem de 10 mL do produto por L de água, para o controle de lagartas.

As mudas das hortaliças, ao alcançarem porte e características ideais, foram levadas ao campo para o transplântio para a área experimental. As mudas de rúcula e de alface foram transplantadas com 30 dias após a semeadura, ao passo que, as mudas de beralha com 35 dias. Realizaram-se os transplântios ao longo de covas abertas em canteiros, com quatro linhas espaçadas 0,25 m entre si. O espaçamento adotado no plantio das mudas de rúcula foi de 0,1 m, representando uma densidade populacional de 40 plantas m⁻², enquanto que o espaçamento entre as mudas de alface e, posteriormente, de beralha, foi de 0,25 m, portanto, com densidade populacional de 16 plantas m⁻² para ambas as hortaliças.

As necessidades hídricas durante o período em que as culturas ficaram em campo foram atendidas por sistema de irrigação por aspersão. A irrigação foi conduzida diariamente, em dois turnos, cada qual com 15 minutos. A remoção das plantas espontâneas dos canteiros foi realizada após as avaliações executadas em cada cultivo, por meio de arranquio manual. Os caminhos ao redor dos canteiros foram roçados, com auxílio de roçadeira mecânica costal.

Verificou-se, por ocasião da colheita da alface, a ocorrência de distúrbio fisiológico “tip burn”, relacionado ao metabolismo do cálcio, cuja deficiência nas folhas favorece a queima dos

bordos do limbo foliar, com colapso marginal e a necrose do tecido foliar (PEREIRA et al., 2005). Verificou-se ainda, nesta mesma ocasião, a incidência de podridão mole e escurecimento de folhas de alface, tendo sido realizadas coletas de amostras que foram levadas ao laboratório de fitossanidade do Centro Estadual de Pesquisa em Agricultura Orgânica da Pesagro-Rio, em Seropédica, onde, por meio de teste de exsudação bacteriana e isolamento, verificou-se a presença de dois gêneros de bactérias, *Pectobacterium* (sin: *Erwinia*) e *Pseudomonas*, que possivelmente causaram o quadro patogênico, e provocaram a morte de alguns indivíduos, fazendo com que o processo de colheita desta espécie tivesse que ser antecipado, contudo, sem comprometer a coleta de dados.

Verificou-se, por volta da primeira semana após o transplântio, a ocorrência de queimaduras foliares em bertalha, devido alta radiação solar incidente sobre as plântulas, resultando na mortalidade de plântulas na área experimental, requerendo o replântio nos berços com falhas. Por ocasião da segunda semana, verificou-se o tombamento de plântulas de bertalha, resultando em mortalidade de indivíduos; amostras do material vegetal foram coletadas encaminhadas para o laboratório supracitado identificando-se a infecção pelo fungo *Rhizoctonia solani*, agente causal do tombamento ou “Damping off” (LOPES et al., 2005; TÖFOLI; DOMINGUES, 2017). Para o controle deste patógeno foi utilizado o fungo *Trichoderma asperellum*, cuja aplicação foi feita na região do coleto basal das plântulas, na dosagem de 5 mL do produto comercial (Trichobio®) por L de água. Nos locais com falhas, foram feitos replântios.

Para determinar a proporção de material decomposto e dos nutrientes liberados das palhadas, ao final do experimento foram separados dois lotes de amostras de material de gliricídia, capim elefante e da mistura de ambas, contendo 40 g de biomassa seca a sombra, conforme metodologias utilizadas por Oliveira (2008) e por Souza et al (2014), com teor de umidade por volta de 30%, utilizadas por ocasião da distribuição das coberturas mortas nos canteiros.

As amostras do primeiro lote, período inicial, com as palhadas utilizadas como cobertura morta, foram levadas à estufa de circulação de ar forçado mantida a 65 °C, até a obtenção de matéria seca constante. Amostras do segundo lote, período final, foram acondicionadas em bolsas de decomposição (“litter bags”), fabricadas em malha de nylon com abertura de 2 mm e dimensões de 0,25 x 0,25 m, sendo distribuídas no campo sobre a palhada com os respectivos materiais nos canteiros de cultivo das hortaliças. As bolsas foram fixadas com grampos de aço para evitar a movimentação, permanecendo ao longo de 110 dias, correspondendo ao período da sucessão das hortaliças rúcula-alface-bertalha, até o primeiro corte da bertalha, quando foram coletadas e levadas para ao laboratório para a separação de impurezas e posteriormente acomodadas em sacos de papel levados à estufa de circulação de ar forçado seguindo o procedimento descrito anteriormente. Os materiais vegetais das palhadas, dos lotes inicial e final, foram desintegrados em moinho de facas tipo Wiley, colocados em potes plásticos identificados e levados para o Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia, para análise e determinação química dos teores de C e N totais.

As principais variáveis fitotécnicas das hortaliças foram determinadas a partir de amostras de área útil contendo quatro plantas para todas as espécies avaliadas. Na rúcula, a colheita foi feita aos 48 dias após a semeadura e 18 dias após a distribuição das coberturas mortas nos canteiros. No caso da alface, foi realizada aos 66 dias após a semeadura, correspondendo aos 69 dias após a distribuição das coberturas mortas, ao passo que, a colheita da bertalha foi fracionada em quatro épocas subsequentes, sendo o primeiro corte realizado aos 65 dias após a semeadura e 110 dias após a distribuição das coberturas mortas nos canteiros, a uma altura de 10 cm acima da superfície

do canteiro, mantendo-se duas a três brotações em cada planta, que foram cortadas sucessivamente com intervalos de aproximadamente 15 dias até totalizar quatro cortes, que foram contabilizados em conjunto, como descrito por Telles (2016), visto que a beralha tem característica de uma espécie herbácea perene (DESHMUKH; GAIKWAD, 2014).

Os materiais provenientes da colheita das hortaliças foram acondicionados em sacos plásticos identificados e levados ao Laboratório de Agricultura Orgânica da Embrapa Agrobiologia, onde se avaliou: a altura e o diâmetro da parte aérea das plantas de alface com o auxílio de paquímetro; o número de folhas; a área foliar, com o auxílio de um integrador eletrônico de área foliar (Li-cor); o número de ramos, no caso da beralha; a produção de matéria fresca e de matéria seca (obedecendo a técnica descrita anteriormente) de folhas, de caules e da planta inteira a depender da espécie. A pesagem foi feita com o auxílio de balança digital analítica de precisão.

As amostras dos materiais vegetais foram desintegradas em moinho de facas tipo Wiley. Em seguida, o material foi levado ao Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia, a fim se proceder às análises químicas para a determinação dos teores de macronutrientes. Os procedimentos adotados para a análise de P, K, Ca e Mg foram realizados como preconizado por Nogueira e Souza (2005), sendo as leituras de Ca e Mg realizadas em espectrômetro de absorção atômica; o P, por colorimetria com auxílio de espectrofotômetro; e o K em fotômetro de chama. Em adendo, o N foi determinado por meio de digestão semi-micro Kjeldahl (ALVES; BAËTA; ALVES, 1999; ALVES et al., 1994).

Para efeito de cálculos de produtividade e quantidades acumuladas de N das hortaliças, considerou-se para área equivalente a 1 m² que, posteriormente, foi convertida para 10.000 m² (1 ha), fazendo-se a subtração da área ocupada pelas ruas intercalares aos canteiros, ou “área total sem uso” (ATSU). Para tanto, de posse da largura dos canteiros e das ruas (1 m e 0,3 m, respectivamente), foi realizado o cálculo proporcional da ATSU, de acordo com Liz (2009), que correspondeu a aproximadamente 23% da área total. Multiplicaram-se os valores de produtividade pelo fator 0,77, ou seja, 100% da área total menos os 23% da área das ruas, encontrando-se os valores de produtividade da área efetivamente em uso.

Coletas e identificação dos indivíduos das plantas representantes da vegetação de ocorrência espontânea foram realizadas por ocasião da colheita de cada hortaliça. Para tanto, foi utilizado quadro metálico, com área interna de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m), distribuído na área central de cada parcela. A identificação dos indivíduos foi feita por meio de comparação visual e descritiva a partir de manual de identificação botânica (LORENZI, 2000a e b), considerando-se os níveis taxonômicos de classe, de família, de espécie, e o nome vulgar. A quantificação das produções de MF e MS das espécies espontâneas foi realizada conforme descrito anteriormente para as hortaliças.

A partir dos resultados de quantificação dos indivíduos representantes da vegetação espontânea no nível de espécie, foram obtidos os índices fitossociológicos: densidade (D), frequência (F); abundância (A); densidade relativa (DR); frequência relativa (FR); abundância relativa (AR); e o índice de valor de importância (IVI), expresso em % e calculado em função de FR, DR e AR. As fórmulas utilizadas, segundo de acordo com Mueller-Dombois e Elleberg (1974), foram as seguintes:

$$\bullet \text{Frequência (F)} = \frac{\text{número de quadrados contendo a espécie}}{\text{número total de quadrados lançados}}$$

- Densidade (D) = $\frac{\text{número total de indivíduos por espécie}}{\text{área total coletada}}$
- Abundância (A) = $\frac{\text{número total de indivíduos por espécie}}{\text{número total de quadrados contendo a espécie}}$
- Frequência Relativa (FR) = $\frac{\text{frequência da espécie} \times 100}{\text{frequência total de todas as espécies}}$
- Densidade Relativa (DR) = $\frac{\text{densidade da espécie} \times 100}{\text{densidade total de todas as espécies}}$
- Abundância Relativa (AR) = $\frac{\text{abundância da espécie} \times 100}{\text{abundância total de todas as espécies}}$
- Índice de Valor de Importância (IVI) = FR + DR + AR

Considerando:

Frequência (F): quantidade de vezes de ocorrência de uma espécie na área amostrada (%);

Densidade (D): número de indivíduos da espécie por unidade de área (plantas m⁻²);

Abundância (A): indica quais espécies que ocorrem concentradas em determinados pontos;

Índice de Valor de Importância (IVI): indica numericamente a importância de certa espécie dentre as plantas da comunidade infestante ao qual fazem parte, para obtê-lo soma-se os índices fitossociológicos relativos DR + FR + AR, sendo que o seu máximo valor é de 300%

(LIMA, 2014).

Realizaram-se coletas de amostras de terra para a avaliação da fauna edáfica, por ocasião das colheitas das hortaliças. Para tanto, suspendeu-se a irrigação por um período de 24 horas e, na sequência, coletaram-se as amostras no período entre às 9 e 11 horas da manhã (CORREIA; OLIVEIRA, 2000), com o auxílio de sonda metálica, com 17,5 cm de altura e 8 cm de diâmetro e com borda cortante. As amostragens foram feitas no centro de cada parcela na profundidade de 0-0,10 m da superfície do canteiro. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos identificados, levado para o laboratório de Fauna do Solo da Embrapa Agrobiologia, onde se procedeu a extração, empregando-se a técnica do funil de Berlese-Tullgren (AQUINO et al., 2006 b), como apresentado na Figura 3.

No laboratório de Fauna do Solo as amostras foram transferidas para contêineres cilíndricos de aço inoxidável medindo 13 cm de altura e 9 cm de diâmetro, soldados a peneiras com malha de 2 mm na parte basal, e levadas para quatro baterias de prateleiras de madeira, onde cada uma delas possuía conjuntos com seis funis de aço inoxidável acoplados, sobre os quais os contêineres foram colocados. Logo acima havia iluminação com o auxílio de lâmpadas incandescentes de forma a criar um gradiente de calor e de umidade forçando os organismos a se moverem para baixo, passando pelo funil e caírem em potes plásticos contendo solução aquosa com formol a 1%. Após a transferência do material para os contêineres, as luzes foram acesas e as portas do armário

fechadas. Periodicamente fez-se a reposição do volume da solução dos potes, por um período de sete dias, quando o sistema foi desligado.

Na sequência, os potes plásticos foram retirados, levados para se proceder a lavagem e filtragem do material coletado, com o auxílio de coador de malha fina e água corrente, seguido de transferência para potes contendo solução com álcool a 70%, sendo fechados com tampa rosqueável para a conservação dos espécimes (AQUINO et al., 2006 a) até a realização do processo de triagem. Para tanto, o material de cada pote foi transferido para placas de petri, contendo solução de álcool 70%, sob lupa binocular, e a partir daí realizou-se a identificação e contagem dos organismos, no nível de grandes grupos taxonômicos. Após, procedeu-se aos cálculos para estimativa da densidade, da riqueza, e dos índices de “diversidade de Shannon” e de “equitabilidade de Pielou”. As variáveis riqueza média, número total de indivíduos e abundância de grupos taxonômicos foram relacionadas ao tipo de cobertura do solo e à época de coleta da fauna.



Figura 3. Detalhe dos extratores de funil de Berlese-Tullgren modificado, contendo amostras para avaliação da fauna edáfica, Fazendinha Agroecológica Km 47 (Foto: Murilo Gonçalves Júnior, 2015).

Em adendo, foram feitas coletas de amostras de terra na profundidade de 0-0,10 m para fins de análise química para determinação do valor pH e dos teores de P, K, Ca e Mg após a secagem ao ar e peneiramento em tamiz com abertura de 2 mm (NOGUEIRA; SOUZA, 2005).

4.4.3 Experimento II: Avaliação agrônômica e caracterização fitossociológica e da fauna edáfica na sucessão alface-bertalha em cultivo orgânico com coberturas mortas de gliricídia e capim elefante (ano 2016)

Amostras de terra da área experimental foram retiradas na profundidade de 0-0,20 m para caracterização do estado de fertilidade química em junho de 2016, conforme metodologia descrita no experimento I. Os resultados da análise revelaram os seguintes valores: pH (água) = 5,8; $Al^{+++} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Ca^{++} = 4,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Mg^{++} = 2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $K^+ = 187,0 \text{ mg dm}^{-3}$; P disponível = $62,0 \text{ mg dm}^{-3}$.

O preparo de solo da área experimental, o levantamento de canteiros, a abertura de sulcos e a demarcação de parcelas foi realizado como descrito anteriormente no Experimento I.

A adubação de base, foi feita com um composto fermentado tipo “Bokashi” (Tabela 12), na dosagem de 150 g m^{-2} , uma semana antes do plantio da alface. Não foi realizada a adubação no cultivo da bertalha aproveitando-se o residual da aplicação feita no plantio da alface.

Tabela 12. Características químicas e dose aplicada do composto fermentado tipo “Bokashi” utilizado na fertilização de alface e bertalha cultivadas em sucessão em sistema orgânico, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, no ano agrícola de 2016 (local: Fazendinha Agroecológica Km 47).

Cultivo	Umidade	Composto fermentado					Dosagem	
		-----Teor nutrientes-----					-----	
Ano	%	N	P	K	Ca	Mg	N	Composto
		-----g kg ⁻¹ -----					-----g m ⁻² -----	
2016	30,0	41,9	10,0	13,5	7,8	5,3	6,3	150,0

A coleta da biomassa de gliricídia e de capim elefante para o preparo das coberturas mortas foi feita conforme descrito anteriormente para o Experimento I, sendo a biomassa de gliricídia proveniente de nova coleta e a de capim elefante aproveitada de coleta realizada em 2015.

Por ocasião da distribuição das coberturas mortas, com as palhadas exclusivas de gliricídia e de capim elefante, bem como das misturas de ambas, sobre os canteiros, as matérias primas vegetais foram coletadas de acordo com os respectivos tratamentos com vistas à realização das análises dos teores de C e de N, P, K, Ca e Mg (Tabelas 13 e 14).

Tabela 13. Teores de C e de N, e relação C/N das palhadas de coberturas mortas formadas de gliricídia, de capim elefante e da mistura de ambas e utilizadas em experimento de alface e beralha cultivadas em sucessão em sistema orgânico, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, no ano agrícola de 2016 (local: Fazendinha Agroecológica Km 47).

Tratamento ¹	-----Cobertura morta-----		
	C	N	Relação C/N
	------(g kg ⁻¹)-----		
100% GL	417,1	19,5	21,34
75% GL	423,3	13,3	31,82
50% GL	421,3	10,2	41,22
25% GL	421,6	6,7	62,92
100% CE	412,1	4,2	97,62

¹ Coberturas mortas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

Tabela 14. Teores de P, K, Ca e Mg de palhadas de coberturas mortas formadas de gliricídia, de capim elefante e da mistura de ambas e utilizadas em experimento de alface e beralha cultivadas em sucessão em sistema orgânico, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, no ano agrícola de 2016 (local: Fazendinha Agroecológica Km 47).

Tratamento ¹	-----Cobertura morta – teor nutriente-----			
	P	K	Ca	Mg
	------(g kg ⁻¹)-----			
100% GL	1,28	13,18	9,30	4,49
75% GL	1,08	12,06	5,66	2,93
50% GL	1,02	10,90	3,36	2,04
25% GL	0,93	10,79	2,50	1,62
100% CE	0,89	10,42	2,21	1,51

¹ Coberturas mortas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

O cultivo de hortaliças constou da sucessão alface-beralha. Adotou-se o mesmo procedimento para a semeadura e a produção de mudas de alface descrito no Experimento I, sendo a semeadura nas bandejas feita no dia 18 de julho e o transplântio das mudas aos 30 dias após a semeadura. Já a semeadura de beralha (variedade local), foi realizada no dia 14 de outubro, diretamente nos canteiros da área experimental, em covas abertas onde havia sido cultivada a alface, feita com três sementes por cova para desbaste posterior, mantendo-se apenas uma planta.

As necessidades hídricas das hortaliças foram atendidas a partir da instalação de sistema de irrigação localizado, com o auxílio de fitas gotejadoras distanciadas de 0,25 m entre si e de 0,25 m

entre os gotejadores, com turno de rega diário, de acordo com a demanda hídrica e as precipitações pluviométricas ocorridas durante o período. A lâmina d'água aplicada e o turno de rega foram calculados a partir da aplicação da equação de Penman-Monteith (FAO) e de acordo com os dados meteorológicos disponibilizados a partir da Estação Automática da Ecologia Agrícola do Inmet. Foram realizados testes com recipientes graduados apropriados para aferição da vazão dos gotejadores.

No que se refere aos tratamentos culturais, realizou-se capina manual das plantas espontâneas logo após a colheita da alface, repetindo-se esta operação aos 15 dias após a semeadura direta da bortalha. Além disso, o controle da vegetação espontânea nas ruas entre os canteiros foi feito com auxílio de roçadeira costal motorizada.

Aplicações do agente de biocontrole *Trichoderma* por ocasião do transplântio das plântulas de alface e logo após a emergência de bortalha foram feitas para prevenir a incidência de patógenos de solo causadores de tombamento.

Se constatou a ocorrência de lagarta rosca (*Agrotis ypsilon*) no cultivo de bortalha causando danos desde a primeira semana até os 30 dias após a sua semeadura. Com vistas ao controle, foram realizadas as seguintes medidas: aplicações semanais com o agente de biocontrole *Bacillus thuringiensis* e com calda mista contendo pimenta, alho, fumo e álcool; catação manual diário das lagartas; e utilização de armadilha luminosa de uso noturno para captura dos insetos adultos. Apesar destas medidas, verificaram-se perdas de plântulas, o que requereu o replantio nas covas falhadas com mudas de bortalha produzidas em estufa concomitantemente à a semeadura.

Em área contígua aos canteiros relativos ao experimento das hortaliças, mantida sem cultivo, implantou-se um ensaio para estimar as taxas de decomposição das palhadas utilizadas como coberturas mortas. Para tanto, amostras contendo 40 g de material vegetal dos respectivos tratamentos secos a sombra, com aproximadamente 30% de umidade, foram acondicionadas em bolsas de nylon apropriadas, conforme descrito anteriormente no Experimento I. Separou-se um lote com as palhadas das matérias primas vegetais e com as respectivas misturas, de forma a representar o tempo zero de coleta por ocasião do dia da implantação do estudo, quando as bolsas com os respectivos tratamentos foram distribuídas na superfície dos canteiros, sendo fixadas com grampos de arame de aço para evitar o arranquio não intencional.

Coletas das bolsas de decomposição foram feitas aos 2, 8, 15, 30, 60, 90 e 120 dias após a distribuição, totalizando assim oito épocas de amostragem. O material de cada coleta foi transferido para o Laboratório de Apoio de Campo da Fazendinha Agroecológica Km 47 para separar as impurezas presentes nas palhadas, posteriormente foi levado à estufa mantida a 65 °C até atingir massa constante. Em seguida, o material vegetal foi desintegrado em moinho de facas e encaminhado para o Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia para análise e determinação dos teores de N, conforme descrito por Nogueira e Souza (2005). A partir dos teores determinados de N, calcularam-se os conteúdos considerando a quantidade de massa seca respectiva em cada época de coleta; a seguir, estes valores foram transformados em porcentagem tendo como referência inicial (100 %) os valores no tempo zero.

Ao longo do período de avaliação da decomposição das palhadas das coberturas mortas foi instalado um sistema de irrigação localizado por meio da utilização de fitas gotejadoras (Figura 4), similarmente ao procedimento descrito para a aérea experimental das hortaliças, de forma a proporcionar condição de umidade no solo semelhante à de cultivo das hortaliças e favorável à decomposição, tendo em vista que o período de implantação do ensaio coincidiu com a estação seca na região.



Figura 4. Detalhe das bolsas de nylon para avaliar o material em decomposição das diferentes misturas de gliricídia e capim elefante (Foto: Murilo Gonçalves Júnior, 2016).

Os dados absolutos, da decomposição das palhadas das coberturas mortas, foram transformados em percentagem de matéria seca de material vegetal e de conteúdo de N remanescentes, nas diferentes épocas de coleta foram submetidos a tratamento matemático seguindo modelo de decaimento exponencial simples (THOMAS; ASKAWA, 1993; REZENDE et al., 1999), como descrito:

$$X = X_0 e^{-kt},$$

Em que X é a proporção de palhada seca ou de nutriente remanescente após um período de tempo (t); X_0 é a proporção de palhada ou de nutriente passível de decomposição no início do ensaio; K é a constante de decomposição. Ao reorganizar os termos da equação obtém-se a constante de decomposição (k), como segue:

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

A partir de k é possível calcular o parâmetro tempo de meia vida ($t_{1/2}$), que representa o período necessário para que metade da palhada seja decomposta ou para que metade da quantidade de determinado nutriente seja mineralizado. Assim:

$$t_{1/2} = \ln(2) / k,$$

Em que $t_{1/2}$ é o período de meia vida da palhada ou do nutriente remanescente na palhada; $\ln(2)$ é um valor constante; e k é a constante de decomposição, anteriormente descrita.

Realizou-se a avaliação agrônômica da cultura da alface no dia 29 de setembro, 73 dias após a semeadura e 36 dias após a distribuição das coberturas mortas. Quanto à bortalha, realizou-se o primeiro corte, para fins de colheita, da parte aérea aos 53 dias após a semeadura direta nos canteiros, no dia 06 de dezembro, seguido de mais dois cortes, obedecendo a intervalos semanais, feitos nos dias 14 e 22 de dezembro. Em ambos cultivos da sucessão foram coletadas quatro plantas da área útil. As determinações biométricas relativas à produção de MF e MS e do teor de N da alface e da bortalha seguiram as mesmas técnicas analíticas adotadas no Experimento I.

Em adendo, coletas de indivíduos representantes da vegetação espontânea, foram feitas para fins de análise fitossociológica, conforme descrito no Experimento I. Também, de forma similar às coletas realizadas no experimento1, foram retiradas amostras de terra para fins de caracterização do nível de fertilidade do solo, bem como da fauna edáfica após os cultivos.

A distribuição do fertilizante marcado com ^{15}N , foi feita aos quatro dias após o transplântio das mudas de alface para os canteiros de forma a estimar a quantidade de N derivado das coberturas mortas, distribuídas subsequentemente a aplicação do fertilizante. Para tanto, utilizou-se uma dose equivalente à 15 kg de sulfato de amônio ha^{-1} enriquecido de 10% de átomos de ^{15}N em excesso, o que representou a aplicação localizada de 0,46 g na profundidade de 0,02 m a partir da superfície do canteiro e a uma distância de 0,02 m das plântulas de alface. Como relatado anteriormente, em sequência à distribuição do fertilizante marcado, foi realizada a distribuição das coberturas mortas sobre os canteiros.

A transferência do N derivado das coberturas mortas para a alface foi feita por meio da coleta de amostras da parte aérea de quatro plantas (folhas e caules), dentro da área central das parcelas de cada tratamento, aos 43 dias após o transplântio das mudas. Semelhantemente, a estimativa da transferência de N para a bortalha, cultivada em sucessão à alface, deu-se com a partir da coleta de amostras da parte aérea de quatro plantas, localizadas também no centro de cada parcela, aos 53 dias após a semeadura da bortalha. As amostras das hortaliças acondicionadas em sacos de papel foram levadas à estufa de circulação de ar forçado até alcançar massa constante, sendo posteriormente passadas em moinho de facas tipo Willey com peneira com malha de 2 mm e depois em moinho de bolas a fim de se realizar a análise do tecido vegetal para determinação do teor de N total pelo método de Kjeldahl (ALVES et al., 1994; ALVES et al., 1999).

A quantificação da transferência do N contido nas coberturas mortas formadas por gliricídia e capim elefante deu-se de acordo com a técnica descrita para estudos de diluição isotópica de ^{15}N (URQUIAGA; ZAPATA, 2000). O N na alface proveniente da palhada da cobertura morta (NalfPalha) foi calculado de acordo com as seguintes equações (ARAÚJO et al., 2011):

$$\text{NalfPalha (\%)} = (\% ^{15}\text{N na planta teste} / \% ^{15}\text{N na planta testemunha}) \times 100.$$

Sendo a $\% ^{15}\text{N}$ na planta teste o valor de ^{15}N encontrado nas plantas de alface cultivadas na presença de cobertura morta, e a $\% ^{15}\text{N}$ na planta testemunha o valor de ^{15}N encontrado nas plantas de alface cultivadas sem a presença de cobertura.

$$\text{NalfPalha (g m}^{-2}\text{)} = (\text{NalfPalha (\%)} / 100) \times \text{N total na alface (g m}^{-2}\text{)}.$$

Já o N na bertalha proveniente das palhadas das coberturas mortas (NberPalha) foi calculado de acordo com as equações:

$$\text{NberPalha (\%)} = (\%^{15}\text{N na planta teste} / \%^{15}\text{N na planta testemunha}) \times 100, \text{ e}$$

$$\text{NberPalha (g m}^{-2}\text{)} = (\text{NberPalha (\%)} / 100) \times \text{N total na bertalha (g m}^{-2}\text{)}.$$

A eficiência de recuperação de N das palhadas pela alface foi calculada por meio de:

$\text{ERalf (\%)} = (\text{NalfPalha (g m}^{-2}\text{)} / \text{NPalha (g m}^{-2}\text{)}) \times 100$, em que o NPalha refere-se a quantidade de N aplicada no cultivo da alface sob a forma de cobertura morta.

Já a eficiência de recuperação de N da palhada pela bertalha foi calculada a partir de:

$$\text{ERber (\%)} = (\text{NberPalha (g m}^{-2}\text{)} / \text{NPalha (g m}^{-2}\text{)}) \times 100.$$

Considerou-se para fins de cálculo da eficiência de recuperação total de N das palhadas pelas hortaliças (alface e bertalha em sucessão), a equação:

$$\text{ETR (\%)} = ((\text{NalfPalha (g m}^{-2}\text{)} + \text{NberPalha (g m}^{-2}\text{)} / \text{NPalha (g m}^{-2}\text{)}) \times 100$$

4.4.4 Análises estatísticas

Os dados relativos à quantificação das variáveis fitotécnicas e de características químicas do solo foram submetidos à análise de variância com auxílio do teste F, e quando detectada significância dos fatores estudados no nível de 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de comparação entre médias de Scott Knott para verificação de diferenças a partir do nível de 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR.

No que se refere aos dados relativos à fauna edáfica, os valores também foram submetidos à análise de variância com a aplicação do teste F e quando detectada diferença no nível de 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Scott Knott com auxílio do programa SISVAR. Em adendo, nos dados gerados de fauna edáfica, aplicou-se técnica de análise multivariada, por meio da Análise de Componentes Principais (ACP), com o auxílio do programa Canoco (Ter BRAAK; SMILAUER, 2002). Para a interpretação dos resultados da ACP, além dos escores dos dois primeiros componentes (CP₁ e CP₂), também foram verificados os valores de coeficientes de correlação linear entre as variáveis.

4.5 Resultados e Discussão Experimento I

4.5.1 Caracterização química da fertilidade do solo ao final da sucessão de cultivos

Os resultados de fertilidade do solo, ao final do cultivo em sucessão das hortaliças rúcula-alface-bertalha, 124 dias após a distribuição das coberturas mortas, no ano 2015, demonstraram que a deposição da biomassa das coberturas sobre os canteiros não apresentou diferença estatística em comparação ao tratamento SC, nos valores de pH e nos teores de Ca, Mg e P (Tabela 15). Os resultados dos teores de K, em tratamentos onde se utilizou quantidades acima de 75% de capim

elefante, foram superiores estatisticamente aos tratamentos com as demais coberturas e ao tratamento SC (Tabela 15), fato que foi destacado por Primavesi (2002) que relata que o K pode ser lixiviado da própria palhada, aumentando o seu teor no solo. A mesma autora ainda cita que, a adição de 10 Mg há⁻¹ de MS de palhada de capim elefante pode contribuir com 200-300 kg ha⁻¹ de K, sendo parte dessa quantidade disponibilizada até mesmo antes de sua decomposição.

Os resultados de pH, e teor Ca e Mg do solo, após o cultivo com as hortaliças, corroboram com os obtidos por Favarato, Souza e Guarçoni (2017), que também não observaram diferenças dos valores entre os tratamentos desse parâmetro, ao final de um cultivo de cenoura utilizando diferentes coberturas mortas. Os mesmos autores afirmaram ainda, que, o uso de coberturas mortas não influenciou nas características químicas do solo.

