

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

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS  
USADAS PARA ADUBAÇÃO VERDE NAS CONDIÇÕES DA BAIXADA  
FLUMINENSE**

**MURILO GONÇALVES JÚNIOR**

**2013**



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

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS USADAS PARA  
ADUBAÇÃO VERDE NAS CONDIÇÕES DA BAIXADA FLUMINENSE**

**MURILO GONÇALVES JÚNIOR**

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

e Co-orientação do Pesquisador  
**Ednaldo da Silva Araújo**

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.

**Seropédica, RJ  
Julho de 2013**

636.214

C268a

T

Gonçalves Júnior, Murilo, 1975-

Avaliação agronômica de leguminosas arbustivas usadas para adubação verde nas condições da Baixada Fluminense / Murilo Gonçalves Júnior. – 2013.

62 f.: grafs., tabs.

Orientador: José Guilherme Marinho Guerra.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Bibliografia: f. 43-48.

1. Adubação verde - Agroecologia — Teses. 2. Leguminosas arbustivas – sistemas orgânicos de produção - Teses. 3. Manejo de plantas – Baixada Fluminense - Teses. 4. Crescimento vegetal – Teses. I. Guerra, José Guilherme Marinho, 1958- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

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

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

**Murilo Gonçalves Júnior**

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 24/07/2013

---

Ednaldo da Silva Araújo, Dr. (CNPAB)  
(Co-orientador)

---

Adelson Paulo de Araújo, Dr. (URRJ)  
(Membro Titular)

---

Marco Antônio de Almeida Leal, Dr. (CNPAB)  
(Membro Titular)

## DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, Maurílio Ribeiro Gonçalves e Ana da Silva Gonçalves, pelo apoio e carinho.

Aos meus irmãos companheiros: Adão, Maria, Lázaro e Orlinda.

A todos os agricultores que fazem chegar à nossa mesa o alimento vindo da terra, pois são eles, ao mesmo tempo, filhos e artistas de Gaia.

"O bom semeador ainda vive e viverá no milagre das sementes".  
(Fernando Costa)

"É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar,  
É melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se fazendo nada até o final.  
Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder.  
Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver..."  
(Martin Luther King)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Aos amigos e aos professores da UFRRJ, que tive o prazer de conhecer e conviver durante a passagem por esta instituição: Vinícius Carneiro, Silver Zandoná, Renaude Carneiro, Geyson Marques, Valter Marques, Nunes, Gisele Fagundes, Valeria Polese, Marcelo Coutinho, Bárbara Zoffoli, Marco Antônio, Nilson Rezende, Vagner Viana, Leonardo Rivetti, Fábio Oséias, João Aguilar, Cleiton Mateus, Erich Nenartavis, Andréia Pereira, Daniele Rodrigues, Admilson Costa, Teco, Nemilson Bastos, Aijânio, Alexandre Salmi, Rodrigo Luiz, Uirá do Amaral, Janaína Gonçalves, Marcus Vinicius, Lilian, Nathalia, Fernando Zuchello, Marcela Castro, Eduardo Castro, Sandra Lima, Leonardo Medici, Maurício Balesteiro, Pedro Damasceno, Marcos Vasconcelos, Helen Aguiar-Meneses, Margarida Gorete, Luiz Beja, Tatiana, Lili.

Aos amigos do alojamento da Embrapa Agrobiologia, pelo companheirismo: Abmael, Emerson, Esdras, Jackson, Rafael Scoriza, Ana Paula, Renato Valadares, Rodolfo, Khadidja, Gabriela, Renata Teixeira, Luciana, Viviane, Mariana Iguatemi, Fernanda Delgado, Paula Renata, Ediana Araújo, Valfredo, Marcos Garcia, Raimunda, Éder, Silvana Santos, Livia Pian, Alessandro, Wilk, Brauly, Janaína, Diego, Willian Pereira, Erika Silva, Francisco, Maria Rosa Mendoza, Oscar Sanclemente, Lucero, Felizardo, Julian.

Aos pesquisadores e funcionários da Embrapa Agrobiologia, pelo apoio recebido: José Guilherme Marinho Guerra (orientador), Ednaldo Silva Araújo (co-orientador), José Antônio Espíndola, Marco Leal, Mariella, Janaína Ribeiro Rows, Alexander Rezende, Alessandra de Carvalho, Maria Elizabeth, Ilzo, Rosinaldo, Ernani Jardim, Ernani Meirelles, Monalisa, Edinelson, Altiberto, Gisele, Selmo, Roberto Carlos, Enivaldo, Ivana, Hélio, Elias (In memorian), Pedro, Ernani Meireles, Eugênio, Paulo, Sílvio, Luciano, Edevaldo, Fredson, Josias, Ubirajara, Oséias, José Pedro, Samuel (In memorian) e Ébio (In memorian).

