

**UFRRJ  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA FITOTECNIA**

**ESTRATÉGIAS DE PRODUÇÃO IN SITU DE BIOMASSA DE  
LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS E ARBÓREA PARA A FORMULAÇÃO  
DE COMPOSTOS FERMENTADOS EMPREGADOS NA  
FERTILIZAÇÃO DE CENOURA E ALFACE CONSORCIADAS EM  
CULTIVO ORGÂNICO**

**JHONATAN MARINS GOULART**

**2020**



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

**ESTRATÉGIAS DE PRODUÇÃO IN SITU DE BIOMASSA DE  
LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS E ARBÓREA PARA A CONFECÇÃO  
DE COMPOSTOS FERMENTADOS EMPREGADOS NA  
FERTILIZAÇÃO DE CENOURA E ALFACE CONSORCIADAS EM  
CULTIVO ORGÂNICO**

**JHONATAN MARINS GOULART**

*Sob a orientação do Pesquisador*  
**José Guilherme Marinho Guerra**

*e Co-orientação do Pesquisador*  
**José Antonio Azevedo Espindola**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Fitotecnia**, no curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Agroecologia.

**Seropédica, RJ.  
Fevereiro de 2020**

Marins Goulart, Jhonatan, 1989- Gestão da produção de biomassa de leguminosas arbustivas e arbórea e da adubação com compostos fermentados no desempenho agrônômico do consórcio de cenoura e alface romana em sistema orgânico de produção. / Jhonatan Marins Goulart. – 2020. 73 f.: graf., tabs.

Orientador: José Guilherme Marinho Guerra. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. Bibliografia.

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

**JHONATAN MARINS GOULART**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Ciências,  
no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de Concentração em Agroecologia

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 18 /02 /2020

---

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

---

Everaldo Zonta. Dr. UFRRJ

---

Raul Castro Carriello Rosa. Dr. Embrapa Agrobiologia

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças me e abençoar todos os dias ao longo de minha caminhada.

A toda minha família, pelo apoio e incentivo.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e todos os professores pelos ensinamentos no decorrer do curso.

A FAPERJ pelo apoio as atividades de pesquisa do PPGF.

Aos funcionários que atuam na Fazendinha Agroecológica km 47 por todo apoio nas atividades de campo e pela companhia durante a condução das atividades: Serebias, Hélio, João, Juarez, Edmar, Oséias, Zezinho, Isaías, Kaká, Pedro, Zé Maria, Valério.

Aos pesquisadores e funcionários da Embrapa Agrobiologia, pelo apoio recebido: José Guilherme Marinho Guerra, José Antonio Azevedo Espindola, Ednaldo Silva Araújo, Marco Antônio de Almeida Leal, Janaína Ribeiro Rows, Alessandra de Carvalho, Raul Castro, Athayde Fernandes, Ilzo Risso, Rosinaldo Feital, Ednelson, Altiberto, Ernani Meireles, Eugênio, Paulo, Luciano, Fredson, Oséias, José Pedro.

Aos colegas do Laboratório de Agricultura Orgânica da Embrapa Agrobiologia.

A FAPERJ pelo apoio as atividades de pesquisa do PPGF

O presente trabalho foi realizado com apoio a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001 (PORTARIA N° 206 DE 4 DE SETEMBRO DE 2018 DA CAPES)

## **Biografia**

Jhonatan Marins Goulart, nasceu em Paracambi - RJ, em 23 de agosto de 1989, filho de Divaldo Batista Goulart e Simone dos Santos Marins, residentes em Seropédica-RJ. Concluiu o ensino técnico em agropecuária orgânica no Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 2008. Em 2012 ingressou no curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, posteriormente se transferindo para o curso de Agronomia, concluindo a graduação em 2017. No período de 2013 a 2017 foi bolsista de iniciação científica do CNPq desenvolvendo as atividades de pesquisa na área de agricultura orgânica, sob orientação do pesquisador José Antonio Azevedo Espindola e coorientação do pesquisador Ednaldo da Silva Araújo, ambos da Embrapa Agrobiologia. Em 2018 ingressou no nível de Mestrado no programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, sob orientação do Pesquisador José Guilherme Marinho Guerra e coorientação do pesquisador José Antonio Azevedo Espindola, com bolsa de estudos financiada pela Comissão de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES).

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

**Figura 1-** Altura do feijão *Cajanus cajan* e *Tephrosia sinapou* em monocultivo e consorciados ao milho nas condições climáticas da Baixada Fluminense, em diferentes épocas de avaliação. .... 30

### CAPÍTULO II

**Figura 1** - Vasos com coletores de lixiviado preenchidos com areia e com compostos fermentados ..... 47

### CAPÍTULO III

**Figura 1** – Área experimental após a aplicação do composto fermentado ..... 61

**Figura 2-** Organização esquemática da distribuição espacial de cenoura e alface romana cultivadas em consórcio, sob manejo orgânico, nas condições climáticas da Baixada Fluminense .....62

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1</b> – Diâmetro basal do caule e altura da primeira ramificação lateral de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense.....	32
<b>Tabela 2</b> – Produtividade de biomassa de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense. ....	33
<b>Tabela 3</b> – Teor de N e relação C/N das folhas e do caule de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense. ....	34
<b>Tabela 4</b> – Teor de P, K, Ca e Mg nas folhas de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense. ....	35
<b>Tabela 5</b> – Teor de P, K, Ca e Mg no caule de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense. ....	36
<b>Tabela 6</b> – Quantidade acumulada de P, K, Ca e Mg no caule de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense.....	37
<b>Tabela 7</b> – Quantidade acumulada de N na parte aérea de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense.....	38
<b>Tabela 8</b> - Teor de macronutrientes na folha índice do milho nas condições da Baixada Fluminense .....	39
<b>Tabela 9</b> - Produtividade de grãos, sabugo e palha de milho nas condições das Baixada Fluminense .....	39

### CAPÍTULO II

<b>Tabela 1</b> - Teor N de matérias primas utilizadas nas formulações de compostos fermentados .....	45
<b>Tabela 2</b> - Proporções das matérias primas utilizadas para o preparo dos compostos fermentados nos ensaios de incubação .....	46
<b>Tabela 3</b> -Teor N, relação C/N, condutividade elétrica, pH e umidade em diferentes formulações de compostos fermentados.....	48
<b>Tabela 4</b> - Resultados de teor de N, relação C/N, condutividade elétrica, pH e umidade dos fatores matéria prima e proporções (35:55, 30:60, 20:70 e 15:75) em diferentes formulações de compostos fermentados .....	50
<b>Tabela 5</b> - Teores de P, K, Ca e Mg em diferentes formulações de compostos fermentados. .	51
<b>Tabela 6</b> - Resultados de teor de P, K, Ca e Mg dos fatores matéria prima e proporções (35:55, 30:60, 20:70 e 15:75) em diferentes formulações de compostos fermentados.....	52
<b>Tabela 7</b> - Biomassa seca de milheto e porcentagem de N recuperado em diferentes formulações de compostos fermentados. ....	53
<b>Tabela 8</b> - Resultados de biomassa seca de milheto e proporção de N recuperado dos fatores matéria prima e proporções (35:55, 30:60, 20:70 e 15:75) em diferentes formulações de compostos fermentados .....	54

### CAPÍTULO III

<b>Tabela 1-</b> Teor N e relação C/N de matérias primas utilizadas nas formulações de compostos fermentados .....	60
<b>Tabela 2</b> - Proporções das matérias primas utilizadas para o preparo dos compostos fermentados .....	62
<b>Tabela 3-</b> Características agronômicas de alface romana submetida a adubação com composto fermentado nas condições da Baixada Fluminense. ....	64
<b>Tabela 4-</b> Características agronômicas de cenoura submetida a adubação com composto fermentado nas condições da Baixada Fluminense. ....	65
<b>Tabela 5-</b> Teor N na folha e na raiz de cenoura submetida a adubação com composto fermentado nas condições da Baixada Fluminense .....	65
<b>Tabela 6-</b> Quantidades acumuladas de N na folha e na raiz de cenoura submetida a adubação com composto fermentado nas condições da Baixada Fluminense. ....	66

## RESUMO GERAL

GOULART, Jhonatan Marins. Estratégias de produção in situ de biomassa de leguminosas arbustivas e arbórea para confecção de compostos fermentados empregados na fertilização de cenoura e alface consorciadas em cultivo orgânico. 2020. 78p Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

O objetivo geral proposto para essa dissertação foi otimizar a produção de biomassa de leguminosas arbustivas e arbórea para utilização como matérias primas na confecção de compostos fermentados. A dissertação foi estruturada em três etapas. A primeira etapa teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico das leguminosas guandu (*Cajanus cajan*) - GU e tefrósia (*Tephrosia sinapou*) - TS em monocultivo ou consorciadas ao milho em arranjos espaciais sob manejo orgânico. Os tratamentos constaram de guandu em monocultivo; tefrósia em monocultivo; guandu consorciado ao milho semeados no mesmo sulco; tefrósia consorciada ao milho semeados no mesmo sulco; guandu consorciado ao milho semeado na entrelinha; tefrósia consorciada ao milho semeada na entrelinha; e milho em monocultivo. O cultivo das leguminosas consorciadas ao milho não prejudicou as características agrônômicas deste cereal. Por sua vez, o milho competiu com estas duas leguminosas quando os consórcios foram comparados aos respectivos monocultivos de guandu ou de tefrósia. Os teores de N na parte aérea de guandu e de tefrósia não foram influenciados pela presença do milho consorciado independente do arranjo espacial de cultivo. Contudo, as quantidades totais acumuladas de N na parte aérea das leguminosas foram menores no consórcio, quando comparado aos respectivos monocultivos. A segunda etapa teve como objetivo avaliar as características químicas e a capacidade de fornecimento de N de compostos fermentados, confeccionados através de misturas contendo folhas de GU, de TS ou de leucena (*Leucaena leucocephala*) - LE. Os tratamentos, totalizando 16, foram dispostos no delineamento de blocos casualizados sendo distribuídos em arranjo fatorial 3 x 4 + 4. As fontes de variação foram formadas de três resíduos de baixa relação C/N (GU, TS LE) e quatro formulações. Desta forma, as misturas foram formadas das seguintes proporções: 35%+55%, 30%+60%, 20%+70% e 15%+75%, respectivamente, de FT+FG ou TS ou LE, acrescidas de quatro tratamentos controles, cujas misturas continham 60% farelo de trigo-FT e/ou 40% farelo de mamona-FM, GU, TS ou LE. Misturas em que as proporções atingiram 90%, incluiu-se 10% de bagaço de cana de açúcar-BC. Formulações dos compostos fermentados confeccionados com adição de folhas das leguminosas *Cajanus cajan*, *Tephrosia sinapou* e *Leucaena leucocephala* apresentam características favoráveis ao emprego como fertilizantes orgânicos. O composto fermentado confeccionado a partir da mistura do farelos de trigo e de folhas de *Tephrosia sinapou* (60:40% p/p) apresenta eficiência agrônômica no fornecimento de N compatível ao farelo de mamona. A terceira etapa teve como objetivo avaliar a eficiência agrônômica do cultivo orgânico do consórcio de cenoura e alface romana, fertilizados com os compostos fermentados que apresentaram melhores características

químicas e a melhor capacidade de fornecimento de N, com exceção do composto formado pela mistura de 60FT + 40FM, que foi substituído pelo farelo de mamona, acrescido de um tratamento controle sem adubação. Farelos de folhas de leguminosas *Cajanus cajan*, *Tephrosia sinapou* e *Leucaena leucocephala* apresentam características que permitem substituir integralmente o farelo de mamona na confecção de compostos fermentados empregados na fertilização de cenoura e alface romana consorciadas e submetidas ao manejo orgânico, proporcionando rendimentos produtivos semelhantes aos alcançados com a aplicação do farelo de mamona “in natura”. A fertilização da cenoura, submetida ao manejo orgânico e consorciada à alface, empregando compostos fermentados cuja composição faz uso de folhas de *Leucaena leucocephala* ou de *Tephrosia sinapou* substituindo integralmente o farelo de mamona e metade da quantidade do farelo de trigo, na presença de 10% de bagaço de cana de açúcar, confere desempenhos produtivos de raízes desta hortaliça semelhante ao alcançado com o farelo de mamona “in natura”.

**Palavras-chave:** adubação verde, *Cajanus cajan*, *Tephrosia sinapou*.

## GENERAL ABSTRACT

GOULART, Jhonatan Marins. Strategies for in situ production of biomass from shrub and tree legumes for making fermented compounds used in fertilizing carrot and lettuce intercropped in organic cultivation. 2020. 78p Dissertation (Master in Phytotechnics). Institute of Agronomy, Department of Phytotechnics, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

The general objective proposed for this dissertation was to optimize the biomass production of shrubs and trees for use as raw materials in the manufacture of fermented compounds. The dissertation was structured in three stages. The first stage aimed to evaluate the agronomic performance of pigeon pea (*Cajanus cajan*) - GU and tefrósia (*Tephrosia sinapou*) - TS in monoculture or intercropped with corn in spatial arrangements under organic management. The treatments consisted of pigeon pea in monoculture; monoculture *Tephrosia*; guandu intercropped with corn sown in the same furrow; tefrósia intercropped with maize sown in the same furrow; guandu intercropped with corn sown between the lines; tefrósia intercropped with maize sown between the lines; and corn in monoculture. The cultivation of legumes intercropped with corn did not affect the agronomic characteristics of this cereal. In turn, corn competed with these two legumes when the consortia were compared to the respective pigeon pea or *Tephrosia* monocultures. The levels of N in the aerial part of pigeon pea and *Tephrosia* were not influenced by the presence of intercropped corn regardless of the spatial arrangement of cultivation. However, the total accumulated amounts of N in the aerial part of the legumes were lower in the consortium, when compared to the respective monocultures. The second stage aimed to evaluate the chemical characteristics and the N supply capacity of fermented compounds, made using mixtures containing GU, TS or leucena (*Leucaena leucocephala*) - LE leaves. The treatments, totaling 16, were arranged in a randomized block design being distributed in a 3 x 4 + 4 factorial arrangement. The sources of variation were formed from three residues of low C / N ratio (GU, TS LE) and four formulations. Thus, the mixtures were formed in the following proportions: 35% + 55%, 30% + 60%, 20% + 70% and 15% + 75%, respectively, of FT + FG or TS or LE, plus four treatments controls, whose mixtures contained 60% wheat bran-FT and / or 40% castor-bran-FM, GU, TS or LE. Mixtures in which the proportions reached 90%, 10% of sugarcane bagasse-BC were included. Formulations of fermented compounds made with the addition of leaves from the legumes *Cajanus cajan*, *Tephrosia sinapou* and *Leucaena leucocephala* present characteristics favorable to their use as organic fertilizers. The fermented compost made from the mixture of wheat bran and leaves of *Tephrosia sinapou* (60: 40% w / w) has agronomic efficiency in the supply of N compatible to castor bran. The third stage aimed to evaluate the agronomic efficiency of the organic cultivation of the consortium of carrots and romaine lettuce, fertilized with the fermented compounds that presented better chemical characteristics and the better capacity of supplying N, except for the compound formed by the mixture of 60FT + 40FM, which was replaced by castor meal, plus a control treatment without fertilization. Meal from leguminous leaves of *Cajanus cajan*, *Tephrosia sinapou* and *Leucaena leucocephala* have characteristics that allow to completely replace castor bean bran in the manufacture of fermented compounds used in the fertilization of carrot and romaine lettuce intercropped and submitted to organic management, providing similar yields achieved with the application of castor bran "in natura". The carrot fertilization, subjected to organic management and

intercropped with lettuce, using fermented compounds whose composition makes use of *Leucaena leucocephala* or *Tephrosia sinapou* leaves, replacing wholly castor bran and half the quantity of wheat bran, in the presence of 10% sugar cane bagasse, provides productive performance of roots of this vegetable similar to that achieved with castor bran “in natura”.

**Keyword:** green manure, *Cajanus cajan*, *Tephrosia sinapou*.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1 Utilização de leguminosas arbustivas e arbóreas para adubação verde. ....	17
2.2 Principais leguminosas arbustivas utilizadas como adubo verde .....	18
2.2.1 Feijão guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ).....	18
2.2.2 Tefrósia ( <i>Tephrosia sinapou</i> ) .....	19
2.2.3 Flemingia ( <i>Flemingia macrophylla</i> ) .....	19
3. Principais leguminosas arbóreas utilizadas como adubo verde .....	19
3.1 Gliricídia ( <i>Gliricidia sepium</i> ).....	19
3.2 Leucena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ).....	20
4. Adubação orgânica.....	20
4.1 Bokashi.....	20
5. CAPÍTULO I.....	22
5.1. RESUMO .....	23
5.2. ABSTRACT .....	24
5.3. INTRODUÇÃO .....	25
5.4. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
5.4.1. Localização e descrição da área .....	27
5.4.2. Análise e preparo do solo.....	27
5.4.3. Instalação .....	27
5.4.4. Tratos culturais .....	28
5.4.5. Avaliações experimentais.....	28
5.4.6. Leguminosas .....	28
5.4.7. Milho.....	29
5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
5.5.1. Crescimento das leguminosas.....	29
5.5.2. Características agronômicas do milho .....	38
5.6. CONCLUSÕES .....	40
6. CAPÍTULO II.....	41
6.1. RESUMO .....	42
6.2. ABSTRACT .....	43
6.3. INTRODUÇÃO .....	44
6.4. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
6.4.1. Obtenção da matéria prima e processamento da biomassa vegetal para confecção dos compostos fermentados.....	45
6.4.2. Confecção e caracterização dos compostos fermentados.....	45
6.4.3. Capacidade de fornecimento de N dos compostos fermentados .....	46
.....	47
6.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48

6.5.1. Capacidade de fornecimento de N avaliado em bioensaio em casa de vegetação.....	52
6.6. CONCLUSÕES .....	55
7. CAPÍTULO III.....	56
7.1. RESUMO .....	57
7.2. ABSTRACT .....	58
7.3. INTRODUÇÃO .....	59
7.4.1. Análise e preparo do solo.....	60
7.4.2. Confeção dos compostos fermentados e adubação .....	60
.....	61
7.4.3. Instalação .....	61
7.4.4. Tratos culturais .....	62
7.4.5. Avaliações.....	63
7.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	63
7.6. CONCLUSÕES .....	66
7.7. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	67
7.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
8. ANEXOS .....	75

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A sociedade encontra-se cada vez mais consciente dos impactos causados pelo uso indiscriminado de produtos químicos na agricultura, principalmente no que diz respeito aos agrotóxicos, pois o Brasil é um dos maiores consumidores desse produto. Atualmente os conceitos de sustentabilidade, biodiversidade e conservação da natureza encontram-se mais presente na vida das pessoas, e isso tem levado a reflexões quanto a expansão sem limites em diversos biomas dos sistemas ditos convencionais, sobretudo quando são baseados em explorações agrícolas monoculturais.

Estas preocupações acerca dos efeitos causados pelo avanço da agricultura convencional têm levado a sociedade brasileira e mundial a optar por alimentos produzidos em sistemas agrícolas de base sustentável, onde há preservação do meio ambiente aliado a obtenção de alimentos livres de contaminantes intencionais, e também maior valorização dos envolvidos nos processos produtivos. Nesse sentido, um modelo de agricultura de base ecológica em expansão no cenário atual é a agricultura orgânica. De acordo com os dados do Instituto de Pesquisas Econômicas (IPEA, 2012), a demanda de produtos orgânicos cresce em torno de 30 % ao ano e estima-se que 90 % do total produzido é de origem familiar.

Os Sistemas Orgânicos de Produção visam à obtenção de alimentos de alta qualidade, produzidos de maneira sustentável e que devido a ação de cultivo não causam impactos intencionais ao meio ambiente. No Brasil existem cerca de 17.167 produtores orgânicos registrados no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, distribuídos nos mais variados escopos de produção (MAPA, 2018). Nesse sistema o solo é visto como organismo vivo, onde são adotadas práticas de manejo associadas à adubação orgânica que além do fornecimento de macro e micronutrientes contribuem para o aumento do teor de matéria orgânica e também manutenção e/ou preservação de microrganismos presentes no solo. Quanto à adubação não são permitidas a utilização de fontes sintéticas de fertilizantes nesse sistema, sendo fundamental para o equilíbrio e a manutenção da fertilidade do solo a reciclagem de nutrientes na propriedade agrícola aliado aos fertilizantes minerais de origem natural e de baixa solubilidade.

Uma das técnicas que pode contribuir para manutenção da fertilidade do solo nas unidades de produção agrícola é a adubação verde com a introdução de espécies perenes e semiperenes formando banco de biomassa para abastecimento de pilhas de compostagem, produção de compostos fermentados ou fornecimento direto dos resíduos de poda sobre o solo. Essas espécies toleram podas, com característica de apresentarem rebrotas vigorosas com alto teor de N, além dos demais nutrientes reciclados do solo, em especial os das camadas mais profundas em que o sistema radicular da maioria das culturas de interesse econômico não consegue explorar.

Em relação ao N, as principais fontes utilizadas na agricultura orgânica são os esterco bovino e o de aves, além do resíduo agroindustrial de mamona, denominado farelo de mamona. O esterco tem sua peculiaridade de não ser facilmente encontrado em determinadas regiões e quando disponível pode ser destinado a adubação da própria pastagem dos animais. Outro ponto relacionado a utilização de esterco na agricultura orgânica diz respeito ao processo de compostagem, pois não é permitido a utilização direta desse insumo para adubação, sendo necessário ainda investimentos para condução da compostagem, que ao final do processo pode apresentar teor de N reduzido devido as perdas por volatilização. Quanto a torta de mamona, esta apresenta elevado valor para o kg de N no mercado, sendo este superior

a 400% ao kg de N derivado da ureia, principal fertilizante nitrogenado utilizado na agricultura convencional, tornando-se um insumo de alto valor agregado que por sua vez pode elevar o custo de produção dos alimentos orgânicos.