Tabela 15. Características químicas do solo (pH, Ca, Mg, K e P) na camada de 0-10 cm de profundidade da área experimental cultivada com hortaliças folhosas em sucessão, aos 124 dias após a distribuição de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento	pH	Ca	Mg	K	P
Cobertura ²	Água	-----cmol _c dm ⁻³ -----		-----mg L ⁻¹ -----	
100% GL	6,97 A ¹	4,24 A	1,93 A	85,10 B	143,05 A
75% GL	6,95 A	4,41 A	1,99 A	76,28 B	143,89 A
50% GL	6,96 A	4,36 A	1,96 A	80,04 B	166,89 A
25% GL	6,97 A	4,39 A	1,95 A	129,32 A	169,35 A
100% CE	7,04 A	4,37 A	1,86 A	143,08 A	173,29 A
SC	6,98 A	5,49 A	2,00 A	68,47 B	150,93 A
CV	0,86	19,85	17,29	35,26	16,89

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

4.5.2 Qualificação e quantificação da comunidade da fauna edáfica

Os resultados de fauna edáfica encontrados, demonstraram que, durante a sucessão rúcula-alface-bertalha, em 2015, que os valores mais representativos da quantidade total de indivíduos foram observados nos tratamentos contendo palhada, quando comparados ao tratamento SC, à exceção do tratamento com 75% GL por ocasião da coleta efetuada durante o cultivo de bertalha, que apresentou valor próximo ao tratamento SC (Tabela 16).

Tabela 16. Total de indivíduos e índices de diversidade da fauna edáfica (Riqueza total, Riqueza média, Índices de Shannon e Pielou) coletada em 2015, por ocasião dos cultivos de rúcula, alface e beralha, com diferentes tipos de coberturas de solo, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento ¹	Indivíduos dm ⁻³	Erro Padrão	Riqueza Total	Riqueza Média	Shannon	Pielou
-----Rúcula-----						
100% GL	276	101	8	5,50	1,48	0,49
75% GL	309	73	11	6,50	1,73	0,50
50% GL	303	52	9	6,50	1,70	0,54
25% GL	280	96	10	7,25	1,55	0,47
100% CE	198	80	10	6,25	1,40	0,42
SC	51	7	9	4,50	1,67	0,53
-----Alface-----						
100% GL	61	15	10	7,25	2,30	0,69
75% GL	50	10	11	7,75	2,33	0,67
50% GL	50	8	12	8,00	2,42	0,67
25% GL	37	12	9	7,50	2,31	0,73
100% CE	50	7	13	8,00	2,44	0,66
SC	23	7	9	5,75	2,55	0,81
-----Bertalha-----						
100% GL	48	4	9	6,75	2,35	0,74
75% GL	45	18	15	6,25	2,76	0,71
50% GL	34	7	9	6,50	2,48	0,78
25% GL	76	32	13	8,00	2,59	0,70
100% CE	58	9	11	7,00	2,56	0,74
SC	31	8	9	6,25	2,58	0,81

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Nos resultados relativos a proporção de grupos da fauna edáfica, foram observados 21 grupos taxonômicos (Tabelas 17, 18 e 19). Verificou-se que, nas coletas efetuadas por ocasião dos cultivos e rúcula, alface e beralha (Tabelas 17, 18 e 19, respectivamente), que, em um primeiro momento, durante o cultivo da rúcula (Tabela 17), e de maneira geral, ocorreu a dominância dos grupos colembola e ácaro, devido principalmente aos resíduos das palhadas das coberturas mortas. Tal fato mencionado, foi também observado por Gatiboni et al. (2009), em Chapecó – SC, em estudo sobre decomposição de resíduos de aveia preta e centeio. Os colembolas, caracterizam-se por apresentarem boa mobilidade, devido principalmente a presença de uma estrutura anatômica

denominada fúrcula, e por se alimentarem predominantemente de fungos (ZEPPELINI FILHO; BELLINI, 2004; GATIBONI et al., 2009).

Tabela 17. Percentual de indivíduos de grupos taxonômicos da fauna edáfica, por ocasião do cultivo de rúcula com diferentes tipos de coberturas de solo, em coleta efetuada em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Grupo taxonômico	100% GL ¹	75% GL	50% GL	25% GL	100% CE	SC
-----Percentual de indivíduos de grupos da fauna edáfica - cultivo de rúcula-----						
Acari	69,6	41,5	35,7	32,3	31,9	57,9
Araneae	-	-	-	-	0,1	-
Chilopoda	-	0,1	0,2	0,1	0,6	0,4
Coleoptera	6,7	4,3	3,6	4,4	3,2	14,8
Diplopoda	-	-	0,1	0,3	0,4	0,4
Diplura	0,3	0,2	-	0,2	-	-
Diptera	0,2	0,1	0,4	0,1	-	1,1
Collembola	13,0	43,1	50,8	57,0	60,9	22,5
Formicidae	-	0,1	-	0,6	0,3	0,4
Isopoda	0,6	0,4	1,1	0,9	1,4	1,8
Larva Coleoptera	8,1	8,5	5,2	4,1	0,9	0,7
Larva Diptera	1,5	1,6	3,0	-	0,4	-
Pseudoscorpionida	-	0,1	-	-	-	-

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Verificou-se, em um segundo momento, por ocasião de coleta efetuada durante cultivo de alface (Tabela 18), que os valores dos resultados indicaram um aumento do percentual de organismos decompositores saprófagos, que se caracterizam fazerem parte de grupos que consomem a matéria orgânica vegetal em decomposição, proveniente da palhada das coberturas mortas, como os diplopodas (gongolos) e isopodas (tatuzinho) (VIERA, 2008) e o grupo oligochaeta, conhecido popularmente como minhocas.

Ademais, com a presença da palhada, além desses organismos terem obtido considerável oferta de alimento, encontraram abrigo para se protegerem, e ainda se beneficiaram com a criação de um microclima favorável, proporcionado pelo aumento da umidade e pela redução da temperatura. Corroboram com isso a afirmação de Canto (1996), que salienta que o microclima criado propiciará melhores condições para a sobrevivência dos organismos edáficos, haja visto que os organismos da mesofauna edáfica são extremamente dependentes de umidade e se deslocam nos poros do solo e na interface entre cobertura e solo (ROSSI et al., 2009).

Tabela 18. Percentual de indivíduos de grupos taxonômicos da fauna edáfica, por ocasião do cultivo de alface com diferentes tipos de coberturas de solo, em coleta efetuada em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Grupo taxonômico	100% GL ¹	75% GL	50% GL	25% GL	100% CE	SC
-----Percentual de indivíduos grupos da fauna edáfica - cultivo de alface-----						
Acari	46,1	52,6	52,7	50,0	43,7	50,8
Auchenorrhyncha	-	0,4	-	-	-	-
Blattodea	-	-	0,8	-	-	-
Chilopoda	2,8	1,9	4,5	4,1	0,4	2,5
Coleoptera	4,0	4,1	3,0	2,0	3,7	1,6
Diplopoda	10,8	11,6	12,9	9,2	5,2	6,6
Diplura	0,3	0,7	-	1,0	1,1	4,1
Diptera	-	-	0,8	-	0,4	-
Collembola	10,8	13,8	6,4	16,8	19,8	10,7
Formicidae	0,3	4,5	2,7	3,1	13,4	6,6
Heteroptera	-	-	-	-	0,4	-
Hymenoptera	-	3,4	8,7	-	-	-
Isopoda	19,5	3,0	2,3	6,6	8,6	14,8
Larva Coleoptera	-	-	-	-	0,4	-
Larva Diptera	0,6	-	1,1	-	0,4	-
Oligochaeta	4,6	4,1	4,2	7,1	2,6	2,5

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Tabela 19. Percentual de indivíduos de grupos taxonômicos da fauna edáfica, por ocasião do cultivo de bortalha com diferentes tipos de coberturas de solo, em coleta efetuada em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Grupo taxonômico	100% GL ¹	75% GL	50% GL	25% GL	100% CE	SC
-----Percentual de indivíduos de grupos da fauna edáfica - cultivo de bortalha-----						
Acari	37,2	35,7	41,2	36,6	27,9	41,1
Araneae	-	-	-	0,2	0,6	-
Auchenorrhyncha	-	0,4	-	-	-	-
Chilopoda	7,4	7,9	13,2	4,0	4,5	9,6
Coleoptera	0,4	0,4	-	0,5	1,0	-
Diplopoda	22,5	11,4	15,4	8,7	23,7	10,8
Diplura	-	3,2	1,1	0,7	1,9	3,6
Collembola	2,3	1,4	2,7	2,0	-	3,6
Formicidae	0,8	2,5	5,5	25,2	2,6	15,0
Gastropoda	-	0,4	-	-	-	-
Isopoda	19,0	27,1	12,1	13,6	21,1	11,4
Larva Coleoptera	-	0,7	-	-	0,3	-
Larva Diptera	1,2	0,4	-	4,0	-	-
Oligochaeta	9,3	7,5	8,2	2,5	14,9	5,4
Sternorrhyncha	-	0,4	-	1,0	-	-
Symphyla	-	0,7	-	1,0	1,3	0,6

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

A Figura 5 refere-se ao percentual de ácaros, colembolas e isópodas, grupos, notadamente, com maior densidade no número de indivíduos, durante o cultivo das hortaliças em sucessão, com uso de diferentes tipos de cobertura morta. O percentual de ácaros se manteve constantemente alta, no transcorrer das três avaliações realizadas. Observa-se, no grupo colembola, em um primeiro momento durante o cultivo de rúcula, altos valores em relação aos demais grupos, o que, entretanto, vai sofrendo redução no transcorrer das coletas subsequentes (alface e bortalha). No percentual de isópodas, observou-se que os mesmos, inicialmente apresentam-se com baixos valores, que vão elevando-se substancialmente no transcorrer das demais coletas efetuadas.

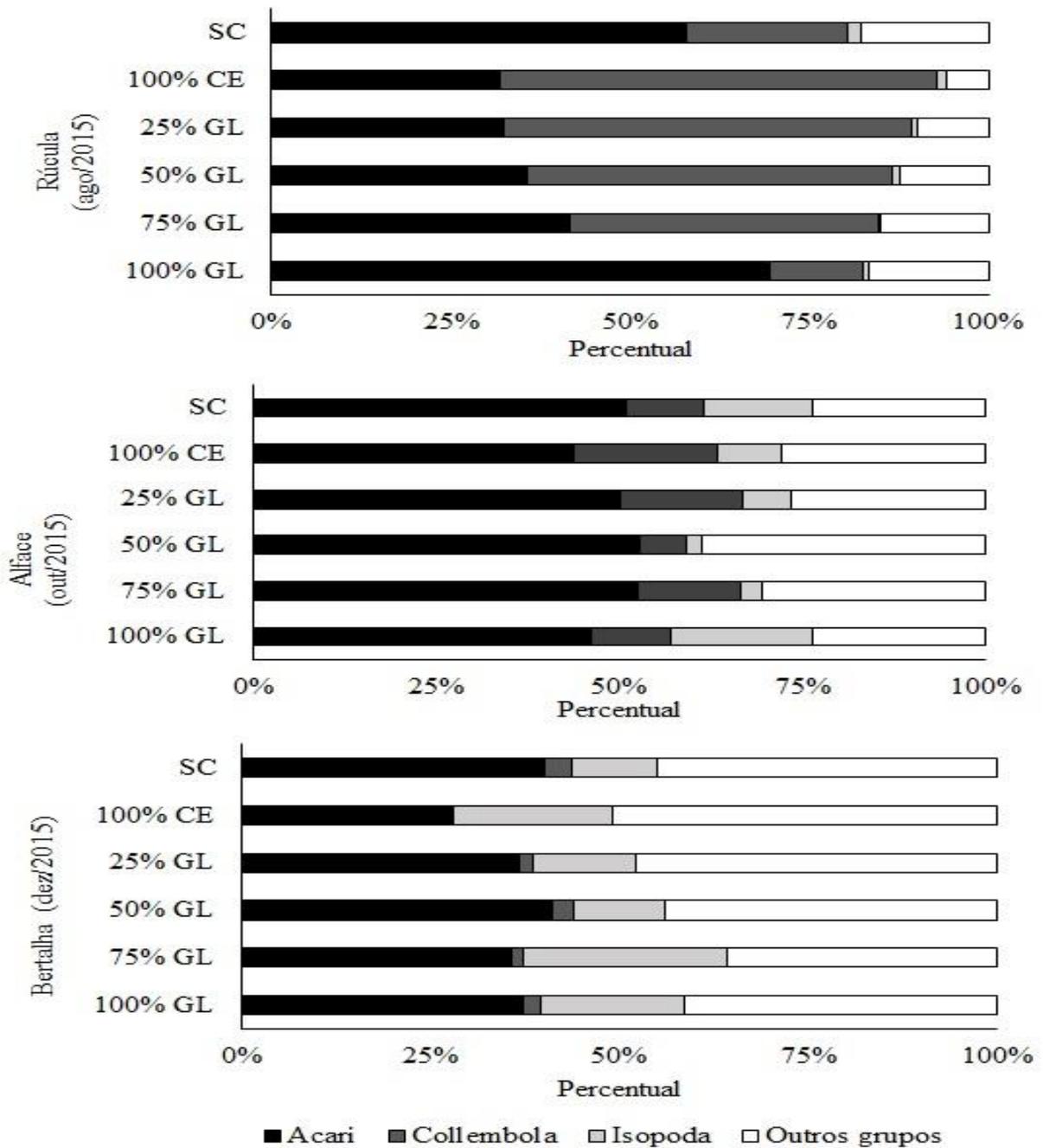


Figura 5. Percentual de ácaros, colembolas, isópodos e outros grupos da fauna edáfica coletados em 2015, por ocasião dos cultivos de rúcula, alface e bertalha, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Os resultados da Análise dos Componentes Principais (ACP) da fauna do solo, em relação a abundância total de indivíduos da fauna edáfica, presentes nas diferentes coberturas e épocas de amostragem, encontram-se representados na Figura 6. Observou-se que a riqueza média e a quantidade total e indivíduos das coletas de agosto (cultivo de rúcula) e outubro (cultivo de alface) se agruparam próximo as coberturas contendo palhadas contendo Gliricídia 50%, Gliricídia 75% e Gliricídia 100%. Os resultados demonstraram também que, a riqueza média e a quantidade total e indivíduos das coletas de dezembro (cultivo de berta) se agruparam próximo aos tratamentos com as coberturas contendo Gliricídia 100%, Gliricídia 25% e Capim Elefante 100%. Nenhuma das variáveis analisadas durante as 3 coletas se agruparam próximo ao tratamento Sem Cobertura.

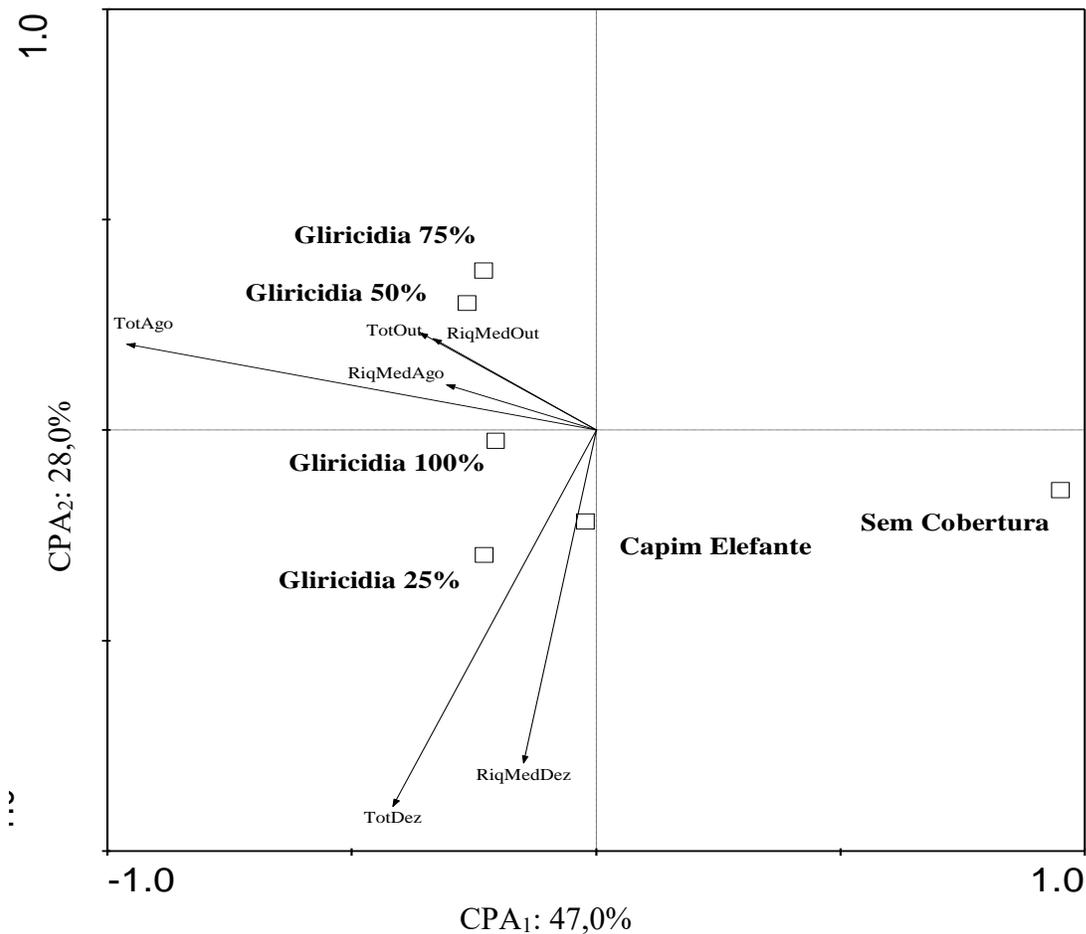


Figura 6. Diagrama de análise dos componentes principais, utilizando o total de indivíduos e a riqueza média da fauna edáfica, o tipo de cobertura do solo (Gliricídia 100%, 75%, 50% e 25%; Capim Elefante e Sem Cobertura) e época de coleta (Agosto, Outubro e Dezembro de 2015), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47. ¹ Coberturas: Gliricídia 100% (100% gliricídia); Gliricídia 75% (75% gliricídia + 25% capim elefante); Gliricídia 50% (50% gliricídia + 50% capim elefante); Gliricídia 25% (25% gliricídia + 75% capim elefante); Capim Elefante (100% capim elefante); Sem Cobertura (ausência de cobertura morta).

Nos resultados da ACP da fauna do solo, em relação a abundância de grupos da fauna edáfica presentes nas diferentes coberturas de solo e épocas de amostragem, verificou-se, que, pelo componente principal 1 (CP1), o fator mês teve maior relação com a ocorrência da fauna do solo do que os tratamentos. Em agosto (cultivo de rúcula), a densidade (indivíduos/m²) dos grupos colembola e ácaro foi maior, de forma geral para cada um destes grupos. Em dezembro (cultivo de bertalha) a maior densidade média geral foi encontrada para os demais grupos avaliados. Pelo componente principal 2 (CP2) observou-se que, no tratamento sem cobertura menor presença de todos os grupos de fauna edáfica avaliados. Em cada um dos demais tratamentos, a densidade para cada grupo de fauna ficou em torno de uma média geral do grupo (Figura 7).

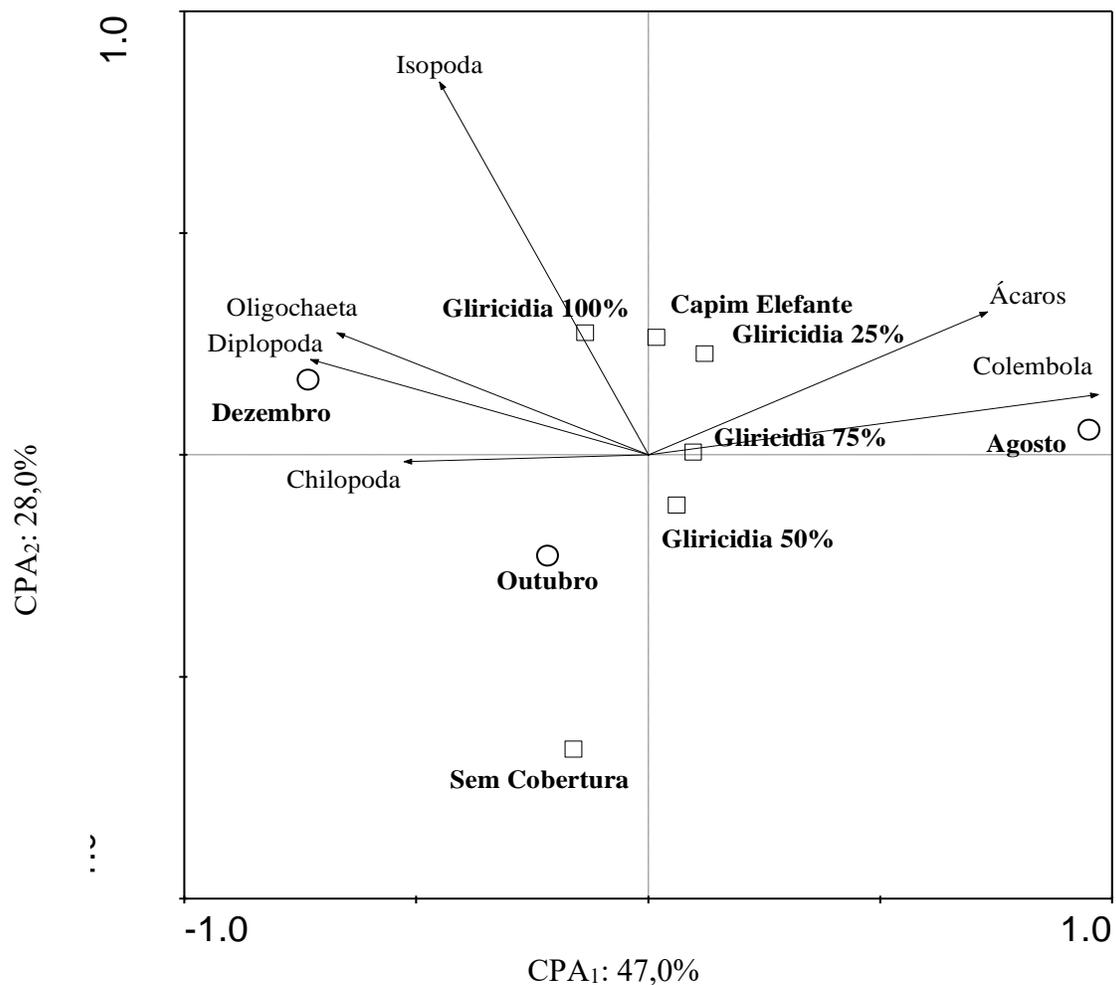


Figura 7. Diagrama de análise dos componentes principais, utilizando abundância de grupos da fauna edáfica, o tipo de cobertura do solo (Gliricídia 100%, 75%, 50% e 25%; Capim Elefante e Sem Cobertura) e época de coleta (Agosto, Outubro e Dezembro de 2015), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47. ¹ Coberturas: Gliricídia 100% (100% gliricídia); Gliricídia 75% (75% gliricídia + 25% capim elefante); Gliricídia 50% (50% gliricídia + 50% capim elefante); Gliricídia 25% (25% gliricídia + 75% capim elefante); Capim Elefante (100% capim elefante); Sem Cobertura (ausência de cobertura morta).

4.5.3 Fitossociologia da população de plantas de ocorrência espontânea

Nos resultados com a divisão das plantas espontâneas em família, classe, nome botânico e vulgar, nas parcelas com os diferentes tipos de cobertura do solo, observa-se que foram coletadas e identificadas 19 espécies de plantas de ocorrência espontânea, pertencentes a 11 famílias, durante os ensaios nos dois anos de cultivo, 2015 e 2016 (Tabela 20). Foi observada a ocorrência de 15 espécies de plantas de ocorrência espontânea no decorrer do cultivo em sucessão (rúcula-alfacbertalha) do ano de 2015 (Tabela 21).

Tabela 20. Distribuição de plantas espontâneas por família, nome botânico, nome comum e classe, em experimento com uso de coberturas mortas no cultivo de hortaliças em sucessão, nos anos 2015 e 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Família	Nome botânico	Nome comum	Classe
Cyperaceae	<i>Cyperus sp</i>	Tiririca	Monocotiledônea
Poaceae	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Capim pé-de-galinha	Monocotiledônea
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Capim colchão	Monocotiledônea
Poaceae	<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf	Capim angola	Monocotiledônea
Poaceae	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim marmelada	Monocotiledônea
Poaceae	<i>Panicum maximum</i> Jacq CV	Capim colônia	Monocotiledônea
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Pincel	Eudicotiledônea
Asteraceae	<i>Galinsoga ciliata</i>	Botão de ouro	Eudicotiledônea
Asteraceae	<i>Bidens alba</i> (L.) DC	Picão preto	Eudicotiledônea
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Trapoeraba	Eudicotiledônea
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Trapoeraba azul	Eudicotiledônea
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Amendoim bravo	Eudicotiledônea
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i>	Erva de santa luzia	Eudicotiledônea
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	Quebra pedra	Eudicotiledônea
Amaranthaceae	<i>Amaranthus viridis</i> L.	Caruru	Eudicotiledônea
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Trevo	Eudicotiledônea
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega	Eudicotiledônea
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma	Eudicotiledônea
Rubiaceae	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	Poaia	Eudicotiledônea
11	19	19	2

Tabela 21. Ocorrência de espécies de plantas da vegetação de ocorrência espontânea, em experimento com uso de coberturas mortas no cultivo de hortaliças em sucessão, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Espécie espontânea	2015
<i>Cyperus sp</i>	X
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	X
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	X
<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf	X
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	X
<i>Galinsoga ciliata</i>	X
<i>Bidens alba</i> (L.) DC	X
<i>Commelina benghalensis</i> L.	X
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	X
<i>Euphorbia hirta</i>	X
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	X
<i>Amaranthus viridis</i> L.	X
<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	X
<i>Portulaca oleracea</i> L.	X
<i>Sida rhombifolia</i>	X
Total	15

Nos resultados, por ocasião do cultivo de rúcula no ano de 2015, referentes a número de espécies, número de indivíduos, acúmulo de biomassa fresca e seca de plantas espontâneas, observou-se, que, os maiores valores observados nestas variáveis ocorreram no tratamento SC (Tabela 22).

Na avaliação, por ocasião cultivo de alface, observou-se que os tratamentos com 75% GL e 50% GL apresentaram o maior número de indivíduos de plantas espontâneas (Tabela 22). Já nos resultados dos tratamentos com 25% GL e 100% CE, materiais com maiores proporções de capim elefante, notou-se os menores valores de MF e MS de plantas espontâneas, isto pode ter acontecido em virtude desses materiais apresentarem relação C/N mais elevada, com maior persistência sobre o solo e menor decomposição da biomassa, quando comparado com os demais tratamentos, resultando em maior dificuldade de estabelecimento das plantas espontâneas quando e utilizou esse tipo de material. Sedyama et al. (2010), utilizando cobertura morta composta por palha de café e bagaço de cana de açúcar no cultivo da beterraba, observaram a redução de biomassa fresca de plantas espontâneas. Tais materiais utilizados caracterizam-se por apresentarem alta relação C/N, ou seja, são mais difíceis de serem decompostos, persistindo sobre o solo por um período mais prolongado e sendo eficientes no controle de espontâneas.

Nos resultados da avaliação das plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de bortalha, observou-se que, os tratamentos com cobertura não diferiram do tratamento SC, quanto ao número de indivíduos e acúmulo de MF e MS de plantas espontâneas (Tabela 22). Tal fato, provavelmente tem relação com o período mais prolongado em que a palhada ficou no campo, que somado as condições ambientais apresentadas, como alta temperatura e alta umidade (irrigação por aspersão), e da ação de organismos da biota do solo, fizeram com que o material das palhadas se degradasse mais rapidamente, reduzindo a cobertura sobre o solo. Ademais a coleta das plantas espontâneas, foi feita por ocasião do cultivo de bortalha, hortaliça que apresenta dossel menos eficiente contra o

desenvolvimento das plantas espontâneas, quando comparada com hortaliça anteriormente cultivada, alface, que apresenta dossel que fecha bem a área do solo abaixo dela. Os fatos supracitados podem ter influenciado no desenvolvimento das plantas espontâneas, não havendo diferença entre os tratamentos, quanto a quantidade de indivíduos e a quantidade acumulada de MF e MS de plantas espontâneas, por essa ocasião.

O controle da população de plantas espontâneas relacionou-se ao método de irrigação utilizado, o sistema por aspersão, onde notou-se elevada incidência de indivíduos. Ademais, tal situação, torna as condições mais propícias a atividade dos organismos decompositores da matéria orgânica, fazendo com que a palhada se degradasse mais rapidamente, o que possibilitou a emergência e crescimento de plantas espontâneas, até mesmo nas parcelas cobertas. Corroborando com isso, os resultados observados por Souza et al. (2010), que avaliando a influência de diferentes resíduos vegetais no comportamento das plantas espontâneas, observaram que o aumento das lâminas irrigadas nas coberturas mortas promoveram maior decomposição da palhada, além disso a palhada reduziu a perda de umidade da camada mais superficial para as mais profundas do solo, diminuindo alterações bruscas das condições físicas do canteiro e as perdas de água por evaporação, além de proporcionar melhores condições para a germinação e desenvolvimento da vegetação espontânea.

Nos resultados com os somatórios das coletas do número de indivíduos e produção de MF e MS da vegetação de plantas espontâneas (3 coletas), observou-se que, os tratamentos com cobertura reduziram o número de indivíduos de plantas espontâneas, quando comparados com as parcelas sem cobertura, porém também se observou diferença na MF e na MS (Tabela 23). Verificou-se que a presença de cobertura morta sobre os canteiros de hortaliças foi de fundamental importância para o controle de plantas espontâneas, notadamente nos tratamentos com maiores proporções de capim elefante (Tabela 23).