Aos colegas do Laboratório de Agricultura Orgânica da Embrapa Agrobiologia: Ana Amélia, Eva Adriana, Lucia Helena, Marinete Flores, Pedro Paçó, Silvio, Jaqueline.

Muito obrigado!

## **BIOGRAFIA**

Murilo Gonçalves Júnior, nasceu em Goianésia - GO, em 20 de abril de 1975, filho dos agricultores Maurílio Ribeiro Gonçalves e Ana da Silva Gonçalves, residentes na zona rural do município de Vila Propício - GO. Trabalhou na empresa Jales Machado Açúcar & Alcool, localizada na região de Goianésia, como operador de trator na área agrícola, entre os anos 1997 e 2003. Em 2004 ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Ceres, atual Instituto Federal Goiano Campus Ceres, onde cursou e concluiu no mesmo ano o curso Técnico em Agricultura. Em 2005 ingressou no curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, posteriormente se transferindo para o curso de Agronomia, o qual veio a graduar-se em 2011. Entre os anos 2006 e 2007, do seu período de graduação, estagiou na área de Propagação de Plantas, no Departamento de Fitotecnia / Instituto de Agronomia, tendo o primeiro contato com a pesquisa. No ano de 2007 foi monitor da disciplina Bioquímica para Áreas Agrárias, no Departamento de Química / Instituto de Ciências Exatas. Entre os anos 2008 e 2011, foi estagiário de Iniciação Científica do Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia da Embrapa (CNPAB), na área de Agricultura Orgânica, com orientação do pesquisador José Guilherme Marinho Guerra e bolsa de estudos financiada pelo Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Em 2011, ingressou no curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, nível de Mestrado, com orientação do pesquisador José Guilherme Marinho Guerra e bolsa de estudos financiada pela Comissão de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES).

## RESUMO

GONÇALVES JÚNIOR, Murilo. **Avaliação agrônômica de leguminosas arbustivas usadas para adubação verde nas condições da Baixada Fluminense**. 2013. 62f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2013.

A adubação verde com espécies leguminosas é uma técnica que possibilita melhorias nas características do solo, conservando-o e reduzindo a necessidade de ingresso de nitrogênio sintético industrial às unidades de produção. As espécies leguminosas arbustivas *Tephrosia vogelii*, *Tephrosia sinapou* e *Crotalaria grahamiana* são pouco conhecidas no Brasil, e assim como o *Cajanus cajan* (guandu), apresentam potencial para adubação verde. Foram conduzidos dois trabalhos experimentais sob condições de campo: o primeiro trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de *Tephrosia vogelii* ao longo de 360 dias, para aferir suas características fenológicas e o seu potencial agrônômico como adubo verde. Já o segundo experimento objetivou avaliar o desempenho agrônômico desta espécie e de *Tephrosia sinapou*, *Crotalaria grahamiana* e *Cajanus cajan*. O primeiro experimento foi conduzido no ano de 2010 na Fazendinha Agroecológica do Km 47 e o segundo foi conduzido entre outubro de 2012 e maio de 2013, no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, ambos localizados em Seropédica, Baixada Fluminense. No primeiro, o delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram formados de 12 coletas mensais, em que se avaliou: a altura das plantas, o diâmetro do caule, área foliar, quantidade de matéria fresca e seca em diferentes partes das plantas, teor e quantidade de nitrogênio (N) na parte aérea das plantas. No segundo experimento foi adotado um delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições, avaliando-se o desempenho das quatro espécies quanto ao crescimento das plantas, tendo como parâmetros a altura e o diâmetro do caule, a quantidade acumulada de matéria seca aérea, os teores e acumulação de macronutrientes na parte aérea, a quantidade de serrapilheira depositada pelas espécies e a capacidade de supressão de espécies de ocorrência espontânea. No primeiro experimento, ao final de 12 meses após a semeadura as plantas de *Tephrosia vogelii* apresentaram 200 cm de altura, 11,2 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca aérea com uma relação caule/folha 4, além de uma acumulação total de N na parte aérea de 192 kg ha<sup>-1</sup>. No segundo experimento, aos 210 dias após a semeadura, as espécies apresentaram, em valores médios, 180 cm de altura, 9,7 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca aérea e 151 kg ha<sup>-1</sup> de N. Destaca-se que *Cajanus cajan* depositou cerca de 4,8 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca de serrapilheira, e sob a copa de *Tephrosia vogelii* observou-se menor controle da ocorrência de espécies da vegetação espontânea. Conclui-se que as duas espécies do gênero *Tephrosia* e *Crotalaria grahamiana* estudadas apresentaram características desejáveis para inclusão como adubos verdes, comparáveis a *Cajanus cajan*, quando avaliadas nas condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense.