Diante do exposto, as hipóteses formuladas postas sob teste foram: Leguminosas arbustivas introduzidas em sistemas de produção de milho não prejudicam a produtividade deste cereal e viabilizam temporal e espacialmente a disponibilização de biomassa vegetal rica em N para utilização como matérias primas na confecção de compostos fermentados estritamente vegetais; e compostos fermentados confeccionados com misturas contendo folhas de leguminosas arbustivas ou arbórea são fontes adequadas para a fertilização de cultivos orgânicos de hortaliças.

Neste sentido, o objetivo geral proposto para esta dissertação foi otimizar a produção de biomassa de leguminosas arbustivas e arbórea para utilização como matérias primas na confecção de compostos fermentados de origem estritamente vegetal. Para alcançar este objetivo geral a presente dissertação foi estruturada em três capítulos cujos objetivos específicos foram: avaliar o desempenho agrônomo das leguminosas feijão guandu (*Cajanus cajan*) e tefrósia (*Tephrosia sinapou*) em monocultivo e consorciadas ao milho em diferentes arranjos espaciais em sistema orgânico de produção; avaliar, as características químicas e por meio de bioensaio em casa de vegetação, a capacidade de fornecimento de N de compostos fermentados confeccionados com combinações de matérias primas vegetais contendo folhas de guandu, de tefrósia ou de leucena; e avaliar a eficiência agrônoma de compostos fermentados confeccionados com combinações de matérias primas vegetais contendo folhas de guandu, de tefrósia ou de leucena no cultivo orgânico do consórcio de cenoura e alface romana.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Utilização de leguminosas arbustivas e arbóreas para adubação verde.

A adubação verde é uma técnica de manejo milenar amplamente difundida. No Brasil essa técnica é conhecida há pelo menos 100 anos, onde as primeiras informações foram publicadas por Gustavo Rodrigues Pereira D'utra no livro *Adubos verdes: sua produção e modo de emprego* (LIMA FILHO et al., 2014). Atualmente as leguminosas mais utilizadas são as de hábito de crescimento herbáceo como as crotalárias (*juncea* e *spectabilis*), o feijão de porco (*canavalia ensiformes*), a mucuna cinza (*mucuna pruriens*), mas também podem ser utilizadas espécies de outras famílias botânicas como o girassol (*Helianthus annuus*) família das asteráceas, o nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) família das crucíferas a aveia preta (*Avena strigosa*) família das poáceas, dentre outras (BARRADAS, 2010).

Na literatura são raros os trabalhos relacionados a adubação verde com espécies arbustivas e arbóreas quando comparados as espécies herbáceas. Esse fato pode estar relacionado com estabelecimento dessas espécies, pois apresentam crescimento inicial lento quando comparado com as espécies herbáceas, e da semente até o ponto de corte necessitam de um período de tempo maior. As espécies de hábito herbáceo em média podem ser cortadas aos 120 dias, enquanto que as de porte arbustivo e arbóreo necessitam de um período vegetativo maior para atingir produção de biomassa semelhante, em geral 180 a 210 dias (GONÇALVEZ JÚNIOR, 2013).

No entanto as espécies de porte arbustivo e arbóreo além de serem empregadas para o seu cultivo seguido de corte total, também podem ser manejadas através de podas, pois apresentam rebrotas vigorosas e toleram podas sucessivas. Além disso, a utilização de leguminosas arbustivas ou arbóreas pode ser considerada uma ótima opção para diversificação dos sistemas agrícolas. Essas espécies são capazes de fixar consideráveis quantidades de N do ar, além de acumular na sua biomassa nutrientes originários de locais não acessíveis às hortaliças (ALVES et al., 2004). Os mesmos autores ainda relatam que uma forma viável de integração dessas leguminosas em sistemas orgânicos de produção é o cultivo em aleias, onde nesse sistema, as faixas de leguminosas são estabelecidas, recebendo podas periódicas, que devem ser sincronizadas com o ciclo de plantas de interesse comercial cultivadas entre essas faixas.

SALMI et al. (2010) também relatam que dentre as diversas modalidades de adubação verde, o cultivo em aleias com leguminosas perenes apresenta a vantagem de permitir a produção de biomassa por vários anos com o único custo de implantação das leguminosas. Os mesmos autores relataram que a leguminosa arbustiva flemingia (*F. macrophylla*) apresenta potencial para adubação verde em condições de clima quente e de temperatura amena e que apesar da produção de biomassa ser maior em regiões de clima quente, a quantidade de folhas não varia e é justamente nas folhas que se encontra a grande maioria do N que será disponibilizado para as culturas após a realização da poda (SALMI et al., 2010).

GONÇALVEZ JÚNIOR et al., (2012) avaliando o crescimento da Tefrósia para aferir seu potencial como adubo verde em sistema orgânico de produção, nas condições edafoclimáticas da Baixada fluminense verificaram que aos 360 dias após a sementeira essa espécie pode alcançar 11,2 Mg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca acumulando 72 kg de N nas folhas e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N no caule, demonstrando que essa espécie apresenta potencial para inclusão como adubo verde em sistemas orgânicos de produção.

Em estudo de campo avaliando o efeito da incorporação da biomassa da parte aérea da gliricídia (*Gliricidia sepium*) e da leucena (*Leucaena leucocephala*), em cultivos em alameda, sobre algumas características químicas e físicas de um Latossolo Amarelo dos tabuleiros costeiros de Sergipe, FERNANDES & BARRETO. (2001) verificaram que o cultivo da gliricídia e da leucena é viável nos tabuleiros costeiros e que a incorporação da biomassa da gliricídia e da leucena promove melhorias em características químicas ( $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  e pH) e físicas (densidade e macroporosidade), principalmente nas menores profundidades.

Avaliando os efeitos de faixas de guandu (*Cajanus cajan*) e da incorporação da biomassa proveniente de sua poda na fertilidade do solo e na produtividade de três hortaliças sob cultivo orgânico, ALVES et al., (2004) verificaram que as faixas de guandu com produção de  $11 \text{ t ha}^{-1}$  de matéria seca fazem circular no sistema de produção de hortaliças em aleias,  $283 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $23 \text{ kg ha}^{-1}$  de P, num período de cinco meses e que a produtividade de hortaliças sob manejo orgânico é elevada comparável à obtida sob sistema convencional de manejo.

## 2.2 Principais leguminosas arbustivas utilizadas como adubo verde

### 2.2.1 Feijão guandu (*Cajanus cajan*)

O feijão guandu é uma espécie com provável origem indiana, de ciclo anual ou semiperene, apresenta crescimento inicial lento, mas com grande potencial produtivo de biomassa ao final do ciclo. Além do uso como adubo verde, também é uma espécie recomendada para recuperação de áreas degradadas, alimentação humana e também alimentação animal através das folhas ou sementes previamente trituradas, pois apresenta elevado teor proteico em sua composição (ALENCAR et al., 2014).

Pouco exigente em fertilidade, cresce em variados tipos de solos e se destaca por apresentar sistema radicular profundo conseguindo romper camadas compactadas, favorecendo a ciclagem de nutrientes das camadas profundas (ALVARENGA et al., 1995). Outro aspecto relevante diz respeito ao controle de plantas espontâneas, PINTO et al. (2012) verificaram que o uso desta leguminosa em reflorestamentos situados em áreas de agricultura familiar é uma alternativa agroecológica viável para o controle de plantas espontâneas e para a manutenção da fertilidade do solo.

De porte médio e com boa produção de folhagem o feijão guandu pode ser utilizado como quebra vento em cultivos intercalares com culturas de interesse econômico. Também pode ser manejado através de podas fornecendo matéria orgânica ao solo, pois apresenta satisfatória rebrota quando está em estágio mais novo. Em relação à produtividade de biomassa seca, esta apresenta grande oscilação na literatura. Em estudo de campo (ALMEIDA et al., 2011) relataram produtividade de  $8,1 \text{ Mg ha}^{-1}$  em monocultivo e  $8,2 \text{ Mg ha}^{-1}$  quando consorciado com o milho. CAVALCANTE et al. (2012) alcançaram  $8,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  em monocultivo, (SALMI et al., 2006) relataram produtividades variando entre  $4,67$  e  $5,95 \text{ Mg ha}^{-1}$  em diferentes genótipos. QUEIROZ (2006) relatou  $4,59 \text{ Mg ha}^{-1}$  e ALVES et al., (2004) mencionaram  $11 \text{ Mg ha}^{-1}$  de biomassa seca, demonstrando que a produtividade de biomassa dessa cultura é muito variável em relação as diferentes regiões de cultivo.

Quanto ao teor de nitrogênio essa espécie pode acumular expressivas quantidades de acordo com os dados encontrados na literatura. Em estudo de campo (ALMEIDA et al., 2011) relataram que o feijão guandu pode acumular  $196 \text{ Kg N ha}^{-1}$ , SALMI et al. (2006) avaliando diferentes cultivares mencionaram que esse acúmulo pode variar de  $188,2$  a  $261,3 \text{ Kg N ha}^{-1}$ ,

já no estudo de (ALVES et al., 2004) acumulou cerca de 283 Kg N ha<sup>-1</sup> no sistema de produção de hortaliças em aleias.

Por apresentar crescimento inicial lento e ciclo mais longo que o milho o consórcio entre essas espécies torna-se vantajoso, principalmente no que diz respeito à produção de biomassa das duas espécies e a produção de milho. BARRETO & FERNANDES (2010) ressaltam que a competição entre o milho e o guandu é relativamente baixa, pois o período de maior exploração dos recursos por estas espécies ocorram em épocas diferentes. PAZ et al. (2017) também relatam que o consórcio entre milho e feijão guandu é benéfico desde que o guandu seja semeado 30 dias após a semeadura do milho safrinha.

No que diz respeito a pragas e doenças existem poucos relatos na literatura, destacando-se *Cercospora* sp., *Fusarium*, *Sclerotinia* spp., como agentes causadores de doenças e lagartas-de-vagem, abelha-cachorro e carunchos (LIMA FILHO et al., 2014).

### **2.2.2 Tefrósia (*Tephrosia sinapou*)**

A tefrósia (*Tephrosia sinapou*) é uma espécie leguminosa originária da Amazônia, com flores de coloração purpúrea, folhas compostas e imparipinadas, apresentando 8 a 13 pares de folíolos e porte que varia de 0,5 a 4 metros de altura com folhagem densa. Essa leguminosa apresenta em sua composição a rotenona, uma substância química que tem efeito inseticida, piscicida e pesticida. Estudo descrito por (GADZIRAYI et al., 2009) demonstrou que a Tefrósia pode controlar efetivamente carrapatos em bovinos leiteiros a níveis de 50 g por 100 - 200 ml de água, recomendando o uso para pequenos agricultores. GONÇALVES JÚNIOR et al., (2010) concluíram através de estudo de campo realizado nas condições da baixada fluminense que a Tefrósia apresenta potencial para inclusão como adubo verde em sistemas orgânicos de produção com crescimento satisfatório e produção de biomassa seca da ordem de 11,2 Mg ha<sup>-1</sup>. CALDEIRA et al. (2014) em estudo de campo concluiu que essa espécie apresenta potencial para inserção em projetos de recuperação de áreas degradadas e para adubação verde.

### **2.2.3 Flemingia (*Flemingia macrophylla*)**

A leguminosa *Flemingia macrophylla* é originária da Ásia, apresenta ciclo perene, hábito de crescimento ereto de porte arbustivo, podendo atingir 4 m de altura (SALMI et al., 2013). Essa espécie apresenta elevado potencial de produção de biomassa adicionando matéria orgânica ao solo e nitrogênio, sendo estas características favoráveis para seu cultivo como adubo verde (SALMI, 2008). SALMI et al. (2013) relatam que essa espécie apresenta elevada produção de biomassa aérea, rica em nitrogênio, podendo ser podada periodicamente, sendo que a altura de corte influencia no vigor da rebrota. As taxas de decomposição e liberação dos nutrientes da parte aérea de flemingia, tanto para folhas, quanto para caules e caules + folhas, apresentam padrões semelhantes, sendo maior para o K, podendo esta espécie ser considerada de lenta decomposição.

## **3. Principais leguminosas arbóreas utilizadas como adubo verde**

### **3.1 Gliricídia (*Gliricidia sepium*)**

A gliricídia é uma leguminosa arbórea nativa do México, pertence à família Fabaceae e é caracterizada como perene. DRUMOND & CARVALHO FILHO. (1999) relatam que a

gliricídia é uma espécie de grande interesse comercial e interesse econômico, para regiões tropicais, pelas suas características de uso múltiplo, sendo cultivada em diversos países tropicais. Os mesmos autores afirmam que no Nordeste brasileiro, há vários anos esta espécie é cultivada na região cacauzeira da Bahia, para o sombreamento do cacau, tendo sido recentemente introduzida nos Estados de Pernambuco e Sergipe. A gliricídia destaca-se por apresentar rápido crescimento, alta capacidade de regeneração, resistência à seca e facilidade em propagar-se sexuada e assexuadamente. A espécie vem sendo explorada como forrageira, pelo alto valor nutritivo, como produtora de estacas vivas e, ainda, como alternativa energética (DRUMOND & CARVALHO FILHO, 1999).

### **3.2 Leucena (*Leucaena leucocephala*)**

A leucena tem como centro de origem a América central é uma leguminosa de porte alto que quando em livre crescimento pode atingir 20m de altura, possui folhas compostas variando de 15 a 20 cm de comprimento. É uma planta considerada rústica, pois tolera sucessivas podas com grande capacidade de rebrota (DRUMOND & RIBASKI, 2010). Existem três variedades de leucena, a do tipo Havaiano, Salvador e Peru, que se diferem pelo porte, produção de biomassa foliar e ramificações. Para produção de biomassa e adubação verde deve-se escolher a variedade que alcance maior produtividade de biomassa, enquanto para a formação dos bancos de proteína para alimentação animal, aconselha-se o uso de variedades com maior capacidade de formação de biomassa foliar e menor quantidade de mimosina, como a variedade do tipo “Peru”(DRUMOND & RIBASKI, 2010). No que diz respeito à alimentação animal (DRUMOND, 2001) ressalta que a leucena é altamente palatável e de grande valor nutritivo podendo ser utilizada como forrageira, pois as folhagens mais novas chegam a apresentar teores proteicos de 35%, enquanto na folhagem mais velha este teor fica em torno de 25%. SANTANA et al. (2012) também relatam a utilização da leguminosa leucena na alimentação de ruminantes, sob a forma de banco de proteína ou em associação com gramínea, ou ainda fornecida no cocho, fresca, fenada ou ensilada.

## **4. Adubação orgânica**

A utilização de fertilizantes orgânicos contribui para melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo. Ao longo tempo, com constante aplicação desses fertilizantes ocorre o aumento do teor de matéria orgânica, o solo torna-se mais estruturado aumentando a porosidade e aeração, maior retenção e armazenamento de água, ainda favorecendo a diminuição das variações bruscas de temperatura do solo que interferem nos processos biológicos do solo e na absorção de nutrientes pelas plantas (TRANI, et al., 2013).

### **4.1 Bokashi**

O bokashi é um adubo orgânico obtido através da combinação de insumos de origem vegetal e/ou animal, submetidos a processo de fermentação por um período preestabelecido mediado pela ação de microrganismos que predominantemente são adicionados no momento do preparo do adubo. Essa técnica é antiga e muito difundida no Japão onde foi trazida e adaptada no Brasil por imigrantes japoneses na década de 80 (SIQUEIRA & SIQUEIRA, 2013). De acordo com OLIVEIRA et al. (2014) não existe uma formulação padronizada para a confecção de bokashi sendo comumente usadas receitas empíricas e diversificadas, podendo ser simples ou mais complexas dependendo dos insumos e da finalidade de produção, e em

geral os bokashis são produzidos a partir de uma porção de materiais ricos em nitrogênio e outra rica em carbono. O Bokashi, além de servir como fonte de nutrientes para as plantas, também fornece ao solo uma carga de microrganismos estimulando e melhorando as condições de vida tanto para minhocas, gongolos e outros seres que vivem na terra, quanto para os microrganismos benéficos (SIQUEIRA & SIQUEIRA, 2013). SAITER et al. (2016) relataram que o uso do adubo orgânico fermentado bokashi influenciou positivamente o desempenho agrônomo do brócolis americano, sendo alternativa para o fornecimento de nutrientes para esse cultivo, demonstrando potencial como fonte alternativa de nutrientes para ser utilizada na agricultura orgânica e por produtores convencionais que buscam a diminuição do uso e da dependência de adubos sintéticos de alta solubilidade.

## **5. CAPÍTULO I**

# **OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS EM MONOCULTIVO E CONSORCIADAS AO MILHO SUBMETIDAS AO MANEJO ORGÂNICO**

## 5.1. RESUMO

GOULART, Jhonatan Marins. Otimização da produção de biomassa de leguminosas arbustivas em monocultivo e consorciadas ao milho submetidas ao manejo orgânico. 2020. 78p Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

O trabalho foi instalado na Fazendinha Agroecológica Km 47, no mês de setembro de 2018, a partir do plantio simultâneo do milho e das leguminosas arbustivas, guandu (*Cajanus cajan*) e tefrósia (*Tephrosia sinapou*) em diferentes arranjos espaciais. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados. Os tratamentos constaram de: Guandu em monocultivo, guandu consorciado ao milho e semeado no mesmo sulco de plantio, guandu consorciado ao milho e semeado na entrelinha, Tefrósia em monocultivo, Tefrósia consorciada ao milho e semeada no mesmo sulco, Tefrósia consorciada ao milho e semeada na entrelinha e o milho em monocultivo. A variedade de milho utilizada foi a BRS Caatingueiro semeada no espaçamento de 0,8 x 0,20 m entre plantas, correspondendo a uma população de 62.500 plantas ha<sup>-1</sup>. Observou-se que o cultivo das leguminosas guandu e Tefrósia consorciadas ao milho não prejudicou as características agrônômicas deste cereal. Em contrapartida, o milho competiu com estas duas leguminosas quando os consórcios foram comparados aos respectivos monocultivo de guandu e Tefrósia. Os teores de N na parte aérea de guandu e de Tefrósia não foram influenciados pela presença do milho consorciado independente do arranjo espacial de cultivo. Contudo, as quantidades totais acumuladas de N na parte aérea das leguminosas foram menores no consórcio quando comparado aos respectivos monocultivos, visto que as produtividades de biomassa de guandu e de Tefrósia foram maiores no cultivo exclusivo destas leguminosas.

**Palavras-chave:** agricultura orgânica, agroecologia, agricultura sustentável.

## 5.2. ABSTRACT

GOULART, Jhonatan Marins. Optimization of biomass production of monoculture shrubs and maize intercropping under organic management. 2020. 78p Dissertation (Master in Phytotechnics). Institute of Agronomy, Department of Plant Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

The work was set up at Fazendinha Agroecológica Km 47, in September 2018, from the simultaneous planting of corn and shrubs, guandu beans (*Cajanus cajan*) and tefrósia (*Tephrosia sinapou*) in different spatial arrangements. The experimental design adopted was randomized blocks. The treatments consisted of: Monoculture guandu, maize intercropped and sowed in the same row, corn intercropped guandu, Monoculture tefrósia, intercropped tefrósia, Corn intercropped and tefrósia between rows and maize in monoculture. The corn variety used was BRS Caatingueiro sowed in a spacing of 0.8 x 0.20 m between plants, corresponding to a population of 62,500 plants ha<sup>-1</sup>. It was observed that the cultivation of leguminous guandu beans and tefrósia intercropped with corn did not affect the agronomic characteristics of this cereal. In contrast, maize competed with these two legumes when the intercrops were compared with the respective monoculture of guandu bean and tefrósia. N tenor in bean and guandu and tefrósia shoots were not influenced by the presence of intercropped maize regardless of the spatial arrangement of cultivation. However, the total accumulated amounts of N in the legume shoots were lower in the intercropping compared to the respective monocultures, since the yields of guandu bean and tefrósia were higher in the exclusive cultivation of these legumes.

**Keywords:** organic agriculture, agroecology, sustainable agriculture.

### 5.3. INTRODUÇÃO

A adubação verde é uma técnica de manejo que consiste no cultivo de espécies vegetais com características que promovam a melhoria dos sistemas produtivos, principalmente quando a técnica é adotada como componente do plano de manejo das propriedades agrícolas, sendo utilizada em rotação, sucessão ou em sistema de consorciação de culturas. Dentre essas características podemos destacar o crescimento acelerado aliado a alta produção de biomassa que contribui para aumento da matéria orgânica e também a manutenção da cobertura do solo que tem efeito direto contra agentes causadores de erosão. Outra característica diz respeito a reciclagem de nutrientes das camadas profundas, em que o sistema radicular de outras culturas principalmente as de interesse econômico não conseguem explorar, que após o corte disponibilizam esses nutrientes na superfície do solo (LIMA FILHO et al., 2014).

Algumas espécies apresentam grande potencial para o controle de fitonematoides formadores de galhas, sendo este um parasita de difícil controle, principalmente em sistemas produtivos como o sistema orgânico de produção, onde não são permitidos o uso de produtos químicos para minimizar os danos. MORAES et al. (2006) verificaram que a incorporação das leguminosas mucuna-preta e crotalária, em cultivo orgânico, reduziu a população de *Meloidogyne spp.* em 42 e 51%, respectivamente, na cultura da alface e do repolho. Em outro estudo (RIBAS et al., 2003) avaliando o desempenho do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*), consorciado com *Crotalaria juncea*, sob manejo orgânico, verificaram que o consórcio com crotalária proporcionou aumento de até 13% da produção de frutos do quiabeiro, além de reduzir a incidência de galhas radiculares devidas a *Meloidogyne spp.*

Outra característica altamente relevante na utilização de adubos verdes diz respeito a fixação biológica de nitrogênio quando a espécie utilizada é uma leguminosa, pois associam-se com bactérias que fixam o nitrogênio atmosférico. O uso dessa técnica pode minimizar ou suprir totalmente a demanda de N na agricultura, dependendo da cultura cultivada em sucessão. De acordo com o estudo de (PAULINO et al., 2009) a leguminosa gliricídia apresentou boa capacidade de fixação biológica de nitrogênio que, no qual, dependendo da produção de biomassa seca, adiciona ao sistema uma quantidade de N superior à demandada pelas espécies frutíferas mangueira e gravioleira.