Nos resultados de número de indivíduos de plantas de ocorrência espontânea, observou-se que, tratamentos com presença de coberturas mortas proporcionou redução dessa variável, com valores de até 371 indivíduos por m² nos canteiros cobertos, já o tratamento SC apresentou 495 indivíduos por m² (Tabela 23). De acordo com Sediyaama, Santos e Lima (2014), o uso de cobertura morta, para o manejo de plantas espontâneas no cultivo de hortaliças, é uma estratégia alternativa, consistindo em um impedimento mecânico para a emergência das espontâneas, além de proporcionar outros benefícios como proteção do solo contra os efeitos da erosão e aporte de matéria orgânica. Observou-se que a presença de cobertura morta sobre os canteiros de hortaliças apresentou grande importância para o controle de plantas espontâneas, notadamente nos tratamentos com maiores proporções de capim elefante (25% GL e 100% CE) (Tabelas 22 e 23 respectivamente).

A adição de cobertura morta no solo pode proporcionar uma barreira física ao desenvolvimento das plântulas, causando o seu estiolamento, e tornando-as suscetíveis aos danos mecânicos (CORREIA; DURIGAN, 2004), isto se deve em muito ao fato do capim elefante apresentar relação C/N de 116 (QUESADA et al., 2004), conferindo maior persistência da palhada sobre o solo, com menor liberação da sua matéria seca quando comparado com os demais tratamentos, dificultando o estabelecimento das plantas espontâneas. Souza et al. (2010), relataram que, até os 64 dias após a aplicação, tanto o capim elefante, quanto a gliricídia foram eficientes no controle das plantas espontâneas, e quanto maior for a taxa de decomposição, menor será o período de proteção do solo pela cobertura morta. Resende et al. (2005), relataram que o uso de cobertura de solo com capim seco (*Cynodon* spp.) tem papel supressor de *P. oleracea*, *E. indica*. Favarato,

Souza e Guarçoni (2017), avaliando os efeitos múltiplos de diversos materiais utilizados como coberturas mortas, dentre os quais capim elefante, no cultivo de cenoura, observaram redução da quantidade de plantas espontâneas, tanto em quantidade de indivíduos como em biomassa. Entretanto, Ferreira et al. (2013), trabalhando com uso de coberturas mortas de capim tifton ou napier, em áreas de cultivo de alface, afirmaram que as aplicações das referidas coberturas não foram capazes de suprimir plantas espontâneas.

Tabela 22. Número de espécies, número de indivíduos, quantidade acumulada de biomassa fresca e biomassa seca de plantas espontâneas, coletadas em 2015, por ocasião dos cultivos de rúcula, alface e bertalha, com diferentes tipos de coberturas de solo, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento ²	Nº Espécies	Nº Indivíduos	Biomassa	
			Fresca	seca
	-----0,25 m ² -----		-----g m ⁻² -----	
-----Rúcula-----				
100% GL	6	159 B ¹	321 B	48 B
75% GL	7	142 B	285 B	45 B
50% GL	6	127 B	212 B	30 B
25% GL	7	150 B	224 B	31 B
100% CE	4	113 B	160 B	23 B
SC	10	288 A	488 A	93 A
-----Alface-----				
100% GL	10	81 B	437 A	51 A
75% GL	9	115 A	461 A	57 A
50% GL	10	111 A	541 A	64 A
25% GL	10	71 B	253 B	29 B
100% CE	8	82 B	229 B	30 B
SC	10	92 B	404 A	61 A
-----Bertalha-----				
100% GL	13	118 A	1114 A	151 A
75% GL	9	111 A	1162 A	159 A
50% GL	9	133 A	1351 A	193 A
25% GL	11	121 A	1180 A	170 A
100% CE	9	133 A	1469 A	214 A
SC	8	115 A	1301 A	187 A

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25%

glicírdia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Tabela 23. Somatórios de número de indivíduos, acúmulo de biomassa fresca e seca de plantas da vegetação espontânea, em canteiros cobertos com diferentes tipos de coberturas mortas, no ano de 2015 (3 coletas), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento Cobertura ²	Indivíduos --0,25 m ² --	MF -----g m ² -----	MS
100% GL	358 B ¹	1872 A	249 A
75% GL	368 B	1908 A	260 A
50% GL	371 B	2013 A	287 A
25% GL	342 B	1656 A	231 A
100% CE	328 B	1858 A	266 A
SC	495 A	2193 A	341 A
CV (%)	14,4	20,43	20,43

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% glicírdia); 75% GL (75% glicírdia + 25% capim elefante); 50% GL (50% glicírdia + 50% capim elefante); 25% GL (25% glicírdia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Os resultados dos índices fitossociológicos de plantas de ocorrência espontânea no cultivo de hortaliças em sucessão, formado por rúcula-alface-bertalha, com utilização de coberturas mortas, demonstraram que, *Cyperus sp* (família Cyperaceae), popularmente conhecida como tiririca, apresentou os índices mais elevados em todos os tratamentos, sendo a mais frequente, com maior densidade e abundância, e conseqüentemente com o IVI mais representativo, dentre todas as plantas espontâneas observadas (Tabelas 24, 25 e 26). De acordo com Moreira e Bragança (2011), *Cyperus sp* é uma espécie herbácea, perene, invasiva e de difícil controle, se desenvolvendo em todo o Brasil, em áreas ocupadas com olericultura (alface, beterraba, cebola, cenoura, tomate, entre outras) e fruticultura. Essa espécie apresenta mecanismos alternativos de reprodução, pois além da realizada por sementes, se propaga também através de tubérculos, bulbos basais, e também por meio do engrossamento dos rizomas, os quais contêm gemas (MOREIRA; BRAGANÇA, 2011; BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

Os resultados encontrados demonstraram também que, *Oxalis latifolia* (trevo) apresentou índices consideráveis em todos os tratamentos das três coletas efetuadas (Tabelas 24, 25 e 26), com altos valores de frequência, densidade, abundância e IVI, podendo ser considerada após *Cyperus sp*, como a segunda espécie espontânea mais importante em todos os tratamentos e coletas, à exceção dos tratamentos com 75% GL e 25% GL, por ocasião da coleta da bertalha. Favarato, Souza e Guarçoni (2017), avaliando o uso de coberturas mortas no cultivo de cenoura, observaram que *Cyperus sp* e *Oxalis latifolia* se destacaram dentro do grupo de plantas de ocorrência espontânea mais predominantes durante o período cultural. Outras espécies espontâneas que se destacaram, dentro da avaliação fitossociológica desse trabalho, foram *Emilia sonchifolia*, *Commelina benghalensis* e *Amaranthus viridis*.

Tabela 24. Frequência (F), densidade (D) (plantas m⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de rúcula, em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. (Continua)

Espécie espontânea	F	D	A	FR	DR	AR	IVI
-----100% GL ¹ -----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	452,0	113,0	28,6	71,0	69,9	169,5
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	176,0	44,0	28,6	27,7	27,2	83,4
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,3	1,0	1,0	7,1	0,2	0,6	7,9
<i>Commelina benghalensis</i>	0,3	1,0	1,0	7,1	0,2	0,6	7,9
<i>Amaranthus viridis</i>	0,8	5,3	1,8	21,4	0,8	1,1	23,4
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	1,0	1,0	7,1	0,2	0,6	7,9
Total	3,5	636,3	161,8	100,0	100,0	100,0	300,0
-----75% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	408,0	102,0	26,7	71,7	68,7	167,1
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	144,0	36,0	26,7	25,3	24,3	76,2
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,8	10,0	3,3	20,0	1,8	2,2	24,0
<i>Commelina benghalensis</i>	0,3	3,0	3,0	6,7	0,5	2,0	9,2
<i>Amaranthus viridis</i>	0,3	1,1	1,1	6,7	0,2	0,7	7,6
<i>Eleusine indica</i>	0,3	1,0	1,0	6,7	0,2	0,7	7,5
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,3	2,0	2,0	6,7	0,4	1,3	8,4
Total	3,8	569,1	148,4	100,0	100,0	100,0	300,0
-----50% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	332,0	83,0	36,4	65,2	63,4	164,9
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	172,0	43,0	36,4	33,8	32,8	103,0
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,3	1,0	1,0	9,1	0,2	0,8	10,1
<i>Commelina benghalensis</i>	0,3	2,0	2,0	9,1	0,4	1,5	11,0
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	2,0	2,0	9,1	0,4	1,5	11,0
Total	2,8	509,2	131,0	100,0	100,0	100,0	300,0
-----25% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	463,0	115,8	26,7	77,1	73,6	177,4
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	124,0	31,0	26,7	20,6	19,7	67,0
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,5	5,0	2,5	13,3	0,8	1,6	15,8
<i>Commelina benghalensis</i>	0,3	1,0	1,0	6,7	0,2	0,6	7,5
<i>Amaranthus viridis</i>	0,3	0,5	0,0	6,7	0,1	0,0	6,7

Continuação Tabela 24. Frequência (F), densidade (D) (plantas m⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de rúcula, em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Espécie espontânea	F	D	A	FR	DR	AR	IVI
-----25% GL-----							
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	1,0	1,0	6,7	0,2	0,6	7,5
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,3	2,0	2,0	6,7	0,3	1,3	8,3
<i>Brachiaria mutica</i>	0,3	4,0	4,0	6,7	0,7	2,5	9,9
Total	3,8	600,5	157,3	100,0	100,0	100,0	300,0
-----100% CE-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	334,0	83,5	33,3	73,9	71,7	178,9
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	106,0	26,5	33,3	23,5	22,7	79,5
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,5	11,0	5,5	16,7	2,4	4,7	23,8
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	1,0	1,0	8,3	0,2	0,9	9,4
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,3	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	8,3
Total	3,0	452,0	116,5	100,0	100,0	100,0	300,0
-----SC-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	616,0	154,0	12,5	53,6	52,4	118,4
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	319,0	79,8	12,5	27,7	27,1	67,4
<i>Emilia sonchifolia</i>	1,0	90,0	22,5	12,5	7,8	7,7	28,0
<i>Commelina benghalensis</i>	1,0	22,0	5,5	12,5	1,9	1,9	16,3
<i>Amaranthus viridis</i>	1,0	8,1	2,0	12,5	0,7	0,7	13,9
<i>Galinsoga ciliata</i>	1,0	51,0	12,8	12,5	4,4	4,3	21,3
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,8	30,0	10,0	9,4	2,6	3,4	15,4
<i>Eleusine indica</i>	0,5	11,0	5,5	6,3	1,0	1,9	9,1
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,5	2,0	1,0	6,3	0,2	0,3	6,8
<i>Brachiaria mutica</i>	0,3	1,0	1,0	3,1	0,1	0,3	3,6
Total	8,0	1150,1	294,0	100,0	100,0	100,0	300,0

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Tabela 25. Frequência (F), densidade (D) (plantas m⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de alface, em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. (Continua)

Espécie espontânea	F	D	A	FR	DR	AR	IVI
-----100% GL ¹ -----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	190,6	47,7	15,4	58,7	53,2	127,2
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	71,9	18,0	15,4	22,1	20,1	57,6
<i>Emilia sonchifolia</i>	1,0	23,4	5,9	15,4	7,2	6,5	29,1
<i>Commelina benghalensis</i>	1,0	10,9	2,7	15,4	3,4	3,1	21,8
<i>Amaranthus viridis</i>	0,8	6,3	2,1	11,5	1,9	2,3	15,8
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	1,6	1,6	3,8	0,5	1,7	6,1
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,3	1,6	1,6	3,8	0,5	1,7	6,1
<i>Eleusine indica</i>	0,5	7,8	3,9	7,7	2,4	4,4	14,5
<i>Phyllanthus tenellus</i>	0,3	1,6	1,6	3,8	0,5	1,7	6,1
<i>Bidens alba</i>	0,5	9,4	4,7	7,7	2,9	5,2	15,8
Total	6,5	325,0	89,58	100,0	100,0	100,0	300,0
-----75% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	309,4	77,3	17,4	67,3	67,0	151,8
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	106,3	26,6	17,4	23,1	23,0	63,5
<i>Emilia sonchifolia</i>	1,0	18,8	4,7	17,4	4,1	4,1	25,5
<i>Commelina benghalensis</i>	0,3	3,1	3,1	4,3	0,7	2,7	7,7
<i>Amaranthus viridis</i>	0,8	6,3	2,1	13,0	1,4	1,8	16,2
<i>Eleusine indica</i>	0,5	3,1	1,6	8,7	0,7	1,4	10,7
<i>Phyllanthus tenellus</i>	0,5	3,1	0,0	8,7	0,7	0,0	9,4
<i>Euphorbia hirta</i>	0,3	1,6	0,0	4,3	0,3	0,0	4,7
<i>Bidens alba</i>	0,5	7,8	0,0	8,7	1,7	0,0	10,4
Total	5,8	459,4	115,4	100,0	100,0	100,0	300,0
-----50% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	339,1	84,8	19,0	76,4	68,9	164,3
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	53,1	13,3	19,0	12,0	10,8	41,8
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,5	14,1	7,0	9,5	3,2	5,7	18,4
<i>Commelina benghalensis</i>	0,8	23,4	7,8	14,3	5,3	6,3	25,9
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	1,6	1,6	4,8	0,4	1,3	6,4
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,3	1,6	1,6	4,8	0,4	1,3	6,4

Continuação Tabela 25. Frequência (F), densidade (D) (plantas m⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de alface, em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. (Continua)

Espécie espontânea	F	D	A	FR	DR	AR	IVI
-----50% GL-----							
<i>Phyllanthus tenellus</i>	0,3	1,6	1,6	4,8	0,4	1,3	6,4
<i>Euphorbia hirta</i>	0,3	1,6	1,6	4,8	0,4	1,3	6,4
<i>Bidens alba</i>	0,5	3,1	1,6	9,5	0,7	1,3	11,5
Total	5,3	443,8	123,0	100,0	100,0	100,0	300,0
-----25% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	218,8	54,7	20,0	76,5	67,0	163,5
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	42,2	10,5	20,0	14,8	12,9	47,7
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,5	4,7	2,3	10,0	1,6	2,9	14,5
<i>Commelina benghalensis</i>	0,5	3,1	1,6	10,0	1,1	1,9	13,0
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	1,6	1,6	5,0	0,5	1,9	7,5
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,3	1,6	1,6	5,0	0,5	1,9	7,5
<i>Eleusine indica</i>	0,5	4,7	2,3	10,0	1,6	2,9	14,5
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,3	1,6	1,6	5,0	0,5	1,9	7,5
<i>Euphorbia hirta</i>	0,5	4,7	2,3	10,0	1,6	2,9	14,5
<i>Bidens alba</i>	0,3	3,1	3,1	5,0	1,1	3,8	9,9
Total	5,0	285,9	81,6	100,0	100,0	100,0	300,0
-----100% CE-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	243,8	60,9	21,1	73,9	68,5	163,5
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	64,1	16,0	21,1	19,4	18,0	58,5
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,8	7,8	2,6	15,8	2,4	2,9	21,1
<i>Commelina benghalensis</i>	0,3	1,6	1,6	5,3	0,5	1,8	7,5
<i>Amaranthus viridis</i>	0,5	3,1	1,6	10,5	0,9	1,8	13,2
<i>Eleusine indica</i>	0,3	1,6	1,6	5,3	0,5	1,8	7,5
<i>Phyllanthus tenellus</i>	0,3	3,1	3,1	5,3	0,9	3,5	9,7
<i>Bidens alba</i>	0,8	4,7	1,6	15,8	1,4	1,8	19,0
Total	4,8	329,7	88,9	100,0	100,0	100,0	300,0
-----SC-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	210,9	52,7	15,4	57,4	51,1	124,0
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	76,6	19,1	15,4	20,9	18,6	54,8
<i>Emilia sonchifolia</i>	1,0	23,4	5,9	15,4	6,4	5,7	27,4

Continuação Tabela 25. Frequência (F), densidade (D) (plantas m⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de alface, em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Espécie espontânea	F	D	A	FR	DR	AR	IVI
-----SC-----							
<i>Commelina benghalensis</i>	1,0	20,3	5,1	15,4	5,5	4,9	25,8
<i>Amaranthus viridis</i>	0,3	3,1	3,1	3,8	0,9	3,0	7,7
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,5	3,1	1,6	7,7	0,9	1,5	10,1
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,3	3,1	3,1	3,8	0,9	3,0	7,7
<i>Eleusine indica</i>	0,8	18,8	6,3	11,5	5,1	6,1	22,7
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,5	3,1	1,6	7,7	0,9	1,5	10,1
<i>Bidens alba</i>	0,3	4,7	4,7	3,8	1,3	4,5	9,7
Total	6,5	367,2	103,1	100,0	100,0	100,0	300,0

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Tabela 26. Frequência (F), densidade (D) (plantas m⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de beralha, em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. (Continua)

Espécie espontânea	F	D	A	FR	DR	AR	IVI
-----100% GL ¹ -----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	309,4	77,3	13,8	65,6	61,2	140,6
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	65,6	16,4	13,8	13,9	13,0	40,7
<i>Emilia sonchifolia</i>	1,0	20,3	5,1	13,8	4,3	4,0	22,1
<i>Commelina benghalensis</i>	1,0	35,9	9,0	13,8	7,6	7,1	28,5
<i>Amaranthus viridis</i>	0,8	15,6	5,2	10,3	3,3	4,1	17,8
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,5	6,3	3,1	6,9	1,3	2,5	10,7
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,3	1,6	1,6	3,4	0,3	1,2	5,0
<i>Eleusine indica</i>	0,3	3,1	3,1	3,4	0,7	2,5	6,6
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,3	1,6	0,0	3,4	0,3	0,0	3,8
<i>Phyllanthus tenellus</i>	0,5	7,8	3,9	6,9	1,7	3,1	11,6
<i>Bidens alba</i>	0,3	1,6	1,6	3,4	0,3	1,2	5,0
<i>Portulaca oleracea</i>	0,3	1,6	0,0	3,4	0,3	0,0	3,8

Continuação Tabela 26. Frequência (F), densidade (D) (plantas m⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de bertalha, em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense (Continua)

Espécie espontânea	F	D	A	FR	DR	AR	IVI
-----100% GL-----							
<i>Sida rhombifolia</i>	0,3	1,6	0,0	3,4	0,3	0,0	3,8
Total	7,3	471,9	126,3	100,0	100,0	100,0	300,0
-----75% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	326,6	81,6	18,2	73,3	66,0	157,5
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	28,1	7,0	18,2	6,3	5,7	30,2
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,8	35,9	12,0	13,6	8,1	9,7	31,4
<i>Commelina benghalensis</i>	1,0	32,8	8,2	18,2	7,4	6,6	32,2
<i>Amaranthus viridis</i>	0,5	7,8	3,9	9,1	1,8	3,2	14,0
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,5	6,3	3,1	9,1	1,4	2,5	13,0
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,3	1,6	1,6	4,5	0,4	1,3	6,2
<i>Eleusine indica</i>	0,3	3,1	3,1	4,5	0,7	2,5	7,8
<i>Phyllanthus tenellus</i>	0,3	3,1	3,1	4,5	0,7	2,5	7,8
Total	5,5	445,3	123,7	100,0	100,0	100,0	300,0
-----50% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	437,5	109,4	15,4	82,1	79,8	177,3
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	31,3	7,8	15,4	5,9	5,7	26,9
<i>Emilia sonchifolia</i>	1,0	29,7	7,4	15,4	5,6	5,4	26,4
<i>Commelina benghalensis</i>	0,8	6,3	2,1	11,5	1,2	1,5	14,2
<i>Amaranthus viridis</i>	1,0	12,5	3,1	15,4	2,3	2,3	20,0
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,8	7,8	2,6	11,5	1,5	1,9	14,9
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,3	1,6	0,0	3,8	0,3	0,0	4,1
<i>Phyllanthus tenellus</i>	0,5	3,1	1,6	7,7	0,6	1,1	9,4
<i>Bidens alba</i>	0,3	3,1	3,1	3,8	0,6	2,3	6,7
Total	6,5	532,8	137,1	100,0	100,0	100,0	300,0
-----25% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	403,1	100,8	17,4	83,2	75,3	175,9
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	21,9	5,5	17,4	4,5	4,1	26,0
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,8	17,2	5,7	13,0	3,5	4,3	20,9
<i>Commelina benghalensis</i>	1,0	21,9	5,5	17,4	4,5	4,1	26,0

Continuação Tabela 26. Frequência (F), densidade (D) (plantas m⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de beralha, em 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense (Continua)

Espécie espontânea	F	D	A	FR	DR	AR	IVI
-----25% GL-----							
<i>Amaranthus viridis</i>	0,3	3,1	3,1	4,3	0,6	2,3	7,3
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	1,6	1,6	4,3	0,3	1,2	5,8
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,3	1,6	1,6	4,3	0,3	1,2	5,8
<i>Eleusine indica</i>	0,3	3,1	3,1	4,3	0,6	2,3	7,3
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,3	1,6	1,6	4,3	0,3	1,2	5,8
<i>Euphorbia hirta</i>	0,3	1,6	1,6	4,3	0,3	1,2	5,8
<i>Bidens alba</i>	0,5	7,8	3,9	8,7	1,6	2,9	13,2
Total	5,8	484,4	133,9	100,0	100,0	100,0	300,0
-----100% CE-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	473,4	118,4	20,0	89,1	82,5	191,6
<i>Oxalis latifolia</i>	0,8	23,4	7,8	15,0	4,4	5,4	24,9
<i>Emilia sonchifolia</i>	1,0	10,9	2,7	20,0	2,1	1,9	24,0
<i>Commelina benghalensis</i>	0,3	4,7	4,7	5,0	0,9	3,3	9,1
<i>Amaranthus viridis</i>	0,8	10,9	3,6	15,0	2,1	2,5	19,6
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,3	1,6	1,6	5,0	0,3	1,1	6,4
<i>Eleusine indica</i>	0,3	1,6	1,6	5,0	0,3	1,1	6,4
<i>Phyllanthus tenellus</i>	0,5	3,1	1,6	10,0	0,6	1,1	11,7
<i>Bidens alba</i>	0,3	1,6	1,6	5,0	0,3	1,1	6,4
Total	5,0	531,3	143,5	100,0	100,0	100,0	300,0
-----SC-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	354,7	88,7	16,0	76,9	71,5	164,4
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	46,9	11,7	16,0	10,2	9,4	35,6
<i>Emilia sonchifolia</i>	1,0	17,2	4,3	16,0	3,7	3,5	23,2
<i>Commelina benghalensis</i>	0,8	15,6	5,2	12,0	3,4	4,2	19,6
<i>Amaranthus viridis</i>	1,0	7,8	2,0	16,0	1,7	1,6	19,3
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,8	6,3	2,1	12,0	1,4	1,7	15,0
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,5	4,7	2,3	8,0	1,0	1,9	10,9
<i>Bidens alba</i>	0,3	7,8	7,8	4,0	1,7	6,3	12,0
Total	6,3	460,9	124,1	100,0	100,0	100,0	300,0

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

4.5.4 Quantificação da decomposição das palhadas das coberturas mortas

O percentual de biomassa seca remanescente e biomassa seca liberada das palhadas das coberturas mortas, utilizadas durante o período de cultivo das hortaliças, no ano de 2015, encontram-se na Figura 8. Observou-se que, em todas as coberturas mortas contendo gliricídia em sua composição, a proporção de biomassa seca liberada apresentou valores próximos ou acima de 65%, já a cobertura morta composta por 100% CE apresentou valor próximo a 47,5% de biomassa remanescente. Tais resultados, com elevados valores de biomassa seca liberada, principalmente nas palhadas contendo proporções de gliricídia em sua composição, foram possivelmente influenciados pela utilização de sistema de irrigação por aspersão durante todo o período no qual o material permaneceu no campo, promovendo um considerável molhamento desse material, e possibilitando que as condições ambientais fossem mais favoráveis para a atividade de organismos edáficos sobre a matéria orgânica da cobertura morta depositada sobre o solo.

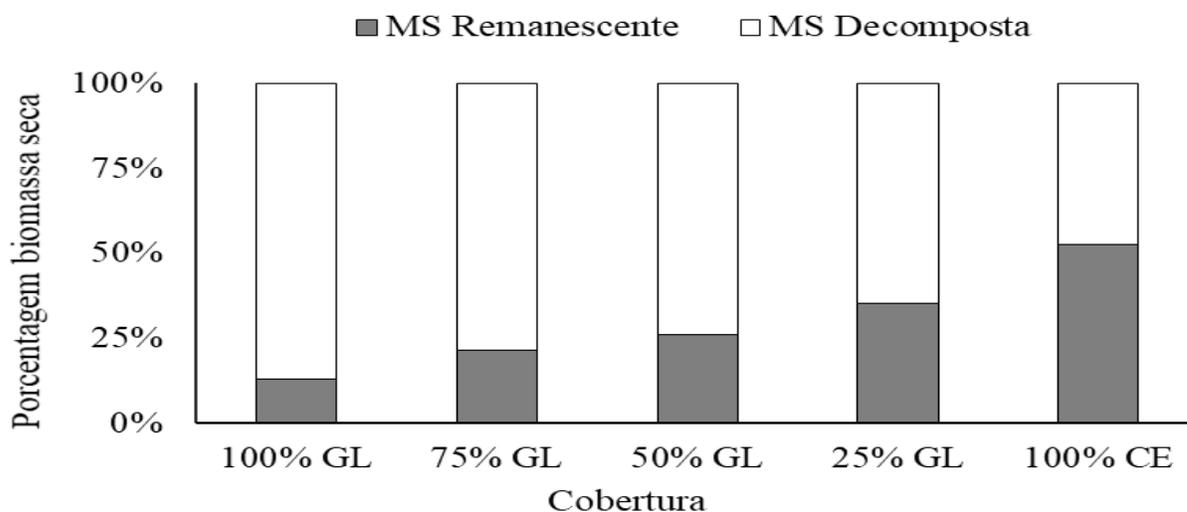


Figura 8. Porcental de biomassa seca remanescente e liberada de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

Os valores de teor de N, teor de C e relação C/N do material das coberturas mortas, por ocasião da sua distribuição sobre canteiros com hortaliças, e por ocasião da coleta aos 111 dias após a sua distribuição, encontram-se na Tabela 27. Observou-se, no material coletado no momento da distribuição, que os resultados mais elevados da relação C/N se deram na cobertura com maiores proporções de capim elefante, com valores variando de 83,13 na cobertura com 100%

CE até 14,79 na cobertura com 100% GL (Tabela 27). Os valores dos resultados da última coleta, ao final do cultivo em sucessão, demonstraram que, a relação C/N aumentou à medida que se reduziu a proporção de gliricídia, variando de 75,87 na cobertura com 100% CE até 28,34 na cobertura com 100% GL (Tabela 27). Observou-se, na coleta ao final do cultivo em sucessão, aumento da relação C/N nos tratamentos com compostos por coberturas com 100% GL, 75% GL e 50% GL, e redução da relação C/N nos tratamentos com 25% GL e 100% CE.

Paulino et al. (2011), observaram na biomassa aérea de gliricídia, teores de N da ordem de 31,47 g kg⁻¹ e 11,76 g kg⁻¹, teores de C de 422,5 g kg⁻¹ e 430,5 g kg⁻¹, relações C/N 13,22 e 42,5, para folhas e ramos tenros e para ramos lignificados, respectivamente.

Observou-se, nos tratamentos com as coberturas compostas por maiores proporções de gliricídia, teores mais elevados de N e menores relações C/N (Tabela 27). Oliveira et al. (2008) obtiveram, teor de N de 35,1 g kg⁻¹ e uma relação C/N 12 em folhas e ramos finos de gliricídia, e teor de N de 6,1 g kg⁻¹ e relação C/N 69 na parte aérea de capim elefante, resultados que corroboram com os valores encontrados nas palhadas contendo 100% GL e 100% CE desse trabalho. Paula et al. (2015), obtiveram teor de N de 30,90 g kg⁻¹, teor de C de 50,43 g kg⁻¹ e relação C/N 15,7, em folhas de gliricídia.

A relação C/N da cobertura composta por 100% CE, no momento da sua distribuição a foi de 83,13, e por ocasião do final do cultivo em sucessão, o valor desse material se reduziu para 75,87. Morais et al. (2009) observaram relação C/N de 73,4 na MS de capim elefante cv. Cameroon.

Tabela 27. Teor de C, teor de N e relação C/N de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento ¹	Teor de C (g kg ⁻¹)	Teor de N (g kg ⁻¹)	Relação C/N
-----Distribuição das coberturas-----			
100% GL	404,4	27,4	14,79
75% GL	412,7	18,3	22,72
50% GL	411,6	12,2	33,71
25% GL	413,9	6,80	60,76
100% CE	410,2	4,90	83,13
----111dias após distribuição das coberturas----			
100% GL	379,0	13,5	28,34
75% GL	391,7	11,1	35,38
50% GL	369,0	9,0	41,29
25% GL	384,0	7,3	52,72
100% CE	342,2	4,5	75,87

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

Os resultados com os teores de macronutrientes no material de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas, no início e ao final de cultivo de hortaliças em sucessão encontram-se na Tabela 28.

Tabela 28. Teores de macronutrientes nas coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento Cobertura ¹	P	K	Ca	Mg
-----Distribuição das coberturas-----				
100% GL	1,29	12,49	12,56	6,83
75% GL	1,19	11,98	9,51	5,03
50% GL	1,16	11,76	7,56	3,78
25% GL	1,10	11,13	6,61	3,02
100% CE	0,97	10,76	3,67	2,12
-----111 dias após distribuição das coberturas-----				
100% GL	0,86	0,78	4,47	1,24
75% GL	0,76	0,71	4,34	1,03
50% GL	0,69	0,69	3,82	0,99
25% GL	0,62	0,66	3,31	0,94
100% CE	0,55	0,54	2,63	0,82

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

4.5.5 Características agrônômicas e produção de rúcula, alface e bertalha cultivadas em sucessão

Observou-se nos resultados das variáveis referentes ao cultivo de rúcula, no ano de 2015, que os valores de altura da planta, número de folhas e área foliar de plantas não diferiram estatisticamente entre os tratamentos (Tabela 29).