**Palavras-chave:** Agroecologia, desempenho agrônômico, leguminosas arbustivas, adubação verde, sistemas orgânicos de produção.



## ABSTRACT

GONÇALVES JÚNIOR, Murilo. **Agronomic evaluation of shrubby legumes used for green manuring, at Fluminense Lowland conditions**. 2013. 62p. Dissertation (Master's Degree in Plant Science). Institute of Agronomy, Department of Plant Science, Federal Rural University of Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, Brazil, 2013.

Green manuring with legumes is a technique which improves soil characteristics, contributing to its conservation and reducing the use of synthetic nitrogen fertilizer on farms. Leguminous shrubby species *Tephrosia vogelii*, *Tephrosia sinapou* and *Crotalaria grahamiana* are little known at Brazil, and as well as *Cajanus cajan* (pigeon pea), show potential for green manuring. Two experiments were conducted at Field conditions: the first one aimed to evaluate the growth of *Tephrosia vogelii* during 360 days, measuring its phenological characteristics and its agronomic performance as green manure. The second one aimed to evaluate the agronomic performance of *Tephrosia vogelii*, *Tephrosia sinapou*, *Crotalaria grahamiana* and *Cajanus cajan*. The first experiment was conducted in 2010, at Agroecological Farm, and the second one was conducted between October of 2012 and May of 2013, at Experimental Field of Embrapa Agrobiology, both placed at Seropédica, Fluminense Lowland. At the first one, the experimental design was of randomized blocks, with four replications. The treatments consisted of 12 mensal samplings, with the evaluations of: plants height, stalk diameter, leaf area, amount of fresh and dry matter in different plant parts, nitrogen content and total amount in the shoot. At the second experiment, it was adopted the experimental design of randomized blocks, with four replications, to evaluate the agronomic performance of the four leguminous species, in relation to plants growth. The evaluated plant parameters were: plants height, stalk diameter, amount of fresh and dry matter, nutrient contents and amounts of macronutrients in the shoot, amount of litter deposited by the evaluated species, and weeds control. In the first experiment, 12 months after sowing *Tephrosia vogelii*, its plants presented 200 cm of height, 11.2 Mg ha<sup>-1</sup> of shoot dry matter, with a ratio stalk/leaf 4, besides a total amount of 192 kg ha<sup>-1</sup> of N, in the shoot. In the second experiment, at 210 days after sowing, the evaluated species presented mean values of 180 cm of height, 9.7 Mg ha<sup>-1</sup> of shoot dry matter and e 151 kg ha<sup>-1</sup> of N. *Cajanus cajan* deposited around 4.8 Mg ha<sup>-1</sup> of dry matter of litter, and *Tephrosia vogelii* promoted lower suppression of weeds. Both evaluated species of *Tephrosia* and *Crotalaria grahamiana* presented desirable characteristics for green manuring, similarly to *Cajanus cajan*, at conditions of climate and soil of Fluminense Lowland.