A escolha da espécie varia de acordo com as condições locais, disponibilidade de sementes e objetivo do cultivo. Para manutenção de palhada sobre o solo por um período mais longo recomenda-se o uso de espécies com relação C/N mais elevada como as gramíneas. Por outro lado se o objetivo for para produção de biomassa, decomposição e liberação rápida de nutrientes recomenda-se o uso de leguminosas, pois são plantas que através do processo de fixação biológica acumulam elevados teores de N em sua biomassa, reduzindo a relação C/N o que facilita a rápida mineralização (PERIN et al., 2004).

Em relação à época de plantio, recomenda-se para o período primavera-verão, principalmente as espécies com bom desenvolvimento em dias longos como a crotalária juncea (LEAL et al., 2012). Nesse período, ocorrem altas precipitações, temperaturas mais elevadas, ocasionando elevada produção de biomassa e crescimento satisfatório das espécies, cobrindo totalmente a superfície do solo. Em contra partida se uma espécie de verão for semeada próximo ao inverno ocorrerá maior investimento em produção de sementes em relação à acumulação de biomassa (CESAR et al., 2011).

Estudos de (LIMA et al., 2010) avaliando diferentes adubos verdes e diferentes épocas de semeadura verificaram que a crotalária e a mucuna semeadas no mês de novembro

acumularam 407,68 e 196,62 g/kg de N e quando semeadas em março acumularam 18,44 e 18,21 g/kg de N respectivamente, demonstrando redução de acúmulo do nutriente com o plantio tardio. CESAR et al. (2011) também relataram redução da produtividade de biomassa no período outono-inverno e maior investimento em produção de sementes em diferentes adubos verdes. Quanto ao período outono inverno, podem ser utilizadas a aveia preta, o nabo forrageiro e o tremoço que são adaptadas a baixas temperaturas e dias mais curtos.

Os adubos verdes podem ser cultivados solteiros e consorciados com culturas de interesse econômico, em esquema de sucessão e rotação culturas. Em consorciação de culturas devem-se escolher espécies com hábitos de crescimento que se adequam as culturas de interesse econômico para reduzir a competição entre as espécies. Quando cultivadas antecedendo culturas de interesse econômico, após o corte, deve-se realizar o plantio mais breve possível, pois pode ocorrer rápida mineralização (TEIXEIRA et al., 2010).

A partir das características mencionadas anteriormente percebe-se os benefícios que podem ser gerados com a adoção da técnica de adubação verde em sistemas agrícolas, sendo uma técnica de manejo sustentável que pode ser utilizada tanto em sistemas de base ecológica como os sistemas orgânicos de produção quanto em sistemas convencionais. Seus efeitos podem ser observados a curto prazo quando uma cultura de interesse econômico é cultivada em sucessão, a médio ou a longo prazo dependendo das características do solo e das espécies cultivadas.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho agrônomo das leguminosas guandu (*Cajanus cajan*) e tefrosia (*Tephrosia sinapou*) em monocultivo e consorciadas ao milho em diferentes arranjos espaciais em sistema orgânico de produção.

## 5.4. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.4.1. Localização e descrição da área

O experimento foi conduzido na área da Fazendinha Agroecológica Km 47, localizada em Seropédica, Baixada Fluminense - RJ. Este espaço, é destinado à pesquisa, ao ensino e à socialização de conhecimentos relacionados a agroecologia e produção orgânica e foi criado em 1993 por meio de um convênio envolvendo a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), a Embrapa Agrobiologia e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio), como descrito por ALMEIDA et al., 2003. A Fazendinha possui área de aproximadamente 70 hectares, apresentando localização geográfica com latitude 22° 45' S e longitude 43° 41' W, e altitude média de 33 m. O relevo local é levemente ondulado e o clima da região é quente e úmido, com inverno pouco pronunciado, sendo classificado como tipo Aw, com chuvas concentradas entre os meses de novembro a março, taxa de precipitação anual média de 1213 mm e temperatura média anual de 24,5°C (CARVALHO et al., 2006)

### 5.4.2. Análise e preparo do solo.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, e encontrava-se em pousio, anteriormente a implantação do experimento e no ano anterior havia sido cultivado variedades de feijoeiro comum para produção de grãos. Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área na camada de 0 - 20 cm de profundidade que posteriormente foram encaminhadas ao laboratório de química agrícola da Embrapa Agrobiologia para se proceder à análise de fertilidade, conforme metodologia descrita por NOGUEIRA & SOUZA (2005); Os resultados analíticos revelaram: pH = 6,4;  $Al^{+++} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $Ca^{++} = 3,50 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $Mg^{++} = 1,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $K^+ = 90,14 \text{ mg dm}^{-3}$  e o P disponível =  $88,25 \text{ mg dm}^{-3}$ . O solo foi inicialmente preparado com auxílio de trator agrícola, adotando-se aração no ponto friável do solo seguido de uma gradagem. Após esse manejo inicial procedeu-se a abertura dos sulcos de plantio e adubação com composto fermentado confeccionado com 60% de farelo de trigo e 40% de folhas de leucena para cultura do milho na dose equivalente a  $2,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  (correspondente ao fornecimento de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de N total contido no composto), parcelado em duas aplicações,  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  no plantio e  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  em cobertura, aos 30 dias após a semeadura.

### 5.4.3. Instalação

O experimento foi implantado, no final do mês de setembro de 2018, a partir da semeadura simultânea do milho (variedade BRS Caatingueiro) de ciclo superprecoce e das leguminosas arbustivas, guandu (*Cajanus cajan*) variedade BRS Mandarin e tefrósia (*Tephrosia sinapou*) em diferentes arranjos espaciais.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos constaram de guandu em monocultivo, guandu consorciado ao milho semeado no mesmo sulco, guandu consorciado ao milho e semeado na entrelinha, tefrósia em monocultivo, tefrósia consorciada ao milho semeada no mesmo sulco, tefrósia

consoiciada ao milho e semeada na entrelinha e o milho em monocultivo. A variedade de milho foi semeada no espaçamento de 0,8 metros entre linhas e 0,20 m entre plantas, perfazendo uma população de 62.500 plantas ha<sup>-1</sup> após o desbaste. Aos 90 dias após a semeadura as plantas de milho foram quebradas na base da espiga para favorecer o crescimento das leguminosas consoiciadas, deixando-se as espigas de milho aderidas as plantas para secagem natural nas condições de campo. As Leguminosas em monocultivo e consoiciadas o espaço adotado também foi de 0,8 x 0,2m.

A colheita do milho foi feita aos 120 dias após a semeadura ao passo que as coletas de parte aérea das leguminosas foram feitas aos 180 dias após a semeadura.

#### **5.4.4. Tratos culturais**

A partir dos resultados da análise química de solo, verificou-se que o solo da área experimental não necessitava de aplicação de corretivo e de fornecimento de nutrientes além do programado para o cultivo de milho com a aplicação localizada do composto fermentado descrito anteriormente. No que se refere ao controle de plantas espontâneas foram feitas 3 capinas manuais com auxílio de enxada até a cobertura plena do solo exercida pelas espécies.

Em relação à cultura do milho foi realizado o controle preventivo da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) com a aplicação de produto comercial Agribio contendo *Bacillus thuringiensis*. A aplicação foi direcionada ao cartucho para maior eficiência no controle. A irrigação foi realizada via sistema de aspersão de acordo com as necessidades das culturas. Foram feitos desbastes das plantas mantendo-se a densidade de cinco plantas m<sup>-1</sup> para o milho como para o guandu e a tefrósia independentemente do sistema de manejo.

#### **5.4.5. Avaliações experimentais**

#### **5.4.6. Leguminosas**

Determinaram-se o diâmetro do caule, a altura das plantas e a altura da primeira ramificação lateral das leguminosas. As alturas das plantas foram medidas aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a emergência e a altura da primeira ramificação foi medida aos 180 dias, ambas medidas realizadas com auxílio de trena a partir da superfície do solo. O diâmetro basal do caule foi determinado com auxílio de um paquímetro nas mesmas espécies das medidas de altura, também realizado aos 180 dias após a semeadura. Foram testadas quatro funções de crescimento para ajustes dos dados (Gompertz, Logística, Exponencial polinomial quadrático e Exponencial polinomial cúbico). Entre as funções de crescimento testadas para ajuste dos dados no campo, o modelo de Gompertz ( $Y = A \times e^{-b \times e^{-C \times DAS}}$ ) foi o que apresentou maior distribuição dos dados observados com base nas maiores significâncias dos coeficientes e das funções. Além disso, determinaram-se a produção de biomassa fresca a seca aos 180 dias e os teores de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea. O procedimento para a análise de N na biomassa foi baseado no método Kjeldahl, o P pelo método colorimétrico, o K por fotometria de chama, o Ca e o Mg pelo método de absorção atômica, de acordo com os procedimentos descritos por NOGUEIRA & SOUZA (2005). A partir desses dados estimaram-se as quantidades acumuladas destes elementos na parte aérea.

#### 5.4.7. Milho

Determinaram-se o teor de nutrientes na folha índice do milho, produção de grãos, produção de palha das espigas, produção de sabugos, produção de biomassa seca e acúmulo de nutrientes na biomassa. A folha índice foi coletada do terço basal da folha oposta e abaixo da primeira espiga (superior), excluindo-se a nervura central, coletadas por ocasião do aparecimento da inflorescência feminina.

As características agronômicas do milho (produção de grãos do milho, produção de palha das espigas, produção de sabugos, produção de biomassa seca) foram avaliadas aos 120 dias, adotando-se amostragem de seis m<sup>2</sup> por parcela para os diferentes sistemas de cultivo. Para determinação da biomassa seca retirou-se uma subamostra a qual foi levada para estufa de ventilação forçada com temperatura de 65 °C até atingir massa constante. Após o processo de secagem, o material foi processado em moinho de facas tipo Willey. As amostras foram separadas e levadas ao laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia para determinação do teor de macronutrientes. O procedimento para a análise de N na biomassa foi baseado no método Kjeldahl, o P pelo método colorimétrico, o K por fotometria de chama, o Ca e o Mg pelo método de absorção atômica, de acordo com os procedimentos descritos por NOGUEIRA & SOUZA (2005).

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2008).

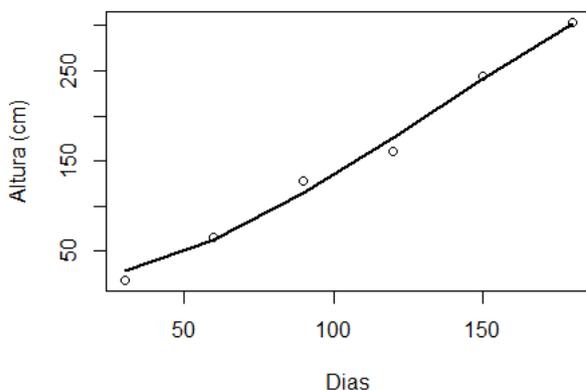
### 5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.5.1. Crescimento das leguminosas

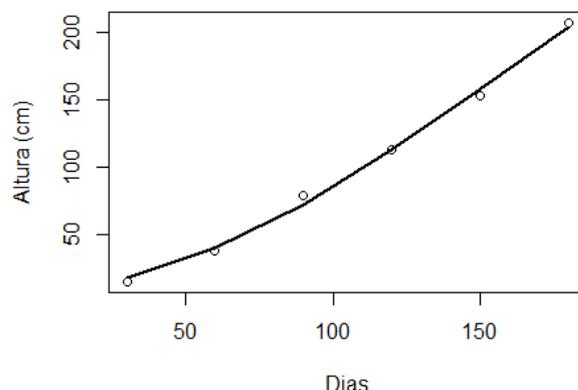
O desenvolvimento das leguminosas tendo como base a altura das plantas foi influenciado pelo manejo adotado (Figura 1). Contudo, este efeito foi aparentemente observado a partir de 45 dias após a semeadura no caso do guandu e aos 60 dias com tefrósia em decorrência da competição exercida pelo milho, destacando-se os consórcios com a leguminosa tefrósia que apresentou desenvolvimento inicial mais lento, quando comparada com o guandu. Cabe destacar que aproximadamente aos 60 dias após a semeadura ocorreu o desenvolvimento máximo do milho, fase de formação das espigas, e também um período de maior competição entre as espécies consorciadas. Aos 90 dias após a semeadura, fase em que as plantas de milho secaram, realizou-se à quebra das mesmas, abaixo da inserção das espigas, facilitando assim o aumento da luminosidade e o crescimento das leguminosas. Da emergência até o momento da quebra das plantas de milho foram verificados ataques intensivos de *Gargaphia sp.* nas folhas do guandu quando consorciado, este fato foi direcionado a essa espécie, possivelmente pelo sombreamento, não sendo detectado nos diferentes arranjos da tefrósia. Não foram aplicados defensivos alternativos e após a quebra das plantas de milho e o aumento da luminosidade o referido inseto não foi mais detectado nas plantas de guandu. Entre 90 e 120 dias após a semeadura ocorreu uma forte estiagem na região, prolongando-se por todo mês de janeiro, fato que pode ter contribuído para o baixo crescimento das leguminosas nesse período. Ressalta-se que esse impacto causado pelas condições climáticas foi mais intenso nas leguminosas consorciadas, possivelmente relacionado ao sistema radicular pouco desenvolvido devido ao efeito competitivo exercido pelo milho até o momento de sua quebra. Após os 120 dias com precipitações regulares e sem

restrição a luz ocasionada pela competição com o milho, as leguminosas retomaram o crescimento, com grande destaque para o guandu consorciado, tanto na linha quanto na entrelinha. Em relação ao manejo de corte das leguminosas, verificou-se que aos 180 dias a tefrósia inicia o processo de florescimento e o guandu na mesma época apresentou grande desfolha natural. Este momento foi caracterizado como o ponto ideal de corte das espécies, pois a partir do florescimento a planta continua fixando nitrogênio, mas a relação C/N aumenta e por outro lado a desfolha por períodos prolongados favorece perdas N, visto que, as folhas apresentam maiores teores de N e se decompõe rapidamente no solo (LIMA FILHO et al., 2014).

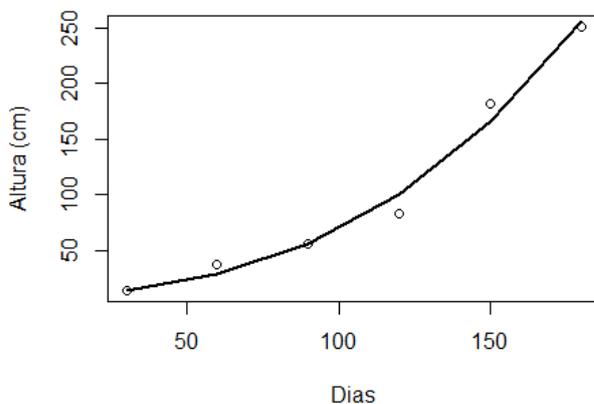
**Guandu Solteiro**



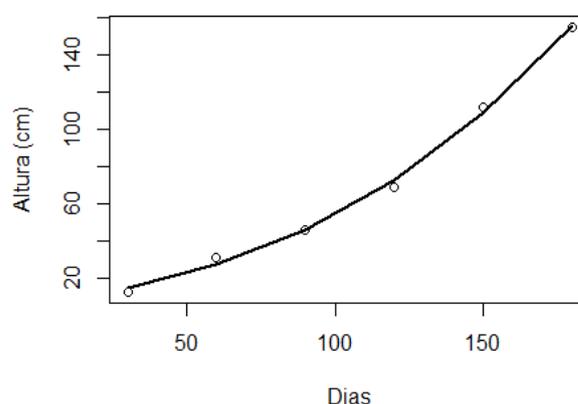
**Tefrósia Solteira**

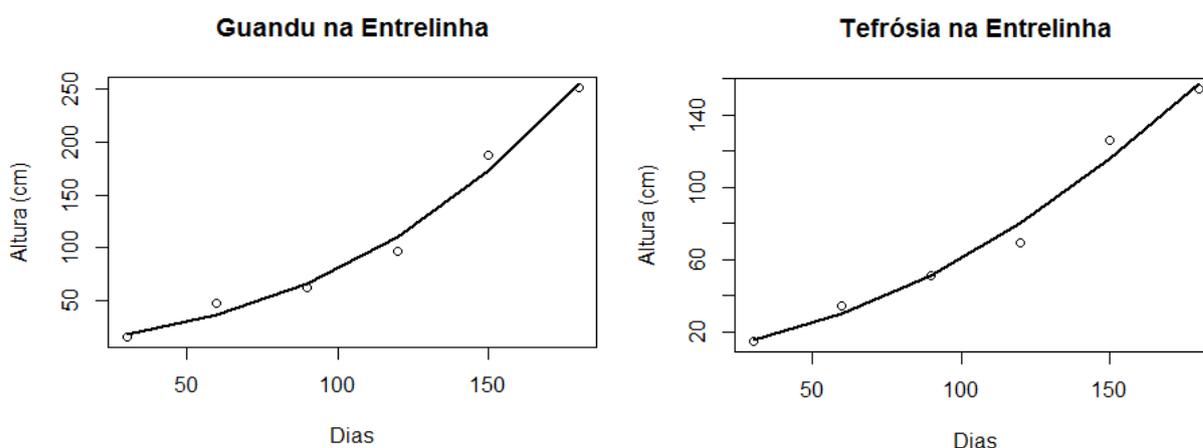


**Guandu na Linha**



**Tefrósia na Linha**





**Figura 1-** Altura do feijão *Cajanus cajan* e *Tephrosia sinapou* em monocultivo e consorciados ao milho nas condições climáticas da Baixada Fluminense, em diferentes épocas de avaliação.

Em relação às características das leguminosas foi observado que o guandu nos diferentes arranjos apresentou maior diâmetro basal de caule (Tabela 1). Esse fato pode influenciar no momento do manejo, pois para o corte de caules com esse diâmetro torna-se necessário o uso de implementos mais pesados, acoplados a tratores agrícolas ou técnicas de cultivo que facilitem o manejo dessa espécie. Dentre essas técnicas podemos destacar o maior adensamento dentro das linhas, fato que possivelmente contribuirá para a redução do diâmetro do caule, o manejo de podas em períodos pré-determinados, pois essa espécie é tolerante a podas apresentando rebrotas e também o corte das plantas mantendo-se apenas faixas de cultivo, que podem servir de quebra vento e também serem podadas com intuito de fornecer a biomassa as plantas de interesse econômico cultivadas entre as faixas.

Quanto à tefrosia devido o caule apresentar menor diâmetro o manejo pode ser realizado com auxílio de roçadoras de pequeno porte com maior facilidade. Para o parâmetro de altura da primeira ramificação, foi observado que o guandu nos diferentes arranjos apresenta rápido crescimento vertical ramificando-se em altura mais elevada quando comparado com a tefrosia. Por outro lado, a tefrosia inicia-se sua ramificação em uma altura relativamente baixa em comparação ao guandu, esse efeito é mais acentuado quando em monocultivo. Esse fato está diretamente ligado a produção de biomassa, pois apesar de ter apresentado menor crescimento que o guandu, a tefrosia obteve a mesma produção de biomassa seca total. Cabe ressaltar que ramificações mais baixas podem favorecer a redução do crescimento de plantas espontâneas, visto que, ocorre a maior cobertura na linha de cultivo e reduz a incidência luminosa.

**Tabela 1** – Diâmetro basal do caule e altura da primeira ramificação lateral de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense.

<b>Característica Leguminosa</b>				
<b>Diâmetro do caule</b>				
<b>Espécie/Manejo</b>	<b>----- (cm) -----</b>			
	<b>Linha</b>	<b>Entrelinha</b>	<b>Monocultivo</b>	<b>Média Geral</b>
<b>Guandu</b>	1,98 Aa	1,91 Aa	2,12 Aa	2,00 A
<b>Tefrósia</b>	1,32 Ba	1,27 Ba	1,49 Ba	1,36 B
<b>Média Geral</b>	1,66 b	1,59 b	1,80 a	
<b>CV (%)</b>	8,70			
<b>Altura 1º ramificação</b>				
<b>Espécie/Manejo</b>	<b>----- (cm) -----</b>			
	<b>Linha</b>	<b>Entrelinha</b>	<b>Monocultivo</b>	<b>Média Geral</b>
<b>Guandu</b>	69,90 Aa	71,80 Aa	46,30 Ab	66,66 A
<b>Tefrósia</b>	42,95 Ba	39,50 Ba	19,30 Bb	33,91 B
<b>Média Geral</b>	56,42 A	55,65 A	32,80 B	
<b>CV (%)</b>	16,60			

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha (entre manejos) e maiúsculas na coluna (entre leguminosas), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

A partir da interação envolvendo espécies de leguminosas e manejo não foram observados efeitos em relação ao o parâmetro de produção de biomassa seca (Tabela 2). Com tudo, a produção de folhas (folíolos e pecíolos) que apresentam elevado teor de N não foi reduzida nos consórcios, tornando-se uma estratégia de manejo interessante, pois além da colheita da cultura de interesse econômico a mesma área pode produzir biomassa rica em N que pode servir como complemento a adubação de culturas subsequentes ou ser estocada para confecção de compostos orgânicos. Em média geral a produção de caule foi superior no guandu quando comparado a tefrósia. No trabalho realizado por GONÇALVES JÚNIOR et al., (2010) a leguminosa tefrósia em condições climáticas semelhantes alcançou produtividade de 11,2 Mg ha<sup>-1</sup> em um período de 12 meses de cultivo, sendo essa produtividade similar as descritas nesse estudo, em monocultivo e nos consórcios. Quanto à biomassa seca de milho não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos demonstrando que o consórcio em diferentes arranjos com diferentes leguminosas não interfere negativamente em seu crescimento. Em relação à produtividade total de biomassa, monocultivo e o somatório das espécies consorciadas, foi verificado que os consórcios apresentaram produtividades semelhantes aos monocultivos de leguminosas, esse fato pode contribuir para a adoção da adubação verde em diferentes sistemas de cultivo, principalmente em áreas onde o espaço é limitado e o manejo é direcionado as culturas de interesse econômico. Como mencionado anteriormente à produção de biomassa de milho não foi reduzida com o consórcio e dessa maneira podemos realizar o cultivo da cultura de interesse econômico e ainda fornecer ao sistema uma biomassa diversificada com relação C/N intermediária, que contribuirá para o aumento de matéria orgânica no solo e também a disponibilização de nutrientes acumulados na biomassa para culturas eventualmente cultivadas em sucessão, em especial o N contido na biomassa das leguminosas.