Os valores médios encontrados de altura de planta de rúcula (Tabela 29) corroboraram com os 22,75 cm obtidos por Oliveira et al. (2015), em seu melhor tratamento. Os mesmos autores citados obtiveram 15 folhas por planta de rúcula, também em seu melhor tratamento, superando os valores encontrados nesse trabalho. A área foliar média encontrada em plantas de rúcula, obtidas nesse trabalho foi de 363,5 cm² planta⁻¹ (Tabela 29).

Tabela 29. Altura, número de folhas e área foliar de plantas de rúcula, cultivadas em canteiros com diferentes coberturas de solo, no ano de 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Rúcula - Ano 2015			
Tratamento	Altura planta	Nº Folhas	Área foliar
Cobertura ²	cm	> 5 cm	cm ² planta ⁻¹
100% GL	21,71 A ¹	10,69 A	356,93 A
75% GL	24,13 A	12,81 A	396,50 A
50% GL	21,83 A	11,13 A	339,14 A
25% GL	22,37 A	11,50 A	359,11 A
100% CE	22,13 A	10,13 A	310,98 A
SC	21,53 A	13,31 A	418,25 A
CV (%)	7,97	16,27	21,30

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% glicírdia); 75% GL (75% glicírdia + 25% capim elefante); 50% GL (50% glicírdia + 50% capim elefante); 25% GL (25% glicírdia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Os resultados encontrados nas variáveis altura, diâmetro e número de folhas de plantas de alface, em 2015, não diferiram estatisticamente entre os tratamentos já a área foliar foi superior nos tratamentos com 100% GL, 75% GL e 25% GL (Tabela 30).

Os valores de altura da planta de alface nesse trabalho (Tabela 30) foram inferiores aos 30 cm, em média, encontrados por Monteiro Neto et al. (2014), em Boa Vista - Roraima, que avaliou o uso de diferentes tipos de cobertura de solo em cultivares de alface crespa cv. Verônica. Os valores encontrados corroboraram com o resultado de um tratamento de Antunes et al. (2018), em Seropédica – RJ, que obtiveram altura de 23,6 em plantas de alface cv. Vera, produzidas a partir de mudas obtidas de substrato de gongocomposto com 90 dias, porém foram inferiores aos resultados dos demais tratamentos dos autores, com substratos de gongocomposto com 125 e 180 dias e substrato SIPA.

Os valores com resultados de diâmetro de planta de alface (Tabela 30) corroboram com os encontrados por Antunes et al. (2018), que obtiveram, em seus tratamentos, valores que variaram entre 25,1 a 32,8 cm.

Os valores dos resultados de quantidade de folhas por plantas de alface observados (Tabela 30) foram superiores ao valor de 11,4 folhas por planta obtido por Monteiro Neto et al. (2014), e corroboraram com os encontrados por Antunes et al. (2018) que obtiveram 14,2 folhas planta⁻¹ em tratamento com mudas de alface obtidas de substrato de gongocomposto com 90 dias.

Tabela 30. Altura, diâmetro, número de folhas e área foliar de plantas de alface, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Alface - Ano 2015				
Tratamento	Altura planta	Diâmetro planta	Nº Folhas	Área foliar
Cobertura ²	-----cm-----		> 5 cm	cm ² planta ⁻¹
100% GL	21,59 A ¹	27,01 A	16,56 A	1577,19 A
75% GL	21,66 A	27,55 A	16,31 A	1524,88 A
50% GL	21,48 A	26,55 A	15,75 A	1341,50 B
25% GL	20,62 A	26,05 A	15,06 A	1457,50 A
100% CE	21,23 A	25,88 A	15,69 A	1316,25 B
SC	20,50 A	24,81 A	15,06 A	1266,00 B
CV (%)	5,27	4,89	4,41	9,60

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Nos valores dos resultados das variáveis altura da planta e número de folhas de beralha, não foram observadas diferenças entre os tratamentos com os diferentes tipos de cobertura do solo (Tabela 31). Os valores de altura da planta de beralha encontrados nesse trabalho foram inferiores aos encontrados por Soares (2017).

Observou-se na variável referente ao número de ramos de beralha, que o tratamento com cobertura composta por 100% GL apresentou o melhor resultado (Tabela 31).

Nos resultados de área foliar em plantas de beralha, observou-se que os valores dos tratamentos contendo coberturas mortas com maiores proporções de gliricídia (75% GL e 100% GL), foram superiores aos demais tratamentos (Tabela 31).

Os resultados de área foliar de beralha obtidos nesse trabalho (Tabela 31) foram superiores aos observados por Lima (2018), que obteve área foliar de 656,52 e 565,66 cm², na mesma região e condições edafoclimáticas.

Tabela 31. Altura da planta e somatórios de número de ramos, número de folhas, área foliar oriundos de 4 cortes consecutivos de plantas de bertalha, cultivadas com diferentes coberturas de solo, em 2015, na Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Bertalha - Ano 2015				
Tratamento	Altura planta	Nº Ramos	Nº Folhas	Área foliar
Cobertura ²	cm		> 5 cm	cm ² planta ⁻¹
100% GL	46,13 A ¹	15,44 A	106,81 A	4542,70 A
75% GL	46,13 A	13,50 B	99,21 A	4140,56 A
50% GL	43,63 A	13,88 B	95,13 A	3780,83 B
25% GL	44,00 A	12,75 B	89,25 A	3589,39 B
100% CE	42,38 A	12,81 B	95,19 A	3560,74 B
SC	42,75 A	13,06 B	81,25 A	3221,65 B
CV (%)	8,32	7,71	8,93	8,73

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Os resultados com os teores de macronutrientes na parte aérea de rúcula, em cultivo durante o ano 2015, demonstraram que, todas as coberturas foram eficientes para elevação desses teores na planta, à exceção do N e do Ca (Tabela 32). Os resultados dos valores do teor de N na biomassa aérea de plantas de rúcula, demonstraram que não houve diferença entre os tratamentos, quando se aplicou ou não as coberturas mortas sobre os canteiros, cujos valores ficaram em média acima de 52 g kg⁻¹ (Tabela 32). Todas as coberturas utilizadas foram mais eficientes do que o tratamento sem cobertura com relação aos teores de P e de Mg na parte aérea de rúcula (Tabela 32). Todas as coberturas mortas contendo proporções de gliricídia em sua composição apresentaram resultados superiores de teor de Ca na composição da biomassa aérea de rúcula, quando comparadas com a cobertura formada por 100% CE e ao tratamento SC (Tabela 32). Os resultados com os teores de K na parte aérea de rúcula, demonstraram que o tratamento com cobertura composta por 100% GL em sua composição apresentou o melhor resultado, seguido pelos tratamentos com coberturas compostas por 75% GL e 50% GL, e na sequência os tratamentos com as coberturas formadas com maiores proporções de capim elefante (25% GL e 100% CE), e com o pior resultado o tratamento SC (Tabela 32).

Fonseca (2013), avaliando doses de composto fermentado no desempenho de hortaliças folhosas, obteve, em média, os seguintes teores dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg no tecido vegetal de rúcula: 56,3; 5,13, 30,6; 24,6 e 7,43 g kg⁻¹, sendo que o teor de N corrobora com os resultados dos diferentes tipos de cobertura utilizados no presente trabalho. O mesmo autor, encontrou teor de P compatível com o resultado do tratamento SC e inferior aos tratamentos m cobertura morta desse trabalho, obteve teor de K inferior aos resultados encontrados no presente

trabalho, observou teor de Ca que corroboram com os resultados dos tratamentos desse trabalho onde se utilizou cobertura morta com gliricídia em sua composição, e obteve resultado de teor de Mg no tecido vegetal de rúcula que corrobora com os resultados dos tratamentos do presente trabalho que receberam algum tipo de cobertura morta.

Nos resultados com os teores de macronutrientes na parte aérea de alface observou-se que, todas as coberturas mortas utilizadas contribuíram para elevar os valores dos teores de todos os nutrientes em relação ao tratamento SC (Tabela 32). Observando-se os valores de teor de N em plantas de alface, nota-se que os tratamentos com cobertura morta composta por proporções de gliricídia acima de 50% (100% GL, 75% GL e 50% GL) apresentaram melhores resultados quando comparados aos tratamentos com cobertura morta composta por maiores proporções de capim elefante (75% GL e 100 CE), o tratamento SC foi o que apresentou os piores resultados em relação aos demais tratamentos (Tabela 32).

Os resultados com os teores de P, K e Ca na parte aérea de plantas de alface dos tratamentos que receberam cobertura morta foram superiores ao tratamento SC (Tabela 32). Os resultados com o teor de Mg em planta de alface, indicam que os melhores valores foram obtidos nos tratamentos que receberam as coberturas 100% GL e 50% GL, e o tratamento que apresentou o pior resultado foi o SC (Tabela 32).

Santos et al. (2008b), avaliando a concentração de macronutrientes em alface crespa, obteve os seguintes valores de N, P, K e Mg de: 23,2; 3,0; 60,3 e 3,9 g kg⁻¹, sendo tais valores inferiores aos encontrados neste trabalho com os tratamentos compostos por cobertura morta com alguma proporção e gliricídia na sua composição. Os mesmos autores, encontraram teor de Ca em plantas de alface da ordem de 15,3 g kg⁻¹, superior aos resultados obtidos no presente trabalho.

Nos resultados com os teores de macronutrientes na parte aérea plantas de beralha, observou-se que a cobertura morta formada por 100% GL apresentou os maiores valores de teor de N, em comparação aos demais tratamentos, seguida pelas coberturas formadas por 75% GL e 50% GL (Tabela 32). Observou-se que a aplicação de cobertura morta contribuiu para elevar o teor de P em plantas de beralha, em comparação ao tratamento SC (Tabela 32), e também para elevar o teor de K, a exceção do tratamento 25% GL, em comparação ao tratamento SC (Tabela 32).

Furlani et al. (1978), avaliando diversas hortaliças, observaram em beralha variedade “Mendanha”, teores de N, P, K, Ca e Mg com os seguintes valores: 29,0; 5,7; 54,4; 3,3; e 4,0, sendo que os valores de K, Ca e Mg foram superados pelos obtidos nesse trabalho, o valor de N foi compatível com o resultado do tratamento com 100% GL desse trabalho e próximo aos resultados dos tratamentos 75% GL e 50% GL, o resultado do teor de P foi superado por todos os tratamentos desse trabalho onde se utilizou cobertura morta.

Tabela 32. Teores de macronutrientes na biomassa aérea de hortaliças folhosas (rúcula, alface e beralha), cultivadas sucessivamente, com diferentes tipos de coberturas de solo, coletadas em 2015, na Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
Cobertura ²	-----g kg ⁻¹ -----				
-----Rúcula-----					
100% GL	56,78 A ¹	6,18 A	68,54 A	24,28 A	7,20 A
75% GL	56,43 A	6,31 A	61,25 B	23,30 A	7,16 A
50% GL	55,04 A	6,91 A	58,94 B	22,87 A	6,80 A
25% GL	55,43 A	6,78 A	55,98 C	20,46 A	6,74 A
100% CE	57,30 A	6,85 A	54,22 C	17,18 B	6,84 A
SC	52,94 A	5,21 B	47,75 D	16,37 B	5,53 B
CV (%)	3,98	8,25	4,80	9,47	6,58
-----Alface-----					
100% GL	45,14 A	6,65 A	71,54 A	14,26 A	5,21 A
75% GL	42,71 A	6,10 A	65,33 A	14,46 A	4,47 B
50% GL	42,43 A	6,78 A	71,98 A	14,15 A	4,79 A
25% GL	39,03 B	6,86 A	71,42 A	14,14 A	4,46 B
100% CE	38,43 B	6,27 A	60,32 A	14,38 A	4,08 B
SC	28,74 C	4,39 B	45,63 B	10,40 B	3,09 C
CV (%)	6,21	8,43	28,90	9,49	10,09
-----Bertalha-----					
100% GL	29,62 A	6,44 A	69,66 A	8,66 A	9,35 A
75% GL	28,17 B	6,44 A	67,99 A	8,80 A	8,83 A
50% GL	26,95 B	6,32 A	64,58 A	8,93 A	9,32 A
25% GL	25,00 C	6,14 A	57,94 B	8,82 A	9,19 A
100% CE	24,14 C	6,64 A	69,29 A	8,44 A	8,49 A
SC	24,36 C	5,74 B	57,04 B	9,88 A	9,78 A
CV (%)	4,25	4,43	14,27	10,43	10,38

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Os resultados de MF e MS da planta, produtividades de MF e MS, e teor e quantidade acumulada de N em plantas de rúcula, demonstraram que não houve diferença entre os tratamentos (Figuras 9A a 9F).

A produção de MF da planta de rúcula variou entre 23,9 a 30,9 g planta⁻¹ entre os tratamentos (Figura 9A), valores inferiores aos obtidos por Solino et al. (2010), que observaram entre 48,9 a 76,5 g planta⁻¹ de MF, em um plantio direto de rúcula sob cobertura morta e com diferentes doses de composto orgânico.

Solino et al. (2010) obtiveram produtividade de MF de rúcula de 9,0 Mg ha⁻¹, em plantio direto sob cobertura morta e dose de 10 Mg ha⁻¹ de composto orgânico, o que corroborou com os valores encontrados nesse trabalho, que variaram entre 7,3 e 9,5 Mg ha⁻¹ (Figura 9B). Oliveira et al. (2015) obtiveram produtividade de MF de 18,86 Mg ha⁻¹, em seu melhor tratamento, utilizando doses crescentes de adubos orgânicos, que superaram os valores obtidos em todos os tratamentos desse presente trabalho.

Os resultados encontrados de produtividade de MS de rúcula (Figura 9D) foram inferiores aos obtidos por Oliveira et al. (2015), que em suas avaliações observaram valores de até 2 Mg ha⁻¹ em seu melhor tratamento, utilizando o dobro da densidade populacional do presente trabalho, ou seja, 80 plantas m⁻².

Os resultados de produção de MF por planta e de produtividade de MF em alface demonstraram que, os maiores valores foram obtidos nos tratamentos com coberturas mortas compostas com 75% GL e 100% GL, onde ambos apresentaram valores médios de MF de 150 g planta⁻¹, e produtividade média de MF de 18 Mg ha⁻¹ (Figuras 10A e 10B), ficando abaixo dos valores de MF por planta e produtividade de MF encontrados por Antunes et al. (2018). Os tratamentos com material de cobertura contendo 50% ou menos de gliricídia, apresentaram produtividade inferior aos tratamentos com 100% GL e 75% GL, ficando igual ao tratamento com 100% CE e ao tratamento SC (Figura 10B).

Os resultados encontrados de MF em planta de beralha, somados os 4 cortes realizados, demonstraram que os tratamentos com cobertura morta contendo 75% GL e 100% GL, apresentaram valores acima de 400 g planta⁻¹, superando os demais tratamentos (Figura 11A). Porém os valores encontrados foram inferiores ao obtido por Telles (2016), que observou produção de MF de até 1100 g planta⁻¹, em dois cortes de beralha, em monocultivo.

Os resultados de produtividade de MF de beralha demonstraram que, as coberturas contendo 75% GL e 100% GL, com valores de 51,5 Mg ha⁻¹ ou acima disso (Figura 11B), superaram os demais tratamentos. Os resultados desse trabalho foram maiores do que os obtidos por Lima (2018), que encontrou valores entre 7,9 a 18,8 Mg ha⁻¹ de produtividade de MF em beralha, nas mesmas condições edafoclimáticas de Seropédica, também utilizando cobertura morta. De acordo com Brasil (2010), a produtividade nacional de MF de beralha geralmente oscila entre 15 a 37 Mg ha⁻¹.

Os resultados da variável MS de plantas de beralha e produtividade MS de beralha demonstraram que, o tratamento com a cobertura contendo 100% GL foi superior aos demais tratamentos (Figuras 11C e 11D). Lima (2018), obteve produtividade de MS de beralha de 1,6 e 0,8 Mg ha⁻¹, em dois anos consecutivos.

Não houve diferença entre os tratamentos, quanto ao teor de N em plantas de beralha (Figura 11E). Nos valores observados de quantidade acumulada de N na parte aérea notou-se que, as coberturas com 75% GL e 100% GL superaram os demais tratamentos (Figura 11F).

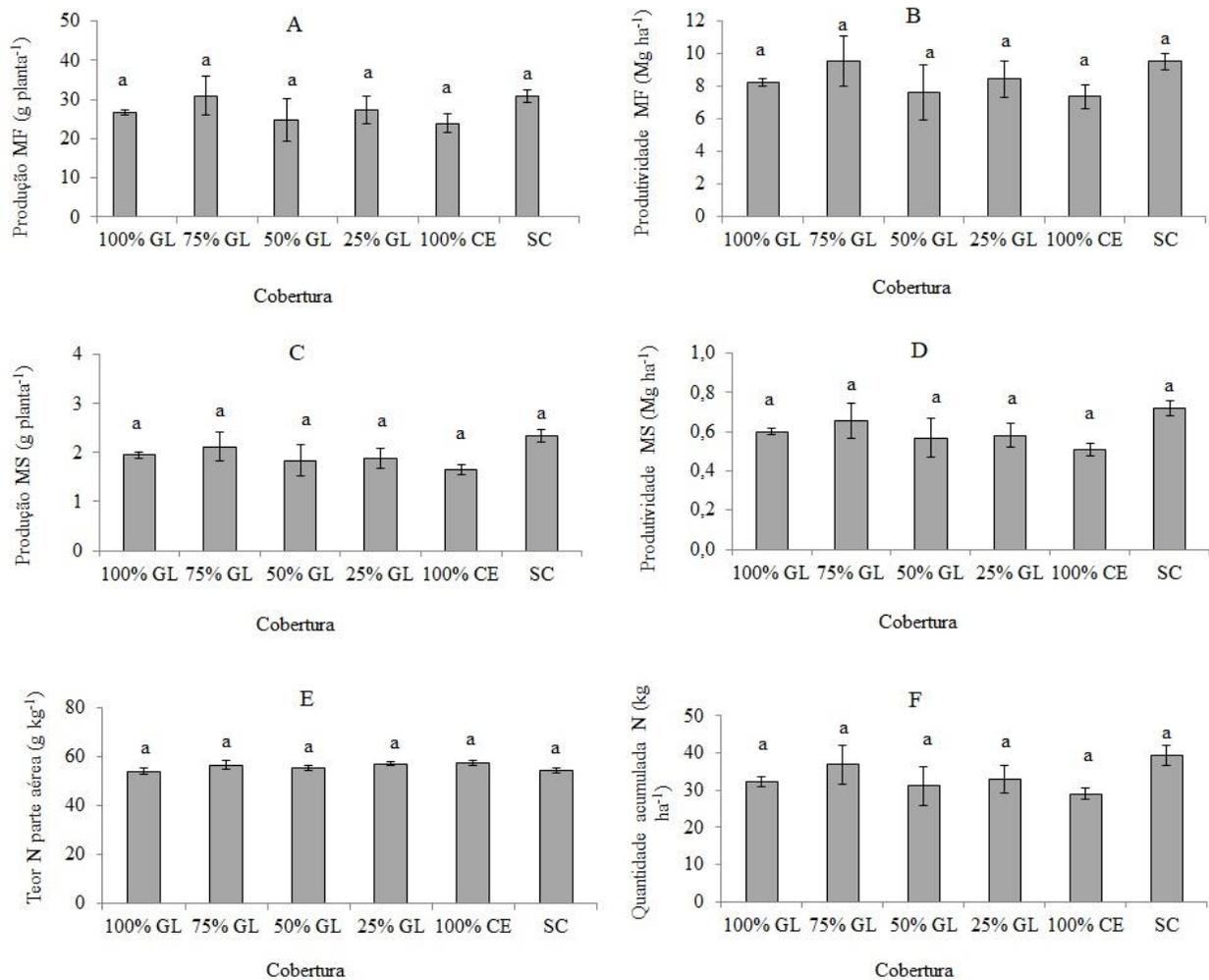


Figura 9. Biomassa fresca (A) e produtividade de biomassa fresca (B), biomassa seca (C) e produtividade de biomassa seca (D), teor de N (E) e quantidade acumulada de N (F) em plantas de rúcula, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% glicírdia); 75% GL (75% glicírdia + 25% capim elefante); 50% GL (50% glicírdia + 50% capim elefante); 25% GL (25% glicírdia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

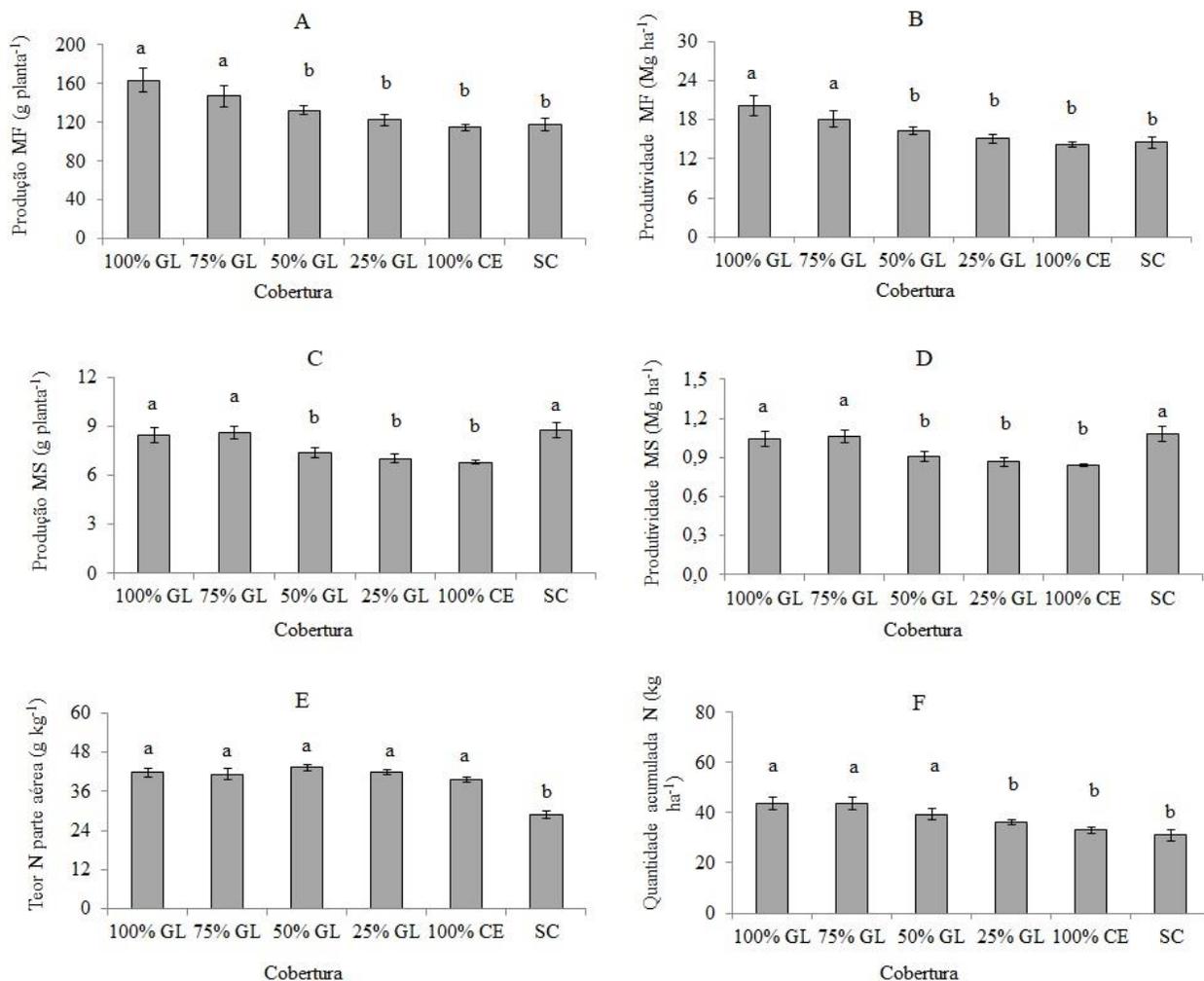


Figura 10. Biomassa fresca (A) e produtividade biomassa fresca (B), biomassa seca (C) e produtividade biomassa seca (D), teor de N (E) e quantidade acumulada de N (F) em plantas de alface, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

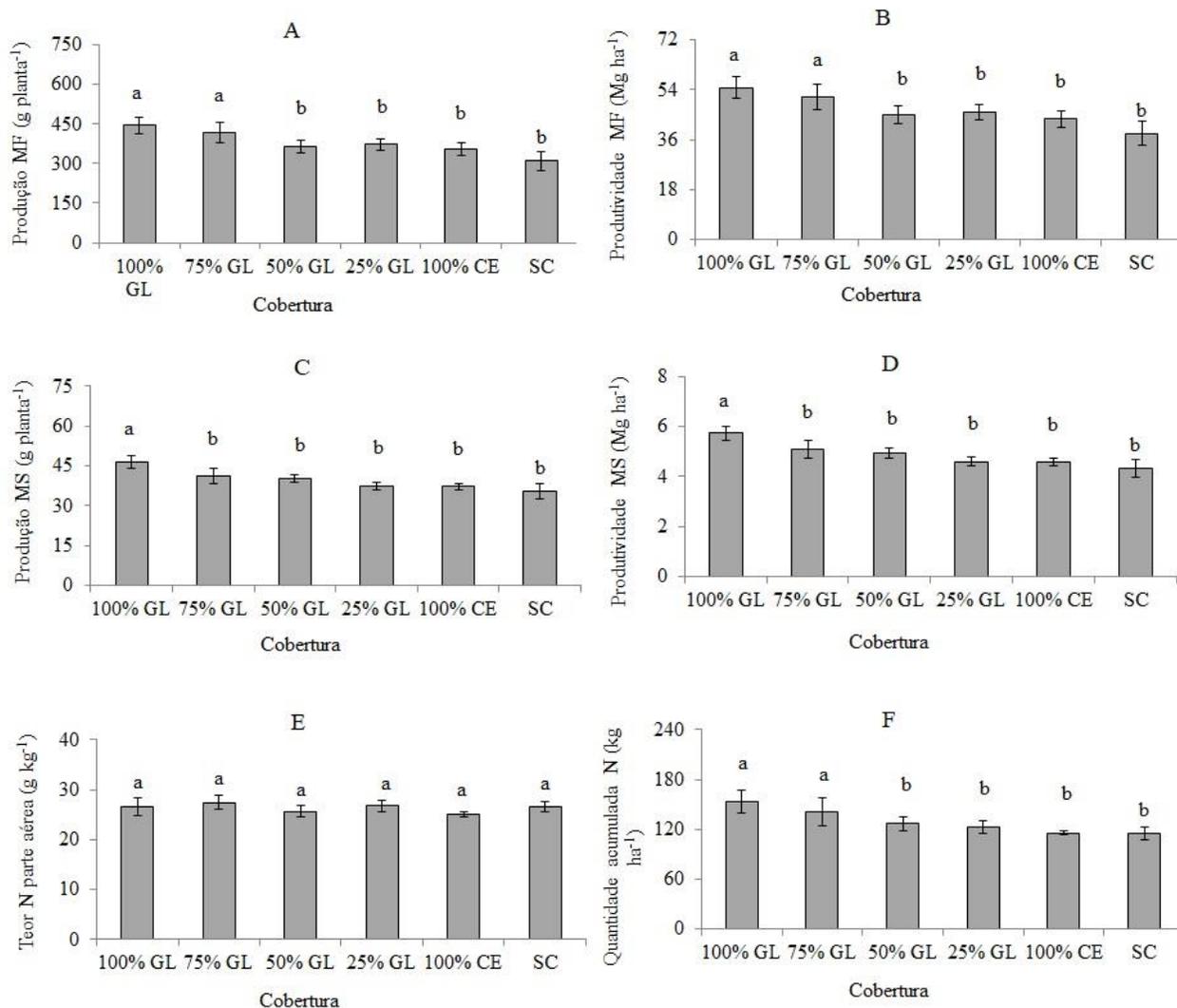


Figura 11. Biomassa fresca (A) e produtividade biomassa fresca (B), biomassa seca (C) e produtividade biomassa seca (D), teor de N (E) e quantidade acumulada de N (F) oriundos de 4 cortes consecutivos de plantas de bertealha, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano de 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

4.6 Resultados e Discussão Experimento II

4.6.1 Caracterização química da fertilidade do solo ao final da sucessão de cultivos

Os resultados de fertilidade do solo, em área experimental cultivada com hortaliças em sucessão, obtidos no ano de 2016, demonstraram que, a deposição da biomassa das palhadas na forma de cobertura morta, durante a sucessão de cultivos de hortaliças, não interferiu nos valores de pH e nos teores de Ca, Mg, K e P. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos, apesar de que, notou-se certa tendência de aumento nos teores de K em relação a testemunha, particularmente, quando foram utilizadas coberturas mortas contendo mais do que 50% de capim elefante (Tabela 33).

De acordo com Primavesi (2002), em solos cultivados a utilização de cobertura morta vem a promover a elevação dos valores de pH e dos teores de Ca, K e P disponível.

Tabela 33. Características químicas do solo (pH, Ca, Mg, K e P) da área experimental cultivada com hortaliças em sucessão, na camada de 0-10 cm de profundidade, 111 dias após a distribuição das coberturas mortas, no ano de 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47).

Tratamento Cobertura ²	pH Água	Ca -----cmol _c dm ⁻³ -----	Mg	K -----mg L ⁻¹ -----	P
100% GL	6,75 A ¹	3,89 A	1,52 A	98,66 A	97,07 A
75% GL	6,69 A	4,06 A	1,57 A	86,88 A	99,42 A
50% GL	6,69 A	4,17 A	1,37 A	105,04 A	89,67 A
25% GL	6,68 A	4,21 A	1,42 A	104,87 A	95,51 A
100% CE	6,69 A	3,88 A	1,52 A	101,39 A	84,69 A
SC	6,67 A	3,92 A	1,52 A	70,72 A	90,92 A
CV	0,64	7,52	14,42	26,19	8,84

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

4.6.2 Qualificação e quantificação da comunidade da fauna edáfica

Foram observados, no ano de 2016, através das coletas efetuadas, um total de 22 grupos taxonômicos da fauna edáfica. Os resultados do total de indivíduos observados, demonstraram que os tratamentos com cobertura morta apresentaram valores mais representativos do que o tratamento SC, por ocasião das duas coletas durante o cultivo em sucessão de alface e beralha (Tabela 34).