**Key words:** Agroecology, agronomic performance, shrubby legumes, green manuring, organic production systems.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Variação mensal da taxa de precipitação pluviométrica e da temperatura média do ar, durante o período de crescimento de <i>Tephrosia vogelii</i> (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense (Fonte: Estação Agrometeorológica SIPA, UFRRJ/Embrapa Agrobiologia/Pesagro-Rio).....	7
<b>Figura 2:</b> Variação mensal da taxa de precipitação pluviométrica e da temperatura média do ar durante a condução do experimento com as espécies leguminosas arbustivas, aos 210 dias após semeadura (maio de 2013), cultivadas nas condições da Baixada Fluminense (Fonte: INMET Estação Automática de Seropédica / RJ, Km 47).....	11
<b>Figura 3:</b> Altura da planta de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	14
<b>Figura 4:</b> Diâmetro do caule da planta <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	15
<b>Figura 5:</b> Número de ramificações caulinares em <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	15
<b>Figura 6:</b> Número de folhas em <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	16
<b>Figura 7:</b> Volume de raízes em planta de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	17
<b>Figura 8:</b> Produção de matéria seca (MS) de raízes de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	17
<b>Figura 9:</b> Número de nódulos de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	18
<b>Figura 10:</b> Produção de matéria seca (MS) de nódulos de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	19
<b>Figura 11:</b> Área foliar de planta de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	19
<b>Figura 12:</b> Produção mensal de matéria seca (MS) de folhas de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	20
<b>Figura 13:</b> Produção mensal de matéria seca de caules de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	21
<b>Figura 14:</b> Relação caule/folha relativa à produção de matéria seca mensal de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	22
<b>Figura 15:</b> Produtividade mensal de matéria fresca da parte aérea de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	22
<b>Figura 16:</b> Produtividade de matéria seca de parte aérea de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	23
<b>Figura 17:</b> Teores de N observados mensalmente nas folhas de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	24

<b>Figura 18:</b> Teores de N observados mensalmente nos caules de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	24
<b>Figura 19:</b> N acumulado nas folhas de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	25
<b>Figura 20:</b> N acumulado nos caules de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	26
<b>Figura 21:</b> N acumulado na parte aérea de <i>Tephrosia vogelii</i> durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.....	26
<b>Figura 22:</b> Altura de plantas das espécies de leguminosas arbustivas, medidas mensalmente durante os 210 dias de condução do experimento (outubro de 2012 a maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.....	32
<b>Figura 23:</b> Diâmetro da base caulinar das espécies de leguminosas arbustivas, medidas mensalmente durante os 210 dias de condução do experimento (outubro de 2012 a maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.....	33
<b>Figura 24:</b> Produção de matéria seca (MS) nos órgãos da parte aérea das plantas (folha e caule) de cada espécie leguminosa arbustiva cultivada, aos 210 DAS (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense. Barras com letras iguais, entre espécies para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade. Linhas verticais indicam o erro padrão das médias.....	33
<b>Figura 25:</b> Produtividade total de parte aérea (folha e caule) fresca (MF) e seca (MS) de espécies leguminosas arbustivas aos 210 DAS (maio de 2013) nas condições da Baixada Fluminense. Barras com letras iguais, entre espécies para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade. Linhas verticais indicam o erro padrão das médias.....	36
<b>Figura 26:</b> Quantidade acumulada de serrapilheira seca sob o dossel de espécies leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 DAS (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense. Barras com letras iguais, entre espécies para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade. Linhas verticais indicam o erro padrão das médias.....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Características químicas do solo da área experimental cultivada com <i>Tephrosia vogelii</i> , nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade.....	8
<b>Tabela 2:</b> Frações granulométricas do solo da área cultivada com <i>Tephrosia vogelii</i> , nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade.....	8
<b>Tabela 3:</b> Características químicas do solo da área experimental cultivada com as espécies de leguminosas arbustivas, a partir de coleta realizadas nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade.....	12
<b>Tabela 4:</b> Número e produção mensal de matéria fresca (MF) de flores e vagens de <i>Tephrosia vogelii</i> a partir dos 210 dias após a semeadura nas condições da Baixada Fluminense.....	27
<b>Tabela 5:</b> Número de sementes por vagem, número de sementes por planta, matéria seca de (MS) de 1000 sementes, produção de sementes por planta e produtividade de sementes de <i>Tephrosia vogelii</i> a partir de 270 dias após a semeadura, nas condições da Baixada Fluminense.....	27
<b>Tabela 6:</b> Número de indivíduos representantes das espécies da vegetação espontânea presentes nas áreas com diferentes leguminosas arbustivas, aos 210 dias após semeadura (maio de 2013), cultivadas nas condições da Baixada Fluminense.....	29
<b>Tabela 7:</b> Densidade relativa total das espécies da vegetação espontânea presentes nas áreas com diferentes leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 dias após semeadura (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.....	30
<b>Tabela 8:</b> Produtividade de matéria seca (MS) de parte aérea de espécies representantes da vegetação espontânea presentes nas áreas com diferentes leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 dias após semeadura (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.....	31
<b>Tabela 9:</b> Relação folha/caule tendo como base a produção de matéria seca de leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 dias após semeadura (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.....	35
<b>Tabela 10:</b> Acúmulo de matéria seca aérea (folha mais caule) mais a matéria seca de serrapilheira das espécies leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 dias após semeadura (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.....	38
<b>Tabela 11:</b> Teor e quantidade acumulada de nutrientes nas folhas das espécies leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 dias após semeadura (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.....	39
<b>Tabela 12:</b> Teor e quantidade acumulada de nutrientes nos caules das espécies leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 dias após semeadura (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.....	40
<b>Tabela 13:</b> Quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea de espécies leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 dias após semeadura (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.....	41