**Tabela 2** – Produtividade de biomassa de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie/Manejo	<b>Biomassa seca leguminosa/Milho</b>			
	<b>Folha</b>			
	<b>(kg ha<sup>-1</sup>)</b>			
	<b>Linha</b>	<b>Entrelinha</b>	<b>Monocultivo</b>	<b>Média Geral</b>
<b>Guandu</b>	2713,56 Aa	2731,49 Aa	2921,10 Aa	2788,72 A
<b>Tefrósia</b>	3230,64 Aa	2942,35 Aa	3785,60 Aa	3319,53 A
<b>Média Geral</b>	2972,10 a	2836,92 a	3356,35 a	
<b>CV (%)</b>	23,01			
	<b>Caule</b>			
	<b>(kg ha<sup>-1</sup>)</b>			
<b>Guandu</b>	5874,51 Ab	4960,83 Ab	9282,01 Aa	6705,78 A
<b>Tefrósia</b>	4193,26 Ab	3831,12 Ab	7863,32 Aa	5295,90 B
<b>Média Geral</b>	5033,89 b	4395,98 b	8572,66 a	
<b>CV (%)</b>	20,74			
	<b>Caule + Folha</b>			
	<b>(kg ha<sup>-1</sup>)</b>			
<b>Guandu</b>	8588,08 Ab	7292,32 Ab	12203,12 Aa	9494,51 A
<b>Tefrósia</b>	7423,91 Ab	6773,49 Ab	11648,93 Aa	8615,44 A
<b>Média Geral</b>	8006,0 a	7032,9 a	11926,02 a	
<b>CV (%)</b>	20,60			
	<b>Total</b>			
	<b>(kg ha<sup>-1</sup>)</b>			
<b>Guandu+Milho</b>	12838,0 Aa	11598,5 Aa	12203,1 Aa	12213,25 A
<b>Tefrósia+Milho</b>	10580,1 Aa	11429,7 Aa	11648,9 Aa	11219,6 A
<b>Média Geral</b>	11709,1 a	11514,1 a	11926,0 a	
<b>CV (%)</b>	16,40			

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha (entre manejos) e maiúsculas na coluna (entre leguminosas), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Os teores de N na parte aérea de guandu e tefrósia não foram influenciados pela presença do milho consorciado independente do arranjo espacial de cultivo (Tabela 3). Em média geral o guandu apresentou maior relação C/N no caule, na folha e maior relação caule/folha quando comparado a tefrósia. A concentração de N nas folhas em ambas espécies é superior ao caule, podendo chegar a um valor 65,56% maior. Isso reflete diretamente na relação C/N das diferentes partes da planta. Como a maior concentração de N está nas folhas, sendo estas um material tenro e de rápida decomposição, ressalta-se que o manejo de corte das plantas deve ser realizado no período de máximo crescimento vegetativo, antecedendo a desfolha natural. Após o corte, caso a biomassa das espécies destinadas a adubação verde seja mantida no solo, o plantio da cultura em sucessão deverá ser imediato para evitar perdas de N por volatilização, lixiviação ou imobilização por microrganismos presentes no solo (LIMA FILHO et al., 2014). Para o teor de N nas folhas da tefrósia os resultados foram similares aos encontrados por GONÇALVES JÚNIOR (2013) em condições edafoclimáticas semelhantes, enquanto que os teores de N nas folhas do guandu foram superiores aos encontrados pelo referido autor.

**Tabela 3** – Teor de N e relação C/N das folhas e do caule de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense.

<b>Parte aérea leguminosa</b>				
<b>Teor N</b>				
<b>Espécie/Manejo</b>	<b>Linha</b>	<b>Entrelinha</b>	<b>Monocultivo</b>	<b>Média Geral</b>
<b>Folha</b>				
<b>Guandu</b>	37,5 Aa	41,3 Aa	38,3 Aa	39,0 A
<b>Tefrósia</b>	39,9 Aa	38,5 Aa	37,7 Aa	38,7 A
<b>Média Geral</b>	3,87 a	3,99 a	3,79 a	
<b>CV (%)</b>	6,74			
<b>Relação C/N Folha</b>				
<b>Guandu</b>	12,09 Aa	11,87 Aa	11,76 Aa	11,91 A
<b>Tefrósia</b>	10,38 Ba	10,84 Ba	10,17 Ba	10,46 B
<b>Média Geral</b>	11,23 a	11,36 a	10,97 a	
<b>CV (%)</b>	4,63			
<b>Caule</b>				
----- <b>(g kg<sup>-1</sup>)</b> -----				
<b>Guandu</b>	1,50 Aa	1,46 Aa	1,51 Aa	1,48 A
<b>Tefrósia</b>	1,28 Ba	1,16 Ba	1,34 Aa	1,26 B
<b>Média Geral</b>	1,39 a	1,31 a	1,42 a	
<b>CV (%)</b>	13,30			
<b>Relação C/N Caule</b>				
<b>Guandu</b>	29,12 Aa	29,99 Aa	28,78 Aa	29,29 A
<b>Tefrósia</b>	31,51 Aa	34,43 Aa	27,74 Aa	31,23 A
<b>Média Geral</b>	30,31 a	32,23 a	28,26 a	
<b>CV (%)</b>	13,78			
<b>Relação Caule/Folha</b>				
<b>Guandu</b>	2,15 Ab	1,91 Ab	3,25 Aa	2,44 A
<b>Tefrósia</b>	1,29 Bb	1,30 Bb	2,09 Ba	1,56 B
<b>Média Geral</b>	1,72 b	1,60 b	2,67 a	
<b>CV (%)</b>	14,39			

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha (entre manejos) e maiúsculas na coluna (entre leguminosas), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

No que se refere aos teores de P, Ca e Mg na interação envolvendo espécies de leguminosas e manejo, concentrados na folha, não foram observados efeitos interativos nos diferentes arranjos (Tabela 4). Contudo, os teores de Ca são superiores no monocultivo quando comparados aos respectivos consórcios das leguminosas. Em relação aos teores de K nas diferentes leguminosas foi verificado que o guandu apresenta os maiores teores quando cultivado na mesma linha de cultivo que o milho e a tefrósia apresenta maiores teores quando cultivada na entrelinha do milho.

**Tabela 4** – Teor de P, K, Ca e Mg nas folhas de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie/Manejo	Parte aérea leguminosa			
	Teor Macronutriente folha			
	----- (g kg <sup>-1</sup> ) -----			
	Linha	Entrelinha	Monocultivo	Média Geral
	Fósforo			
<b>Guandu</b>	2,78 Aa	2,93 Aa	2,67 Aa	2,80 A
<b>Tefrósia</b>	3,13 Aa	2,77 Aa	2,81 Aa	2,90 A
<b>Média Geral</b>	2,96 a	2,85 a	2,74 a	
<b>CV (%)</b>	10,70			
	Potássio			
<b>Guandu</b>	16,88 Aa	11,49 Bb	12,94 Ab	13,77 A
<b>Tefrósia</b>	12,58 Bb	16,05 Aa	11,37 Ab	13,34 A
<b>Média Geral</b>	14,73 a	13,79 a	12,15 a	
<b>CV (%)</b>	14,80			
	Cálcio			
<b>Guandu</b>	6,10 Ab	4,74 Ab	10,13 Aa	6,99 A
<b>Tefrósia</b>	5,47 Ab	6,62 Ab	9,64 Aa	7,24 A
<b>Média Geral</b>	5,68 b	5,68 b	9,88 a	
<b>CV (%)</b>	17,90			
	Magnésio			
<b>Guandu</b>	1,60 Aa	1,92 Aa	1,66 Aa	1,73 A
<b>Tefrósia</b>	1,90 Aa	1,54 Aa	1,80 Aa	1,76 A
<b>Média Geral</b>	1,76 a	1,73 a	1,73 a	
<b>CV (%)</b>	14,60			

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha (entre manejos) e maiúsculas na coluna (entre leguminosas), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Em relação aos teores de macronutrientes acumulados no caule das leguminosas entre manejos o guandu apresentou maior teor de P no monocultivo e a tefrósia foi superior quando cultivada na mesma linha de cultivo do milho (Tabela 5). A tefrósia apresentou maior teor de K quando comparada ao respectivo monocultivo de guandu. Em relação ao Ca o feijão guandu obteve o maior teor comparando-se os respectivos monocultivos.

**Tabela 5** – Teor de P, K, Ca e Mg no caule de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie/Manejo	Parte aérea leguminosa			
	Teor macronutriente caule			
	-----( $\text{g kg}^{-1}$ )-----			
	Linha	Entrelinha	Monocultivo	Média Geral
	Fósforo			
<b>Guandu</b>	2,46 Ba	2,63 Aa	3,82 Aa	2,80 A
<b>Tefrósia</b>	2,91 Aa	2,59 Aa	2,81 Ba	2,77 A
<b>Média Geral</b>	2,69 b	2,61 b	3,07 a	
<b>CV (%)</b>	8,60			
	Potássio			
<b>Guandu</b>	16,35 Aa	14,37 Aa	12,69 Ba	14,47 A
<b>Tefrósia</b>	15,15 Aa	12,05 Aa	18,44 Aa	15,21 A
<b>Média Geral</b>	15,75 a	13,21 b	15,56 a	
<b>CV (%)</b>	13,90			
	Cálcio			
<b>Guandu</b>	6,39 Ab	6,82 Ab	11,24 Aa	8,15 A
<b>Tefrósia</b>	4,80 Ab	6,54 Aa	7,24 Ba	6,19 B
<b>Média Geral</b>	5,56 b	6,68 b	9,24 a	
<b>CV (%)</b>	17,20			
	Magnésio			
<b>Guandu</b>	1,53 Aa	1,81 Aa	1,77 Aa	1,70 A
<b>Tefrósia</b>	1,83 Aa	1,58 Aa	1,68 Aa	1,69 A
<b>Média Geral</b>	1,68 a	1,69 a	1,72 a	
<b>CV (%)</b>	12,00			

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha (entre manejos) e maiúsculas na coluna (entre leguminosas), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

No que tange aos teores de macronutrientes acumulados na biomassa seca de parte aérea, verificou-se que o P, K e Mg obtiveram maiores acúmulos nos monocultivos de ambas leguminosas (tabela 6). Em relação ao Ca foram observados maiores acúmulos nos monocultivos, com destaque para o guandu que foi superior as tefrósia. Não foram observados efeitos interativos para quantidade de nutrientes acumuladas nas folhas das leguminosas nos diferentes arranjos.

**Tabela 6** – Quantidade acumulada de P, K, Ca e Mg no caule de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie/Manejo	Parte aérea leguminosa			
	Quantidade acumulada macronutriente caule			
	------(kg ha <sup>-1</sup> ) -----			
	Linha	Entrelinha	Monocultivo	Média Geral
	Fósforo			
<b>Guandu</b>	16,75 Ab	14,61 Ab	24,77 Aa	18,31 A
<b>Tefrósia</b>	13,19 Ab	10,74 Ab	22,19 Aa	15,37 A
<b>Média Geral</b>	14,97 b	12,67 b	23,48 a	
<b>CV (%)</b>	27,90			
	Potássio			
<b>Guandu</b>	83,93 Ab	64,83 Ab	117,71 Aa	88,82 A
<b>Tefrósia</b>	50,74 Ab	57,60 Ab	144,67 Aa	84,34 A
<b>Média Geral</b>	67,34 b	61,22 b	131,19 a	
<b>CV (%)</b>	26,00			
	Cálcio			
<b>Guandu</b>	39,26 Ab	33,08 Ab	104,97 Aa	59,10 A
<b>Tefrósia</b>	20,01 Bb	24,55 Ab	55,85 Ba	33,47 B
<b>Média Geral</b>	29,63 b	28,81 b	80,41 a	
<b>CV (%)</b>	27,40			
	Magnésio			
<b>Guandu</b>	9,36 Ab	8,84 Ab	16,43 Aa	11,54 A
<b>Tefrósia</b>	7,65 Ab	5,96 Ab	13,19 Aa	8,93 B
<b>Média Geral</b>	8,51 b	7,40 b	14,81 a	
<b>CV (%)</b>	23,33			

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha (entre manejos) e maiúsculas na coluna (entre leguminosas), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao acúmulo de N na biomassa seca da parte aérea foi verificado que o guandu apresentou o maior acúmulo desse macronutriente no caule (Tabela 7), nas folhas não foram detectadas diferenças significativas entre as leguminosas e os diferentes arranjos. Em relação ao acúmulo total de N não foram observadas diferenças entre as diferentes leguminosas. Contudo, os respectivos monocultivos das leguminosas guandu e tefrósia apresentaram quantidades acumuladas superiores quando comparados aos consórcios. Cabe destacar que o acúmulo de nutrientes é diretamente proporcional a produção de biomassa seca das espécies.

**Tabela 7** – Quantidade acumulada de N na parte aérea de leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie/Manejo	Característica Leguminosa			
	Quantidade acumulada N Folha			
	----- (kg ha <sup>-1</sup> ) -----			
	Linha	Entrelinha	Monocultivo	Média Geral
<b>Guandu</b>	102,03 Aa	102,60 Aa	112,56 Aa	109,06 A
<b>Tefrósia</b>	128,49 Aa	113,64 Aa	142,05 Aa	128,06 A
<b>Média Geral</b>	115,26 a	113,12 a	127,30 a	
<b>CV (%)</b>	25,64			
	Quantidade acumulada N Caule			
	----- (kg ha <sup>-1</sup> ) -----			
	Linha	Entrelinha	Monocultivo	Média Geral
<b>Guandu</b>	86,98 Ab	44,42 Ab	141,04 Aa	99,91 A
<b>Tefrósia</b>	53,06 Bb	71,72 Ab	107,42 Ba	68,30 B
<b>Média Geral</b>	70,02 b	58,07 b	124,23 a	
<b>CV (%)</b>	26,0			
	Quantidade acumulada N total leguminosa			
	----- (kg ha <sup>-1</sup> ) -----			
	Linha	Entrelinha	Monocultivo	Média Geral
<b>Guandu</b>	189,02 Ab	158,07 Ab	253,60 Aa	208,98 A
<b>Tefrósia</b>	181,56 Ab	184,32 Ab	249,47 Aa	196,36 A
<b>Média Geral</b>	185,29 b	171,19 b	251,54 a	
<b>CV (%)</b>	22,95			

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha (entre manejos) e maiúsculas na coluna (entre leguminosas), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

### 5.5.2. Características agronômicas do milho

Em relação ao teor de macronutrientes na folha índice do milho (Tabela 8), não foram detectadas diferenças significativas em nenhum dos macronutrientes avaliados para os diferentes sistemas de manejo adotados. Observa-se que o teor de N se encontra pouco abaixo da faixa considerada ótima para a cultura que é estabelecido entre 27,5 e 32,5 g kg<sup>-1</sup> (MALAVOLTA et al., 1997), assim como o teor de K e Mg que deveriam apresentar como valores adequados entre 17,5 - 22,5 e 2,5 - 4,0 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. O P e o Ca se encontram acima do limite máximo considerado ótimo para a cultura. Cabe ressaltar que a cultivar BRS Caatingueiro apresenta ciclo super precoce, onde aproximadamente 50% do florescimento masculino e feminino ocorre entre 41 e 57 dias após a emergência (CARVALHO et al., 2004), sendo este o ponto caracterizado para amostragem da folha índice. Paralelo a isso o fertilizante do tipo “bokashi” assim como outros fertilizantes orgânicos apresentam liberação de nutrientes mais lenta quando comparados aos fertilizantes

sintéticos que apresentam alta solubilidade podendo ter refletido no teor dos macronutrientes presentes nas folhas no momento da amostragem.

**Tabela 8-** Teor de macronutrientes na folha índice do milho nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
Guandu Linha	26,3 A	3,75 A	14,57 A	4,02 A	1,86 A
Tefrósia Linha	26,8 A	3,82 A	15,23 A	4,49 A	2,10 A
Guandu entrelinha	25,5 A	3,37 A	15,25 A	4,30 A	2,16 A
Tefrósia entrelinha	27,8 A	3,65 A	16,03 A	4,22 A	2,11 A
Milho solteiro	25,7 A	4,08 A	17,11 A	4,33 A	2,19 A
CV (%)	10,93	6,57	12,24	6,32	8,70

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao desempenho agrônômico do milho e produtividade de milho seco (Tabela 10), não foram observadas diferenças significativas entre os diferentes arranjos espaciais. A cultura apresentou crescimento satisfatório com o manejo da adubação com bokashi oriundo da leguminosa leucena, alcançando produtividade superior à média estadual em até 213,73% na safra 2017/2018 no estado do Rio de Janeiro e produtividades próximas a média nacional na mesma safra que foi estimada em 5058 kg ha<sup>-1</sup> de acordo com os dados recentes da (CONAB, 2018). CHIEZA et al. (2017) estudando formas de estabelecer o manejo orgânico do consórcio entre as culturas de milho cultivar híbrido AG 1051 e a crotalaria juncea obtiveram produtividade máxima de 4443,8 kg ha<sup>-1</sup> no tratamento de monocultivo do milho manejado com adubação nitrogenada na forma de torta de mamona em condições edafoclimáticas semelhantes. BRITO et al. (2012) avaliando os efeitos da irrigação de salvação e da adubação orgânica na produtividade de feijão-caupi e milho obtiveram produtividade mínima de 1808,03 kg ha<sup>-1</sup> e máxima de 6099,1 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de milho da cultivar BRS Caatingueiro demonstrando o potencial genético desta cultivar em diferentes tipos de manejo. Além da produção de grãos, esse cereal ainda fornece como resíduo os sabugos e a palha das espigas que podem ser depositados na superfície do solo ou utilizados em processos de compostagem. Em nenhuma das características agrônômicas foram encontradas diferenças significativas, demonstrando que os diferentes consórcios não acarretam em redução de produtividade dessa cultura.

**Tabela 9-** Produtividade de grãos, sabugo e palha de milho nas condições das Baixada Fluminense.

Tratamento	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )		
	Grãos	Sabugo	Palha espiga
<b>Milho guandu linha</b>	4522,34 a	573,81 a	776,36 a
<b>Milho guandu entrelinha</b>	4029,00 a	549,80 a	832,51 a
<b>Milho Tefrósia linha</b>	4222,01 a	568,15 a	877,53 a
<b>Milho Tefrósia entrelinha</b>	4954,40 a	636,71 a	870,01 a
<b>Milho solteiro</b>	4212,53 a	536,84 a	771,92 a
CV (%)	16,51	12,10	12,08

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade.

## 5.6. CONCLUSÕES

O cultivo das leguminosas, guandu e tefrósia consorciadas ao milho, independentemente, do arranjo espacial não prejudicou as características agronômicas deste cereal. Em contra partida o milho competiu com estas duas leguminosas, tendo como base, a altura das plantas e as produtividades, quando os consórcios foram comparados aos respectivos monocultivos de feijão guandu e Tefrósia.

Os teores de N na parte aérea de guandu e Tefrósia não foram influenciados pela presença do milho consorciado, independentemente do arranjo espacial de cultivo. Contudo as quantidades totais acumuladas de N nas leguminosas foram menores nos consórcios quando comparadas aos respectivos monocultivos, visto que as produtividades de biomassa de parte aérea de feijão guandu e de Tefrósia foram maiores nos cultivos exclusivos destas leguminosas.

## **6. CAPÍTULO II**

### **PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS FERMENTADOS DO TIPO BOKASHI UTILIZANDO FOLHAS DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS E ARBÓREA**

## 6.1. RESUMO

GOULART, Jhonatan Marins. Produção e caracterização de compostos fermentados do tipo bokashi utilizando folhas de leguminosas arbustivas e arbórea. 2020. 78p Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

O trabalho foi conduzido na sede da Embrapa Agrobiologia, iniciando-se no mês de janeiro de 2019 a partir da confecção de compostos fermentados em escala laboratorial. Os tratamentos, totalizando 16, foram dispostos no delineamento de blocos casualizados sendo distribuídos em arranjo fatorial 3 x 4 + 4. As fontes de variação foram formadas de três resíduos vegetais de baixa relação C/N (farelo de folhas de guandu-GU, de tefrósia-TS e folhas de leucena-LE) e quatro formulações de compostos. Desta forma, as misturas foram formadas das seguintes proporções: 35%+55%, 30%+60%, 20%+70% e 15%+75%, respectivamente, de FT+FG ou TS ou LE, acrescidas de quatro tratamentos controles, cujas misturas continham 60% farelo de trigo (FT) e 40% farelo de mamona (FM), GU, TS ou LE. Misturas em que as proporções atingiram 90%, incluiu-se 10% de bagaço de cana de açúcar-BC. As misturas foram mantidas incubadas por 21 dias em sala com ambiente controlado, acondicionadas e compactadas em recipientes de vidro hermeticamente fechados com capacidade para 650cm<sup>3</sup>. Após a caracterização química dos compostos foi instalado um ensaio em casa de vegetação em vasos contendo areia para avaliar a capacidade de fornecimento de N dos compostos, utilizando-se como planta indicadora o milheto (*pennisetum glaucum*) semeado em alta densidade. Os tratamentos, totalizando 19, foram dispostos no delineamento de blocos casualizados, sendo os tratamentos descritos anteriormente acrescidos de um tratamento sem a incorporação de composto fermentado e dois tratamentos adicionais formados pela aplicação de ureia e aplicação de farelo de mamona. Formulações dos compostos fermentados confeccionados com adição de folhas das leguminosas *Cajanus cajan*, *Tephrosia sinapou* e *Leucaena leucocephala* apresentam características favoráveis ao emprego como fertilizantes orgânicos. O composto fermentado confeccionado a partir da mistura do farelos de trigo e de folhas de *Tephrosia sinapou* (60:40% p/p) apresenta eficiência agrônômica no fornecimento de N compatível ao farelo de mamona.