Os resultados indicaram, também, que os valores de riqueza média nos tratamentos com cobertura morta foram superiores ao tratamento SC (Figura 34), ou seja, verificou-se maior número de grupos taxonômicos nos canteiros cobertos.

Tabela 34. Total de indivíduos e índices de diversidade da fauna edáfica (Riqueza total, Riqueza média, Índices de Shannon e Pielou) coletada em 2016, aos por ocasião do cultivo de alface e beralha, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento ¹	Indivíduos dm ⁻³	Erro Padrão	Riqueza Total	Riqueza Média	Shannon	Pielou
-----Alface-----						
100% GL	156	21	12	8,00	1,91	0,53
75% GL	192	39	13	8,00	1,96	0,53
50% GL	192	57	13	8,50	1,80	0,49
25% GL	129	48	12	7,50	1,95	0,54
100% CE	72	5	8	6,75	1,71	0,57
SC	53	24	13	5,75	1,94	0,52
-----Bertalha-----						
100% GL	94	19	11	7,75	1,57	0,45
75% GL	61	7	8	6,25	2,01	0,67
50% GL	72	16	12	7,50	1,96	0,55
25% GL	64	13	7	4,75	1,48	0,53
100% CE	54	7	9	5,75	1,77	0,56
SC	17	4	8	4,75	2,24	0,75

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Os resultados com o percentual de indivíduos da fauna edáfica, coletados por ocasião dos cultivos de alface e de beralha, encontram-se nas Tabelas 35 e 36, respectivamente. Observou-se que, os grupos com as maiores porcentagens de indivíduos, nas duas ocasiões, foram representados por ácaros, colembolas e isopodas (Figuras 35 e 36).

Tabela 35. Percentual de indivíduos dos grupos da fauna edáfica, coletada em 2016, por ocasião do cultivo de alface, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Grupo	100% GL ¹	75% GL	50% GL	25% GL	100% CE	SC
-----Percentual de indivíduos de grupos da fauna edáfica - cultivo de alface-----						
Acari	35,1	50,9	46,0	35,2	52,8	43,3
Araneae	-	0,1	-	-	-	-
Auchenorrhyncha	-	-	-	-	-	1,4
Blattodea	0,1	0,1	-	-	-	-
Chilopoda	0,1	0,4	0,2	0,3	0,8	0,7
Coleoptera	2,3	4,0	1,1	2,0	2,6	0,4
Diplopoda	3,7	0,2	2,2	2,8	0,3	-
Diptera	0,4	0,5	-	-	-	0,4
Collembola	47,2	27,0	39,5	46,0	31,8	34,8
Formicidae	0,8	0,3	0,2	0,6	0,3	0,4
Heteroptera	-	-	0,1	-	-	-
Hymenoptera	-	0,1	-	-	-	0,7
Isopoda	1,4	3,8	2,2	5,7	3,4	14,9
Larva Coleoptera	7,6	10,9	6,3	6,3	8,1	2,1
Larva Diptera	1,1	1,8	1,7	0,4	-	0,4
Oligochaeta	-	-	-	0,3	-	-
Orthoptera	-	-	-	0,1	-	-
Poduromorpha	-	-	0,3	-	-	-
Psocoptera	-	-	0,1	-	-	0,4
Symphyla	0,1	-	0,1	0,3	-	-
Symphypleona	-	-	-	-	-	0,4

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Tabela 36. Percentual de indivíduos dos grupos da fauna edáfica, coletada em 2016, por ocasião do cultivo de bortalha, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Grupo taxonômico	100% GL ¹	75% GL	50% GL	25% GL	100% CE	SC
-----Percentual de indivíduos de grupos da fauna edáfica - cultivo de bortalha-----						
Acari	17,3	28,5	28,5	22,9	56,7	39,8
Araneae	-	-	0,3	-	-	-
Chilopoda	2,4	2,1	2,4	4,7	1	5,7
Coleoptera	0,8	0,6	1,6	-	0,3	1,1
Diplopoda	4,8	9,2	7,3	4,1	4,5	2,3
Diptera	0,6	-	-	-	0,3	-
Collembola	2,0	11,3	5,8	2,4	6,3	17,0
Formicidae	1,0	1,5	1,0	0,6	3,1	26,1
Isopoda	68,9	46,0	51,6	65,0	30,3	6,8
Larva Coleoptera	0,6	-	0,3	-	-	-
Larva Diptera	1,4	0,6	0,8	0,3	0,3	-
Larva Lepidoptera	0,2	-	0,3	-	-	-
Oligochaeta	-	-	0,3	-	-	-
Symphyla	-	-	-	-	-	1,1

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Os valores com as proporções dos principais grupos da fauna edáfica, em coleta efetuada durante o cultivo em sucessão das hortaliças alface-bortalha, demonstraram que as maiores porcentagens de indivíduos foram encontradas nos grupos acari, colembola e isópoda (Figura 12).

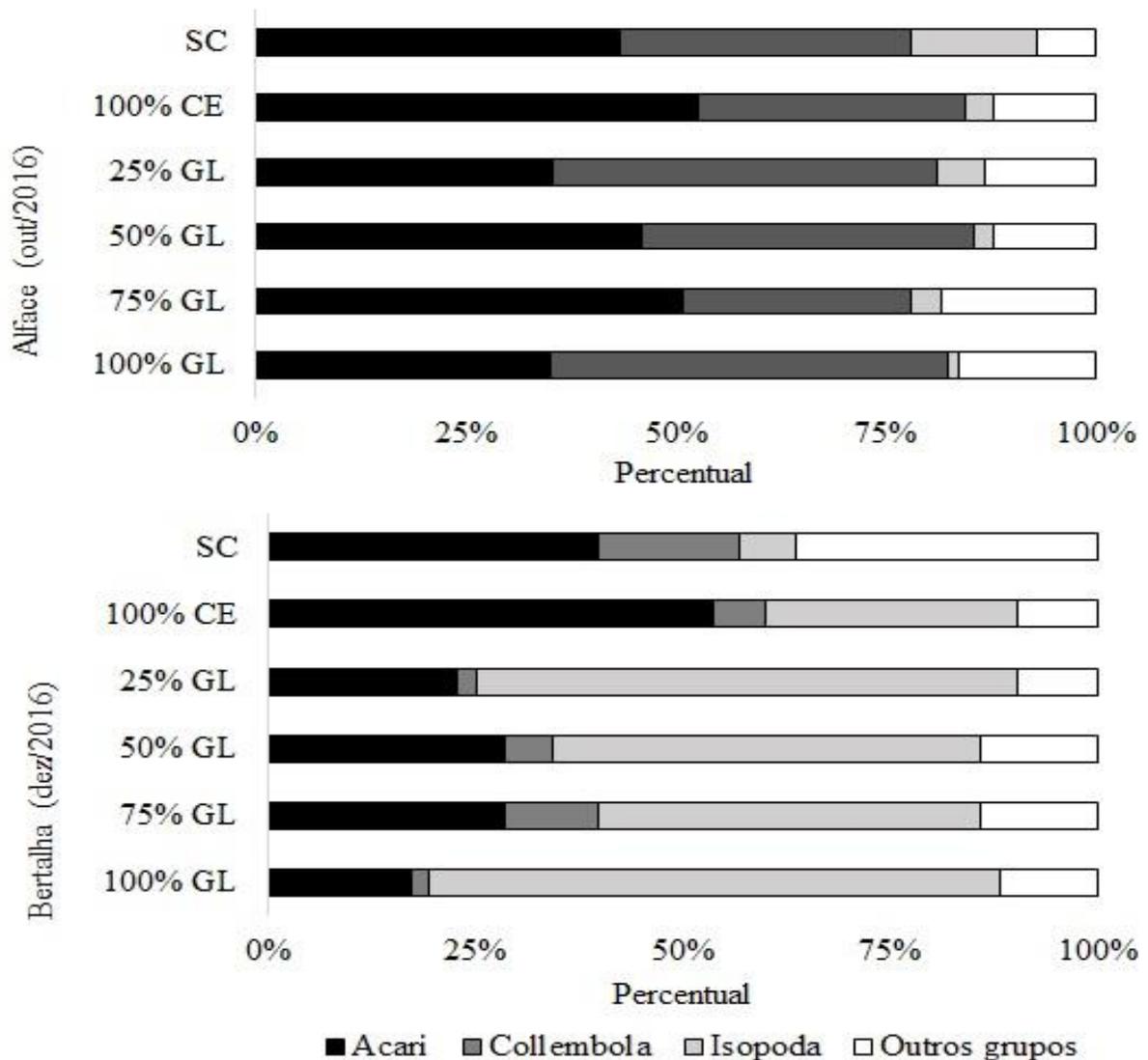


Figura 12. Proporção de ácaros, colembolas, isópodas e outros grupos da fauna edáfica coletados em 2016, por ocasião dos cultivos de alface e bertalha, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Nos resultados da Análise dos Componentes Principais (ACP) da fauna do solo, observou-se a abundância total de indivíduos da fauna edáfica, presentes nas diferentes coberturas de solo e épocas de amostragem (Figura 13).

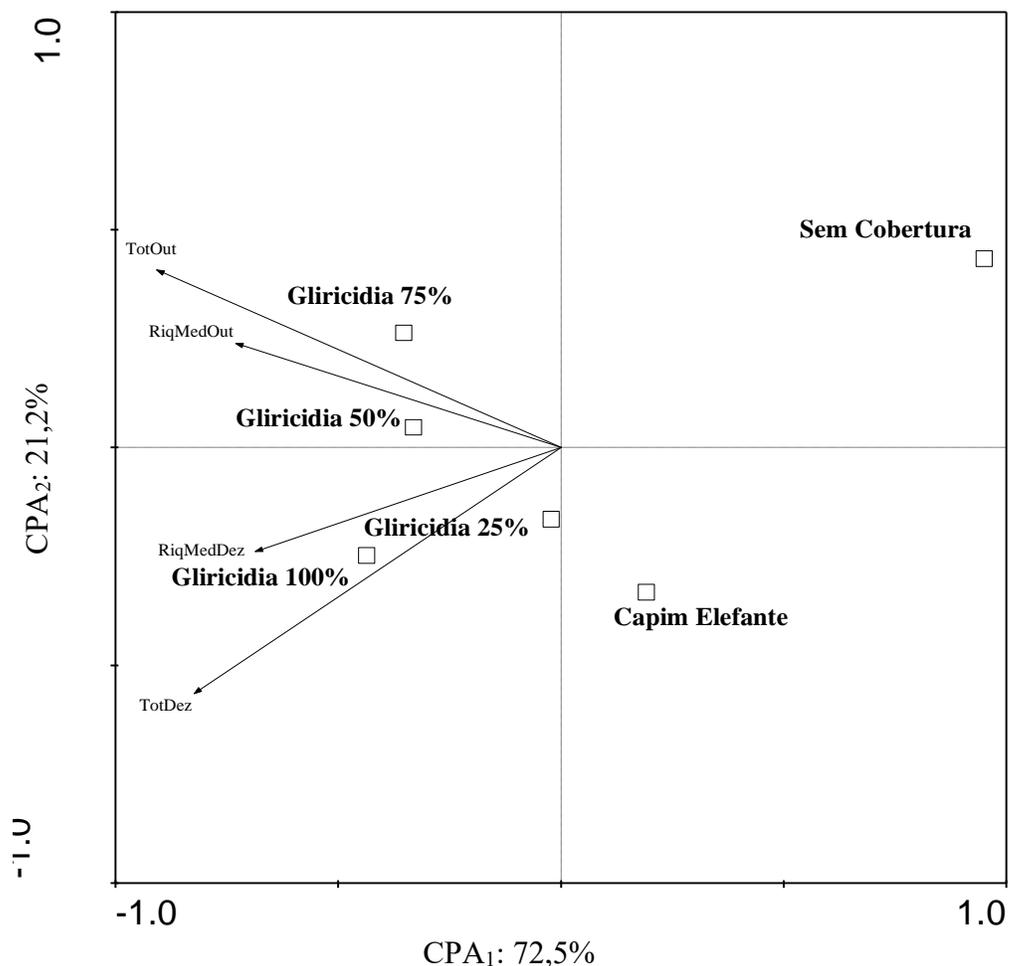


Figura 13. Diagrama de análise dos componentes principais, utilizando o total de indivíduos e a riqueza média da fauna edáfica, o tipo de cobertura (Gliricidia 100%; Gliricidia 75%; Gliricidia 50%; Gliricidia 25%; Capim Elefante e Sem Cobertura), e época de coleta (Outubro e Dezembro de 2016), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47. ¹ Coberturas: Gliricidia 100% (100% gliricidia); Gliricidia 75% (75% gliricidia + 25% capim elefante); Gliricidia 50% (50% gliricidia + 50% capim elefante); Gliricidia 25% (25% gliricidia + 75% capim elefante); Capim Elefante (100% capim elefante); Sem Cobertura (ausência de cobertura morta).

Nos resultados da ACP da fauna do solo, observou-se pelo CP1 e pela abundância de grupos da fauna edáfica presentes nas diferentes coberturas e épocas de amostragem, que a época de coleta exerceu maior efeito do que a cobertura, quanto a presença dos grupos (Figura 14), podendo associar as maiores densidades de colembolas e ácaros ao mês de outubro, e a maior densidade de isópodos ao mês de dezembro. Observou-se, através dos resultados, que o tratamento SC apresentou baixa densidade para cada um dos grupos de fauna avaliados.

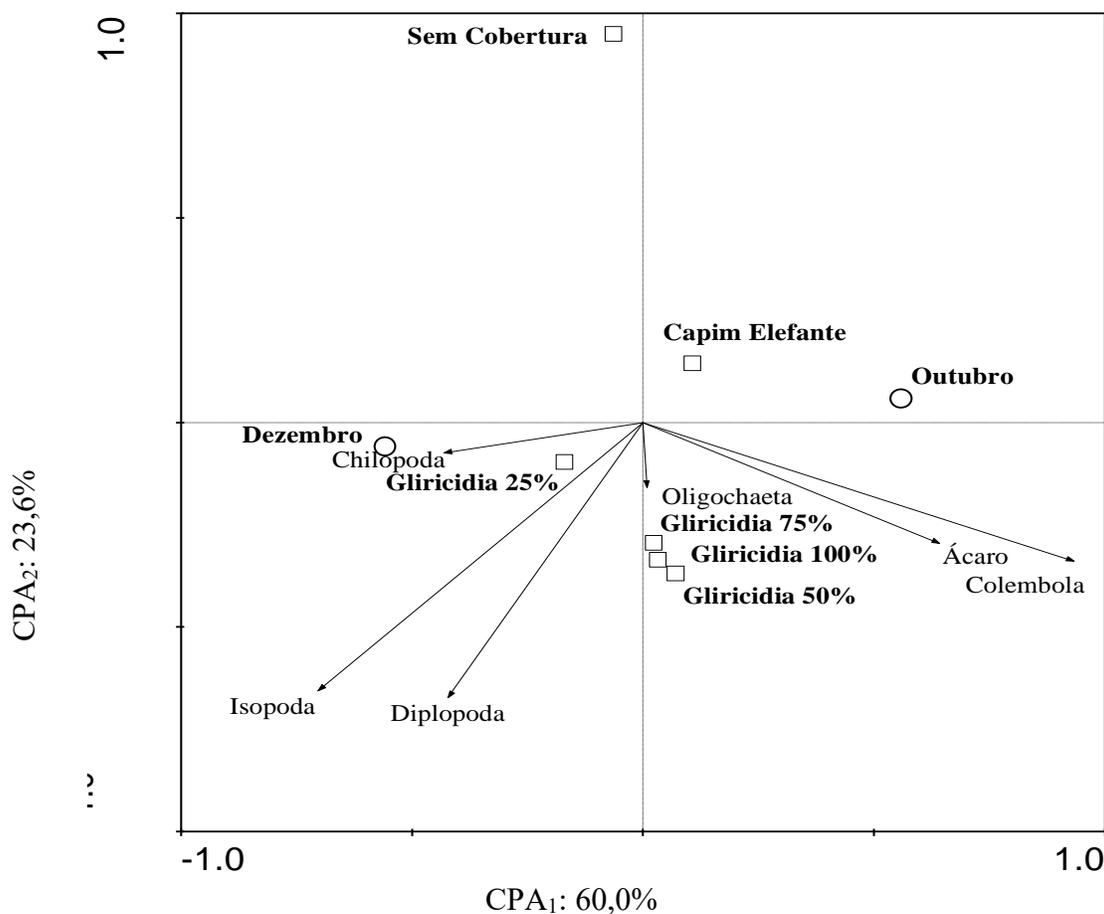


Figura 14. Diagrama de análise dos componentes principais, utilizando abundância de grupos da fauna edáfica, o tipo de cobertura (Gliricídia 100%; Gliricídia 75%; Gliricídia 50%; Gliricídia 25%; Capim Elefante e Sem Cobertura) e época de coleta (Outubro e Dezembro de 2016), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47. ¹ Coberturas: Gliricídia 100% (100% gliricídia); Gliricídia 75% (75% gliricídia + 25% capim elefante); Gliricídia 50% (50% gliricídia + 50% capim elefante); Gliricídia 25% (25% gliricídia + 75% capim elefante); Capim Elefante (100% capim elefante); Sem Cobertura (ausência de cobertura morta).

4.6.3 Fitossociologia da população de plantas de ocorrência espontânea

Nos resultados observados, durante os ensaios com cobertura morta no cultivo de hortaliças em sucessão, no ano 2016, identificou-se 16 espécies de plantas de ocorrência espontânea nos canteiros de hortaliças folhosas (Tabela 37).

Tabela 37. Ocorrência de espécies de plantas da vegetação de ocorrência espontânea, em experimento com uso de coberturas mortas no cultivo de hortaliças em sucessão, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Espécie espontânea	2016
<i>Cyperus sp</i>	X
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	X
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	X
<i>Brachiaria plantaginea</i>	X
<i>Panicum maximum</i> Jacq CV	X
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	X
<i>Galinsoga ciliata</i>	X
<i>Commelina benghalensis</i> L.	X
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	X
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	X
<i>Euphorbia hirta</i>	X
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	X
<i>Amaranthus viridis</i> L.	X
<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	X
<i>Portulaca oleracea</i> L.	X
<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	X
Total	16

Nos valores dos resultados com número de espécies, número de indivíduos, acúmulo de MF e MS de plantas espontâneas, por ocasião de coletas efetuadas durante o cultivo de alface e beralha, verificou-se que, em ambas as coletas, os valores das referidas variáveis foram maiores no tratamento SC (Tabela 38), o que indica que todas as coberturas mortas desempenharam eficientemente a função de controlar as plantas espontâneas. Os resultados encontrados neste trabalho corroboram com os resultados de Oliveira et al. (2008), que observaram a eficiência do uso de coberturas mortas formadas por palhadas de leguminosas e gramíneas na supressão de plantas espontâneas no desempenho agrônomo da alface. Sedyama, Santos e Lima (2014), observaram que a prática de utilização de cobertura morta no cultivo de hortaliças é uma alternativa para o controle de plantas espontâneas, consistindo em um impedimento mecânico para a emergência destas.

Observou-se que, o controle da população de plantas espontâneas foi influenciado pelo sistema de irrigação localizado utilizado. Esse sistema, caracteriza-se por fazer uso eficiente da água, reduzindo o desperdício desse bem precioso, em comparação a outros sistemas menos eficientes, além de reduzir as chances de desenvolvimento de plantas de ocorrência espontânea.

Os resultados encontrados de uso de coberturas mortas no controle de plantas espontâneas demonstraram ainda, que, os tratamentos que receberam cobertura apresentaram menores valores de número de indivíduos e de MF e MS da vegetação de ocorrência espontânea, quando comparados com o tratamento SC (Tabela 38). Tais resultados corroboram com os encontrados por Oliveira et al. (2008), que estudaram a influência de coberturas mortas com palha de leguminosas e gramíneas no desempenho agrônomo da alface, observando eficiência das coberturas na

supressão de plantas espontâneas, com valores superiores quando comparados aos apresentados pela testemunha com ausência de cobertura.

Tabela 38. Número de espécies, número de indivíduos, quantidade acumulada de biomassa fresca e seca de plantas espontâneas, coletadas por ocasião dos cultivos de alface e beralha, com utilização de diferentes tipos de cobertura do solo, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento ²	Nº Espécies	Nº Indivíduos	Biomassa Fresca	Biomassa seca
	-----0,25 m ² -----		-----g m ⁻² -----	
-----Alface-----				
100% GL	4	30 B ¹	338 B	74 B
75% GL	7	20 B	109 B	25 B
50% GL	7	25 B	179 B	37 B
25% GL	5	19 B	105 B	25 B
100% CE	5	30 B	165 B	44 B
SC	12	96 A	722 A	167 A
-----Bertalha-----				
100% GL	5	40 B	147 B	28 B
75% GL	6	34 B	122 B	22 B
50% GL	7	44 B	185 B	34 B
25% GL	5	31 B	89 B	18 B
100% CE	1	26 B	116 B	22 B
SC	14	76 A	414 A	69 A

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, nos cultivos de alface e de beralha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Nos resultados com os somatórios de número de indivíduos e acúmulo de MF e MS da vegetação de ocorrência espontânea, em coletas efetuadas na sucessão alface-bernalha, observou-se valores superiores no tratamento SC em todos esses parâmetros (Tabela 39). Notou-se que, a presença de cobertura morta sobre os canteiros teve relevada importância para o controle de plantas espontâneas, notadamente nos tratamentos com maiores proporções de capim elefante (25% GL e 100% CE) (Tabela 39). Ademais a presença das coberturas reduziu o número de indivíduos da vegetação espontânea, com no máximo 70 indivíduos por m² nos canteiros cobertos comparado aos 172 indivíduos por m² do tratamento SC (Tabela 39). A utilização de coberturas mortas reduziu também a biomassa das plantas espontâneas, com no máximo 486 g m⁻² de MF e de 102 g m⁻² de MS nos tratamentos com cobertura, enquanto o tratamento SC apresentou produção de 1137 g m⁻² de MF e 236 g m⁻² de MS (Tabela 39). A utilização de cobertura morta sobre os

canteiros apresentou interferência no desenvolvimento das plantas da vegetação de ocorrência espontânea, reduzindo a quantidade de indivíduos e a biomassa (Tabelas 38 e 39). Segundo Sedyama, Santos e Lima (2014), o uso de cobertura morta no cultivo de hortaliças, para o manejo de plantas espontâneas, é uma estratégia alternativa, consistindo em um impedimento mecânico para a emergência destas, além de proporcionar outros benefícios como proteção do solo contra os efeitos da erosão e aporte de matéria orgânica.

A presença de cobertura morta sobre os canteiros contribuiu para o controle de plantas espontâneas, notadamente nos tratamentos com maiores proporções de capim elefante (25% GL e 100% CE) (Tabela 39), corrobora com isso os resultados obtidos por diversos autores (CORREIA; DURIGAN, 2004; RESENDE et al., 2005; SOUZA et al., 2010), levando em consideração que coberturas mortas formadas a partir da palhada de espécies vegetais com maior relação C/N, como as gramíneas, conferem maior persistência desse material sobre o solo, com menor liberação da MS, dificultando o estabelecimento de plantas espontâneas. Porém, Ferreira et al. (2013), trabalhando com uso de coberturas mortas de capim napier, em áreas de cultivo de alface, afirmaram que aplicações das coberturas não foram capazes de suprimir as plantas espontâneas.

Tabela 39. Somatórios de número de indivíduos, quantidade acumulada de biomassa fresca e seca de plantas da vegetação de ocorrência espontânea, no cultivo de hortaliças folhosas com utilização de diferentes tipos de cobertura do solo, no ano de 2016 (2 coletas), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento Cobertura ²	Indivíduos --0,25 m ² --	MF -----g m ² -----	MS
100% GL	70 B ¹	486 B	102 B
75% GL	54 B	231 B	47 B
50% GL	68 B	364 B	72 B
25% GL	50 B	193 B	43 B
100% CE	56 B	281 B	66 B
SC	172 A	1137 A	236 A
CV (%)	25,4	53,53	49,01

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, nos cultivos de alface e de bortalha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Os resultados observados nos índices fitossociológicos das plantas de ocorrência espontânea, por ocasião da sucessão alface-bortalha, demonstraram que *Cyperus sp* foi a espécie que apresentou os índices mais elevados em todos os tratamentos, nas duas coletas efetuadas (Tabelas 40 e 41), sendo que, essa foi a única espécie observada no tratamento com cobertura morta composta por 100% CE, por ocasião do cultivo de bortalha (Tabela 41).

Tabela 40. Frequência (F), densidade (D) (plantas m⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de alface, no ano 2015, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. (Continua).

Espécie espontânea	F	D	A	FR	DR	AR	IVI
-----100% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	112,0	28,0	50,0	93,3	84,8	228,2
<i>Commelina benghalensis</i>	0,5	6,0	3,0	25,0	5,0	9,1	39,1
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,3	1,0	1,0	12,5	0,8	3,0	16,4
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	1,0	1,0	12,5	0,8	3,0	16,4
Total	2,0	120,0	33,0	100,0	100,0	100,0	300,0
-----75% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	69,0	17,3	30,8	85,2	71,1	187,1
<i>Commelina benghalensis</i>	0,8	6,0	2,0	23,1	7,4	8,2	38,7
<i>Amaranthus viridis</i>	0,3	1,0	1,0	7,7	1,2	4,1	13,1
<i>Mitracarpus hirtus</i>	0,3	1,0	1,0	7,7	1,2	4,1	13,1
<i>Eleusine indica</i>	0,3	1,0	1,0	7,7	1,2	4,1	13,1
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,3	1,0	1,0	7,7	1,2	4,1	13,1
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,5	2,0	1,0	15,4	2,5	4,1	22,0
Total	3,3	81,0	24,3	100,0	100,0	100,0	300,0
-----50% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	81,0	20,3	28,6	82,7	68,1	1,0
<i>Commelina benghalensis</i>	0,5	6,0	3,0	14,3	6,1	10,1	0,5
<i>Amaranthus viridis</i>	0,8	3,0	1,0	21,4	3,1	3,4	27,9
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,3	1,0	1,0	7,1	1,0	3,4	11,5
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	1,0	1,0	7,1	1,0	3,4	11,5
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,5	5,0	2,5	14,3	5,1	8,4	27,8
<i>Panicum maximum</i>	0,3	1,0	1,0	7,1	1,0	3,4	11,5
Total	3,5	98,0	29,8	100,0	100,0	100,0	300,0
-----25% GL-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	67,0	16,8	40,0	88,2	73,6	201,8
<i>Commelina benghalensis</i>	0,5	3,0	1,5	20,0	3,9	6,6	30,5
<i>Commelina erecta</i>	0,3	2,0	2,0	10,0	2,6	8,8	21,4
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,5	3,0	1,5	20,0	3,9	6,6	30,5
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	1,0	1,0	10,0	1,3	4,4	15,7

Continuação Tabela 40. Frequência (F), densidade (D) (plantas m⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de alface, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Espécie espontânea	F	D	A	FR	DR	AR	IVI
-----25% GL-----							
Total	2,5	76,0	22,8	100,0	100,0	100,0	300,0
-----100% CE-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	112,0	28,0	40,0	94,9	87,5	222,4
<i>Commelina benghalensis</i>	0,8	3,0	1,0	30,0	2,5	3,1	35,7
<i>Commelina erecta</i>	0,3	1,0	1,0	10,0	0,8	3,1	14,0
<i>Amaranthus viridis</i>	0,3	1,0	1,0	10,0	0,8	3,1	14,0
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,3	1,0	1,0	10,0	0,8	3,1	14,0
Total	2,5	118,0	32,0	100,0	100,0	100,0	300,0
-----SC-----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	192,0	48,0	10,0	50,3	48,9	109,2
<i>Oxalis latifolia</i>	1,0	30,0	7,5	10,0	7,9	7,6	25,5
<i>Commelina benghalensis</i>	1,0	40,0	10,0	10,0	10,5	10,2	30,7
<i>Emilia sonchifolia</i>	1,0	14,0	3,5	10,0	3,7	3,6	17,2
<i>Amaranthus viridis</i>	1,0	54,0	13,5	10,0	14,1	13,8	37,9
<i>Mitracarpus hirtus</i>	0,3	1,0	1,0	2,5	0,3	1,0	3,8
<i>Eleusine indica</i>	1,0	18,0	4,5	10,0	4,7	4,6	19,3
<i>Phyllanthus tenellus</i>	1,0	7,0	1,8	10,0	1,8	1,8	13,6
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,5	4,0	2,0	5,0	1,0	2,0	8,1
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,8	5,0	1,7	7,5	1,3	1,7	10,5
<i>Digitaria horizontalis</i>	1,0	15,0	3,8	10,0	3,9	3,8	17,7
<i>Brachiaria plantaginea</i>	0,5	2,0	1,0	5,0	0,5	1,0	6,5
Total	10,0	382,0	98,2	100,0	100,0	100,0	300,0

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Tabela 41. Frequência (F), densidade (D) (plantas m⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR) (%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de beralha, em 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. (Continua)

Espécie espontânea	F	D	A	FR	DR	AR	IVI
-----100% GL ¹ -----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	141,0	35,3	26,7	88,1	84,9	199,7
<i>Commelina benghalensis</i>	1,0	9,0	2,3	26,7	5,6	5,4	37,7
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,8	6,0	2,0	20,0	3,8	4,8	28,6
<i>Amaranthus viridis</i>	0,5	2,0	1,0	13,3	1,3	2,4	17,0
<i>Eleusine indica</i>	0,5	2,0	1,0	13,3	1,3	2,4	17,0
Total	3,8	160,0	41,5	100,0	100,0	100,0	300,0
-----75% GL -----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	122,0	30,5	36,4	91,0	79,2	206,6
<i>Commelina benghalensis</i>	0,5	5,0	2,5	18,2	3,7	6,5	28,4
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,5	3,0	1,5	18,2	2,2	3,9	24,3
<i>Amaranthus viridis</i>	0,3	1,0	1,0	9,1	0,7	2,6	12,4
<i>Eleusine indica</i>	0,3	2,0	2,0	9,1	1,5	5,2	15,8
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,3	1,0	1,0	9,1	0,7	2,6	12,4
Total	2,8	134,0	38,5	100,0	100,0	100,0	300,0
-----50% GL -----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	154,0	38,5	25,0	88,5	81,6	195,1
<i>Commelina benghalensis</i>	0,8	7,0	2,3	18,8	4,0	4,9	27,7
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,8	5,0	1,7	18,8	2,9	3,5	25,2
<i>Amaranthus viridis</i>	0,8	5,0	1,7	18,8	2,9	3,5	25,2
<i>Phyllanthus tenellus</i>	0,3	1,0	1,0	6,3	0,6	2,1	8,9
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	1,0	1,0	6,3	0,6	2,1	8,9
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,3	1,0	1,0	6,3	0,6	2,1	8,9
Total	4,0	174,0	47,2	100,0	100,0	100,0	300,0
-----25% GL -----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	109,0	27,3	28,6	87,9	82,6	199,1
<i>Commelina benghalensis</i>	1,0	7,0	1,8	28,6	5,6	5,3	39,5
<i>Commelina erecta</i>	0,5	4,0	2,0	14,3	3,2	6,1	23,6
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,8	3,0	1,0	21,4	2,4	3,0	26,9
<i>Eleusine indica</i>	0,3	1,0	1,0	7,1	0,8	3,0	11,0

Continuação Tabela 41. Frequência (F), densidade (D) (plantas m⁻²), abundância (A), frequência relativa (FR%), densidade relativa (DR%), abundância relativa (AR) (%) e índice de valor de importância (IVI%) de plantas espontâneas, por ocasião do cultivo de beralha, em 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Espécie espontânea	F	D	A	FR	DR	AR	IVI
-----25% GL -----							
Total	3,5	124,0	33,0	100,0	100,0	100,0	300,0
-----100% CE -----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	105,0	26,3	100,0	100,0	100,0	300,0
Total	1,0	105,0	26,3	100,0	100,0	100,0	300,0
-----SC -----							
<i>Cyperus sp</i>	1,0	192,0	48,0	11,1	63,2	61,1	135,4
<i>Oxalis latifolia</i>	0,8	8,0	2,7	8,3	2,6	3,4	14,4
<i>Commelina benghalensis</i>	1,0	45,0	11,3	11,1	14,8	14,3	40,2
<i>Commelina erecta</i>	0,3	5,0	0,0	2,8	1,6	0,0	4,4
<i>Emilia sonchifolia</i>	1,0	16,0	4,0	11,1	5,3	5,1	21,5
<i>Amaranthus viridis</i>	0,5	5,0	2,5	5,6	1,6	3,2	10,4
<i>Eleusine indica</i>	1,0	10,0	2,5	11,1	3,3	3,2	17,6
<i>Phyllanthus tenellus</i>	0,8	3,0	1,0	8,3	1,0	1,3	10,6
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,8	5,0	1,7	8,3	1,6	2,1	12,1
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,5	6,0	3,0	5,6	2,0	3,8	11,3
<i>Brachiaria plantaginea</i>	0,3	2,0	2,0	2,8	0,7	2,5	6,0
<i>Panicum maximum</i>	0,3	3,0	0,0	2,8	1,0	0,0	3,8
<i>Euphorbia hirta</i>	0,5	2,0	0,0	5,6	0,7	0,0	6,2
<i>Portulaca oleracea</i>	0,5	2,0	0,0	5,6	0,7	0,0	6,2
Total	9,0	304,0	78,6	100,0	100,0	100,0	300,0

¹ Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

4.6.4 Quantificação da decomposição das palhadas das coberturas mortas

Os resultados de decomposição da biomassa seca das palhadas, utilizadas como coberturas mortas no ano 2016, demonstraram que, os tratamentos contendo maiores proporções de gliricídia apresentaram as maiores constantes de decomposição e os menores tempos de meia vida, enquanto a palhada formada por 100% CE comportou-se de maneira contrária, com menores constantes de decomposição e os maiores tempos de meia vida (Tabela 42), corroborando com os resultados encontrados por Souza et al. (2014).