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Agroecologia.....	2
2.2 Plantas de Cobertura do Solo e Adubação Verde.....	2
2.3 Adubação Verde com Leguminosas.....	3
2.4 Espécies Leguminosas Arbustivas Semiperenes para Adubação Verde.....	4
2.4.1 <i>Tephrosia sinapou</i> .....	4
2.4.2 <i>Tephrosia vogelii</i> .....	4
2.4.3 <i>Crotalaria grahamiana</i> .....	6
2.4.4 <i>Cajanus cajan</i> .....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1 Experimento I: Crescimento e Produção de Sementes de <i>Tephrosia vogelii</i> nas Condições da Baixada Fluminense.....	7
3.1.1 Localização e características da área experimental.....	7
3.1.2 Análise e preparo do solo.....	8
3.1.3 Semeadura.....	8
3.1.4 Tratos culturais.....	9
3.1.5 Delineamento experimental.....	9
3.1.6 Avaliações.....	9
3.1.7 Análise estatística.....	10
3.2 Experimento II: Desempenho Agrônomo de Leguminosas Arbustivas para Adubação Verde nas Condições Baixada Fluminense.....	10
3.2.1 Localização e características da área experimental.....	10
3.2.2 Análise e preparo do solo.....	11
3.2.3 Semeadura.....	12
3.2.4 Tratos culturais.....	12
3.2.5 Delineamento experimental.....	12
3.2.6 Avaliações.....	13
3.2.7 Análise estatística.....	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1 Crescimento e Produção de Sementes da Leguminosa Arbustiva <i>Tephrosia vogelii</i> nas Condições da Baixada Fluminense.....	14
4.2 Desempenho Agrônomo de Leguminosas Arbustivas para Adubação Verde nas Condições da Baixada Fluminense.....	28
5 CONCLUSÕES.....	42
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
7 ANEXOS.....	49

## 1 INTRODUÇÃO

A sociedade brasileira tem apresentado demanda crescente pelo consumo de alimentos saudáveis e produzidos de forma a conservar o meio ambiente. A agricultura orgânica, corrente filosófica da agroecologia, é uma das possibilidades no que diz respeito ao manejo das unidades agrícolas com vistas à melhor aproveitar o uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, a fim de alcançar a sustentabilidade social, econômica e ecológica.

Uma das técnicas utilizadas com vistas a poupar insumos sintéticos industriais, como os fertilizantes nitrogenados obtidos a partir da exploração de reservas fósseis, e simultaneamente valorizar processos naturais como a fotossíntese e a fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FBN) é a adubação verde com espécies da família das leguminosas. As leguminosas adubo verde se diferenciam de outras espécies usadas para esse fim por se associarem a bactérias diazotróficas, possibilitando a acumulação e a disponibilidade de quantidades expressivas de nitrogênio (N) na matéria seca (MS) que, principalmente após o corte da parte aérea das plantas, resulta no ingresso no sistema solo-planta de quantidades expressivas deste macronutriente, essencial aos cultivos agrícolas. Além de ser uma fonte de matéria orgânica de qualidade, a adubação verde resulta na introdução de diversidade nas unidades agrícolas e cumpre diversas funções ecológicas amplamente conhecidas, como as relacionadas ao manejo do solo, e algumas pouco conhecidas, como o efeito de atração e de fonte alimentar para insetos inimigos naturais de pragas agrícolas.

A valorização do papel multifuncional da adubação verde tem se ampliado principalmente dentro de sistemas de produção agroecológica. Nesses sistemas a adubação verde pode ser empregada na forma de rotação com as culturas agrícolas, utilizando uma separação temporal, ou na forma de consórcio utilizando separação espacial, podendo esta ser em linhas alternadas ou na forma de faixas intercalares em relação à cultura agrícola. Leguminosas arbustivas podem ser utilizadas dessas diversas formas, dentre elas há relatos, conforme literatura científica, do emprego das espécies *Tephrosia vogelii*, *Tephrosia sinapou* e *Crotalaria grahamiana* para fins de adubação verde em outras regiões do mundo, porém, em nível de Brasil, praticamente não existe informações acerca do seu comportamento em nossas condições locais, notadamente no Centro-Sul, fazendo-se necessário o desenvolvimento de pesquisas para esse fim.