**Palavras-chave:** adubação orgânica, compostagem, agricultura orgânica

## 6.2. ABSTRACT

GOULART, Jhonatan Marins. Production and characterization of fermented bokashi-type compounds using shrub and tree legume leaves and their effects on vegetable fertilization. 2020. 78p Dissertation (Master in Phytotechnics). Institute of Agronomy, Department of Plant Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

The work was carried out at the headquarters of Embrapa Agrobiologia, starting in January 2019, starting with the production of fermented compounds on a laboratory scale. The treatments, totaling 16, were arranged in a randomized block design being distributed in a 3 x 4 + 4 factorial arrangement. The sources of variation were formed from three vegetable residues of low C / N ratio (guandu-bean leaf bran, GU of tefrósia-TS and leucena-LE leaves) and four compound formulations. Thus, the mixtures were formed in the following proportions: 35% + 55%, 30% + 60%, 20% + 70% and 15% + 75%, respectively, of FT + FG or TS or LE, plus four treatments controls, whose mixtures contained 60% wheat bran (FT) and / or 40% castor bran (FM), GU, TS or LE. Mixtures in which the proportions reached 90%, 10% of sugarcane bagasse-BC were included. The mixtures were kept incubated for 21 days in a controlled environment, packed and compacted in airtight glass containers with a capacity of 650 cm<sup>3</sup>. After the chemical characterization of the compounds, a test was installed in a greenhouse in pots containing sand to evaluate the N supply capacity of the compounds, using millet (*pennisetum glaucum*) sown in high density as an indicator plant. The treatments, totaling 19, were arranged in a randomized block design, with the treatments described above plus a treatment without the incorporation of fermented compost and two additional treatments formed by the application of urea and application of castor meal. Formulations of fermented compounds made with the addition of leaves from the legumes *Cajanus cajan*, *Tephrosia sinapou* and *Leucaena leucocephala* present characteristics favorable to their use as organic fertilizers. The fermented compost made from the mixture of wheat bran and leaves of *Tephrosia sinapou* (60: 40% w / w) has agronomic efficiency in the supply of N compatible to castor bran.

**Keyword:** composting, organic fertilization, organic agriculture.

### 6.3. INTRODUÇÃO

A adubação orgânica é fundamental para o manejo sustentável do solo e para manutenção de sua fertilidade, pois além do fornecimento de nutrientes contribui para o aumento do teor de matéria orgânica e favorece a microbiota do solo (TRANI et al, 2013). Para manter os níveis de fertilidade do solo adequados, os sistemas agrícolas convencionais baseados em grandes monoculturas realizam adubações, em sua maioria, utilizando fontes sintéticas de fertilizantes que são facilmente encontrados no mercado. Nos sistemas orgânicos de produção não são permitidas essas fontes, sendo utilizados os fertilizantes minerais de origem natural e de baixa solubilidade, estercos de aves e de bovinos, a torta de mamona, além de biofertilizantes. Outro insumo que pode ser empregado nesse sistema é o composto fermentado do “tipo bokashi” que pode ser produzido na própria unidade de agrícola, pois é de fácil preparo e não demanda muito espaço (OLIVEIRA et al., 2014).

O bokashi é um adubo orgânico obtido através da combinação de insumos de origem vegetal ou animal, submetidos a processo de fermentação por um período preestabelecido, mediado pela ação de microrganismos que predominantemente são adicionados no momento do preparo do adubo (PIAN, 2019). Pode ser preparado em sistema anaeróbico em recipientes hermeticamente fechados ou em sistema aeróbico através da formação de pilhas que são constantemente reviradas. Essa técnica é antiga e muito difundida no Japão onde foi trazida e adaptada no Brasil por imigrantes japoneses na década de 80 (SIQUEIRA & SIQUEIRA, 2013).

De acordo com OLIVEIRA et al. (2014) não existe uma formulação padronizada para a confecção de bokashi sendo comumente usadas receitas empíricas e diversificadas, podendo ser simples ou mais complexas dependendo dos insumos e da finalidade de produção. Em geral os bokashis são produzidos a partir de uma porção de materiais com alta relação C/N e outra com baixa relação C/N. O Bokashi, além de servir como fonte de nutrientes para as plantas, também fornece ao solo uma carga de microrganismos estimulando e melhorando as condições de vida tanto para minhocas, gongolos e outros seres que vivem na terra, quanto para os microrganismos benéficos (SIQUEIRA & SIQUEIRA, 2013).

SAITER et al. (2016) relataram que o uso do adubo orgânico fermentado bokashi influenciou positivamente o desempenho agrônômico do brócolis americano, sendo alternativa para o fornecimento de nutrientes para esse cultivo, demonstrando potencial como fonte alternativa de nutrientes para ser utilizada na agricultura orgânica e por produtores convencionais que buscam a diminuição do uso e da dependência de adubos sintéticos de alta solubilidade.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar características químicas e por meio de bioensaio em casa de vegetação, a capacidade de fornecimento de N de compostos fermentados confeccionados com combinações de matérias primas vegetais contendo folhas de feijão guandu, de Tefrósia ou de leucena.

## 6.4. MATERIAL E MÉTODOS

### 6.4.1. Obtenção da matéria prima e processamento da biomassa vegetal para confecção dos compostos fermentados

A biomassa de parte aérea de leucena (*Leucaena leucocephala*), guandu (*Cajanus cajan*), e tefrósia (*Tephrosia sinapou*) foram produzidas na Fazendinha Agroecológica km 47 em bancos previamente estabelecidos. A biomassa destas espécies foi cortada e mantida em galpão coberto até se alcançar a secagem ao ar. Posteriormente foram retiradas as folhas (fólios e pecíolos) para manipulação e utilização no trabalho experimental. Após essa separação as biomassas de Tefrósia e do guandu foram fragmentadas para redução do tamanho com auxílio de máquina trituradora dispo de peneira com malha de 2 mm. Quanto à leucena que apresenta fólios de pequeno tamanho, não foi necessária a trituração. Os demais insumos empregados para confecção dos compostos fermentados como os farelos de mamona e de trigo foram adquiridos em mercado regional. Outra matéria prima utilizada, o bagaço de cana de açúcar foi coletado no comércio no próprio município de Seropédica-RJ, e também foi seca em galpão, sendo posteriormente triturado com auxílio da mesma máquina trituradora referida anteriormente. O teor de N das matérias primas encontra-se na (Tabela 1). Para determinação do teor de N as amostras de cada material foram secas em estufa a 65°C até alcançar massa constante, moídas em moinho tipo Willey e levadas ao laboratório de química agrícola da Embrapa Agrobiologia. O procedimento para a análise de N na biomassa foi baseado no método Kjeldahl de acordo com os procedimentos descritos por Nogueira & Souza (2005).

**Tabela 1-** Teor N de matérias primas utilizadas nas formulações de compostos fermentados.

Matéria prima	Característica
	matéria prima
	Teor N
	-----g kg <sup>-1</sup> -----
Farelo de mamona	55
Farelo de trigo	28
Bagaço de cana de açúcar	4
Farelo de guandu	35
Farelo de Tefrósia	42
Farelo de leucena	42

### 6.4.2. Confecção e caracterização dos compostos fermentados

Esta etapa foi conduzida na sede da Embrapa Agrobiologia, iniciando-se no mês de janeiro de 2019, a partir da confecção dos compostos fermentados em escala laboratorial. Os tratamentos, totalizando 16, foram dispostos no delineamento de blocos casualizados, distribuídos em arranjo fatorial 3 x 4 + 4. As fontes de variação foram formadas de três resíduos vegetais de baixa relação C/N (farelo de folhas de guandu-GU, de tefrósia-TS e folhas de leucena-LE) e quatro formulações de compostos. Desta forma, as misturas foram formadas das seguintes proporções: 35%+55%, 30%+60%, 20%+70% e 15%+75%, de respectivamente, FT+FG ou TS ou LE, acrescidas de quatro tratamentos controles, cujas misturas continham 60% farelo de trigo (FT) e 40% farelo de mamona (FM), ou GU, TS ou LE (Tabela 2). Nas misturas em que as proporções atingiram intencionalmente 90%, incluiu-

se 10% de bagaço de cana de açúcar-BC, realizando-se as correções necessárias de forma a se obter massas com valores em base seca alcançadas em estufa de ventilação forçada com temperatura de 65°C. Após a pesagem os materiais então foram misturados e inoculados com uma solução ativada e diluída contendo *Lactobacillus plantarum* 10<sup>4</sup> UFC/ml e *Saccharomyces cerevisiae* 10<sup>4</sup> UFC/ml. Para o preparo da solução ativada foram utilizados 50 ml do produto comercial embiotic®, 50g de açúcar mascavo e 400 ml de água, acondicionados em garrafa PET por um período de tempo de sete dias. Esta solução ativada foi diluída em 5 litros de água. A solução foi adicionada as misturas para se alcançar entre 40 e 50% de umidade, verificada de forma tátil comprimindo manualmente até a obtenção de um torrão estável sem que ocorra o escorrimento de líquido. Logo após as diferentes formulações foram acondicionadas em recipientes de vidro hermeticamente fechados com capacidade para 650cm<sup>3</sup> mantendo-se em sala de incubação com temperatura estabilizada entre 28 e 29 °C por 21 dias. Ao final do período de incubação os frascos foram abertos e em seguida foram retiradas amostras para determinação do teor de umidade, pH, condutividade elétrica e análise de macronutrientes de acordo com os procedimentos descritos por (NOGUEIRA & SOUZA, 2005).

**Tabela 2** - Proporções das matérias primas utilizadas para o preparo dos compostos fermentados nos ensaios de incubação.

Formulações <sup>1</sup>	Resíduo agrícola					
	-----%					
	FT <sup>2</sup>	GU	TS	LE	BC	FM
F1 <sup>1</sup>	60	----	----	----	----	40
F2	60	40	----	----	----	----
F3	60	----	40	----	----	----
F4	60	----	----	40	----	----
F5	35	55	----	----	10	----
F6	35	----	55	----	10	----
F7	35	----	----	55	10	----
F8	30	60	----	----	10	----
F9	30	----	60	----	10	----
F10	30	----	----	60	10	----
F11	20	70	----	----	10	----
F12	20	----	70	----	10	----
F13	20	----	----	70	10	----
F14	15	75	----	----	10	----
F15	15	----	75	----	10	----
F16	15	----	----	75	10	----

<sup>1</sup>F: formulações determinadas por meio de estimativa prévia do teor de N contido em cada matéria prima de forma a estabelecer relações C/N com valores próximos a 12.

<sup>2</sup>FT: farelo de trigo; FM: farelo de mamona; LE: farelo de leucena; TS: farelo de Tefrósia; GU: farelo de grão-de-bico; BC: bagaço de cana de açúcar.

#### 6.4.3. Capacidade de fornecimento de N dos compostos fermentados

Após a obtenção dos resultados das análises físico-químicas dos compostos foi instalado um bioensaio em casa de vegetação para determinação da capacidade de fornecimento de N dos compostos (LEAL et al, 2010), em vasos plásticos contendo areia, utilizando-se como planta indicadora o milheto (*Pennisetum glaucum*) semeado em alta densidade mantendo-se após o desbaste 30 plantas. Os tratamentos, totalizando 19, foram dispostos no delineamento de blocos casualizados, sendo os tratamentos descritos

anteriormente e acrescentando-se um tratamento controle somente com adição de solução nutritiva isenta de N e dois tratamentos formados respectivamente pela aplicação de ureia e aplicação de farelo de FM.

A unidade experimental foi constituída por vasos com coletores para evitar perdas com lixiviação de nutrientes com capacidade para 650 cm<sup>3</sup>. Os tratamentos relativos à aplicação de compostos, de ureia e do FM foram aplicados na dose equivalente a 500 kg N ha<sup>-1</sup>, correspondendo a 0,15 g de N total contido na fonte. Os compostos fermentados, a ureia e o FM, foram misturados à areia, sendo posteriormente adicionados nos vasos (Figura 1). A solução isenta de N (GRUZMAN; DÖBEREINER, 1968) foi aplicada na dose de 50ml vaso<sup>-1</sup> aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura.

A coleta da biomassa de parte aérea e raízes do milho foi realizada aos 30 dias após a semeadura. As raízes foram minuciosamente separadas da areia e lavadas em água corrente, eliminando-se a umidade superficial por meio de papel toalha; logo após as raízes foram reunidas a parte aérea e o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel, levados a estufa de ventilação forçada até alcançar massa constante em temperatura em torno de 65°C. Em seguida os materiais foram passados em moinho tipo Willey e as amostras encaminhadas ao laboratório de química agrícola da Embrapa Agrobiologia para análise do teor de N de acordo com os procedimentos descritos por NOGUEIRA & SOUZA (2005).

A proporção de N recuperado pelas plantas de milho foi calculada com base na seguinte equação (LEAL et al., 2010):

$$N \text{ recuperado (\%)} = ((N_{\text{trat}} - N_{\text{controle}}) / N_{\text{ad}}) \times 100$$

Onde: N<sub>trat</sub>= N total recuperado pelas plantas de milho no tratamento;

N<sub>contr</sub> = N contido nas plantas de milho do tratamento controle (sem adubação);

N<sub>ad</sub>= Dose de N total aplicada no tratamento.



**Figura 1** - Vasos com coletores de lixiviado preenchidos com areia e com compostos fermentados.

## 6.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relativos às análises físico químicas e elementares (Tabelas 3, 5 e 7) dos compostos fermentados foram comparados obedecendo ao delineamento de blocos casualizados completos quando os contrastes também envolveram os quatro tratamentos adicionais (60FT+40FM, 60FT+40GU, 60FT+40TS e 60FT+40LE), ao passo que, nos contrastes envolvendo as diferentes fontes de leguminosas e proporções de misturas as análises estatísticas contemplaram também o arranjo fatorial (Tabelas 4, 6, 8)

A formulação constituída por 15FT+75TS+10BC apresentou o maior teor de N em sua composição (Tabela 3) quando comparada as demais formulações testadas neste bioensaio. Ressalta-se que de modo geral as formulações apresentaram valores de N maiores do que as principais fontes de fertilizantes orgânicos empregados comumente no cultivo, por exemplo, de hortaliças, como o esterco bovino que em média possui 17 g kg<sup>-1</sup> e o esterco de aves que apresenta em média 28 g kg<sup>-1</sup> de N em sua composição (FREIRE et al., 2014).

Os maiores valores de relação C/N foram encontrados nas formulações contendo grão de gando nos compostos com as proporções 60FT+40GU e 35FT+55GU+10BC. No que se refere a condutividade elétrica, o maior valor foi encontrado na formulação de 60FT+40FM, observando-se um decréscimo nas formulações com leguminosas nas proporções em que as mesmas alcançavam acima de 60% na mistura.

**Tabela 3-** Teor N, relação C/N, condutividade elétrica, pH e teor de umidade em diferentes formulações de compostos fermentados confeccionados com matérias primas de origem vegetal.

Formulação composto fermentado	Característica físico química composto fermentado				
	Teor N (g kg <sup>-1</sup> )	C/N	C. elétrica (dSm <sup>-1</sup> )	pH	Umidade (g kg <sup>-1</sup> )
60FT+40FM <sup>1</sup>	38,5 E	9,88 C	4,52 A	5,08 B	32,69 C
60FT+40GU	38,1 E	12,00 A	3,71 B	4,53 B	52,00 A
60FT+40TS	39,1 E	10,42 B	2,84 C	4,97 B	52,74 A
60FT+40LE	41,2 D	10,39 B	2,76 C	5,03 B	50,09 B
35FT+55GU+10BC	40,4 D	10,92 A	2,21 D	4,79 B	54,94 A
35FT+55TS+10BC	43,3 C	9,69 C	2,67 C	4,97 B	49,54 B
35FT+55LE+10BC	44,1 C	9,98 C	2,67 C	4,97 B	53,90 A
30FT+60GU+10BC	41,8 D	10,6 B	1,97 D	5,13 B	52,48 A
30FT+60TS+10BC	43,3 C	9,76 C	2,62 C	5,00 B	52,97 A
30FT+60LE+10BC	44,8 B	9,88 C	2,67 C	5,02 B	49,10 B
20FT+70GU+10BC	42,8 C	10,61 B	1,59 E	6,76 A	51,32 B
20FT+70TS+10BC	45,3 B	9,27 D	2,17 D	6,37 A	50,94 B
20FT+70LE+10BC	46,2 B	9,78 C	1,68 E	5,56 B	54,76 A
15FT+75GU+10BC	43,3 C	10,67 B	1,49 E	7,07 A	53,70 A
15FT+75TS+10BC	48,0 A	8,96 D	2,00 D	7,55 A	53,33 A
15FT+75LE+10BC	45,6 B	9,91 C	1,99 D	7,55 A	54,40 A
CV (%)	3,70	2,70	11,80	11,40	5,40

<sup>1</sup> FT: farelo de trigo; FM: farelo de mamona; LE: farelo de leucena; TS: farelo de Tefrósia; GU: farelo de gando; BC: bagaço de cana de açúcar.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao valor pH (Tabela 4), observou-se que o aumento a partir de 60% da leguminosa na mistura e redução do FT acarreta no valor desta variável, exceto na formulação contendo 20FT+70TS+10BC caracterizando a presença de efeito interativo.

Nos processos de confecção de silagem o pH está diretamente relacionado a qualidade do produto final após a fermentação. Durante o processo fermentativo são produzidos vários ácidos orgânicos, todavia, para a avaliação da qualidade da silagem, os mais comumente determinados são os ácidos láctico, butírico e acético. Estes ácidos contribuem para redução do pH da silagem, no entanto o ácido láctico é considerado determinante no valor final de pH (TOMICH et al., 2003). A acidez pode ser um indicador de fácil aferição da qualidade do processo fermentativo que juntamente com o perfume do processo fermentativo contém atributos que tornam mais expedita a avaliação de qualidade.

Em contra partida, maiores valores de pH estão relacionados à presença de ácido butírico, reflexo da atividade de bactérias do gênero clostridium sobre a forragem ensilada; o conteúdo deste ácido é considerado um dos principais indicadores negativos da qualidade do processo fermentativo (TOMICH et al., 2003).

PIAN (2019) relata que pode-se recomendar que o pH seja utilizado como um indicador indireto de alguns ácidos orgânicos do composto fermentado, pois quando o pH é neutro ou básico há ocorrência de vias fermentativas indesejáveis, com o aparecimento de ácido butírico e queda no teor de ácido láctico, ressaltando ainda que a avaliação do pH é simples, rápida e barata quando comparada às avaliações dos ácidos orgânicos.

Considerando que a produção dos compostos fermentados é realizada em ambiente com reduzida pressão de O<sub>2</sub>, e tendo como base os valores de pH como indicativos de processos adequados de fermentação gerou-se indícios, a partir dos resultados obtidos, que as formulações com proporções iguais ou superiores a 70% de biomassa de leguminosas nas misturas, conjugadas a proporções iguais ou menores do que 20% de FT podem ter resultado em compostos de menor qualidade biológica, sobretudo no tocante a manipulação humana, em virtude do possível favorecimento do crescimento de microrganismos patogênicos.

**Tabela 4-** Resultados de teor de N, relação C/N, condutividade elétrica, pH e umidade dos fatores matéria prima e proporções (35:55, 30:60, 20:70 e 15:75) em diferentes formulações de compostos fermentados.

Fonte matéria prima composto <sup>1</sup>	Proporção farelo trigo: farelo leguminosa composto fermentado <sup>2</sup>				
	35:55	30:60	20:70	15:75	Média Geral
<b>Teor N (g kg<sup>-1</sup>)</b>					
FT+GU	4,04 Ba <sup>3</sup>	4,18 Aa	4,28 Ba	4,33 Ba	4,21 B
FT+TS	4,33 Aa	4,33 Aa	4,53 Aa	4,56 Ba	4,50 A
FT+LE	4,01 Ab	4,48 Ab	4,62 Ab	4,80 Aa	4,52 A
<b>Média Geral</b>	4,26 b	4,33 b	4,47 a	4,57 a	
<b>CV (%)</b>	3,80				
<b>Relação C/N</b>					
FT+GU	10,92 Aa	10,59 Ab	10,61 Ab	10,67 Ab	10,47 A
FT+TS	9,69 Ca	9,76 Ba	9,27 Ba	8,96 Ca	9,42 C
FT+LE	9,98 Ba	9,88 Ba	9,78 Bb	9,91 Bc	9,89 B
<b>Média Geral</b>	10,20 a	10,08 b	9,89 c	9,85 c	
<b>CV (%)</b>	1,43				
<b>Condutividade elétrica (dSm<sup>-1</sup>)</b>					
	55	60	70	75	Média Geral
FT+GU	2,22 Ba	1,97 Ba	1,59 Bb	1,49 Bb	1,81 B
FT+TS	2,67 Aa	2,63 Aa	2,17 Ab	2,00 Ab	2,36 A
FT+LE	2,67 Aa	2,67 Aa	1,68 Bb	1,99 Ab	2,25 A
<b>Média Geral</b>	2,52 a	2,42 a	1,82 b	1,83 b	
<b>CV (%)</b>	12,00				
<b>pH</b>					
FT+GU	4,79 Ab	5,13 Ab	6,76 Aa	7,07 Aa	5,93 A
FT+TS	4,97 Ab	5,00 Ab	6,37 Ab	7,55 Aa	5,97 A
FT+LE	4,97 Ac	5,00 Ac	5,55 Ab	7,55 Aa	5,77 A
<b>Média Geral</b>	4,91 c	5,04 c	6,23 b	7,39 a	
<b>CV (%)</b>	12,65				
<b>Umidade (%)</b>					
FT+GU	54,94 Aa	52,48 Ab	51,32 Bb	53,70 Aa	53,11 A
FT+TS	49,54 Bb	52,87 Aa	50,94 Bb	53,33 Aa	51,67 B
FT+LE	53,89 Aa	49,10 Bb	54,76 Aa	54,40 Aa	53,04 A
<b>Média Geral</b>	52,79 b	51,48 b	52,34 b	53,81 a	
<b>CV (%)</b>	2,50				

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha (entre manejos) e maiúsculas na coluna (entre leguminosas), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade.