Os elevados valores encontrados para o tempo de meia vida, notadamente nas coberturas mortas contendo maiores proporções de capim elefante (Tabela 42), relacionam-se, provavelmente, ao tipo de material que foi utilizado, previamente seco a sombra e com umidade por volta de 30%. Outro detalhe relaciona-se com as condições ambientais nas quais os materiais das coberturas ficaram expostos, onde, o sistema de irrigação utilizado, constituído por fitas gotejadoras, não promoveu um adequado molhamento ao material dentro das bolsas, e, também porque por ocasião da distribuição das bolsas no campo, para avaliação do material, coincidiu com período característico de estiagem na região, e durante os meses iniciais (setembro e outubro de 2016) não observou-se precipitação pluviométrica tão elevada nesses primeiros 60 dias (por volta de 102 mm), embora na sequência tenha ocorrido precipitações mais intensas (243 mm em novembro e 112 mm em dezembro) (Figura 1). Tais fatos supracitados, influenciaram no processo de decomposição do material das palhadas, refletindo nos resultados de tempo de meia vida que apresentaram elevados valores (Tabela 42), corroborando com os resultados encontrados por Souza et al. (2014) que também utilizaram palhada proveniente de material seco a sombra, porém adotaram a aplicação de lâminas d'água através de sistema de irrigação por aspersão.

Tabela 42. Parâmetros estimados (X_0 , k , $t_{1/2}$) a partir de modelo matemático ($X = X_0 e^{-kt}$), empregado para prever a decomposição in situ da biomassa de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Cobertura morta Palhada ²	X_0 %	k^1 dia ⁻¹	$t_{1/2}$ dia	R^2
100% GL	94,1	0,0075	93	0,91
75% GL	93,7	0,0052	133	0,87
50% GL	93,3	0,0042	163	0,83
25% GL	93,0	0,0023	304	0,57
100% CE	93,5	0,0014	506	0,54

¹ Em que: k é a constante de decomposição; $t_{1/2}$ é o tempo de meia vida projetado; R^2 é o coeficiente de determinação. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

Nos resultados de MS remanescentes das misturas de gliricídia e capim elefante observou-se que, os materiais com palhada contendo maiores proporções de capim elefante apresentaram valores de porcentagem de MS mais elevados (Figura 15). Notou-se que, o tratamento com 100% CE, por volta dos 30 e 60 dias após a distribuição das bolsas com os resíduos, apresentou 84,3% de biomassa seca remanescente, valor próximo ao observado por Oliveira et al. (2008), que obtiveram 85,2% de MS remanescente na palhada de capim elefante, aos 35 dias após a distribuição do material sobre o solo. Esse maior percentual de MS remanescente, nos materiais contendo capim elefante em sua composição, é interessante para a proteção do solo e no controle da infestação de plantas de ocorrência espontânea, que encontrarão maiores dificuldades para germinação com a presença da palhada depositada sobre o solo que atuará como uma barreira mecânica, demonstrando que a utilização desse tipo de material contribui para uma maior eficácia no controle de plantas espontâneas. Porém, observou-se menores porcentagens de MS remanescente nas

misturas contendo proporções acima de 50% de gliricídia, a partir dos 60 dias (Figura 15), o que pode estar relacionado com o maior volume de chuvas ocorrido na região durante esse período (Figura 1), proporcionando condições ambientais mais adequadas nas palhadas para que a fauna edáfica pudesse atuar e colaborar com a degradação do material vegetal.

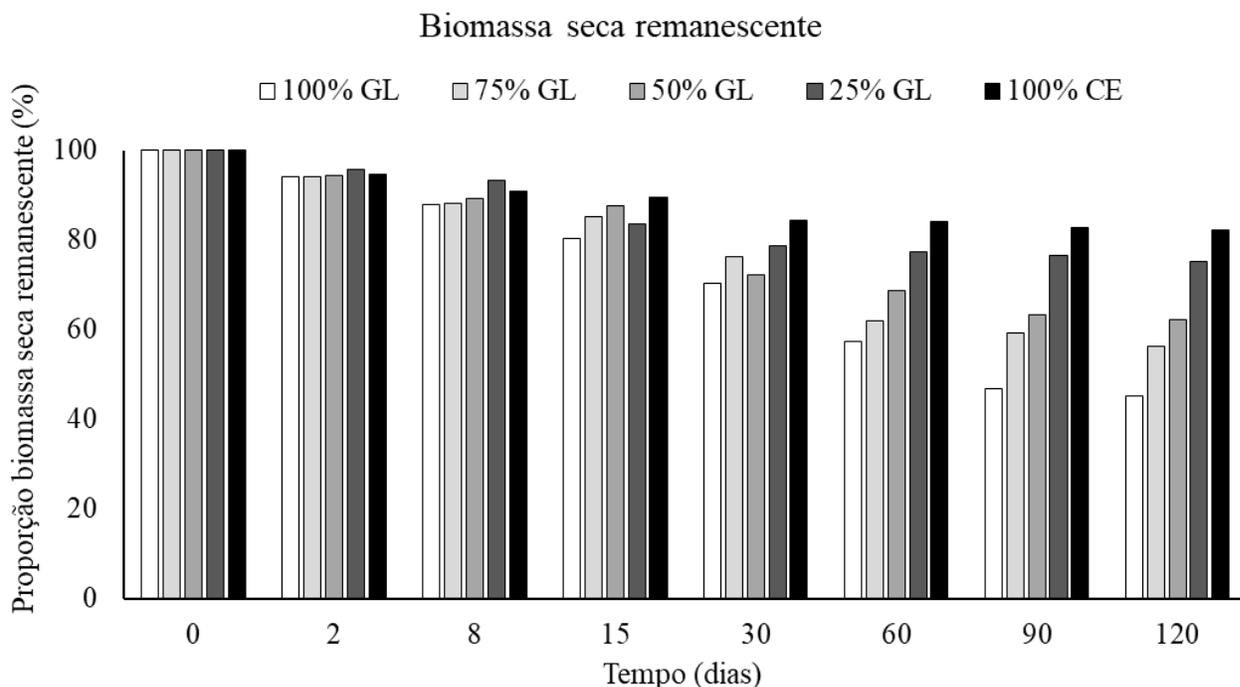


Figura 15. Biomassa seca remanescente de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Palhadas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

Os resultados observados na Tabela 43 demonstraram que, as maiores constantes de decomposição para os valores de N foram verificadas nas palhadas dos tratamentos material composto por maiores proporções de gliricídia, que apresentaram também os menores valores de tempo de meia vida, em comparação ao material composto por maiores proporções capim elefante (Tabela 43).

Nos resultados de N liberado das misturas de palhadas observou-se maior porcentagem desse nutriente liberado a partir dos 60 dias, notadamente nas misturas contendo proporções acima de 50% de gliricídia (Figura 16), o que pode estar relação com o maior volume de chuvas ocorrido na região durante esse período (Figura 1) que proporcionou condições mais adequadas nas coberturas para que a fauna edáfica pudesse atuar e contribuído na decomposição do material. Paula et al. (2015), observou maior constante de decomposição e menor tempo de meia vida para o N, em resíduos de gliricídia avaliados durante estação chuvosa, em comparação ao mesmo material observado durante a estação seca.

Tabela 43. Parâmetros estimados (X_0 , k , $t_{1/2}$) a partir de modelo matemático ($X = X_0 e^{-kt}$), empregado para prever a decomposição in situ do N de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e gliricídia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Cobertura ² Palhada	X_0 %	k^1 dia ⁻¹	$t_{1/2}$ dia	R^2
100% GL	99,0	0,0096	72	0,83
75% GL	98,9	0,0074	93	0,82
50% GL	96,6	0,0062	112	0,80
25% GL	93,8	0,0026	270	0,40
100% CE	94,6	0,0013	528	0,27

¹ Em que: k é a constante de decomposição; $t_{1/2}$ é o tempo de meia vida projetado; R^2 é o coeficiente de determinação. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

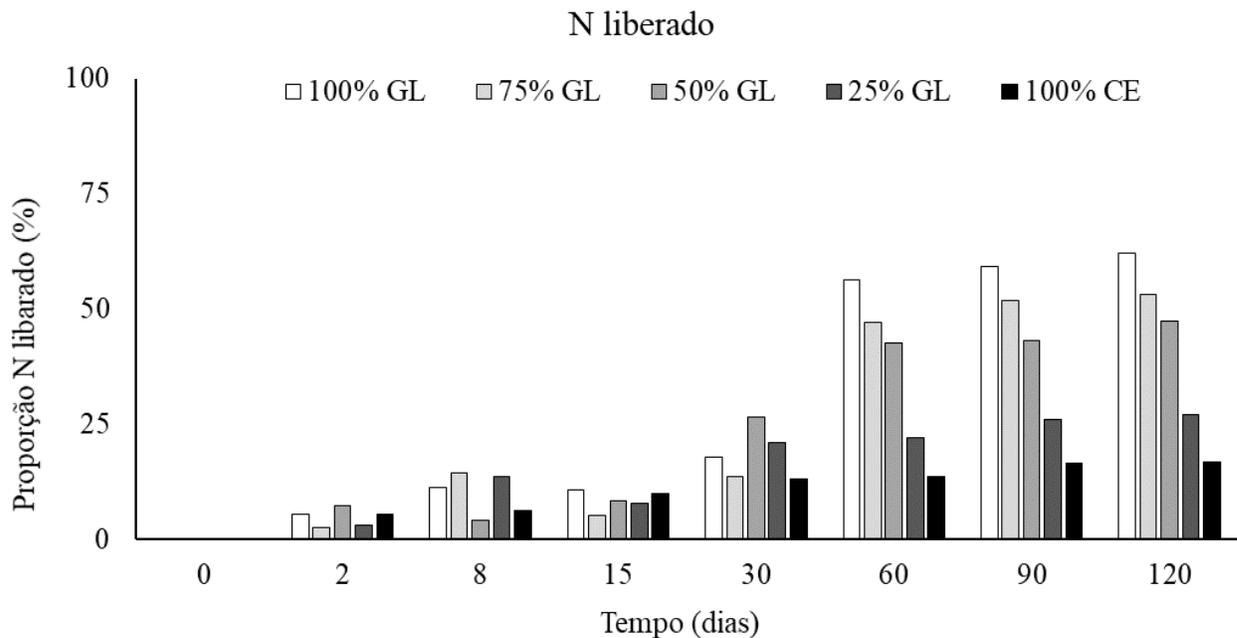


Figura 16. N liberado de coberturas mortas formadas por palhadas de capim elefante e glicíndia, utilizadas individualmente ou combinadas no cultivo de uma sucessão de hortaliças folhosas submetidas ao manejo orgânico, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Coberturas: 100% GL (100% glicíndia); 75% GL (75% glicíndia + 25% capim elefante); 50% GL (50% glicíndia + 50% capim elefante); 25% GL (25% glicíndia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

4.6.5 Características agrônômicas e produção de alface e beralha cultivadas em sucessão

Os resultados encontrados, no cultivo de hortaliças em sucessão do ano 2016, para altura de planta de alface, demonstraram que o tratamento com cobertura morta formada com 100% GL superou os demais tratamentos (Tabela 44), superando também os resultados obtidos por Antunes et al. (2018) e os resultados obtidos por Telles (2016).

Os resultados obtidos de diâmetro da planta e área foliar de plantas de alface, demonstraram que as coberturas com 100% GL e 75% GL apresentaram os maiores valores (Tabela 44).

Os valores de diâmetro de planta de alface obtidos neste trabalho (Tabela 44) corroboram com os encontrados por Antunes et al. (2018) e superaram os encontrados por Telles (2016).

Não houve diferença quanto ao número de folhas de alface (Tabela 44), cujos valores encontrados foram maiores do que os obtidos por Antunes et al. (2018) e maiores do que os obtidos por Peixoto Filho et al. (2013).

Os resultados encontrados para altura da planta, número de folhas, área foliar de plantas de beralha, demonstraram que as coberturas com 100% e 75% de glicíndia apresentaram os maiores valores (Tabela 45).

Os valores dos resultados encontrados para a variável número de ramos de beralha, demonstraram que os tratamentos 100% GL, 75% GL, 50% GL e 25% GL superaram o tratamento com 100% CE e o tratamento SC (Tabela 45).

Tabela 44. Altura, diâmetro, quantidade de folhas e área foliar de plantas de alface, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47 nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Alface - Ano 2016				
Tratamento	Altura planta	Diâmetro planta	Nº Folhas	Área foliar
Cobertura ²	-----cm-----		> 5 cm	cm ² planta ⁻¹
100% GL	31,3 A ¹	31,8 A	22,75 A	4364,03 A
75% GL	29,3 B	30,5 A	22,50 A	4157,73 A
50% GL	28,3 B	28,9 B	21,13 A	3560,37 B
25% GL	28,5 B	29,5 B	20,25 A	3336,15 B
100% CE	26,8 B	28,1 B	20,00 A	3038,02 B
SC	28,4 B	28,9 B	21,13 A	3162,02 B
CV (%)	4,21	3,99	7,23	8,71

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Tabela 45. Altura da planta e somatório de número de ramos, número de folhas e área foliar oriundos de 3 cortes consecutivos de plantas de beralha, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Beralha - Ano 2016				
Tratamento	Altura	Ramos	Nº folhas	Área foliar
Cobertura ²	cm		> 5 cm	cm ² planta ⁻¹
100% GL	58,75 A ¹	9,13 A	64,50 A	2268,27 A
75% GL	54,75 A	8,38 A	54,38 B	1951,99 B
50% GL	48,00 B	7,75 A	52,31 B	1797,26 B
25% GL	47,81 B	7,94 A	46,75 C	1542,20 C
100% CE	42,44 C	6,56 B	36,44 D	1248,46 D
SC	36,75 C	5,81 B	36,50 D	1182,98 D
CV (%)	8,41	10,69	11,71	12,24

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Os valores de MF e MS na planta, teor de N, produtividades de MF e MS e quantidade de N acumulado em plantas de alface demonstraram que, os tratamentos com as coberturas contendo 100 % GL e 75% GL foram superiores aos demais tratamentos (Figura 17).

Nos valores encontrados de MF planta⁻¹ de alface, observou-se, nos tratamentos com as coberturas contendo 100% GL e 75% GL, plantas com mais de 321 g de MF (Figura 17A). Esses valores foram superiores aos resultados obtidos por Peixoto Filho et al. (2013), com 233,5 g planta, superiores aos encontrados por Telles (2016), com 239,5g e 247,2 g planta⁻¹, em dois ciclos de cultivo, corroboram com os obtidos por Antunes et al. (2018), com 312,4 g planta⁻¹, porém foram inferiores aos encontrados por Lima (2018), que obteve resultados com maiores valores devido, principalmente, à manutenção da umidade do solo com a cobertura morta de gliricídia, o que afetou positivamente as variáveis de produção avaliadas.

Oliveira (2005), utilizando cobertura morta de gliricídia no cultivo de alface, obteve valores de MF de 347,9 g e de 205,7 g planta⁻¹, no primeiro e no segundo ciclo de cultivo, respectivamente.

A produtividade de MF de alface, nas coberturas com 100% GL e com 75% GL, apresentou valor próximo a 40 Mg ha⁻¹ (Figura 17B), corroborando com resultados obtidos por Antunes et al. (2018), e superandos os resultados encontrados por Peixoto Filho et al. (2013), com 35,8 Mg ha⁻¹ de MF, para a mesma cultura.

A produção de MS planta⁻¹ de alface, nas coberturas com palhada contendo 75% GL e 100% GL, foi de aproximadamente 13 g planta⁻¹ (Figura 17C), valor superior as 11,7 g planta⁻¹ encontradas por Telles (2016) para a mesma cultura.

Os resultados de MF e produtividade de MF de beralha demonstraram que, a cobertura composta por 100% GL superou os demais tratamentos, seguido das coberturas com 75% GL e 50% GL, na sequência 25% GL, e com os menores valores os tratamentos com cobertura composta por 100% CE juntamente com o tratamento SC (Figuras 18A e 18B). O resultado da produção de MS em plantas de beralha, na cobertura composta por 100% GL, foi de 324 g planta⁻¹ (Figura 18A), valor inferior ao encontrado por Telles (2016) para a mesma cultura.

Nos resultados de MS e produtividade de MS de beralha, observou-se uma separação dos valores dos tratamentos utilizados, em 3 grupos, sendo o primeiro com os melhores valores composto pelas coberturas 100% GL e 75% GL, seguido pelo grupo contendo as coberturas com 50% GL e 25% GL numa posição intermediária, e por último o grupo com os valores mais inferiores, composto pela cobertura formada com 100% CE e pelo tratamento SC (Figuras 18C e 18D).

Não foi observada diferença entre os tratamentos, quanto ao teor de N na planta de beralha (Figura 18E). Nos resultados de N acumulado em plantas de beralha, observou-se os melhores valores na cobertura composta por 100% GL, seguido pelas coberturas contendo 75% GL e 50% GL, na sequência a cobertura com 25% GL, e por último, com os menores valores, os tratamentos compostos por 100% CE e SC (Figura 18F).

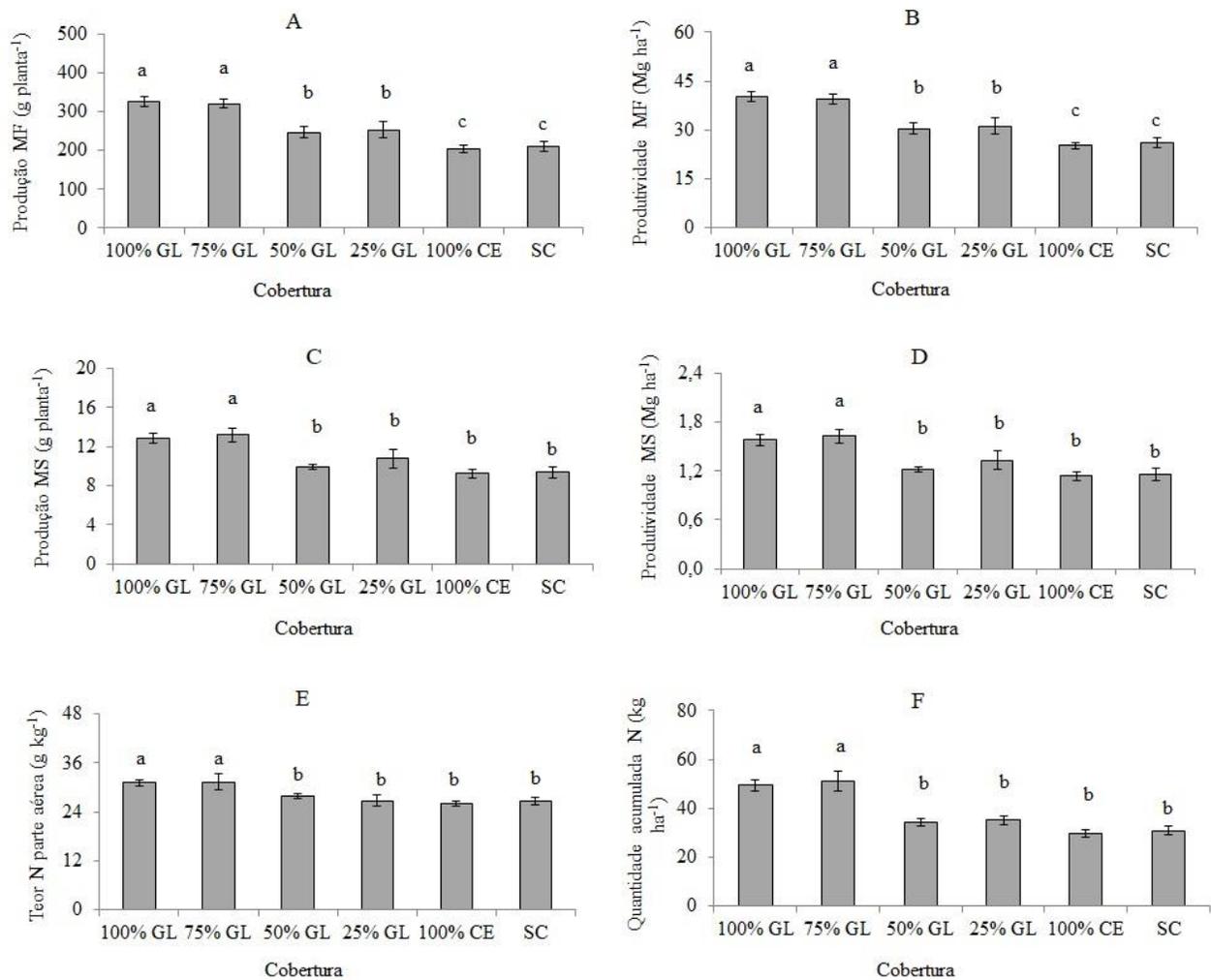


Figura 17. Biomassa fresca (A) e produtividade biomassa fresca (B), biomassa seca (C) e produtividade de biomassa seca (D), teor de N (E) e quantidade acumulada de N (F) de plantas de alface, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano de 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

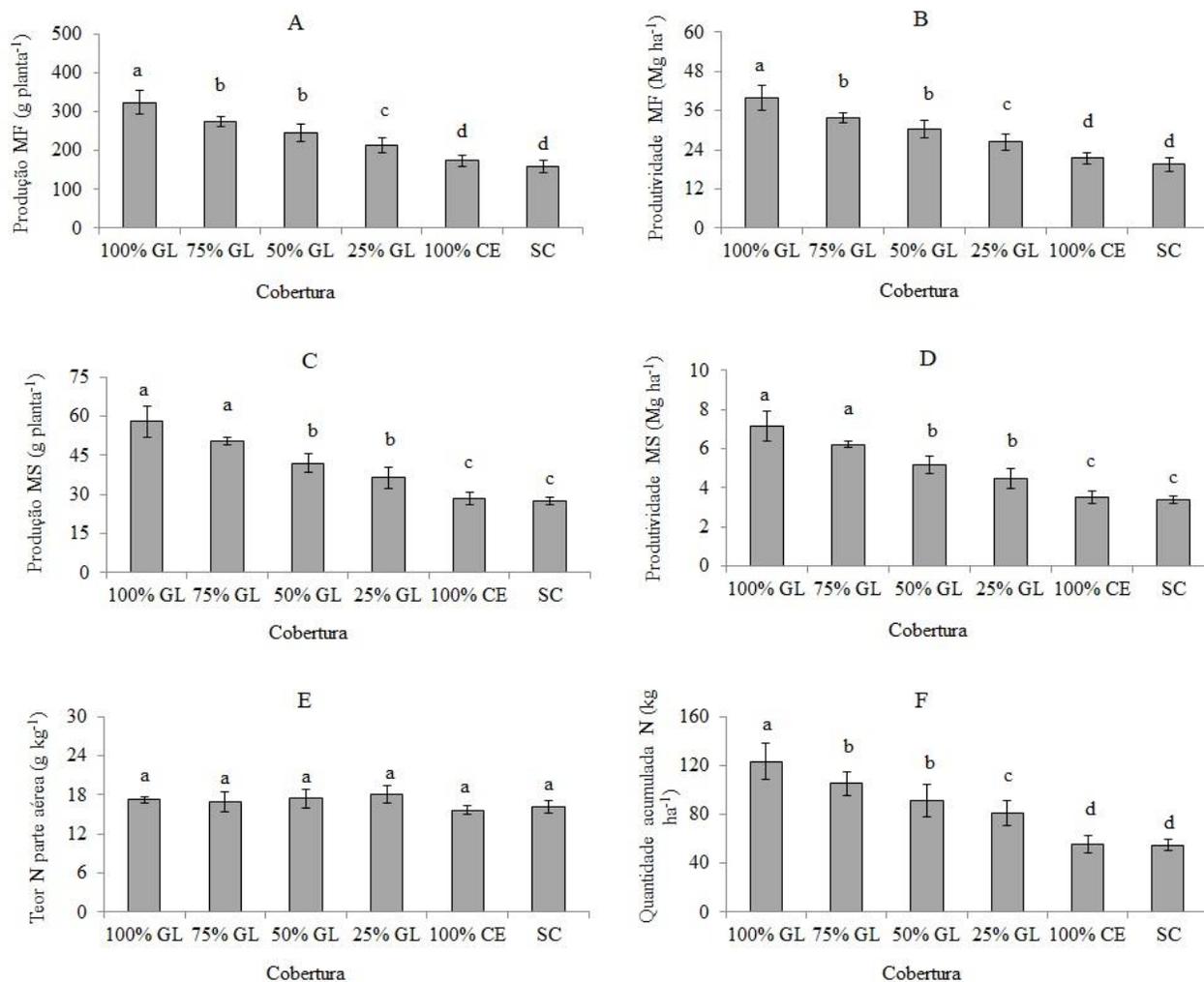


Figura 18. Biomassa fresca (A) e produtividade biomassa fresca (B), biomassa seca (C) e produtividade biomassa seca (D), teor de N (E) e quantidade acumulada de N (F) oriundos de 3 cortes consecutivos de plantas de bertalha, cultivadas com diferentes coberturas de solo, no ano de 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

4.6.6 Quantificação isotópica da transferência de N das palhadas das coberturas mortas para alface e bertalha cultivadas em sucessão

Os valores de transferência de N da palhada para as hortaliças, em 2016, demonstraram que, quanto a porcentagem de átomos de ¹⁵N em excesso, que os maiores valores se encontraram nos tratamentos com palhada de capim elefante e sem cobertura, ou seja, haviam quantidades mais reduzidas de matéria orgânica rica em N nestes tratamentos, como pode-se observar no N proveniente da FBN da palhada, colaborando para que houvesse uma menor diluição do ¹⁵N adicionado ao solo (Tabela 46).