Face ao exposto, este trabalho teve como objetivos: caracterizar aspectos fenológicos do crescimento e as quantidades acumuladas de matéria seca e de nitrogênio em *Tephrosia vogelii* durante um período de 12 meses; e determinar os desempenhos agrônômicos das leguminosas semiperenes *Tephrosia vogelii*, *Tephrosia sinapou*, *Crotalaria grahamiana* e *Cajanus cajan* quanto à produção destas espécies com vistas à inserção, principalmente das tefrósias e da crotalária, como opções de espécies com potencial de utilização como adubos verdes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Agroecologia

Para Gliessman (2008) e Altieri (2012) agroecologia é a aplicação de conceitos e princípios ecológicos no desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis.

Segundo Altieri (2012), os princípios básicos da agroecologia incluem: a ciclagem de nutrientes e energia; a substituição de insumos externos; a melhoria da matéria orgânica e da atividade biológica do solo; a diversificação das espécies de plantas e dos recursos genéticos dos agroecossistemas no tempo e no espaço; a integração de culturas com a pecuária; e a melhoria das interações e da produtividade do sistema agrícola como um todo, ao invés de rendimentos isolados obtidos com uma única espécie.

A agroecologia é uma ciência em construção, integrando suas características transdisciplinares com conhecimentos de outras ciências, e inclusive incorporando o conhecimento tradicional, sendo a sua validação por meio de metodologias científicas (FEIDEN, 2005).

Segundo Guzmán (2005) a aplicação da agroecologia em processos de desenvolvimento rural sustentável baseia-se na procura das repostas na própria localidade, e partindo desse ponto aumentar a diversidade do ambiente agrícola através de meios de ação social coletivas.

Dentre as correntes filosóficas da agroecologia encontra-se a agricultura orgânica, onde sempre que possível, são empregados métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos (BRASIL, 2003), como os agrotóxicos e outras substâncias que possam contaminar os alimentos e/ou o meio ambiente em que vivemos (BRASIL, 2009).

### 2.2 Plantas de Cobertura do Solo e Adubo Verde

Plantas de cobertura do solo vem a ser o plantio solteiro ou consorciado de espécies herbáceas, anuais ou perenes destinado a cobrir e proteger o solo numa determinada época do ano, ou mesmo durante todo o ano (ALTIERI, 2012).

As plantas adubo verde são determinadas espécies, cultivadas ou não, cuja finalidade seja a de aumentar a produtividade do solo por meio da incorporação ao solo de sua matéria seca vegetal (BALIEIRO et al. (2013).

A técnica da adubação verde se baseia no plantio de espécies de plantas, nativas ou introduzidas, na forma de rotação ou de consórcio com culturas agrícolas, onde elas cobrem a área durante algum período ou durante todo o ano, podendo ser mantidas por uma ou mais estações e incorporadas ao solo, com as seguintes características desejáveis: capacidade de ciclar nutrientes; apresentar tolerância à seca; possuir enraizamento profundo; produzir grande quantidade de matéria seca e acumular macronutrientes em pouco tempo (ESPÍNDOLA et al., 2004).

Dentre os benefícios da adubação verde estão: o aumento do teor de matéria orgânica, a maior disponibilidade de nutrientes, a maior capacidade de troca de cátions efetiva do solo, a diminuição dos teores de Al trocável pela sua complexação, e o incremento da capacidade de ciclagem e mobilização de nutrientes presentes nas camadas mais profundas do perfil

(ALCÂNTARA et al. (2000); melhorias relacionadas à proteção contra erosão e manutenção da estrutura do solo com o aumento da estabilidade de agregados estáveis em água e aumento da capacidade de retenção de água que favorece a infiltração de água e troca de gases no solo (IGUE,1984); contribuem para reduzir perdas por lixiviação ao absorverem os nutrientes do solo, porém a implantação da cultura comercial não deve atrasar, pois os adubos verdes após incorporação tendem a se decompor e a liberar rapidamente os nutrientes (KIEHL,1985), o que não significa que o fato de uma espécie reter grande quantidade de nutrientes, que eles estejam prontamente disponíveis à cultura subsequente (ALVARENGA et al.,1995).

De acordo com Amabile & Carvalho (2006) a adubação verde é uma das práticas mais simples para se realizar uma adubação orgânica, isso porque o material a ser utilizado é obtido no mesmo local ou nas vizinhanças da área de cultivo.