No que tange aos teores de P dos compostos fermentados pode-se observar que a redução de FT nos distintas misturas acarretou queda acentuada nos valores deste elemento. Isto se deve ao fato de que nem a biomassa das leguminosas nem o bagaço de cana ingressaram com quantidades suficientes para contrabalancear a diminuição da concentração provocada pela substituição do FT. Por outro lado, a substituição integral do FM pela biomassa das leguminosas não alterou os teores deste nutriente essencial as plantas dos respectivos compostos. Salienta-se que foram detectadas variações de até 5,75 g kg<sup>-1</sup> de P entre os tratamentos.

Quanto ao K, a substituição do FT por diversos tratamentos com as leguminosas, principalmente com a biomassa de Tefrósia e de leucena permitiram manter teores semelhantes deste elemento. Para o Ca deve-se destacar que a presença de biomassa de leucena em altas proporções na mistura (70 e 75%) proporcionam os maiores teores de cálcio entre os compostos confeccionados. Em menor magnitude a biomassa dessa leguminosa contribuiu para manter teores de Mg semelhantes aos encontrados no composto com maior teor (60FT+40FM) substituindo-se integralmente o farelo de mamona

**Tabela 5-** Teores de P, K, Ca e Mg em diferentes formulações de compostos fermentados.

Formulação composto fermentado	Característica química composto fermentado			
	P	K	Ca	Mg
	-----g kg <sup>-1</sup> -----			
60FT+40FM <sup>1</sup>	8,49 A	13,11 A	6,07 D	4,88 A
60FT+40GU	9,13 A	13,92 A	1,99 G	3,48 B
60FT+40TS	8,92 A	13,08 A	3,16 F	3,26 C
60FT+40LE	7,49 B	12,21 B	5,54 D	4,33 A
35FT+55GU+10BC	7,00 C	11,94 B	3,46 F	2,94 C
35FT+55TS+10BC	6,70 C	13,37 A	4,90 E	2,81 C
35FT+55LE+10BC	5,53 E	14,68 A	7,33 C	3,19 C
30FT+60GU+10BC	6,27 D	11,87 B	3,66 F	3,61 B
30FT+60TS+10BC	6,62 C	13,51 A	4,97 E	2,92 C
30FT+60LE+10BC	5,31 E	10,56 B	8,34 B	3,79 B
20FT+70GU+10BC	5,44 E	14,05 A	4,26 E	3,20 C
20FT+70TS+10BC	5,44 E	13,91 A	6,93 C	2,66 C
20FT+70LE+10BC	4,26 F	13,09 A	9,53 A	3,29 C
15FT+75GU+10BC	4,54 F	11,17 B	4,40 E	2,11 C
15FT+75TS+10BC	4,89 E	13,42 A	7,94 B	2,75 C
15FT+75LE+10BC	3,38 G	13,07 A	9,87 A	3,60 B
CV (%)	7,10	4,40	9,50	16,25

<sup>1</sup> FT: farelo de trigo; FM: farelo de mamona; LE: farelo de leucena; TS: farelo de Tefrósia; GU: farelo de guandu; BC: bagaço de cana de açúcar.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

A partir da interação envolvendo fontes de biomassa de leguminosas e proporções de farelo de trigo e farelo de leguminosa identificou-se efeitos em relação aos teores de P, K, Ca e Mg (Tabela 6). Pode-se notar que a queda consistente no teor de fósforo na medida que é reduzida a proporção de FT nas misturas, porém a substituição de 5% do FT por farelo de guandu e de Tefrósia e de leucena não acarreta diminuição no teor de P.

Quanto ao potássio efeitos interativos menores foram identificados exclusivamente quando se substitui 5% do farelo de trigo na mistura com leucena. Em contra partida os teores de cálcio aumentam na medida que há um incremento das leguminosas em detrimento de uma redução na proporção de FT nas misturas, e este aumento se dá com maior magnitude na presença de leucena. Como destacado anteriormente na discussão da tabela 5, em relação ao teor de Mg somente foi influenciado positivamente com a introdução de leucena na mistura com FT, muito embora não se tenha identificado clara tendência na medida que se aumentou a proporção desta leguminosa na mistura.

**Tabela 6** - Resultados de teor de P, K, Ca e Mg dos fatores matéria prima e proporções (35:55, 30:60, 20:70 e 15:75) em diferentes formulações de compostos fermentados.

Fonte matéria prima composto <sup>1</sup>	Proporção farelo trigo: farelo leguminosa composto fermentado <sup>2</sup>				
	35:55	30:60	20:70	15:75	Média Geral
<b>Teor (g kg<sup>-1</sup>)</b>					
<b>Fósforo</b>					
FT+GU	7,00 Aa	6,27 Aa	5,44 Ab	4,54 Ac	5,81 A
FT+TS	6,70 Aa	6,62 Aa	5,44 Ab	4,89 Ab	5,91 A
FT+LE	5,53 Ba	5,31 Ba	4,26 Bb	3,38 Bc	4,62 B
<b>Média Geral</b>	6,41 a	6,07 a	5,05 b	4,27 c	
<b>CV (%)</b>	8,35				
<b>Potássio</b>					
FT+GU	11,94 Aa	11,87 Aa	14,05 Aa	11,17 Aa	12,26 A
FT+TS	13,38 Aa	13,51 Aa	13,91 Aa	13,07 Aa	12,85 A
FT+LE	14,68 Aa	10,52 Ab	11,09 Aa	13,42 Aa	13,55 A
<b>Média Geral</b>	13,33 a	11,98 b	13,68 a	12,55 b	
<b>CV (%)</b>	12,50				
<b>Cálcio</b>					
FT+GU	3,46 Cb	3,66 Cb	4,26 Ca	4,44 Ca	3,95 C
FT+TS	4,90 Bc	4,97 Bc	6,93 Bb	7,94 Ba	6,18 B
FT+LE	7,32 Ab	8,34 Ab	9,53 Aa	9,87 Aa	8,77 A
<b>Média Geral</b>	5,23 c	5,65 c	6,90 b	7,42 a	
<b>CV (%)</b>	9,40				
<b>Magnésio</b>					
FT+GU	2,94 Ab	3,61 Aa	3,20 Ab	2,11 Cc	2,97 B
FT+TS	2,81 Aa	2,92 Ba	2,06 Ba	2,75 Ba	2,78 B
FT+LE	3,18 Ab	3,79 Aa	3,29 Ab	3,60 Aa	3,47 A
<b>Média Geral</b>	2,98 b	3,44 a	3,05 b	2,82 b	
<b>CV (%)</b>	9,95				

<sup>1</sup> FT: farelo de trigo; FM: farelo de mamona; LE: farelo de leucena; TS: farelo de Tefrósia; GU: farelo de guandu.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

### 6.5.1. Capacidade de fornecimento de N avaliado em bioensaio em casa de vegetação

A produção de biomassa seca total de plantas de milho foi influenciada pelas diferentes formulações empregadas, sendo maior nos tratamentos formados por 60FT+40GU ou TS e 35FT+55TS+10BC. Ressalta-se que os tratamentos ureia e farelo de mamona provocaram queima inicial das plântulas de milho, fato que acarretou redução da produção de biomassa seca das plantas ao final do período de estudo.

Em relação a recuperação do N aplicado a partir das diferentes fontes, a maior recuperação foi detectada no tratamento com ureia empregada como controle, haja vista, se tratar de uma fonte sintética de alta solubilidade. Em relação aos compostos fermentados, a formulação com por 60FT+40TS proporcionou a maior recuperação de N entre os compostos fermentados e não diferiu do farelo de mamona (Tabela 7).

Altos valores de N recuperado são indicativos, que o composto fermentado apresenta alta taxa de decomposição resultando maior liberação líquida de N (LEAL et al., 2012). Em

contra partida, os compostos que proporcionaram valores baixos de recuperação de N pelas plantas de milho refletem a mineralização mais lenta, fato que pode limitar o crescimento das plantas, principalmente aquelas que apresentam ciclo curto como a maioria das hortaliças.

Os resultados alcançados com o composto fermentado empregado na mistura de folhas trituradas de tefrósia representando uma fonte de baixa relação C/N na composição do composto é promissor. Considerando que o farelo de mamona é um insumo de alto custo cuja disponibilidade não é de fácil acesso em muitas localidades do país. As demais formulações compostas por 40% da leguminosa na mistura também apresentaram valores satisfatórios sendo superiores aos resultados de recuperação de N encontrados por OLIVEIRA et al. (2014) utilizando a biomassa da leguminosa gliricídia.

Outro aspecto relevante é o fato de que a produção de biomassa vegetal “insitu”, principalmente de uma espécie leguminosa, representa a valorização de dois processos biológicos e ecológicos essenciais relacionados aos ciclos biogeoquímicos do C e do N, a fotossíntese e a fixação biológica de N<sub>2</sub>. Otimizar a fixação de C e de N, por meio da produção de biomassa vegetal, e transformar essa biomassa em fertilizante orgânico, ou até mesmo organomineral, pode se tornar uma estratégia relevante para o manejo da fertilização de culturas, além de favorecer a autonomia das unidades de produção.

**Tabela 7-** Biomassa seca de milho e porcentagem de N recuperado em diferentes formulações de compostos fermentados.

Formulação composto fermentado	Biomassa	N
	seca (g vaso <sup>-1</sup> )	recuperado (%)
Ureia	4,88 C	71,79 A
Farelo de mamona	4,12 D	43,53 B
60FT+40FM <sup>1</sup>	4,70 C	34,21 C
60FT+40GU	6,97 A	27,17 D
60FT+40TS	6,98 A	41,27 B
60FT+40LE	5,88 B	28,53 D
35FT+55GU+10BC	5,60 B	18,04 E
35FT+55TS+10BC	6,65 A	29,50 D
35FT+55LE+10BC	3,92 D	19,93 E
30FT+60GU+10BC	5,96 B	19,28 E
30FT+60TS+10BC	5,94 B	34,54 C
30FT+60LE+10BC	4,35 C	24,23 D
20FT+70GU+10BC	3,70 D	16,74 E
20FT+70TS+10BC	5,16 C	32,96 C
20FT+70LE+10BC	4,16 D	20,44 E
15FT+75GU+10BC	3,06 D	12,20 E
15FT+75TS+10BC	4,90 C	27,42 D
15FT+75LE+10BC	3,69 D	17,91 E
CV (%)	12,30	15,50

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

A partir da interação envolvendo fontes de biomassa de leguminosas e proporções de farelo de trigo e farelo de leguminosa identificou-se efeitos em relação ao parâmetro de produção de biomassa seca do milho. Observou-se que as formulações com 55% da

leguminosa na mistura, o composto fermentado confeccionado com farelo de Tefrósia proporcionou maior produtividade de biomassa seca do milho (Tabela 8).

As formulações que apresentavam acima de 55% da leguminosa na mistura de guandu e de tefrósia não diferiram entre si e proporcionaram melhores produtividades de biomassa de milho quando comparadas as formulações da leguminosa leucena. Em relação as proporções, os maiores valores de produção de biomassa seca de milho nos compostos fermentados confeccionados com farelo de Tefrósia e farelo de guandu foram obtidas com até 60% da leguminosa na mistura. Para os compostos fermentados confeccionados com folhas de leucena, as diferentes proporções proporcionaram produção de biomassa seca de milho semelhantes.

Quanto a recuperação de N, os compostos fermentados confeccionados com a leguminosa Tefrósia apresentaram maior recuperação quando comparados aos de guandu e de leucena, nas diferentes proporções.

**Tabela 8-** Resultados de biomassa seca de milho e proporção de N recuperado dos fatores matéria prima e proporções (35:55, 30:60, 20:70 e 15:75) em diferentes formulações de compostos fermentados.

Fonte matéria prima composto <sup>1</sup>	Proporção farelo trigo: farelo leguminosa composto fermentado <sup>2</sup>				
	35:55	30:60	20:70	15:75	Média Geral
<b>Biomassa seca (g vaso<sup>-1</sup>)</b>					
FT+GU	5,60 Ba	5,96 Aa	3,70 Ab	3,09 Ac	4,72 B
FT+TS	6,65 Aa	5,94 Ab	5,16 Ac	4,43 Ad	5,46 A
FT+LE	3,92 Ca	4,35 Ca	4,16 Ba	3,69 Ba	4,03 C
<b>Média Geral</b>	5,39 a	5,41 a	4,34 b	3,89 c	
<b>CV (%)</b>	6,50				
<b>N recuperado (%)</b>					
FT+GU	18,04 Ba	19,28 Ba	16,74 Ba	12,75 Ba	17,06 C
FT+TS	29,50 Aa	34,54 Aa	30,96 Aa	23,34 Ab	29,57 A
FT+LE	19,93 Ba	24,23 Ba	20,44 Ba	17,91 Ba	20,63 B
<b>Média Geral</b>	22,49 a	26,02 a	23,38 a	19,18 b	
<b>CV (%)</b>	15,50				

<sup>1</sup>FT: farelo de trigo; FM: farelo de mamona; LE: farelo de leucena; TS: farelo de Tefrósia; GU: farelo de guandu.

<sup>2</sup>Para alcançar a proporção de 100% todas formulações de compostos fermentados receberam 10% de farelo de bagaço de cana de açúcar

<sup>3</sup>Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade.

## 6.6. CONCLUSÕES

Formulações dos compostos fermentados confeccionados com adição de folhas das leguminosas *Cajanus cajan*, *Tephrosia sinapou* e *Leucaena leucocephala* apresentam características favoráveis ao emprego como fertilizantes orgânicos.

O composto fermentado confeccionado a partir da mistura do farelos de trigo e de folhas de *Tephrosia sinapou* (60:40% p/p) apresenta eficiência agrônômica no fornecimento de N compatível ao farelo de mamona.

## **7. CAPÍTULO III**

### **DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CONSÓRCIO DE CENOURA E ALFACE ROMANA SUBMETIDOS A ADUBAÇÃO COM COMPOSTOS FERMENTADOS EM SISTEMA ORGÂNICO**

## 7.1. RESUMO

GOULART, Jhonatan Marins. Desempenho agrônomo do consórcio de cenoura e alface romana submetidos a adubação com compostos fermentados em sistema orgânico. 2020. 78p Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

O experimento foi instalado na Fazendinha Agroecológica Km 47 no mês de julho de 2019 utilizando-se como tratamentos os compostos que apresentaram as melhores características químicas e a melhor capacidade de fornecimento de N. O objetivo foi avaliar o desempenho agrônomo do consórcio de cenoura e alface romana submetidos a adubação com compostos fermentados em sistema orgânico. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com oito tratamentos e quatro repetições. Neste sentido, os tratamentos foram dispostos da seguinte maneira: 60+ 40, 30+60, respectivamente, de FT+FG ou TS ou LE, acrescidos de dois tratamentos controles; torta de mamona e ausência de adubação. Misturas em que as proporções atingiram 90%, incluiu-se 10% de bagaço de cana de açúcar-BC. Os compostos fermentados foram distribuídos na superfície do solo e posteriormente incorporados. Utilizou-se uma dose única de 200 kg N ha<sup>-1</sup> aplicada sete dias anteriores ao plantio consorciado e simultâneo de alface romana e cenoura (cv. Brasília). Para a cenoura foi adotado o espaçamento de 0,25 x 0,05m e para alface 0,75 x 0,30m. Farelos de folhas de leguminosas *Cajanus cajan*, *Tephrosia sinapou* e *Leucaena leucocephala* apresentam características que permitem substituir integralmente o farelo de mamona na confecção de compostos fermentados empregados na fertilização de cenoura e alface romana consorciadas e submetidas ao manejo orgânico, proporcionando rendimentos produtivos semelhantes aos alcançados com a aplicação do farelo de mamona “in natura”. A fertilização da cenoura, submetida ao manejo orgânico e consorciada à alface, empregando compostos fermentados cuja composição faz uso de folhas de *Leucaena leucocephala* ou de *Tephrosia sinapou* substituindo integralmente o farelo de mamona e metade da quantidade do farelo de trigo, na presença de 10% de bagaço de cana de açúcar, confere desempenhos produtivos de raízes desta hortaliça semelhante ao alcançado com o farelo de mamona “in natura”.

**Palavras-chave:** adubação orgânica, compostagem, agricultura orgânica

## 7.2. ABSTRACT

GOULART, Jhonatan Marins. Production and characterization of fermented bokashi-type compounds using shrub and tree legume leaves and their effects on vegetable fertilization. 2020. 78p Dissertation (Master in Phytotechnics). Institute of Agronomy, Department of Plant Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

The experiment was installed at Fazendinha Agroecológica Km 47 in July 2019 using as treatments the compounds that had the best chemical characteristics and the best capacity for supplying N. The objective was to evaluate the agronomic performance of the carrot and lettuce consortium romana submitted to fertilization with compounds fermented in organic system. The experimental design adopted was randomized blocks with eight treatments and four replications. In this sense, the treatments were arranged as follows: 60+ 40, 30 + 60, respectively, from FT + FG or TS or LE, plus two control treatments; castor bean cake and no fertilization. Mixtures in which the proportions reached 90%, 10% of sugarcane bagasse-BC were included. The fermented compounds were distributed on the soil surface and later incorporated. A single dose of 200 kg N ha<sup>-1</sup> was applied seven days before intercropping and simultaneous planting of romaine and carrot (cv. Brasília). The spacing of 0.25 x 0.05m was used for carrots and 0.75 x 0.30m for lettuce. Meal from leguminous leaves of *Cajanus cajan*, *Tephrosia sinapou* and *Leucaena leucocephala* have characteristics that allow to completely replace castor bean bran in the manufacture of fermented compounds used in the fertilization of carrot and romaine lettuce intercropped and submitted to organic management, providing similar yields achieved with the application of castor bran “in natura”. The carrot fertilization, subjected to organic management and intercropped with lettuce, using fermented compounds whose composition makes use of *Leucaena leucocephala* or *Tefrósia synapou* leaves, replacing wholly castor bran and half the quantity of wheat bran, in the presence of 10% sugar cane bagasse, provides productive performance of roots of this vegetable similar to that achieved with castor bran “in natura”.

**Keyword:** composting, organic fertilization, organic agriculture.

### 7.3. INTRODUÇÃO

A produção de culturas olerícolas é caracterizada por cultivos intensivos em que as culturas apresentam ciclo curto e o solo é constantemente revolvido para o preparo das áreas destinadas aos cultivo das espécies (FILGUEIRA, 2000). Em adendo, a produção de resíduos após a colheita é mínima, sendo em sua maioria exportados das áreas de produção direto para o comércio, com isso a reciclagem de nutrientes torna-se baixa e os mesmos necessitam de constantes reposições para atender a demanda das culturas subsequentes.

Para esse segmento a adubação orgânica é fundamental, pois contribui para a maior estruturação do solo, maior retenção de umidade, enriquecimento gradual com macro e micro nutrientes essenciais as plantas, promove aumento gradativo do teor de matéria orgânica e paralelo a isso o aumento da CTC do solo (TRANI et al, 2013). Nos sistemas orgânicos produção onde não são permitidos o emprego de fontes sintéticas concentradas de nutrientes para a fertilização das culturas, a adubação orgânica é imprescindível para o equilíbrio e a manutenção dos níveis de fertilidade do solo.

Nesse sistema, as principais fontes de adubação são os fertilizantes minerais de origem natural e de baixa solubilidade, além do farelo de mamona e os esterco provenientes da avicultura e da bovinocultura que podem ser considerados como as principais fontes de adubação. No entanto, ainda pode ser enquadrado os compostos que são produzidos, em sua maioria dentro da unidade de produção aproveitando os mais variados resíduos e também o fertilizante orgânico denominado bokashi que além do fornecimento de nutrientes contribui com a adição de microrganismos benéficos ao solo (PIAN, 2019).

Outra maneira de contribuir com a reciclagem de nutrientes e a adubação de hortaliças nos sistemas orgânicos diz respeito ao emprego permanente de espécies vegetais para cobertura do solo e adubação verde com aporte de quantidades expressivas de biomassa aos sistemas de produção e dependendo das espécies utilizadas, contribui sobremaneira no ingresso de nitrogênio N derivado da fixação biológica a partir da atmosfera (LIMA FILHO et al, 2014).

Em adendo a biomassa vegetal pode ser reciclada dentro da própria unidade agrícola para abastecer processos de compostagem principalmente quando não há a disponibilidade de dejetos animais e também ser direcionada a produção de fertilizantes como o bokashi, que é produzido a partir de fontes com alta e baixa relação C/N (OLIVEIRA et al., 2014)

Diante do exposto o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica de compostos fermentados confeccionados com combinações de matérias primas vegetais contendo folhas de guandu, de Tefrósia ou de leucena no cultivo orgânico do consórcio de cenoura e alface romana.

## 7.4. MATERIAL E MÉTODOS

### 7.4.1. Análise e preparo do solo

O experimento foi instalado na Fazendinha Agroecológica Km 47. O solo da área experimental é classificado como Planossolo, anteriormente cultivado com milho e feijão de porco. Foram coletadas amostras de solo da área experimental na camada de 0 - 20 cm de profundidade e enviadas ao laboratório de química agrícola da Embrapa Agrobiologia para se proceder à análise da fertilidade, conforme a metodologia descrita por NOGUEIRA & SOUZA (2005). Os resultados analíticos revelaram: pH = 6,1;  $Al^{+++} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $Ca^{++} = 2,92 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $Mg^{++} = 0,96 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $K^+ = 82,31 \text{ mg dm}^{-3}$  e o P disponível =  $67,92 \text{ mg dm}^{-3}$ . O solo foi preparado com trator agrícola, inicialmente com aração no ponto friável e em seguida com uma gradagem. Após esse preparo inicial procedeu-se com o encanteiramento do solo.