No N proveniente da palhada para a alface, observou-se que os tratamentos com coberturas contendo 100% GL e 75% GL proporcionaram as maiores quantidades de N acumulado na biomassa da alface (Tabela 46). Nos resultados de N na beralha derivado da palhada, observou-se que o tratamento SC apresentou um valor mais elevado de átomos de ^{15}N em excesso e os tratamentos contendo material proveniente de gliricídia apresentaram maiores valores de N proveniente da palhada (Tabela 47), o que influenciou em maior quantidade acumulada de N na biomassa da beralha, principalmente no tratamento com 100% GL, seguido pelos tratamentos contendo 75% GL e 50% GL, respectivamente (Tabela 47).

Observou-se valores de N provenientes da palhada acima de 30%, nos tratamentos com palhada composta por 100% GL, 75% GL e 50% GL, em ambas as hortaliças (Tabelas 46 e 47 e Figuras 19 e 20, respectivamente), o que corrobora com os resultados encontrados por Bah e Rahman (2001) na Malásia, que avaliaram o N recuperado da adubação verde de folhas de gliricídia no cultivo de milho. Já o tratamento com cobertura morta composta por 25% GL, apresentou valores de aproximadamente 26% recuperado da palhada em alface e em beralha, o que ficou próximo aos valores encontrados por Paulino et al. (2009), que observaram que 22,5% do N fixado por gliricídia foi transferido para plantas de gravioleira.

Os resultados de quantidade acumulada de N na alface, proveniente da palhada (Tabela 46), demonstraram que, os maiores valores, em torno de 3 g de N m^{-2} , foram encontrados nos tratamentos que possuíam maiores quantidades de gliricídia na palhada (100% GL e 75% GL). Os resultados do tratamento com 100% GL demonstraram que, essa foi a cobertura que transferiu o maior valor de N proveniente da palhada para beralha, em torno de 6 g de N m^{-2} , já o tratamento formado com 100% CE apresentou quantidade acumulada de N abaixo de 3 g de N m^{-2} (Tabela 47). Tais resultados acima citados (Tabelas 46 e 47 e Figuras 19 e 20) demonstraram que, as diferenças observadas foram em decorrência da presença da cobertura morta contendo a leguminosa gliricídia, que apresenta teores mais elevados de N em sua biomassa, com relação C/N mais baixa, o que facilita a sua decomposição e liberação de N para ser aproveitado pelas hortaliças.

Tabela 46. Átomos de ^{15}N em excesso, N na alface derivado da palhada, quantidade de N acumulado na parte aérea de alface (g m^{-2}) e quantidade de N na parte aérea de alface derivado da palhada (g m^{-2}), em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento ²	Átomos ^{15}N em excesso	N derivado da palhada	Quantidade N parte aérea alface acumulado	Quantidade N parte aérea alface derivado da palhada
	-----%-----		-----g m^{-2} -----	
100% GL	1,15 C ¹	45,15 A	6,41 A	2,89 A
75% GL	1,02 C	50,24 A	6,61 A	3,41 A
50% GL	1,58 B	31,41 B	4,42 B	1,47 B
25% GL	1,52 B	25,80 B	4,57 B	1,22 B
100% CE	2,05 A	14,55 B	3,84 B	0,59 B
SC	2,13 A	0,00	4,00 B	0,00

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25%

glicíδια + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

Tabela 47. Átomos de ^{15}N em excesso, N na beralha derivado da palhada, quantidade de N acumulado na parte aérea de beralha (g m^{-2}) e quantidade de N na parte aérea de beralha derivado da palhada (g m^{-2}), em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento ²	Átomos ^{15}N em excesso	N derivado da palhada	Quantidade N parte aérea beralha acumulado	Quantidade N parte aérea beralha derivado da palhada
	-----%-----	-----g m ⁻² -----		
100% GL	0,04 B ¹	38,09 A	16,01 A	6,00 A
75% GL	0,05 B	33,23 A	13,69 A	4,64 A
50% GL	0,05 B	34,58 A	11,86 A	4,10 A
25% GL	0,05 B	26,45 B	10,52 B	2,87 B
100% CE	0,06 B	15,59 B	7,22 B	1,10 B
SC	0,07 A	0,00	7,09 B	0,00

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% glicíδια); 75% GL (75% glicíδια + 25% capim elefante); 50% GL (50% glicíδια + 50% capim elefante); 25% GL (25% glicíδια + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante); SC (ausência de cobertura morta).

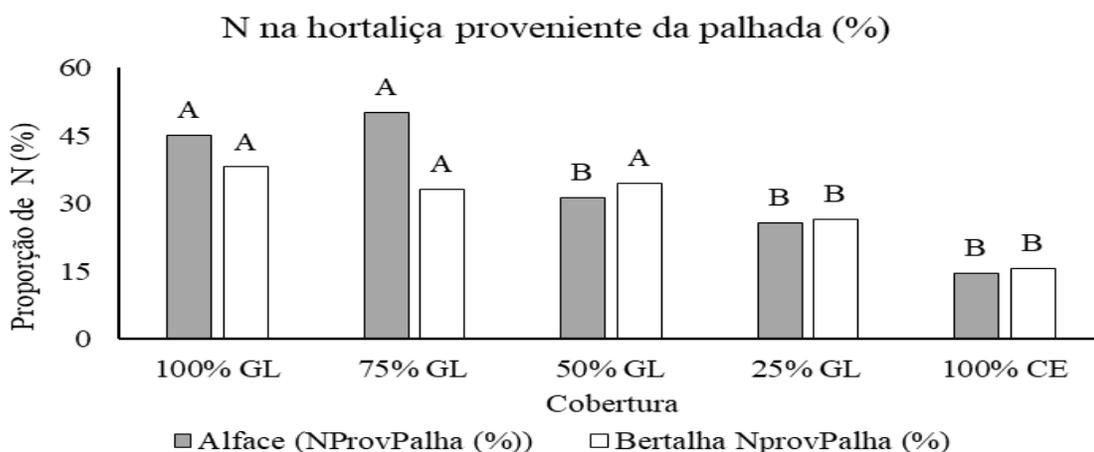


Figura 19. Proporção de N proveniente da palhada em alface e beralha, em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Barras seguidas da mesma letra maiúscula dentro de cada cultivo não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% glicíδια); 75% GL (75% glicíδια + 25% capim elefante); 50% GL (50% glicíδια + 50% capim elefante); 25% GL (25% glicíδια + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

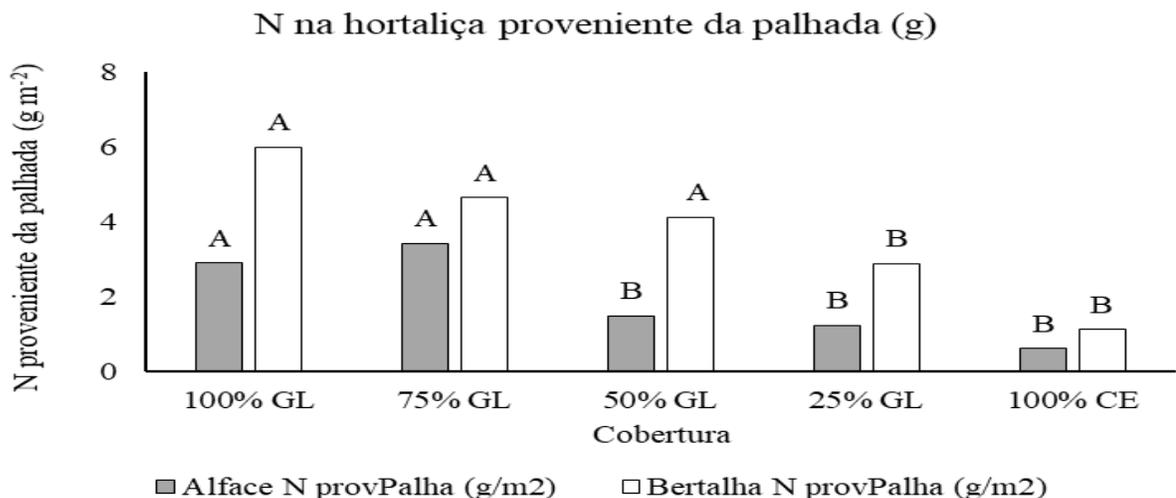


Figura 20. N acumulado em alface e beralha proveniente da palhada, em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Barras seguidas da mesma letra maiúscula dentro de cada cultivo não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

Os resultados de eficiência de recuperação do ¹⁵N demonstraram que, na alface, o tratamento composto por cobertura morta formada com 75% GL apresentou valor mais elevado, por volta de 10% (Tabela 48 e Figura 21), porém não distinguiu estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 48).

Nos resultados de eficiência de recuperação do ¹⁵N da palhada pela beralha, observou-se que, também, não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 48), embora os valores dos tratamentos com 50% GL e 25% GL tenham ficado mais expressivos, acima de 16% (Tabela 48 e Figura 21).

Os resultados referentes a eficiência total de recuperação de N aplicado demonstraram que, não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 48), com valores variando entre 11,87% e 24,41% do N recuperado das palhadas (Tabela 48 e Figura 22), que não corroboraram com os encontrados por Pereira (2007), que obteve eficiência acima de 40% em couve flor cultivada sob palhadas de crotalaria, milho e vegetação espontânea.

Araújo et al. (2011), obtiveram valores de eficiência de recuperação do N derivado da palhada de feijão de porco para a planta de repolho variando de 9 a 16%.

Koucher et al. (2017) observaram que, 4% do N de resíduos utilizados como cobertura morta em cebola foi recuperado nas folhas e bulbos da mesma cultura.

Destaca-se que, embora a metodologia da diluição isotópica tenha muita praticidade, ela tende a superestimar os valores, devido ao efeito primer causado pelo N do solo contido na matéria orgânica, o que vai colaborar para diluir o ¹⁵N aplicado.

Tabela 48. Eficiência de recuperação de N em alface, eficiência de recuperação de N em bortalha e eficiência de recuperação de N total em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Tratamento ²	Alface	Bortalha	Total
	-----%-----		
100% GL	5,92 A ¹	12,29 A	18,20 A
75% GL	10,26 A	13,95 A	24,21 A
50% GL	5,75 A	16,06 A	20,28 A
25% GL	7,27 A	17,14 A	24,41 A
100% CE	5,63 A	10,47 A	11,87 A

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

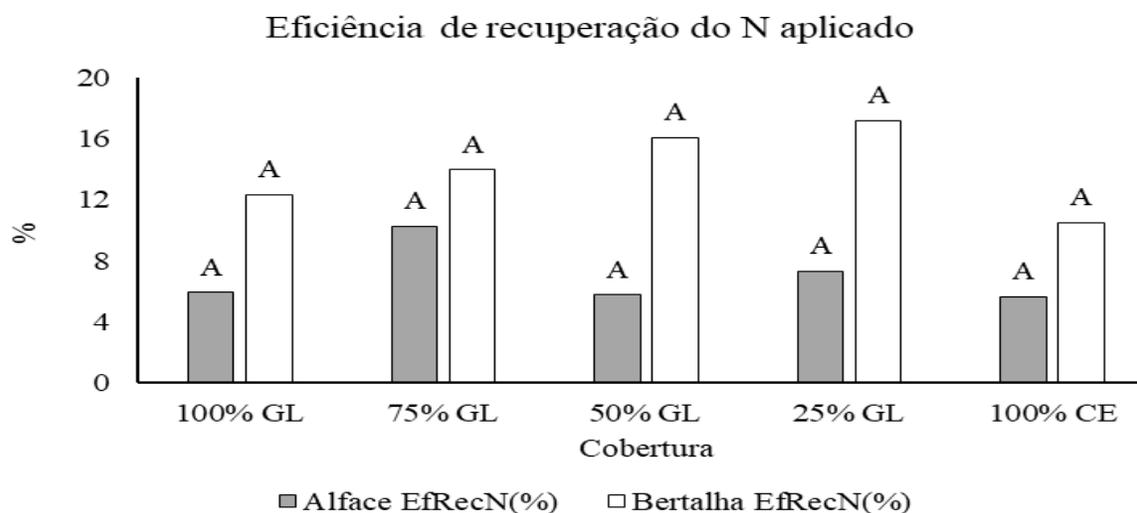


Figura 21. Eficiência de recuperação do ¹⁵N aplicado, em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Barras seguidas da mesma letra maiúscula dentro de cada cultivo não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

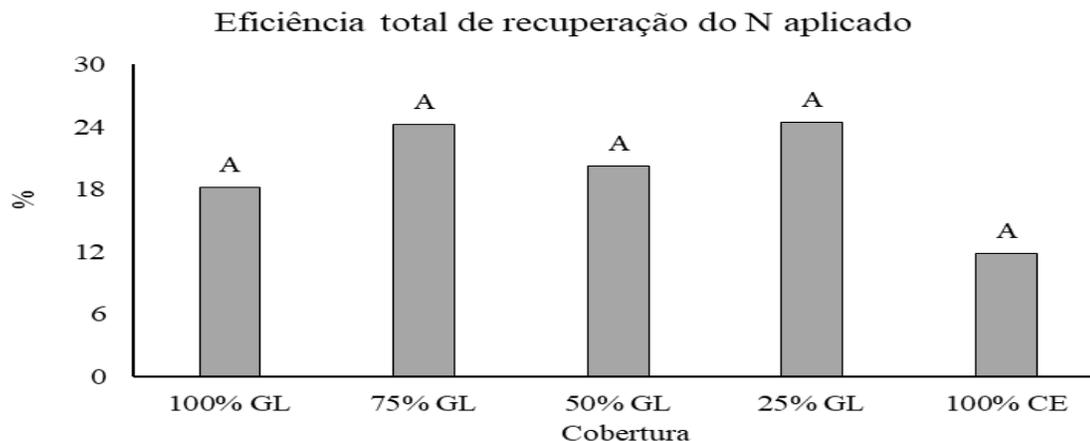


Figura 22. Eficiência total de recuperação do ^{15}N aplicado, em experimento com coberturas mortas no cultivo de hortaliças, no ano 2016, em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, nas condições climáticas da Baixada Fluminense. ¹ Barras seguidas da mesma letra maiúscula dentro de cada cultivo não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade. ² Coberturas: 100% GL (100% gliricídia); 75% GL (75% gliricídia + 25% capim elefante); 50% GL (50% gliricídia + 50% capim elefante); 25% GL (25% gliricídia + 75% capim elefante); 100% CE (100% capim elefante).

4.7 Conclusões

Coberturas mortas de solo formadas de palhadas de parte aérea de *Pennisetum purpureum* (capim elefante) e da leguminosa arbórea *Gliricidia sepium*, processadas e aplicadas de forma combinada, ou isoladamente, sobre o solo, proporcionam o aumento da diversidade da fauna edáfica e reduzem a infestação de espécies vegetais de ocorrência espontânea, quando comparadas à ausência de aplicação destas coberturas.

Coberturas mortas de solo preparadas exclusivamente com palhada da leguminosa arbórea gliricídia, ou contendo alta proporção de gliricídia em misturas com capim elefante, apresentam maiores taxas de decomposição do material vegetal e de mineralização de N do que a cobertura morta formada exclusivamente de capim elefante, ou com maior proporção desta gramínea, influenciando positivamente características fitotécnicas de alface e beralha cultivadas em sucessão em sistema orgânico de produção, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

Coberturas mortas de solo preparadas exclusivamente com a palhada de gliricídia, ou em misturas com capim elefante, apresentam taxas mais efetivas de transferência de N para alface e beralha cultivadas em sucessão, quantificadas por meio de técnica isotópica, do que a cobertura formada exclusivamente de palhada de capim elefante, em sistema orgânico de produção, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

As coberturas mortas formadas exclusivamente de palhadas de gliricídia, ou de mistura contendo 75% desta leguminosa e 25% de capim elefante, proporcionam produtividades comerciais de alface e de beralha cultivadas em sucessão, avaliadas em dois anos agrícolas em sistema orgânico nas condições climáticas da Baixada Fluminense, maiores do que coberturas formadas de palhadas destas mesmas espécies com menor proporção de gliricídia e também em solo sem a presença destas palhadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento, a produtividade de biomassa e a quantidade acumulada de N da parte aérea de árvores de gliricídia após a poda são influenciados pela época de condução desta prática, sendo os rendimentos mais elevados depois de períodos chuvosos do ano.

Os valores cumulativos de produtividade de biomassa de folhas, de caule e de parte aérea total não são influenciados pela altura de poda no intervalo de 0,3 a 1,5 m a partir da superfície do solo, de forma similar ao observado quanto à quantidade acumulada de N nestes órgãos e na parte aérea como um todo. Neste sentido, rejeita-se a hipótese formulada referente à influência da altura da poda sobre as varáveis supracitadas em árvores de gliricídia.

As quantidades elevadas de biomassa e de N acumulados na parte aérea, estimuladas pelas podas, independentemente da altura de condução do corte a partir da superfície do solo, corroboram sobre o alto potencial de geração de material vegetal para reciclagem interna em unidades de produção agrícola proveniente do manejo de árvores de gliricídia.

A utilização de coberturas mortas: aumentou a diversidade da fauna edáfica; reduziu as plantas de ocorrência espontânea; elevou ou manteve a produtividade agrônômica das hortaliças folhosas.

Coberturas com maiores proporções de gliricídia apresentaram maior decomposição de biomassa e liberação de N influenciando positivamente na produção agrônômica de hortaliças folhosas.

Coberturas contendo gliricídia apresentaram taxas mais elevadas de transferência de N das palhadas para as hortaliças; não houve diferença na eficiência de recuperação de N das palhadas para as hortaliças em solos cobertos ou sem cobertura.

Recomenda-se a utilização de coberturas mortas com mais de 75% de gliricídia, aja visto que se mostraram mais adequadas dentro de sistema de cultivo de hortaliças folhosas em sucessão, contribuindo substancialmente para o controle da vegetação de ocorrência espontânea, para o aumento da diversidade da fauna edáfica, e possibilitando a obtenção de elevada produtividade agrônômica das hortaliças.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOUD, A. C. S. et al. As principais lavouras. In: ABBOUD, A. C. S. (ed.). **Introdução à Agronomia**. 1ª ed. Rio de Janeiro - RJ: Interciência, p. 361-498, 2013.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. et al. Os insetos. In: ABBOUD, A. C. S. (ed.). **Introdução à Agronomia**. 1ª ed. Rio de Janeiro - RJ: Interciência, p. 287- 356, 2013.
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Plantas de cobertura do solo em sistemas agrícolas. In: ALVES, B. J. R. et al. (eds). **Manejo de sistemas agrícolas: impacto e sequestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. Porto Alegre - RS: Genesis, 216 p., 2006.
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; CERETTA, C. A. Decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos culturais dos adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F. et al. (eds). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. V. 1. Brasília - DF: Embrapa, 2014, 507 p.
- ALCÂNTARA, F. A. et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. Brasília – DF: **Pesq. agropec. bras.**, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.
- ALMEIDA, M. M. T. B. et al. Fertilizantes de leguminosas como fontes alternativas de Nitrogênio para produção orgânica de alface. Brasília – DF: **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 43, n. 6, p. 675-682, 2008.
- ALMEIDA, M. M. T. B. **Fertilizantes de leguminosas: autossuficiência de Nitrogênio em sistemas orgânicos de produção**. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 2012, 162 p.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4ª edição. Porto Alegre - RS: Editora da UFRGS, 2004, 120 P.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª edição revista e ampliada. Rio de Janeiro - RJ: Expressão Popular, AS-PTA, 2012, 400 p.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Manejo agroecológico da fertilidade dos solos: solos saudáveis, plantas saudáveis. In: ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª ed. revista e ampliada. São Paulo - SP: Expressão Popular; Rio de Janeiro - RJ: AS-PTA, 2012, 400 p.
- ALVARENGA, R. C. et al. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. Brasília – DF: **Pesq. agropec. bras.**, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.
- ALVES, S. M. C. et al. Balanço do ne fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de matéria seca de guandu. Brasília – DF: **Pesq. agropec. bras.**, v. 39, n. 11, p. 1111-1117, 2004.
- ALVES, B. J. R.; BAÊTA, A. M.; ALVES, J. V. Protocolo da Embrapa Agrobiologia para análise de Nitrogênio em adubos orgânicos, solo e tecidos. Seropédica - RJ: Embrapa Agrobiologia, CNPAB (**Documentos, 100**), 1999, 17 p.
- ALVES, B. J. R. et al. Métodos de determinação do nitrogênio em solo e planta. In: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. (eds.). Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola. Brasília - DF: Embrapa-SPI; Embrapa-CNPAF (**Documentos, 46**), p. 448-470, 1994.
- ANDRADE, A. C. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29(6), p. 1589-1595, 2000.

ANDRADE, A. G.; URQUIAGA, S. S.; FARIA, S. M. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. Rio de Janeiro - RJ: Embrapa Solos (**Documentos, 13**), 50 p., 1999.

ANDRADE, B. M. S. et al. Uso da gliricídia (*Gliricidia sepium*) para alimentação animal em Sistemas Agropecuários Sustentáveis. **Scientia Plena**, v. 11, n. 04, p. 1-7, 2015.

ANTUNES, L. F. S. et al. Desempenho agrônômico da alface crespa a partir de mudas produzidas com gongocomposto. **Rev. Bras. Agrop. Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 57-65, 2018.

APOLINÁRIO, V. X. O. et al. Tree legumes provide marketable wood and add nitrogen in warm-climate silvopasture systems. **Agron. Journal**, v. 107, p. 1915-1921, 2015.

APOLINÁRIO, V. X. O. et al. Arboreal legume litter nutrient contribution to a tropical silvopasture. **Agron. Journal.**, v. 108, p. 2478-2484, 2016.

AQUINO, A. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; QUEIROZ, J. M. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (“Pitfall Traps”). Seropédica - RJ: Embrapa Agrobiologia (**Circular Técnica, 18**), 2006, 9 p.

AQUINO, A. M.; CORREIA, M. E. F.; ALVES, M. V. Biodiversidade da macrofauna edáfica no Brasil. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (eds). **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras - MG: UFLA, p.143-170, 2008.

AQUINO, A. M.; CORREIA, M. E. F.; BADEJO, M. A. Amostragem da mesofauna edáfica utilizando funis de Berlese-Tüllgren modificado. Seropédica - RJ: Embrapa Agrobiologia, (**Circular Técnica, 17**), 2006, 4 p.

AQUINO, A. M. et al. Novas tendências. In: ABOUD, A. C. S. (ed.). **Introdução à Agronomia**. 1ª ed. Rio de Janeiro - RJ: Interciência, 2013, 644 p.

ARAÚJO, E. S. et al. Recuperação no sistema solo-planta de nitrogênio derivado da adubação verde aplicada à cultura do repolho. Brasília – DF: **Pesq. agropec. bras.**, v. 46, n. 7, p. 729-735, 2011.

ARAÚJO, J. B. S.; BALBINO, J. M. S. Manejo de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp) sob dois tipos de poda em lavoura cafeeira. Lavras - MG: **Coffee Science**, v. 2, n. 1, p. 61-68, 2007.

ÁVILA, C. J. Tecnologias para o manejo de pragas iniciais em milho safrinha. In: Seminário Nacional Milho Safrinha. Dourados – MS: Embrapa Agropecuária Oeste, (**Documentos, 89**), 2007.

BAH, A. R.; RAHMAN, Z. A. Gliricídia (*Gliricidia sepium*) green manures as a potential source of N for maize production in the tropics. **The Scientific World**, v. 1 (S2), p. 90-95, 2001.

BAGGIO, A. J.; HEUVELDOP, J. Implantação, manejo e utilização do sistema agroflorestal cercas vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. na Costa Rica. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 5, p. 19-52, 1982.

BALIEIRO, F. C. et al. Insumos biológicos. In: FREIRE, L. R. et al. (eds). **Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro**. Brasília - DF: Embrapa; Seropédica - RJ: Editora Universidade Rural, 2013.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F.; CARVALHO FILHO, O. M. Matéria seca de *Gliricidia sepium* em função da altura e da frequência de corte para adubação verde em sistema de cultivo em alamedas em solos de tabuleiros costeiros. In: Reunião brasileira de manejo e conservação do solo e da água, 14, 2002, Cuiabá. **Anais...**, Cuiabá, MT: p 147.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephalla* em alamedas visando à melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. Brasília – DF: **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, 2001.

BARRETO, A. C. et al. Cultivo de *Gliricidia sepium* em entrelinhas alternadas do pomar cítrico como fonte permanente de adubação verde em solos dos Tabuleiros Costeiros. Aracaju - SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 2013 (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 77), 16 p.

BERTOL, O. J. et al. Manejo e conservação do solo e da água. **Série de cadernos técnicos da agenda parlamentar, CREA – PR**, 2016, 53 p.

BEZERRA, C. E. S. et al. Avaliação do efeito de diferentes tipos de cobertura morta vegetal em feijão mungo verde (*Vigna radiata*). Mossoró – RN: **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, v. 2, n. 2, p. 47–51, 2007.

BONJORNO, I. I. et al. Efeito de plantas de cobertura de inverno sobre cultivo de milho em sistema de plantio direto. **Rev. Bras. Agroecologia**, v. 100, n. 5(2), p. 99-108, 2010.

BORGES, L. S.; AQUINO, F. C.; EVANGELISTA, A. F. Potencial do capim elefante para a geração de bioenergia – revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 13, n. 1, p. 4518–4523, 2006.

BOTREL, M. A.; NOVAES, L. P.; ALVIM, M. J. Características forrageiras de algumas gramíneas tropicais. Juiz de Fora - MG: Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (**Documentos**, 66), 1998, 66 p.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 46, de 6 de outubro de 2011. Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal, bem como as listas de Substâncias Permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. **Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2011, 32 p.

BRASIL. Manual de hortaliças não-convencionais. Brasília - DF: **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ACS, 2010, 92 p.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. **Biologia de plantas daninhas**. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (eds.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba - PR: Omnimax, 2011, 348 p.

CADAVID, L. F. et al. Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava growth in sandy soils in Northern Colombia. Amsterdam: **Field Crops Research**, v. 57, p. 45-56, 1998.

CALEGARI, A. et al. Culturas, sucessões e rotações. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Sistema Plantio Direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Dourados - MS: Embrapa Agropecuária Oeste (Coleção 500 perguntas, 500 Respostas), 1998, 248 p.

CALEGARI, A. et al. Manejo Do material orgânico. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Sistema Plantio Direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica; Dourados - MS: Embrapa Agropecuária Oeste, Coleção 500 perguntas, 500 Respostas, 1998, 248 p.

CALEGARI, A. et al. **Adubação verde no Brasil**. 2. Edição. Rio de Janeiro - RJ: Assessoria de Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993, 346 p.

CANTO, A. C. Alterações da mesofauna do solo causadas pelo uso de cobertura com plantas leguminosas na Amazônia Central. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 4, 1996.

CANUL-SOLIS, J. et al. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. una espécie arbórea multipropósito para la sustentabilidad de los agroecosistemas tropicales. **Agroproductividad**, v. 11, n. 10, p. 195-200, 2018.

CARMO, M. G. F. et al. Fitopatossistemas. In: ABBOUD, A. C. S. (ed.). **Introdução à Agronomia**. 1ª ed. Rio de Janeiro - RJ: Interciência, p. 239-286, 2013.

- CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. Plantas condicionadoras de solo: interações edafoclimáticas, uso e manejo. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. (eds). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina - DF: Embrapa Cerrados, 2006, 369 p.
- CARVALHO, D. F. et al. Carrot yield and water-use efficiency under different mulching, organic fertilization and irrigation levels. Campina Grande - PB: **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 22, n. 7, p. 445-450, 2018.
- CARVALHO, D. F. et al. Efeito da cobertura morta e do preparo do terreno nas perdas de solo e água em um Argissolo vermelho-amarelo. Viçosa – MG: **Engenharia na Agricultura**, v. 11, n. 1-4, p. 15–22, 2003.
- CARVALHO FILHO, O. M.; DRUMOND, M. A.; LANGUILEY, P. H. *Gliricidia sepium* leguminosa promissora para regiões semi-áridas. Petrolina – PE: Embrapa Semi-Árido - CPATSA (**Circular Técnica, 35**), 1997, 17 p.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Manual de arborização**. Belo Horizonte - MG: CEMIG/Fundação Biodiversitas, 2011, 112 p.
- CORDEIRO, A. A. S. et al. 2018. Organic cabbage growth using green manure in pre-cultivation and organic top dressing fertilization. Brasília – DF: **Hortic. Bras.**, v. 36, n. 4, p. 349-354, 2018.
- CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. Fauna do solo: aspectos gerais e metodológicos. Seropédica - RJ: Embrapa Agrobiologia (**Documentos, 112**), 2000, 46 p.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. P. Daninha, v. 22, n. 1, p. 11-17, 2004.
- COSTA, B. M. et al. Métodos de plantio de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.) em estacas para produção de forragem. **R. Bras. Zootec.**, v. 33, n. 6 (Supl. 2), p. 1969-1974, 2004.
- COTTAM, C.; CURTIS, J. T. “The use of distance measures in phytosociological sampling”. **Ecology**, v. 37, n. 3, p. 451-460, 1956.
- CUBILLOS-HINOJOSA, J. G.; MILIAN-MINDIOLA, P. E.; HERNÁNDEZ-MULFORD, J. L. Biological nitrogen fixation by Rhizobium sp. native gliricidia (*Gliricidia sepium* [Jacq.] Kunth ex Walp.) under greenhouse conditions. Bogotá – Colômbia. **Agronomía Colombiana**, v. 29, n. 3, p. 465-472, 2011.
- DESHMUKH, S. A.; GAIKWAD, D. K. A review of the taxonomy, ethnobotany, phytochemistry and pharmacology of *Basella alba* (Basellaceae). **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 4, n. 1, p. 153-165, 2014.
- DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J. Leucena (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiplo para o semi-árido brasileiro. Colombo – PR: Embrapa Florestas (Comunicado Técnico 262); Petrolina – PE: Embrapa Semi-árido (**Comunicado Técnico 142**), 2010, 8 p.
- EDVAN, R. L. et al. Análise de crescimento da gliricídia submetida a diferentes manejos de corte. **Arch. Zootec.**, v. 65, n. 250, p. 163-169, 2016.
- EDVAN, R. L. et al. The forage yield of *Gliricidia sepium* during the rainy and dry seasons following pruning management in Brazil. **Cien. Inv. Agr.**, v. 41, n. 3, p. 309-316, 2014.
- EIRA, A. F. Influência da cobertura morta na biologia do solo. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Sociedade de Investigações Florestais. **1. Seminário sobre cultivo mínimo do solo em florestas**, p. 16-33, Gráfica Universitária, Piracicaba, 1995.
- ELEVITCH, C. R.; FRANCIS, J. K. *Gliricidia sepium* (gliricídia). ver. 2.1. In: ELEVITCH, C. R. (ed.). **Species Profiles for Pacific Island Agroforestry Holualoa, Hawaii, USA**. Permanent Agriculture Resources (PAR), 18 p., 2006.