### **2.3 Adubação Verde com Leguminosas**

A adubação verde está entre as alternativas viáveis para suprir a deficiência de N no solo possibilitando substancial economia de fertilizantes, principalmente nitrogenados, melhorando suas condições físicas, químicas e biológicas e favorecendo o crescimento e rendimento das culturas econômicas em sucessão (CALEGARI et al., 1993; GUERRA et al., 2003; ESPÍNDOLA et al., 2004, CASTRO et al. (2006). Embora espécies de diversas famílias botânicas possam ser sejam cultivadas como adubos verdes, as leguminosas se destacam, pois, além de proporcionarem benefícios similares aos obtidos com espécies de outras famílias, elas possuem em particularidade o fato de se associarem simbioticamente com bactérias fixadoras de N atmosférico dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* (ESPINDOLA et al., 2004). Como resultado da FBN, quantidades expressivas de N tornam-se disponíveis após o corte da leguminosa, acarretando, se adequadamente manejada, autossuficiência deste nutriente (GUERRA et al., 2003).

Ao contrário da adubação mineral nitrogenada, a adubação verde com leguminosas não se restringe à adição de N ao solo, revelando um caráter multifuncional capaz de trazer efeitos benéficos sobre características físicas, químicas e biológicas dos solos; contribuindo para um aumento de diversidade biológica na unidade de produção, notadamente onde predominam os monocultivos, proporcionando alterações na dinâmica da população de espécies vegetais de ocorrência espontânea, na dinâmica populacional de insetos pragas, predadores e polinizadores, e de microrganismos parasitas fitopatogênicos (SOUZA et al., 2012). Os mesmos autores afirmam também que as leguminosas produzem boa quantidade de matéria seca, que resulta em matéria orgânica rica em nutrientes, possuem sistema radicular ramificado e profundo, capaz de extrair nutrientes, que se encontram em camadas de mais profundas, que serão disponibilizados para absorção pelas plantas após a incorporação e decomposição da leguminosa no solo.

As espécies de plantas leguminosas que fixam N atmosférico têm baixa relação C/N, quando comparadas às plantas de outras famílias, e este aspecto favorece sua decomposição e mineralização por microrganismos do solo, o que acelera a ciclagem de nutrientes (ZOTARELLI, 2000). De acordo com Rao & Mathuva (2000), a contribuição de N pelas plantas da família das leguminosas para outras culturas em consórcio, depende da espécie, da FBN e do crescimento dessas leguminosas, que é determinado pelo clima, solo e pelo manejo dos resíduos.



## 2.4 Espécies Leguminosas Arbustivas Semiperenes para Adubação Verde

A família das leguminosas envolve desde pequenas ervas até arbustos e árvores emergentes em florestas, possui distribuição cosmopolita e é tradicionalmente constituída pelas subfamílias Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae (LEWIS et al., 2005).

A opção por se utilizar espécies de leguminosas que apresentem rápido desenvolvimento inicial, sistema radicular profundo, produção de MS suficiente para a cobertura do solo, baixa taxa de decomposição e a relação C/N apropriada às culturas subsequentes é que favorecerá o grau de sucesso obtido com a utilização da prática da adubação verde (FERNANDES et al., 1999).

As leguminosas utilizadas na adubação verde podem ser espécies anuais, utilizadas nos pré-cultivo, preparando o solo para receber a cultura subsequente, ou até mesmo espécies perenes, geralmente utilizadas de forma intercalar a cultura comercial beneficiando-a com a adição de matéria orgânica propiciada pela sua característica de rebrota (ESPINDOLA et al., 2005). De acordo com o mesmo autor o processo de escolha dessas espécies deve levar em consideração as características fitotécnicas das plantas, como o ciclo de vida e o hábito de crescimento, que são determinantes, especialmente quando o adubo verde é plantado em consórcio, e dentre as leguminosas utilizadas para adubação verde encontram-se as semiperenes, devendo apresentar fácil estabelecimento no campo, crescimento rápido, tolerância ao corte, alta capacidade de rebrota, que confere compensação de produtividade temporal, alta produção de MS, potencial para fazer FBN e apresentar resíduos de fácil decomposição, justificando assim a sua utilização em agroecossistemas.