### 7.4.2. Confeção dos compostos fermentados e adubação

A biomassa de leucena, de guandu, e Tefrósia foi produzida na Fazendinha Agroecológica km 47 através de banco de leguminosas já estabelecido. A biomassa foi cortada, exposta ao sol para redução do teor de umidade durante três dias e em seguida mantida em galpão até a secagem, retirando-se as folhas (folíolos e pecíolos) para utilização no trabalho experimental. Após essa separação a biomassa de Tefrósia e do guandu foram trituradas para obtenção do farelo das folhas em máquina trituradora que dispõe de peneira com malha de 2 mm. Quanto à leucena que naturalmente possui folíolos de tamanho pequeno, não foi realizada a trituração, utilizando-se os mesmos inteiros. Os demais insumos como o farelo de mamona e o farelo de trigo foram obtidos em mercado local. O bagaço de cana de açúcar foi adquirido em comércio no município de Seropédica-RJ, mantido e seco em galpão com posterior trituração com a mesma máquina trituradora mencionada anteriormente. O teor de N das matérias primas encontra-se na (Tabela 1). Para determinação do teor de N as amostras de cada material foram secadas em estufa a  $65^\circ\text{C}$  até atingir o peso constante, moídas em moinho tipo Willey e levadas ao laboratório de química agrícola da Embrapa Agrobiologia.

**Tabela 1-** Teor N de matérias primas utilizadas nas formulações de compostos fermentados.

Matéria prima	Característica
	matéria prima
	Teor N
	-----g kg <sup>-1</sup> -----
Farelo de mamona	55
Farelo de trigo	28
Bagaço de cana de açúcar	4
Farelo de guandu	38
Farelo de Tefrósia	40
Folha de leucena	41

As matérias primas foram pesadas de acordo com as devidas proporções, empregando-se a correção da umidade e considerando ao final a massa em base seca. Após a pesagem os materiais foram misturados e inoculados com uma solução ativada e diluída que contem microrganismos eficientes (EM). Para o preparo da solução ativada foram utilizados 50 ml do produto comercial embiotic®, 50g de açúcar mascavo e 400 ml de água, acondicionados em garrafa PET por um período de sete dias. A solução ativada foi diluída em 5 litros de água. As misturas foram compactadas e acondicionadas em recipientes plásticos hermeticamente fechados com capacidade para 5000cm<sup>3</sup> e mantidas incubadas por 21 dias. Após a fermentação os recipientes foram abertos, e em seguida realizou-se a adubação. A adubação com os diferentes compostos fermentados foi realizada na superfície das parcelas que apresentavam dimensões de 1,0 x 1,20m com imediata incorporação (Figura 1). A irrigação foi realizada por sistema de gotejamento atendendo as duas culturas.



**Figura 1** – Área experimental após a aplicação do composto fermentado

### **7.4.3. Instalação**

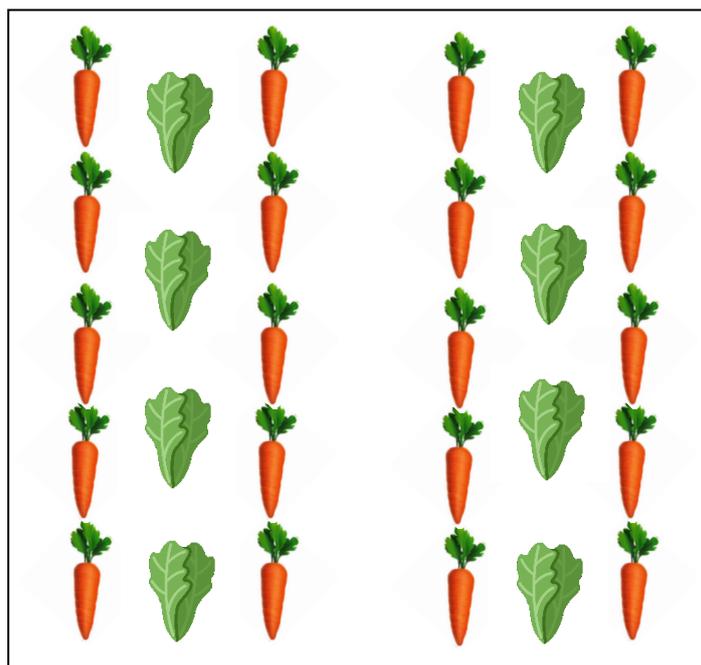
Com os resultados obtidos, os compostos que apresentaram as melhores características químicas e a melhor capacidade de fornecimento de N foram levados a campo para estudo na produção de hortaliças. O experimento foi instalado no mês de julho de 2019. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com seis tratamentos constituídos por compostos fermentados selecionados quanto as características químicas e capacidade de fornecimento de N (Tabela 2), um tratamento adicional com farelo de mamona e um tratamento controle totalizando oito tratamentos. Foram utilizadas quatro repetições.

**Tabela 2** - Proporções das matérias primas utilizadas para o preparo dos compostos fermentados.

Formulações	Resíduo agrícola				
	FT <sup>1</sup>	FG	FT	LE	BC
F1 <sup>1</sup>	60	40	----	----	----
F2	60	----	40	----	----
F3	60	----	----	40	----
F4	30	60	----	----	10
F5	30	----	60	----	10
F6	30	----	----	60	10

<sup>1</sup>FT: farelo de trigo; FM: farelo de mamona; LE: farelo de leucena; TS: farelo de Tefrósia; GU: farelo de gandu; BC: bagaço de cana de açúcar.

Utilizou-se uma dose única de 200 kg N ha<sup>-1</sup> aplicada sete dias anteriores ao plantio. O bokashi foi distribuído na superfície do solo e posteriormente incorporado. Após uma semana procedeu-se com o plantio consorciado e simultâneo de alface romana e cenoura (cv. Brasília). Para a cenoura foi adotado o espaçamento de 0,25 x 0,05m e para alface 0,50 x 0,30m. A alface foi transplantada entre as duas fileiras de cenoura da extremidade, ilustrado na (Figura 2).



**Figura 2-** Organização esquemática da distribuição espacial de cenoura e alface romana cultivadas em consórcio, sob manejo orgânico, nas condições climáticas da Baixada Fluminense.

#### 7.4.4. Tratos culturais

Com os resultados da análise química de solo, verificou-se que o solo da área experimental não necessitava de aplicação de corretivo e de fornecimento de nutrientes além do programado para as culturas da cenoura e da alface com a aplicação localizada do composto fermentado descrito anteriormente. No que se refere ao controle de plantas espontâneas foram feitas 6 capinas manuais até o final do experimento. Realizou-se desbastes

na cultura da cenoura para atingir a população ideal de plantas e a irrigação para ambas culturas foi realizada via sistema de gotejamento de acordo com as necessidades das culturas.

#### **7.4.5. Avaliações**

Para a cultura da alface foram avaliados o número de folhas por planta, a área foliar, a massa planta<sup>-1</sup>, a produtividade total, teor e acúmulo de N aos 45 dias após o transplântio. Para determinação da área foliar as folhas foram imediatamente após a coleta das plantas levadas ao laboratório e passaram por um integrador de área foliar, modelo LI-COR 3100, determinando-se a área foliar total. Em relação a cultura da cenoura foram avaliados o comprimento, o diâmetro, a produtividade total de raízes, teor e acúmulo de N aos 100 dias após a semeadura.

### **7.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No que tange a produtividade de alface pode-se observar que o composto fermentado confeccionado com a mistura de 60FT+40TF e o farelo de mamona proporcionaram aumento de produtividade dessa hortaliças (Tabela 3). Cabe ressaltar que esse composto fermentado e o farelo de mamona foram os que apresentaram maior capacidade de fornecimento de N e que essa hortaliça apresenta ciclo curto, possivelmente a liberação de N mais acelerada desses fertilizantes pode ter contribuído para o melhor desempenho dessa hortaliça quando comparado aos demais tratamentos, que por ventura, apresentaram menor capacidade de fornecimento de N.

Os demais tratamentos não diferiram entre si, com produtividades semelhantes ao tratamento controle. Cabe destacar que a área experimental anteriormente foi cultivada com feijão de porco consorciado ao milho e que possivelmente o material remanescente pode ter contribuído para a elevação da produtividade do tratamento controle.

AQUINO et al. (2014) avaliando a influência de diferentes ambientes e espaçamentos na produção e tolerância ao pendoamento da alface-romana relataram produtividades variando de 31,78 Mg ha<sup>-1</sup> no espaçamento 30 x 30cm e 60,45 Mg ha<sup>-1</sup> no espaçamento 25 x 25cm, a campo aberto, demonstrando o potencial da cultura em diferentes espaçamentos. Os mesmos autores relataram que a massa fresca g planta<sup>-1</sup> de alface romana é em média 335,41g planta<sup>-1</sup>, e seu número de folha planta<sup>-1</sup> em média é de 27,15, sendo estes componentes de produção menores aos encontrados neste trabalho experimental.

SALGADO et al. (2006) avaliando o desempenho agrônômico dos consórcios entre alface e cenoura e entre alface e rabanete relatam que esses sistemas são vantajosos, pois sua adoção possibilita colheita e renda adicionais, além de otimizar práticas culturais e de favorecer o aproveitamento de nutrientes disponíveis no solo.

**Tabela 3-** Características agronômicas de alface romana submetida a adubação com composto fermentado nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Alface romana			
	Folha (N°planta <sup>-1</sup> )	Área foliar cm <sup>2</sup> planta	Massa fresca (kg planta <sup>-1</sup> )	Produtividade (Mg ha <sup>-1</sup> )
60FT 40LE	40,25 A	5038,58 A	0,48 B	21,34 B
60FT 40TS	39,25 A	5900,09 A	0,63 A	28,20 A
60FT 40GU	37,75 A	5112,01 A	0,49 B	22,04 B
30FT 60LE 10BC	37,13 A	4517,83 B	0,47 B	21,12 B
30FT 60TS 10BC	37,00 A	5042,50 A	0,52 B	23,13 B
30FT 60GU 10BC	36,13 A	4522,81 B	0,47 B	20,91 B
Farelo de mamona	39,50 A	5633,82 A	0,62 A	27,68 A
Controle	34,13 A	4145,32 B	0,40 B	18,03 B
CV (%)	9,60	11,10	11,70	11,70

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

A produtividade de cenoura foi influenciada pela fertilização com os diferentes compostos fermentados (Tabela 4). Observou-se que as misturas nas proporções 60FT+40LE, 30FT+60TS ou GU +10BC e o farelo de mamona proporcionaram aumento de produtividade desta hortaliça com produtividade superior em até 47% quando comparado ao tratamento controle. Ressalta-se que esses compostos fermentados no estudo da capacidade de fornecimento de N apresentaram menor eficiência quando comparados ao composto fermentado obtido pela mistura de 60FT+40TS que proporcionou maior produtividade a cultura da alface. Esse fato pode estar relacionado a liberação de nutrientes, pois a cultura da cenoura apresenta ciclo de 100 dias, possivelmente a disponibilização mais lenta e gradual dos nutrientes, especialmente o N, pode ter contribuído com o melhor desempenho dessa hortaliça.

SALGADO et al. (2006) alcançaram produtividades semelhantes para essa cultivar de cenoura quando cultivada em consórcio com alface lisa ou crespa em condições climáticas semelhantes. SUDO et al (1997) avaliando a viabilidade do consórcio de cenoura com alface em sistema orgânico de produção concluíram que o consórcio é viável obtendo altas produtividades, variando entre 42 a 44,5 Mg ha<sup>-1</sup>.

SANTOS et al. (2011) comparando o efeito de diferentes coberturas mortas do solo no rendimento da cenoura, em cultivo orgânico, obtiveram para essa cultivar de cenoura produtividades variando de 29,48 Mg ha<sup>-1</sup> no tratamento controle e 36,64 Mg ha<sup>-1</sup> no tratamento com cobertura morta de guandu, concluindo que essa prática cultural, especialmente com a biomassa de leguminosas, propicia nas condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense, aumentos significativos da produtividade, melhoria de aspectos comerciais e aumento dos teores de nitrogênio.

**Tabela 4-** Características agronômicas de cenoura submetida a adubação com composto fermentado nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Cenoura		
	Diâmetro	Comprimento	Produtividade
	----- cm -----		(Mg ha <sup>-1</sup> )
60FT 40LE	2,60 B	13,79 A	51360 A
60FT 40TS	3,05 B	14,63 A	35386 B
60FT 40GU	2,65 B	13,12 A	27030 C
30FT 60LE 10BC	3,42 A	13,08 A	38000 B
30FT 60TS 10BC	2,80 B	14,61 A	46400 A
30FT 60GU 10BC	2,76 B	14,03 A	44900 A
Farelo de mamona	3,32 A	15,19 A	54600 A
Controle	2,85 B	13,24 A	27000 C
CV (%)	13,60	8,10	14,10

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

No que se refere ao teor de N na parte aérea e nas raízes não foram detectadas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos (Tabela 5). Cabe ressaltar que o tratamento controle apresentou teores de N elevados, possivelmente pela fertilidade da área experimental. SANTOS et al. (2011) em condições edafoclimáticas semelhantes encontraram teores de N na parte aérea variando de 1,55 g kg<sup>-1</sup> no tratamento controle e 2,28 g kg<sup>-1</sup> no tratamento manejado com cobertura morta de gliricídia. Em relação ao teor de N nas raízes os mesmos autores encontraram valores variando entre 1,2 g kg<sup>-1</sup> e 2,16 g kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 5-** Teor N na folha e na raiz de cenoura submetida a adubação com composto fermentado nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Teor N	
	-----g kg <sup>-1</sup> -----	
	Folha	Raiz
60FT 40LE	19 A	7,8 A
60FT 40TS	18 A	9,4 A
60FT 40GU	19,7 A	7,7 A
30FT 60LE 10BC	8,5 A	8,1 A
30FT 60TS 10BC	19,6 A	8,4 A
30FT 60GU 10BC	20,3 A	8,7 A
Farelo de mamona	20,0 A	7,6 A
Controle	19,1 A	8,0 A
CV (%)	10,00	9,50

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Quanto as quantidades acumuladas de N nas folhas de cenoura não foram observadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 6). Em relação as quantidades acumuladas na raiz as formulações compostas por 60FT+40TS ou LE, 30FT+60TS ou GU+10BC e o farelo de mamona apresentaram as maiores quantidades acumuladas. Cabe destacar que essas quantidades são diretamente proporcionais a quantidade de biomassa seca de raízes produzidas.

**Tabela 6-** Quantidades acumuladas de N na folha e na raiz de cenoura submetida a adubação com composto fermentado nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Acúmulo de N	
	-----Kg ha <sup>-1</sup> -----	
	Folha	Raiz
60FT 40LE	33,83 A	30,89 A
60FT 40TS	34,05 A	26,21 A
60FT 40GU	33,48 A	16,33 B
30FT 60LE 10BC	29,73 A	23,12 B
30FT 60TS 10BC	28,55 A	30,31 A
30FT 60GU 10BC	39,32 A	31,42 A
Farelo de mamona	37,60 A	37,40 A
Testemunha	29,18 A	17,24 B
CV (%)	32,80	17,60

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

## 7.6. CONCLUSÕES

Farelos de folhas de leguminosas *Cajanus cajan*, *Tephrosia sinapou* e *Leucaena leucocephala* apresentam características que permitem substituir integralmente o farelo de mamona na confecção de compostos fermentados empregados na fertilização de cenoura e alface romana consorciadas e submetidas ao manejo orgânico, proporcionando rendimentos produtivos semelhantes aos alcançados com a aplicação do farelo de mamona “in natura”.

A fertilização da cenoura, submetida ao manejo orgânico e consorciada à alface, empregando compostos fermentados cuja composição faz uso de folhas de *Leucaena leucocephala* ou de *Tephrosia sinapou* substituindo integralmente o farelo de mamona e metade da quantidade do farelo de trigo, na presença de 10% de bagaço de cana de açúcar, confere desempenhos produtivos de raízes desta hortaliça semelhante ao alcançado com o farelo de mamona “in natura”.

## 7.7. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Com os resultados obtidos, pode-se afirmar que os objetivos propostos de otimizar a produção *in situ* de biomassa de leguminosas arbustivas e arbórea para utilização como matérias primas na confecção de compostos fermentados de origem estritamente vegetal com eficiência agrônômica na fertilização de hortaliças foi plenamente alcançado.

Com vistas a propor estratégias para a gestão de biomassa vegetal evidenciou-se o potencial do cultivo de uma espécie de leguminosa arbórea, *Leucaena Leucocephala* a partir da destinação de área para a formação de um banco manejado com podas frequentes. Enquanto que leguminosas arbustivas, como *Cajanus cajan* e *Tephrosia sinapou*, podem ser cultivadas em plantios exclusivos, ou consorciadas ao milho otimizando-se o uso da terra no espaço e no tempo sem prejuízo à produção de grãos deste cereal, e de folhas destas leguminosas arbustivas.

Estas leguminosas podem ser utilizadas tanto como plantas de cobertura de solo para adubação verde, quanto como fontes de biomassa para confecção de fertilizantes orgânicos como os compostos fermentados de forma a substituir integralmente o farelo de mamona, que atualmente é a fonte de N mais empregada na formulação destes fertilizantes. O farelo de mamona representa um custo variável importante para o agricultor nas unidades agrícolas orgânicas, além de, a depender da região, não é facilmente encontrado.

Destaca-se ainda que a adição do farelo de bagaço de cana de açúcar como constituinte de misturas com leguminosas é uma alternativa relevante, visto que em conjunto com as leguminosas permite substituir parcialmente cerca de 50% do farelo de trigo empregado em formulações tradicionais destes compostos fermentados, assim também contribuindo para desonerar o agricultor.

Desta forma, a abordagem proposta neste trabalho de pesquisa trata da valorização de estratégias de manejo que favoreçam a reciclagem de nutrientes dentro das unidades agrícolas valorizando processos ecológicos como a fotossíntese e a fixação biológica simbiótica do N<sub>2</sub>, convertendo o carbono e o nitrogênio fixados em fertilizantes orgânicos de qualidade para o emprego em sistemas orgânicos de produção de hortaliças de forma a agregar competitividade, sobretudo no que diz respeito a busca por autonomia na nutrição nitrogenada das lavouras.

## 7.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. M. C., ABOUD, A. C. S., RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. (2004) Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39:1111-1117.
- ANDRADE, L. M. S & BERTOLDI, M. C. Atitudes e motivações em relação ao consumo de alimentos orgânicos em Belo Horizonte – MG. **Brazilian Journal of Food Technology**. vol 15, maio 2012, p. 31-40.
- ALENCAR, D.P.; MACIEL, M.P.; BOTELHO, L.F.R.; CALDEIRA, L.A.; SOUZA, L.F.M.; SILVA, D.B.; MOURA, V.H.S.de. Feijão guandu cru na alimentação de frangos caipiras criados em sistema semi-intensivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.49, n.9, p.737-744, set. 2014.
- ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D.; GUERRA, J. G. M. Sistema Integrado de Produção Agroecológica: uma experiência de pesquisa em agricultura orgânica. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2003, 37 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 169).
- ALMEIDA, K.; CAMARA, F. L. A. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 55-62, 2011.
- AQUINO, C. R. de.; JUNIOR, S. S.; CAMILI, E. C.; DIAMANTE, S. M.; PINTO, E. S. C. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 61, n.4, p. 558-566, jul/ago, 2014
- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.175-185, 1995.
- ALVES, S.M.C.; ABOUD, A.C.de.S.; RIBEIRO, R. de L. D.; ALMEIDA, D.L.de. Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.39, n.11, p.1111-1117, nov. 2004.
- BARRADAS, C. A. de. A. 2010. **Adubação verde**. Disponível em:<http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/manual25.pdf>. Acesso em: 22/08/2018.
- BARRETO, A.C; FERNANDES, M.F. 2010. Cultivo de milho consorciado com guandu em sistema de plantio direto em solos dos tabuleiros costeiros. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**.
- BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de. B. N.; SILVA, A. de. S.; PEREIRA, L. A. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no semiárido pernambucano. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.32, n.1, p.102-109, jan./fev. 2012.
- CALDEIRA, M. V. W.; SPERANDIO, H.V.S.; DELARMELINA, W. M.; BURAK, D. L.; HUNZ, S. H. Biomassa e nutrientes em diferentes compartimentos acima do solo das espécies *Mimosa vellosiana* Mart e *Tefrósia cândida* D.C. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria-RS, v.2, n.1, p.9-18, jan./abr., 2014.

CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.77-86, 2010.

CARVALHO, D. F. et al. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica - RJ, utilizando lisímetro de pesagem. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 14, n. 2, p. 108-116, 2006.

CARVALHO, J. F. Avaliação de cultivares de feijão-caupi e feijão vagem arbustivo em sistema orgânico de produção. Dissertação (Mestrado – Produção vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de ciências e tecnologias agropecuárias, Campos dos Goytacazes, RJ, 75p, 2012.

CARVALHO, H.W.L. de; SANTOS, M.X. dos; SILVA, A.A.G. da; CARDOSO, M.J.; SANTOS, D.M. dos; TABOSA, J.N.; MICHEREFF FILHO, M.; LIRA, M.A.; BOMFIM, M.H.C.; SOUZA, E.M. de; SAMPAIO, G.V.; BRITO, A.R. de M.B.; DOURADO, V.V.; TAVARES, J.A.; NASCIMENTO NETO, J.G. do; NASCIMENTO, M.M.A. do; TAVARES FILHO, J.J.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. de; CARVALHO, B.C.L. de. Caatingueiro - uma variedade de milho para o Semiárido nordestino. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 8 p. (Comunicado Técnico, 29).

CAVALCANTE, V.S.; SANTOS, V. R.; SANTOS NETO, A. L.; SANTOS, M. A. L.; SANTOS, C. G.; COSTA, L. C. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.16, n.5, p.521– 528, 2012.

CESAR, M. N. Z; RIBEIRO, R.L.D; PAULA, P.D; POLIDORO, J.C; MANERA, T.C; GUERRA, J. G. M. Desempenho do pimentão em cultivo orgânico, submetido ao desbaste e consórcio. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.322-326, 2007.

CÉSAR, M. N. Z.; GUERRA, J. G. M.; DUARTE, R. de. L.; URQUIAGA, S.S.C.; PADOVAN, M.P. Performance de adubos verdes cultivados em duas épocas do ano no Cerrado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.6, n.2, p.159- 169, 2011.