- ESPÍNDOLA, J. A. A. et al. S. **Adubação verde com leguminosas**. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, 49 p.
- FAVARATO, L. R.; SOUZA, J. L.; GUARÇONI, R. C. Efeitos múltiplos da cobertura morta do solo em cultivo orgânico de cenoura. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 7, n. 2, p. 24-30, 2017.
- FERNANDES, M. C. A.; RIBEIRO, R. L. D.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Manejo ecológico de fitoparasitas. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (eds). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 274-322, 2005.
- FERNANDES, M. F.; BARRETO, A.C. E.; FILHO, J. E. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. Brasília – DF: **Pesq. agropec. bras.**, v. 34, n. 9, p. 1593-1600, 1999.
- FERRAZ JÚNIOR, A. S. L.; et al. Fitomassa, distribuição de raízes e aporte de nitrogênio e fósforo por leguminosas cultivadas em aleias em solo de baixa fertilidade. **Floresta e Ambiente**, v. 13, n. 1, p. 61-68, 2006.
- FERRAZ, L. C. L. et al. Effects of soil moisture, organic matter and grass on the carpogenic germination of sclerotia and infection of bean by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Pathology**, v. 48, p. 77–82, 1999.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Lavras – MG: **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, I. C. P. V. et al. Cobertura morta e adubação orgânica na produção de alface e supressão de plantas daninhas. Viçosa – MG: **Rev. Ceres**, v. 60, n. 4, 2013, p. 582-588.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª ed. Viçosa - MG: Editora da UFV, 2008, 402 p.
- FONSECA, A. F. A.; ANGELETTI, M. P. Utilização de cobertura morta do solo para a produção de hortaliças no estado de Rondônia. Porto Velho – RO: Embrapa – UEPAE (**Circular Técnica 10**), 1987, 11 p.
- FONSECA, J. O. G. **Desempenho agrônômico de alface e rúcula em função de doses de composto fermentado em condições de cultivo protegido, sob manejo orgânico em Nova Friburgo, RJ**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2013. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 61 p.
- FRANCO, A. A. Uso de *Gliricidia sepium* como moirão vivo. Itaguaí – RJ: Embrapa Unidade de Apoio ao Programa Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo (**Comunicado Técnico, 3**), 1988, 5 p.
- FURLANI, A. M. C. et al. Composição mineral de diversas hortaliças. Campinas - SP: **Bragantia**, v. 37, n. 5, p. 33-44, 1978.
- GATIBONI, L. C. et al. Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da palhada de centeio e aveia preta, em sistema plantio direto. **Biotemas**, v. 22 (2), p. 45-53, 2009.
- GILL, H. K.; McSORLEY, R. Effect of integrating soil solarization and organic mulching on the soil surface insect community. **Florida Entomologist**, v. 93 (2), p. 308-309, 2010.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4ª ed. Porto Alegre - RS: Editora da UFRGS, 2008, 656 p.
- GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. Managing carbon and nitrogen in tropical organic farming through green manuring. In: ADETOLA BADEJO, M.; TOGUN, A. O. (eds).

Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics. 1^a ed. Ibadan: College Press, 2004, v. 2, p. 125-140.

GUERRA, J. G. M. et al. Adubação verde no cultivo de hortaliças. In: LIMA FILHO, O. F. et al. (eds). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática.** v. 2. Brasília - DF: Embrapa, 2014, p. 241-267.

GUERRA, J. G. M. et al. Manejo da fertilidade do solo na agricultura orgânica. In: FREIRE, L. R. et al. (eds). **Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro.** Brasília - DF: Embrapa; Seropédica, RJ: Editora Universidade Rural, 2013, p. 189-195.

HECKLER, J. C.; HERNANI, L. C.; PITOL, C. Palha. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Sistema Plantio Direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica; Dourados - MS: Embrapa Agropecuária Oeste, Coleção 500 perguntas, 500 Respostas, 1998, 248 p.

HECKLER, J. C.; SALTON, J. C. **Palha: fundamento do Sistema Plantio Direto.** Dourados - MS: Embrapa Agropecuária Oeste, Coleção Sistema Plantio Direto, 2002, 26 p.

HERNANI, L. C.; GAUDÊNCIO, C. A. Culturas, sucessões e rotações. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Sistema Plantio Direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica; Dourados - MS: Embrapa Agropecuária Oeste, Coleção 500 perguntas, 500 Respostas, 1998, 248 p.

HIRATA, A. C. S.; NARITA, N.; RÓS, A. B. Cobertura morta no manejo de plantas daninhas em cebola. **Pesq. & Tecnologia**, v. 11, n. 1, 2014.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil.** Campinas - SP: Fundação Cargill, p. 232-267, 1984.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de palhadas culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho-amarelo na Região Noroeste Fluminense. Viçosa – MG: **R. Bras. Ci. Solo**, v. 31, p. 1421-1428, 2007.

HAFELD-VIEIRA, B. A.; NECHET, K. L.; MATTIONI, J. A. M. Doenças do tomateiro no estado de Roraima. Boa Vista - RR: Embrapa Roraima (**Documentos**, 3), 2006, 31 p.

ITALIANO, E. C.; PEREIRA, A. V.; LEDO, F. J. S. Comportamento produtivo de cultivares de capim-elefante. Teresina - PI: Embrapa Meio-Norte (**Comunicado Técnico 166**), 2004, 2 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba – SP: Agrônômica Ceres, 1985, 492 p.

KOUCHER, L. P. et al. Nitrogen transfer from cover crop residues to onion grown under minimum tillage in Southern Brazil. Viçosa –MG: **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v. 41, p. 1-10, 2017.

KUMAR, P.; MISHRA, P. K. Cultivation of *Gliricidia sepium* (gliricídia) and its use for improving soil fertility. **Journal of The Kalash Science**, v. 1, n. 1, p. 131-133, 2013.

LAVELLE, P.; SENAPATI, B.; BARROS, E. Soil Macrofauna. In: SCHROTH, G.; SINCLAIR, F. L (eds). **Tree, crops and soil fertility: concepts and research methods.** Wallingford: CABI Publishing., 2003, 437 p.

LEAL, M. A. A. et al. Uso e manejo da matéria orgânica para fins de fertilidade do solo. In: FREIRE, L. R. et al. (eds). **Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro.** Brasília - DF: Embrapa; Seropédica - RJ: Editora Universidade Rural, 2013, 430 p.

LIMA, P. H. **Avaliação da adubação orgânica com composto fermentado aliada a cobertura morta do solo no desempenho agroeconômico de hortaliças em sucessão.** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2018. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro), Seropédica – RJ, 140 p.

- LIMA, M. E. et al. Desempenho da alface em cultivo orgânico com e sem cobertura morta e diferentes lâminas d'água. *Lavras – MG: Ciênc. agrotec.*, v. 33, n. 6, p. 1503-1510, 2009.
- LIMA, R.S. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp. no município de Vitória da Conquista – BA.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, Vitória da Conquista – BH, 2014, 97 p.
- LIZ, R. S. Planejamento. In: HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A. (eds). **Hortas: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** 1ª edição. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica (Coleção 500 perguntas, 500 respostas), p. 40-53, 2009.
- LOPES, C. A.; REIS, A.; MAKISHIMA, N. Como prevenir o tombamento em mudas de hortaliças. Brasília – DF: Embrapa Hortaliças, 2005 (**Comunicado Técnico, 28**), 4 p.
- LORENZI, HARRI. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional.** 5ª ed. Nova Odessa - SP: Instituto Plantarum, 2000, 383 p.
- LORENZI, HARRI. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas.** 3ª ed. Nova Odessa - SP: Instituto Plantarum, 2000, 640 p.
- MARIN, A. M. P. et al. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestral no Agreste paraibano. Viçosa – MG: **R. Bras. Ci. Solo**, v. 30, p. 555-564, 2006.
- MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. E. Produtividade de milho solteiro ou em aleias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. Brasília - DF: **Pesq. agropec. bras.**, v. 42, n. 5, p. 669-677, 2007.
- MAROUELLI, W. A. et al. Irrigação na cultura do alho. Brasília – DF: Embrapa Hortaliças, 2014 (**Circular Técnica, 136**), 24 p.
- MARROQUÍN, I. M. et al. Aboveground biomass production and nitrogen content in *Gliricidia sepium* (JACQ.) WALP. under several pruning regimes. Caracas - Venezuela: **Interciencia**, v. 30, n. 3, p. 151-158, 2005.
- MATA, M. G. F. **Qualidade do solo e avaliação microeconômica de um módulo experimental de produção orgânica intensiva de hortaliças.** Dissertação (Mestrado em Agronomia Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 77 p., 2012.
- MATA, M. G. F. et al. Análise espaço-temporal dos atributos químicos do solo de um módulo de pesquisa em produção orgânica. In: AMARAL SOBRINHO, N. M.; CHAGAS, C. I.; ZONTA, E. (eds). **Impactos ambientais provenientes da produção agrícola: experiências argentinas e brasileiras.** 1ª Edição, São Paulo – SP; Rio de Janeiro - RJ: Editora Livre Expressão, p. 165-197, 2016.
- MATOS, L. V. et al. A. Plantio de leguminosas arbóreas para produção de moirões vivos e construção de cercas ecológicas. Seropédica - RJ: Embrapa Agrobiologia (**Sistemas de Produção, 3**), 2005, 100 p.
- MELO, W. F. Plantas invasoras. In: In: HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A. (eds). **Hortas: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** 1ª edição. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica (Coleção 500 perguntas, 500 respostas), p. 187-201, 2009.
- MENEZES, A. J. E. A. et al. Gliricídia como tutor vivo para pimenteira-do-reino. Belém - PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2013 (**Documentos 393**), 31 p.
- MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **R. Bras. Eng. Agric. Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 361–367, 2007.

- MENSAH, J. K.; AKOMEAH, P. A.; EIFEDIYI. Soil fertility regeneration of impoverished Ultisols of edo state using *Gliricidia sepium* Jack Walp. **Journal of Agronomy**, v. 6, n. 4, p. 593-596, 2007.
- MERCANTE, F. M. et al. Fixação biológica de Nitrogênio em adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F. et al. (eds). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática Volume 1**. Brasília - DF: Embrapa, p. 307-334, 2014.
- MICHEREFF FILHO, M. et al. Reconhecimento e controle de pragas da cebola. Brasília – DF: Embrapa Hortaliças, 2012 (**Circular Técnica, 110**), 11 p.
- MICHEREFF FILHO, M. et al. Manejo de pragas em hortaliças durante a transição agroecológica. Brasília – DF: Embrapa Hortaliças, 2013 (**Circular Técnica, 119**), 16 p.
- MIRANDA, G. A. et al. *Cratylia argentea*: produção de fitomassa e crescimento em sistemas de aleias na Região Central de Minas Gerais. In: Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza – CE: **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011, 6 p.
- MOÇO, M. K. S. et al. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. Viçosa – MG: **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 29, n. 4, p. 555-564, 2005.
- MONTEIRO NETO, J. L. L. et al. Tipos de coberturas de solo no cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) sob as condições climáticas de Boa Vista, Roraima. **Bol. Mus. Int. de Roraima**, v. 8(2), p. 47-52, 2014.
- MORAES, A. J. G. et al. Avaliação dos impactos econômico, social e ambiental do cultivo da pimenteira-do-reino com tutor vivo de gliricídia no estado do Pará. Curitiba – PR: **Braz. J. of Develop.**, v. 4, n. 7, Edição Especial, p. 3696-3715, 2018.
- MORAIS, R. F. et al. Produção e qualidade da biomassa de diferentes genótipos de capim-elefante cultivados para uso energético. Resumos do VI CBA e II CLAA. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1103-1107, 2009.
- MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes: hortifrúti**. Campinas - SP: FMC Agricultural Products, 2011, 1017 p.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley, 547 p., 1974.
- NEVES, M. C. P. et al. Sistema Integrado de Produção Agroecológica ou Fazendinha Agroecológica do Km 47. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L (eds.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 147-172.
- NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos - SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005, 313 p.
- OLIVEIRA, E. A. G. et al. Compostos orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças. Seropédica - RJ: Embrapa Agrobiologia. 2014 (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 98**), 28p.
- OLIVEIRA, E. A. G. et al. Substrato produzido a partir de fontes renováveis para a produção orgânica de mudas de hortaliças. Seropédica RJ: Embrapa Agrobiologia, 2011 (**Comunicado Técnico, 134**), 4 p.
- OLIVEIRA, F. R. A. et al. Green fertilization with residues of leguminous trees for cultivating maize em degraded soil. Mossoró – RN: **Rev. Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 798-807, 2018.
- OLIVEIRA, K. J. B.; et al. Produção agroeconômica da rúcula fertilizada com diferentes quantidades de *Calotropis procera*. **NUPEAT–IESA, UFG**, v. 5, n. 2, p. 373-384, 2015.

OLIVEIRA, F. F. **Influência da cobertura morta com palha de leguminosas e gramíneas no desempenho de alface (*Lactuca sativa* L.) sob manejo orgânico.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005, 51 p.

OLIVEIRA, F. F. et al. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. Brasília – DF: **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 216-220, 2008.

OLIVEIRA, K. J. B.; et al. Produção agroeconômica da rúcula fertilizada com diferentes quantidades de *Calotropis procera*. **NUPEAT–IESA**, UFG, v. 5, n. 2, p. 373-384, 2015.

OLIVEIRA NETO, D. H. et al. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da beterraba orgânica sob cobertura morta de leguminosa e gramínea. Brasília – DF: **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 330-334, 2011.

OTA, H. O. et al. Influence of tree plantation *Gmelina arborea* and *Gliricidia sepium* on soil physico-chemical properties in Abakaliki, Southeast, Nigeria. **Acta Chemica Malaysia**, v. 2 (2), p. 23-28, 2018.

PARROTTA, J. A. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. **gliricídia, mother of cocoa. Leguminosae (Papilionoideae). Legume family.** New Orleans: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry, (SO-ITF-SM; 50), 1992. 7 p.

PARTEY, S. T. et al. Improving maize production through nitrogen supply from ten rarely-used organic resources in Ghana. **Agroforest Syst.**, v. 92: p. 375-387, 2016.

PAULA, P. D. et al. Decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima* em um sistema agroflorestal. Santa Maria – RS: **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 791-800, 2015.

PAULA, P. D. **Desempenho de leguminosas arbóreas no estabelecimento de um sistema agroflorestal com bananeiras.** Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 80 p., 2008.

PAULINO, G. M. et al. Desempenho da gliricídia no cultivo em aleias em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. Viçosa- MG: **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, p. 781-789, 2011.

PAULINO, G. M. et al. Fixação biológica e transferência de Nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. Brasília – DF: **Pesq. agropec. bras.**, v. 44, n.12, p. 1598-1607, 2009.

PECHE FILHO, A.; AMBROSANO, E. J.; LUZ, P. H. C. Semeadura e manejo da biomassa de adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F. et al. (eds). In: **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática.** Brasília - DF: Embrapa, v. 1, 507 p., 2014.

PEIXOTO FILHO, J. U. et al. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 419–424, 2013.

PEREIRA, M. G. et al. O solo. In: ABBOUD, A. C. S. (ed.). **Introdução à Agronomia.** 1ª ed., Rio de Janeiro - RJ: Interciência, p. 193-238, 2013.

PEREIRA, A. J. **Caracterização agrônômica de espécies de *Crotalaria* L. em diferentes condições edafoclimáticas e contribuição da adubação verde com *C. juncea* no cultivo orgânico de brássicas em sistema plantio direto.** Tese (Doutorado em Agronomia Ciência do Solo), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 2007.

PEREIRA, C.; JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, S. A. Balanço nutricional e incidência de queima de bordos em alface produzida em sistema hidropônico – NFT. Brasília – DF: **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 810-814, 2005.

PIAN, L. B. **Influência da Fertilização de Origem Vegetal em Atributos Biológicos e Químicos do Solo e no Desempenho Agroeconômico de Hortaliças em Sistemas Orgânicos.** Tese

(Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 184 p., 2019.

PIAN, L. B. **Matéria orgânica e fungos micorrízicos arbusculares em um módulo experimental de produção orgânica intensiva de hortaliças**. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 57 p., 2015.

PINHEIRO, E. F. M. et al. Estoques de carbono nos solos: quantidade e mecanismos de acúmulo e preservação. In: AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; CHAGAS, C. I.; ZONTA, E. (eds). **Impactos ambientais provenientes da produção agrícola: experiências argentinas e brasileiras**. 1ª ed. São Paulo - SP; Rio de Janeiro - RJ: Editora Livre Expressão, p. 283-304, 2016.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. Edição. Brasília - DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.

PRIMA, F. H.; HARIYADIB; HARTONO, A. Biomass and carbon stock potential of *Gliricidia sepium* as an alternative energy at Timor Tengah Utara Regency, East Nusa Tenggara Province, Indonesia. IOP Conf.: **Earth Environ. Sci.**, v. 141, p. 1-6, 2018.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo - SP: Nobel, 2002, 396 p.

QUEIROZ, L. R. et al. Avaliação da produtividade de fitomassa e acúmulo de N, P e K em leguminosas arbóreas no sistema de aleias, em Campos dos Goytacazes, RJ. Viçosa - MG: **R. Árvore**, v. 31, n. 3, p. 383-390, 2007.

QUESADA, D. M. et al. Parâmetros qualitativos de genótipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) estudados para a produção de energia através da biomassa. Seropédica - RJ: Embrapa Agrobiologia (**Circular Técnica, 8**), 4 p., 2004.

RAMOS, L. B. O. et al. Produção de biomassa de leguminosas para o cultivo em “alley cropping” sob condições de Latossolo amarelo em Porto Velho - RO. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

RANGEL, J. H. A. et al. Implantação e manejo de legumineira com gliricídia (*Gliricidia sepium*). Aracaju - SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros (**Circular Técnica, 63**), 2011, 5 p.

RANGEL, J. H. A. et al. Implantação e manejo de sistema de integração Lavoura/Pecuária/Floresta com *Gliricidia sepium*. Aracaju - SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros (**Circular Técnica, 60**), 2010, 7 p.

RAO, C. S. et al. Soil health improvement with gliricídia green leaf manuring in rainfed agriculture, on farm experiences. Andhra Pradesh - India: Central Research Institute for Dryland Agriculture (**Technical Bulletin, n. 2**), 16 p., 2011.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6ª edição. Rio de Janeiro - RJ: Editora Guanabara Koogan, 2001, 906 p.

RESENDE, A. S. et al. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 8, p. 71-92, 2013.

RESENDE, F. V.; MADEIRA, N. R. Tratos culturais. In: In: HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A. (Eds). **Hortas: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1ª edição. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica (Coleção 500 perguntas, 500 respostas), p. 117-129, 2009.

RESENDE, F. V. et al. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. Lavras - MG: **Ciênc. agrotec.**, v. 29, n. 1, p. 100-105, 2005.

REZENDE, C. P. et al. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic Forest region of the south of Bahia, Brazil. **Nutr. Cycling Agroec.**, v. 54, p. 99-112, 1999.

RITZINGER, C. H. S. P.; OLIVEIRA, R. P.; VIÉGAS, R. M. F. Influência do pH, cobertura morta e época de plantio na incidência de mela do feijoeiro. Rio Branco – AC (**Boletim de Pesquisa n ° 4**), Centro Nacional de Pesquisa Agroflorestal, 1992, 30 p.

RODRIGUEZ, J.; MONTOYA-LERNA, J.; CALLE, Z. Effect of *Tithonia diversifolia* mulch on *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae) nests. **J. Insect Sci.** v. 15 (32), p. 1-7, 2015.

RODRIGUES, S. M.; POLTRONIERI, M. C.; LEMOS, O. F. Comportamento de genótipos de pimenteira-do-reino cultivados em dois tipos de tutores. Goiânia – GO: **Enc. Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 14, n. 26; p. 197-205, 2017.

ROSSI, C. Q. et al. Efeito de diferentes coberturas vegetais sobre a mesofauna edáfica em manejo agroecológico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1326-1330, 2009.

RUTUNGA, V. et al. Biomass production and nutrient accumulation by *Tephrosia vogelii* Hook F. and *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray fallows during the six-month growth period at Maseno, Western Kenya. Nairobi - Kenya: **Biotechnol. Agron. Soc. Environ.**, v. 3, n. 4, p. 237-246, 1999.

SAITER, R. et al. Efeito do agente de biocontrole *Trichoderma* na ocorrência dos mofos branco e cinzento em mudas de alface. Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Unidade de Pesquisa Participativa. **Pesagro – Rio. Programa Rio Rural**, 2016.

SALMI, A. P. et al. Avaliação agronômica da rebrota, dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de flemíngia (*Flemingia macrophylla* (Willd.) Kuntze ex Merr.). Viçosa – MG: **Rev. Ceres**, v. 60, n. 5, p. 735-743, 2013.

SANTOS, C. A. B. **Consórcios de espécies de cobertura de solo para adubação verde, antecedendo ao cultivo milho e repolho sob manejo orgânico**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 66 p., 2009.

SANTOS, C. A. B. et al. Efeito de coberturas mortas vegetais sobre o desempenho da cenoura em cultivo orgânico. Brasília – DF: **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 103-107, 2011.

SANTOS, H. G. et al. Estudo do solo. In: BATISTA, M. A.; PAIVA, D. W.; MARCOLINO, A. (eds). Solos para todos: perguntas e respostas. Rio de Janeiro – RJ: Embrapa Solos (**Documentos, 69**), p. 11-50, 2014.

SANTOS, J. C. F.; MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S. Cobertura do solo no controle de plantas daninhas do café. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados (Documentos, 226), 2008, 56 p.

SANTOS, M. L.; QUEIROZ, R. P.; SANTI, A.; OLIVEIRA, A. C. Teores de macro e micronutriente nas folhas e produtividade de alface crespa em função da aplicação de doses e fontes de nitrogênio. Alta Floresta – MT: **Rev. Ciênc. Agro-Ambientais**, v. 6, n.1, p. 47- 56, 2008.

SANTOS, R. L. et al. Extração e eficiência de uso de nutrientes em capim elefante na presença de gesso. Viçosa – MG: **R. Bras. Ci. Solo**, v. 36, p. 497-505, 2012.

SANTOS, S. S. et al. Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona. Brasília – DF: **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 549-552, 2012.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Ocorrência de plantas daninhas no cultivo de beterraba com cobertura morta e adubação orgânica. Viçosa – MG: **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 717-725, 2010.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. Viçosa – MG: **Rev. Ceres**, v. 61, Suplemento, p. 829-837, 2014.

SILVA, R. F. et al. Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo. Goiânia – GO: **Pesq. agropec. trop.**, v. 43, n. 2, p. 130-137, 2013.

SILVA, R. F. et al. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. Brasília – DF: **Pesq. agropec. bras.**, v. 42, n. 6, p. 865-871, 2007.

SIQUEIRA, A. P. P.; SIQUEIRA, M. F. B. Bokashi: adubo orgânico fermentado. Niterói - RJ: Programa Rio Rural, Pesagro - Rio (**Manual Técnico, 40**), 2013, 16 p.

SOARES, I. F. **Desempenho de hortaliças não convencionais em consórcio sob sistema orgânico de produção**. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2017.

SOLINO, A. J. S. et al. Cultivo orgânico de rúcula em plantio direto sob diferentes tipos de coberturas e doses de composto. Mossoró – RN: **Rev. Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 18-24, 2010.

SOUZA, A. P. et al. Influência da decomposição de diferentes resíduos vegetais submetidos a lâminas de irrigação no comportamento da vegetação espontânea. Maringá – PR: **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 317-324, 2010.

SOUZA, A. P. et al. Taxas de decomposição de resíduos vegetais submetidos a lâminas de irrigação. Botucatu - SP: **Irriga**, v. 19, n. 3, p.512-526, 2014.

SOUZA, A. P. et al. Umidade do solo e vegetação espontânea em diferentes coberturas mortas submetidas a lâminas de irrigação. Recife – PE: **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, v. 6, n. 1, p.127-139, 2011.

SOUZA, I. R. L. et al. Decomposição de espécies utilizadas como adubação verde em sistema agroflorestal experimental, Santarém, Pará. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 50-63, 2018.

SOUZA, J. L.; PEREIRA, V. A. Importância multifuncional de coberturas mortas em canteiros de cenoura no sistema orgânico. Brasília – DF: **Hortic. bras.**, v. 29, n. 2 (Suplemento - CD ROM), p. 4214-4222, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre – RS: Artmed, 719 p., 2004.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **IDESIA** (Chile), v. 30, n. 1, p. 55-64, 2012.

TEIXEIRA, M. L. F.; FRANCO, A. A. Infestação por larvas de *Cerotoma arcuata* (Olivier) (Coleoptera: Chrysomelidae) em nódulos de feijoeiro em cultivo com cobertura morta ou em consórcio com milho ou com caupi. Santa Maria – RS: **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p.1529-1535, 2007.

TELLES, C. C. **Viabilidade técnica e econômica do cultivo de alface em consórcio com hortaliças tradicionais**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2016.

TER BRAAK, C. J. F.; SMILAUER, P. **CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)**. Ithaca - NY: Microcomputer Power, 2002, 500 p.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biol. Biochem.**, v. 25; p. 1351-1361, 1993.

TÓFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. Doenças causadas por fungos. In: COLARICCIO, A.; CHAVES, A. L. R. Aspectos fitossanitários da cultura da alface. São Paulo – SP: Instituto Biológico (**Boletim Técnico, 29**), 2017, 126 p.

TOLEDO-SOUZA, E. D. et al. Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos de solo. Brasília – DF: **Pesq. agropec. bras.**, v. 43, n. 8, p. 971-978, ago. 2008.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes das coberturas de solo utilizadas no sistema de semeadura direta no cerrado. In: AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; CHAGAS, C. I.; ZONTA, E. (eds). **Impactos ambientais provenientes da produção agrícola: experiências argentinas e brasileiras**. 1ª ed. São Paulo - SP; Rio de Janeiro – RJ: Editora Livre Expressão, p. 305-338, 2016.

TOZANI, R. et al. Manejo alternativo de plantas daninhas na cultura de beterraba. Seropédica – RJ: EDUR, **Rev. Univ. Rural**, Série Ciencia da Vida, v. 25, n. 1-2, p. 70-78, 2006.

URQUIAGA, S.; ZAPATA, F. Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y el Caribe. Porto Alegre - RS: **Gênesis**, 2000. Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2000, 110 p.

VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. Patos – PB: **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2012.

VIANA, P. A. et al. Manejo de pragas em agroecossistemas sob plantio direto. Belo Horizonte – MG: **Informe Agropecuário**, Plantio Direto, v. 22, n. 208, p. 63-72, 2001.

VIEIRA, M. H. P. **Mesofauna edáfica e a taxa de decomposição da resteva de três sucessões de cultura em sistema plantio direto**. Tese (Doutorado Agronomia, Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - MS, 2008, 128 p.

WANDELLI, E. V. et al. Adubação verde utilizando *Gliricidia sepium*. Manaus - AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2006 (**Comunicado Técnico 38**), 4 p.

WANG, K. et al. Cover crops and organic mulches for nematode, weed and plant health management. **Nematology**, v. 10 (2), p. 231-242, 2008.

WHADT, P. G. S. et al. Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. Rio Branco – AC: Embrapa Acre, 2003 (**Documento, 90**), 29 p.

WILDNER, L P. Adubação verde: Conceitos e modalidades de cultivo. In: LIMA FILHO, O. F. et al. (eds). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v. 2. Brasília - DF: Embrapa, 2014, p. 19-44.

ZAWADNEAK, M. A. C. et al. **Olericultura: pragas e organismos benéficos**. Curitiba - PR: SENAR – PR, 2015, 70 p.

ZEPPELINI, D.; BELLINI, B. C. **Introdução ao estudo dos Collembola**. 1ª ed. João Pessoa - PB: Editora Universitária/UFPB, 2004, 82 p.

ZONTA, J. H. et al. Práticas de conservação de solo e água. Campina Grande – PB: Embrapa Algodão, 2012 (**Circular Técnica, 133**), 21 p.

ZUCATELLI, D. B.; BOEHNERT, J. **Moirões vivos de gliricídia (*Gliricidia sepium*)**. Experimentações CIERs 1997-1998, Centros Integrados de Educação Rural, Espírito Santo, 1998, 11 p.

7 ANEXOS



Anexo A. Imagem aérea com áreas experimentais da Fazendinha Agroecológica Km 47 e Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia (Terraço) (Fonte: Google Earth v. 9.2.46.2).



Anexo B. Detalhe dos processos de coleta e pesagem da rebrota da parte aérea de plantas de gliricídia, junho de 2015 (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia).



Anexo C. Etapas da preparação dos materiais destinados a utilização como cobertura morta, proveniente da parte aérea de gliricídia e capim elefante, picados e secos à sombra, em 2015 e 2016 (Campo experimental da Embrapa Agrobiologia).



Anexo D. Distribuição das coberturas mortas, provenientes da parte aérea de gliricídia e capim elefante, e cultivo de hortaliças, nos anos 2015 e 2016 (Fazendinha Agroecológica Km 47).



Anexo E. Detalhe dos processos de amostragem para avaliar a fauna edáfica, a fitossociologia de plantas espontâneas e a produção de hortaliças em área cultivada com utilização de coberturas mortas, provenientes da parte aérea de gliricídia e capim elefante, nos anos 2015 e 2016 (Fazendinha Agroecológica Km 47).