CHIEZA, E. D.; GUERRA, J. G. M.; ARAÚJO, E. da. S.; ESPINDOLA, J. A. A.; FERNANDES, R, C. Produção e aspectos econômicos de milho consorciado com *Crotalaria juncea* L. em diferentes intervalos de semeadura, sob manejo orgânico. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 64, n.2, p. 189-196, mar/abr, 2017.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 7 Safra 2017/18 – Sétimo levantamento, Brasília, p. 1-139 abril 2018. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/info...da.../16780\\_e7a4a52ee1db76ad1a8cfda9b2343c48](https://www.conab.gov.br/info...da.../16780_e7a4a52ee1db76ad1a8cfda9b2343c48). Acesso em: 10/02/2019.

CUENCA, M. A. G; MOREIRA, M. A. B; NUNES, M. U. C; MATA, S.S; GUEDES, C.G.M; BARRETO, M.F.P; LOPES, V.R.M; PAZ, F.C.A; SILVA, J.R. Perfil do consumidor e de produtos orgânicos no Rio Grande do Norte. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2007. 17p (documentos 125).

DRUMOND, M. A. Leucena-uma arbórea de uso múltiplo, para a região semi-árida do nordeste brasileiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, Petrolina. Anais... Petrolina: EMBRAPA, 2001.4 p.

DRUNOND, M. A & RIBASKI, J. Leucena (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro. **Embrapa Semiárido**, 2010. Comunicado técnico 142, 8p.

DRUMOND, M. A.; CARVALHO FILHO, O. M. de. Introdução e avaliação de *Gliricidia sepium* na região semi-árida do Nordeste Brasileiro. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro Versão 1.0. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido /Brasília, DF. 1999. (online).

EIRAS, P. P. & COELHO, F. C. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura de milho. **Revista Científica Internacional**. n.17, p. 96-124, jun. 2011.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, out. 2001.

FERNANDES, R. C.; GUERRA, J. G. M.; ARAÚJO, A.P. Desempenho de cultivares de feijoeiro-comum em sistema orgânico de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.50, n.9, p.797-806, set. 2015.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras - MG, v. 6, p. 36-41, 2008.

FERREIRA, L. E.; SOUZA, E. P. de; CHAVES, A. F. Adubação verde e seu efeito sobre os atributos do solo. **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)**, v.7, n.1, p. 33 – 38, mar. 2012.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402 p

FREIRE, L. R.; CAMPOS, D. V. B. de; LIMA, E.; ZONTA, E.; BALIEIRO, F. de C.; GUERRA, J. G. M.; POLIDORO, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; LEAL, M. A. de A.; PEREIRA, M. G.; FERREIRA, M. B. C. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Seropédica: Editora Universidade Rural, 2013. 430p

GADZIRAYI, C. T.; MUTANDWA, E.; MWALE, M.; CHINDUNDU, T. Utilization of *Tefrosia vogelii* in controlling ticks in dairy cows by small-scale commercial farmers in Zimbabwe. **African Journal of Biotechnology**, v.8 n.17 p. 4134- 4136, September, 2009.

GONÇALVES JUNIOR, M. Avaliação agronômica de leguminosas arbustivas usadas para adubação verde nas condições da Baixada Fluminense. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. 62f.

GONÇALVES JUNIOR, M.; SILVA, A.G.deB. CORDEIRO, A.A.dos.S.; GUERRA, J.G.M.; ESPINDOLA, J.A.A.; ARAUJO, E. da S. Crescimento da leguminosa arbustiva *Tefrosia vogelii* em sistema orgânico de produção. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 86), 2012.

GRUZMAN, I.; DÖBEREINER, J. Anais da IV Reunião Latino Americana Sobre Inoculantes Para Leguminosas Porto Alegre., 1968.

GUEDES, R. E. et al. **Avaliação de cultivares de feijão-de-vagem de crescimento determinado sob manejo orgânico, nas condições da baixada fluminense**. Seropédica: EMBRAPA-RJ, 2007. 4 p. (Comunicado Técnico, 102).

IPEA. Instituto de Pesquisas Econômica Aplicada. Fiscais da saúde dos alimentos –Empresa de Botucatu é exemplo de certificadoras de produtos orgânicos (2012). Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1417:catid=28](http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1417:catid=28). Acesso em: 01/08/2018.

LEAL, M. A. DE A. et al. Avaliação da recuperação de nitrogênio contido em diferentes fertilizantes orgânicos por meio de bioensaio. Embrapa Agrobiologia-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2010.

LEAL, M. A. de. A.; GUERRA, J. G. M.; PEIXOTO, R. T. dos. G.; ALMEIDA, D. L.de. Desempenho de crotalaria cultivada em diferentes épocas de semeadura e de corte. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.3, p. 386-391, mai/jun, 2012.

LIMA FILHO, O.F.de; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F; CARLOS, J.A.D. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. [S.l: s.n.], 2014.

LIMA, J.D.; SAKAI, R.K.; ALDRIGHI, M.; SAKAI, M. Arranjo espacial, densidade e época de semeadura no acúmulo de matéria seca e nutriente de três adubos verdes.

Pesquisa Agropecuária Tropical. Goiânia, v. 40, n. 4, p. 531-540, out./dez. 2010. MAPA – 2014 – Legislação. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-17-de-18-de-junho-de-2014.pdf/view>. Acesso em: 01/08/2018.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MAPA–2016 - Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro> Nacional produtores-organicos. Acesso: 01/08/2018.

MORAES, S.R.G.; CAMPOS, V.P.; POZZA, E.A.; FONTANETTI, A.; CARVALHO, G.J.; MAXIMINIANO, C. Influência de Leguminosas no Controle de Fitonematoides no Cultivo Orgânico de Alface Americana e de Repolho. **Fitopatologia Brasileira**v.31, n.2, mar-abr 2006.

NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. Manual de laboratórios: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2005, 313p.

OLIVEIRA, E. A. G., RIBEIRO, R. L. D., LEAL, M. A. A., GUERRA, J. G. M., Araujo, E. S., ESPINDOLA, J. A. A., ROCHA, M. S., BASTOS, T. C., SAITER, O. 2014. Compostos

orgânicos fermentados tipo “bokashi” obtidos com diferentes materiais de origem vegetal e diferentes formas de inoculação visando sua utilização no cultivo de hortaliças. Embrapa Agrobiologia, Seropédica (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 98).

PADOVAN, M.P.; ALMEIDA, D.L.de. GUERRA, J.G.M.; RIBEIRO, R.de.L.D.; NDIAYE, A. Avaliação de cultivares de soja, sob manejo orgânico, para fins de adubação verde e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 12, p. 1705-1710, dez. 2002.

PAULINO, G.M.; ALVES, B.J.R.; BARROSO. D.G; URQUIAGA, S.; ESPINDOLA, J.A.A. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.44, n.12, p.1598-1607, dez. 2009.

PAZ, L.B.da; GALLO, A.de.S.; SOUZA, R.de.L.; OLIVEIRA, L.V.N.de; CUNHA, C.da; SILVA, R.F.da. Desempenho e produtividade do milho safrinha em consórcio com leguminosas em sistema orgânico. **Revista de Ciências Agrárias**, v.40, n.4, p.788- 794, 2017.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 35-40, 2004.

PIAN, L. B. 2019. Influência da Fertilização de Origem Vegetal em Atributos Biológicos e Químicos do Solo e no Desempenho Agroecônômico de Hortaliças em Sistemas Orgânicos. Tese de Doutorado. UFRRJ. 193f.

PINTO, R, B.; ALVINO-RAYOL. OLIVEIRA, F, de. Uso de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.) para adubação verde e manejo agroecológico de plantas espontâneas em reflorestamento no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.7, n.1, p.104-110, 2012.

QUEIROZ, L.R. Leguminosas como fonte de nitrogênio para a cultura do milho, em Campos dos Goytacazes, RJ. 2006. 72 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2006.

RIBAS, R.G.T.; JUNQUEIRA, R.M.; OLIVEIRA, F.L.de; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.de; ALVES, B.J.R.; RIBEIRO, R.de.L.D. Desempenho do quiabeiro (*Abelmoschu sesculentus*) consorciado com crotalária juncea, sob manejo orgânico. **Agronomia**, v.37, n.2, p. 80-84, 2003.

SÁ, M. A. de; GONÇALVES, E. B.; SOUZA, V. A. B. de; LAPOLLI, É. M. Produtores orgânicos e a sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.9, n.2, p.84-97, 2014.

SAITER, O., OLIVEIRA, L. A. A., OLIVEIRA, E. A. G., ARAUJO, D. B. 2016. Efeito do adubo orgânico fermentado bokashi no desempenho agrônômico de brócolis americano. Programa Rio Rural, Teresópolis. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.1, p. 079-085, jan/fev, 2013.

SALGADO, S. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.de.; RIBEIRO, R. de. L. D.; ESPINDOLA, J. A. A.; SALGADO, J. A. de. A. Consórcios alface-cenoura e alface-rabanete sob manejo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1141-1147, jul. 2006

SALMI, A. P. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio em *Flemingia Macrophylla* [(willd.) Merril]. Seropédica: UFRRJ. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), 73p. 2008.

SALMI, G.P.; SALMI, A.P.; ABOUD, A.C.de; dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aleias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.673-678, abr. 2006.

SALMI, A. P.; RISSO, I. A. M.; GUERRA, J, G. M.; URQUIAGA, S.; ARAÚJO, A. P. de; ABOUD, A. C. de. S. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio de *Flemingia macrophylla*.

SALMI, P. A.; ABOUD, A. C. de. S.; GUERRA, J. G. M., ESPINDOLA, J. A. A. *Flemingia*: uma opção de leguminosa para adubação verde. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/921078/1/COT13311.pdf>. Acesso em: 31 de dezembro de 2019.

SANTANA, Y. A. G.; ALVES, A. A.; MOREIRA FILHO, M. A.; CERQUEIRA NETO, C. F. de. SILVA, M. da. C. M. da. Dietas volumosas para ruminantes constituídas pelos fenos de capim tifton 85 e de leucena. **PUBVET**, Londrina, v.6, n. 15, p.1354, 2012.

SAMPAIO, D. de. O.; GOSLING, M.; FAGUNDES, A. F. A.; SOUSA, C. V. E. Consumo de alimentos orgânicos: um estudo exploratório. **RAD** v.15, n.1, p. 01-22, Jan/Fev/Mar/Abr, 2013.

SANTOS, A. C. B.dos; ZANDONÁ, S. R.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de. L. D. Efeito de coberturas mortas vegetais sobre o desempenho da cenoura em cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, jan.- mar. 2011.

SEDYAMA, M.A.N.; SANTOS, I.C.dos; LIMA, P.C.de. Cultivo de hortaliças em sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, p. 829-837, nov/dez, 2014.

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

SUDO, A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D, L. de.; RIBEIRO, R. de. L. D. Avaliação do consórcio de cenoura com alface em sistema orgânico. Comunicado técnico. Embrapa Agrobiologia, dez. 97, p.2.

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

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; BORGES, I. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/811112>. Acesso em 24/01/2020.

TRANI, P. E.; TERRA, M.M.; TECCHIO, M.A.; TEIXEIRA, L.A.J.; HANASIRO, J. Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas. Campinas: IAC. 2013. Disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/imagem\\_informacoestecnologicas/83.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/83.pdf). Acesso em: 01/08/2018.

VIERO, C.M; CAMPONOGARA, S. CEZAR-VAZ, M.R; COSTA, V.Z. da.; BECK, C.L.C. Sociedade de risco: o uso dos agrotóxicos e implicações na saúde do trabalhador rural. **Escola Anna Nery**, v.20, n.1, p.99–105, 2016.

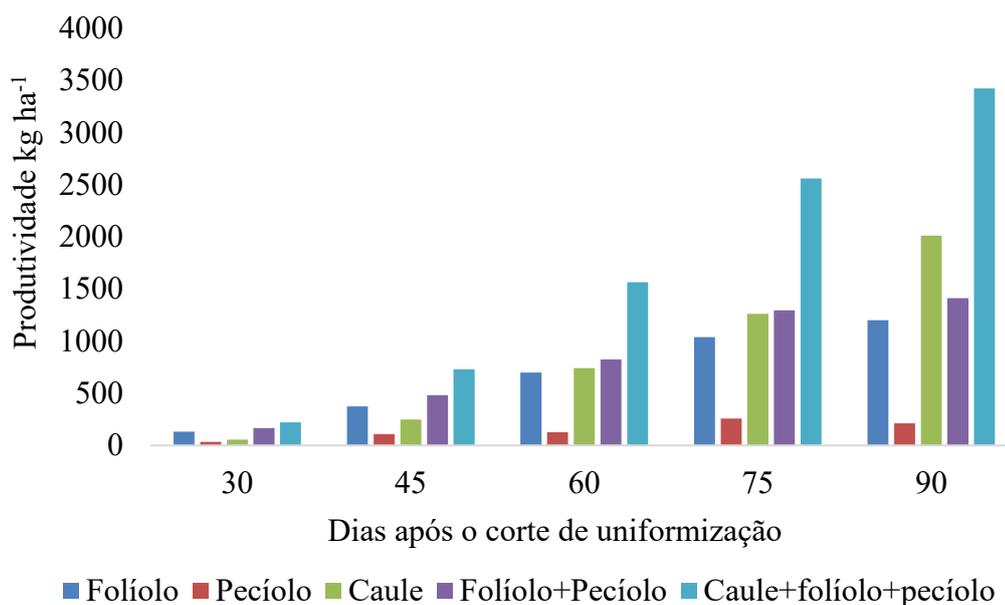
## 8. ANEXOS

### Anexo 1

#### **Produção de biomassa de leucena e confecção do composto fermentado**

A biomassa de leucena (*Leucaena leucocephala*) foi produzida na Fazendinha Agroecológica km 47, oriunda de um banco estabelecido anteriormente em que as plantas se encontram espaçadas de 1 x 0,5m. O estudo foi conduzido entre os meses de janeiro a março de 2019. Para quantificação de produção de biomassa seca da parte aérea as avaliações foram realizadas em cinco épocas 30, 45, 60, 75 e 90 dias após um corte de uniformização feito a uma altura de 1m em relação a superfície do terreno, sendo o delineamento adotado o de blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. A partir da biomassa seca foi confeccionado um composto determinado tipo “bokashi”. A formulação foi feita com 40% de folhas (fólios e pecíolos) desta leguminosa e 60% de farelo de trigo, além da inoculação de uma solução contendo microrganismos eficientes produto comercial embiotic®. Após os materiais serem misturados, adicionou-se água para se alcançar 45% de umidade, neste momento também foi realizada a inoculação adicionando-se solução ativada de microrganismos eficientes. Os materiais foram então acondicionados em recipientes plásticos compactos para retirada do excesso de ar, sendo os recipientes fechados hermeticamente por um período de 21 dias de incubação, período definido para finalização do processo fermentativo.

Verificou-se que o momento ideal de corte ocorre aos 75 dias (Figura 1), visto que, a partir desse período as plantas florescem e a biomassa apresenta maior relação caule/folha. Com o aumento dessa relação ocorre maior lignificação do caule dificultando o manejo. Além disso, o corte antecedendo a formação das vagens garante uma produção de material de melhor qualidade, tendo como base o teor de N, e promove a diminuição de sementes como elemento potencial de invasão de áreas em pousio. O teor de N determinado nos fólios foi de 4,4%. A produção total estimada de biomassa seca de parte aérea aos 75 dias foi de 2559 kg ha<sup>-1</sup>, sendo composto por 50,6% de fólio+pecíolo e 49,4% de caule.



**Figura 1-** Produtividade de biomassa seca de órgãos de parte aérea em diferentes intervalos a partir de um corte de nivelamento no período de janeiro a março, nas condições da Baixada Fluminense.

## Anexo 2

### Cultivo de feijão vagem em sucessão aos pré-cultivos das leguminosas em monocultivo e consorciadas e do milho.

Após 180 dias a partir da semeadura do milho e das leguminosas o material vegetal foi roçado com auxílio de um triturador TCP 160 acoplado a um trator, e em seguida realizou-se a abertura de sulcos para a semeadura de feijão vagem (cv. Novirex) em sucessão aos diferentes pré-cultivos (Anexo 1). Utilizou-se o espaçamento de 0,4 metro entre linhas, com 8 plantas por metro linear, totalizando uma população de 200.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Nesta etapa foram avaliadas características das vagens verdes e secas coletadas em linhas alternadas. A amostragem foi feita em 16 metros lineares das quatro linhas centrais, considerando oito metros lineares destinados a colheita de vagens verdes e oito metros lineares destinados a avaliação da produtividade de grãos. Quanto as vagens verdes ou imaturas determinaram-se o número de vagens por planta e a produtividade total. Após a colheita das vagens imaturas as plantas foram devidamente roçadas, mantendo-se apenas as linhas de cultivo destinadas a produção de grãos, determinando-se o e o comprimento das vagens, o número de grãos por vagem, o peso de 100 grãos e a produtividade total.

A produção de vagens verdes foi superior nos tratamentos que tinham como pré-cultivo a leguminosa Tefrósia (Tabela 1), solteira e consorciada na entrelinha do milho. A produção de vagens em sucessão a Tefrósia solteira alcançou 9898,43 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que a produção em sucessão ao consórcio na entrelinha do milho na atingiu a produtividade de 9278,12 kg ha<sup>-1</sup>, sendo esta superior em até 39,9 % quando comparada ao cultivo da vagem em sucessão ao pré-cultivo de milho, demonstrando o efeito benéfico desta prática de manejo. CARVALHO (2012) em estudo de campo em condições edafoclimáticas semelhantes encontrou produtividade estimada de 9058 kg ha<sup>-1</sup> da mesma cultivar.

**Tabela 1**– Produtividade, número de vagens por planta e comprimento médio das vagens de feijão Cultivar Novirex em sucessão a leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense.

<b>Características agrônômicas feijão vagem</b>				
<b>Vagens/Planta</b>				
<b>Espécie/Manejo</b>	<b>------(Nº)-----</b>			
	<b>Linha</b>	<b>Entrelinha</b>	<b>Monocultivo</b>	<b>Média Geral</b>
<b>Guandu</b>	9,05 Aa	8,65 Aa	9,12 Aa	8,95 A
<b>Tefrósia</b>	9,75 Aa	11,0 Aa	10,53 Aa	10,42 A
<b>Média Geral</b>	9,40 a	9,84 a	9,83 a	
<b>CV (%)</b>	17,97			
<b>Comprimento médio</b>				
<b>------(cm)-----</b>				
<b>Guandu</b>	12,31 Aa	12,68 Aa	12,95 Aa	12,65 A
<b>Milho/Tefrósia</b>	13,13 Aa	12,77 Aa	13,10 Aa	13,00 A
<b>Média Geral</b>	12,72 a	12,73 a	13,02 a	
<b>CV (%)</b>	6,10			
<b>Produtividade vagens</b>				
<b>------(kg ha<sup>-1</sup>)-----</b>				
<b>Guandu</b>	6542,9 Aa	6589,8 Ba	6789,1 Ba	6640,62 B
<b>Tefrósia</b>	7962,5 Aa	9278,1 Aa	9898,4 Aa	9046,35 A
<b>Média Geral</b>	7252,7 a	7933,9 a	8343,7 a	
<b>CV (%)</b>	16,62			

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha (entre manejos) e maiúsculas na coluna (entre leguminosas), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

A produtividade de sementes foi superior nos sistemas de manejo com as leguminosas solteiras, no consórcio do feijão guandu na mesma linha do milho e também no cultivo consorciado da Tefrósia na entrelinha do milho (Figura 8). A produção de sementes nos cultivos consorciados foi superior em até 49,28% quando comparado ao pré-cultivo de milho solteiro. Em estudo de campo avaliando o efeito da densidade de plantio sobre a produção e a qualidade de sementes orgânicas de três cultivares de feijão vagem, GUEDES et al. (2007) verificaram que a produtividade de sementes da cultivar Novirex nas diferentes densidades de plantio variou entre 1096,88 a 1574,50 kg ha<sup>-1</sup>, sendo semelhantes as produtividades as encontradas neste estudo. O mesmo foi observado para o parâmetro de peso de 100 grãos.

**Tabela 2**– Número de sementes por vagem, peso de 100 grãos e produtividade de sementes de feijão vagem Cultivar Novirex em sucessão a leguminosas em monocultivo e consorciadas ao milho nas condições da Baixada Fluminense.

<b>Características agrônômicas feijão vagem</b>				
<b>Espécie/Manejo</b>	<b>Grãos/Vagem</b>			
	<b>-----(Nº)-----</b>			
	<b>Linha</b>	<b>Entrelinha</b>	<b>Monocultivo</b>	<b>Média Geral</b>
<b>Guandu</b>	4,16 Aa	3,97 Aa	3,91 Aa	4,05 A
<b>Tefrósia</b>	4,36 Aa	4,07 Aa	4,35 Aa	4,22 A
<b>Média Geral</b>	4,26 a	4,02 a	4,13 a	
<b>CV (%)</b>	14,42			
<b>Peso de 100 grãos</b>				
	<b>-----(g)-----</b>			
<b>Guandu</b>	26,12 Aa	25,13 Ba	26,08 Aa	25,84 A
<b>Milho/Tefrósia</b>	26,31 Ab	28,47 Aa	26,14 Ab	26,91 A
<b>Média Geral</b>	26,11 a	26,80 a	26,11 a	
<b>CV (%)</b>	5,85			
<b>Produtividade de grãos</b>				
	<b>----- (kg ha<sup>-1</sup>) -----</b>			
<b>Guandu</b>	1083,6 Ba	984,01 Bb	1206,2 Aa	1201,2 A
<b>Tefrósia</b>	1413,4 Aa	1344,3 Aa	1346,7 Aa	1258,2 A
<b>Média Geral</b>	1248,5 a	1164,2 a	1276,5 a	
<b>CV (%)</b>	15,46			

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha (entre manejos) e maiúsculas na coluna (entre leguminosas), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.