### 2.4.1 *Tephrosia sinapou*

*Tephrosia sinapou* (Botos) A. Chev., sinônimo *Tephrosia toxicaria* (Sw.) Pers. (MARTINEZ et al., 2012; QUEIROZ et al., 2013), é uma espécie leguminosa originária da Amazônia (REVILLA, 2002), popularmente conhecida como “timbó de caiena”, desenvolvendo-se principalmente no Sri-Lanka e América do Sul (JANG et al., 2003), é nativa, porém não endêmica no Brasil (QUEIROZ et al., 2013).

*Tephrosia sinapou* apresenta as seguintes características: haste herbácea, canelada, vilosa; folhas piadas, folíolos oblongo-lanceolados, vilosos em sua face superior e guarnecidos na inferior de longos pelos argênteos, estípulas distintas do pecíolo; cachos de flores terminais de cor purpúrea; cálice tubuloso, desigual; corola papilionácea irregular, dez estames monadelfos; fruto é um legume comprimido, um pouco arqueado, coriáceo; planta anual (COSTA, 1947).

De acordo com Allen & Allen (1981) o gênero *Tephrosia* possui aproximadamente 400 espécies distribuídas em regiões quentes de ambos os hemisférios, dentre elas *Tephrosia sinapou* que pode ser utilizada como adubo verde com êxito (LEITÃO FILHO, 2009), no controle da erosão e como veneno para peixes e invertebrados (USDA, 2013).

### 2.4.2 *Tephrosia vogelii*

*Tephrosia vogelii* Hook. f. é uma leguminosa arbustiva, naturalizada e não endêmica do Brasil, com distribuição geográfica no sudeste do país (QUEIROZ & TOZZI, 2015). A espécie também é conhecida como “feijão de peixe”, nativa do continente africano (ORWA et al., 2009).

A planta da espécie se caracteriza por apresentar: ramificação com folhagem densa, porte de 0,5 a 4,0 m, caule e ramos tormentosos com pelos brancos ou amarronzados longos e curtos, folhas dispostas em espiral, imparipinadas e caducas (ORWA et al., 2009; MWAURA et al., 2013); 8 a 13 pares de folíolos, pecíolos com 9 a 28 mm, ráquis com 11 a 22 cm; flores com pétalas brancas e raramente púrpura; vagem marrom clara com 9 a 14,5 cm por 1,3 a 1,7 cm; sementes numerosas, medindo de 6 a 8 mm por 4 a 4,5 mm por 2 a 2,5 mm, cor preta e lisas com hilo branco em forma de U bem desenvolvido (SAAP PLANT DATABASE, 2013); flores são hermafroditas, autógamas, com antese acontecendo normalmente durante a manhã, com tempo de duração podendo ser de aproximadamente dois dias, desde que esfrie ou faça tempo chuvoso, e reduzindo para 30 horas com o tempo seco (MARTIN & CABANILLAS, 1970), e de acordo com os mesmos autores, detalhes estruturais nas flores muitas vezes variam e impedem a autopolinização, necessitando da presença de um mecanismo externo para que a polinização ocorra e haja produção de sementes adequada, sendo que a mamangava *Xylocopa brazilianorum* L é o seu principal polinizador.

A produção de sementes em *Tephrosia vogelii* é dificultada pelas exigências climáticas durante o florescimento da espécie, pela ocorrência de um sistema natural de esterilidade e por escassez frequente de insetos polinizadores (GASKINS et al., 1972).

*Tephrosia vogelii* é suscetível a doenças como Fusarium (DESAEGER & RAO, 2000; MKANGWA et al., 2007) e ao nematoides das galhas (MKANGWA et al., 2007).

Em *Tephrosia vogelii*, assim como em outras espécies do gênero *Tephrosia*, são encontrados compostos flavonóides, conhecidos por causarem efeitos profundos no desenvolvimento e comportamento de insetos, sendo que um teor mais elevado é encontrado nas folhas, que contém pelo menos quatro desses compostos, considerados biopesticidas e mais conhecidos como rotenóides, havendo relatos de que as folhas maduras contém de 80 a 90% desses compostos ativos, sendo a espécie amplamente cultivada para uso como veneno de peixe (ORWA et al., 2009). A espécie também é tradicionalmente utilizada no controle de pragas de alimentos, pelas suas atividades ictiotóxica e inseticidas (IBRAHIM et al., 2000, ORWA et al., 2009).

O cultivo de *Tephrosia vogelii* contribui para a melhoria da fertilidade dos solos (BALASUBRAMANIAN & SEKAYANGE, 1992, ORWA et al., 2009, MUNTHALI et al., 2014), e apresenta potencial para acumular altos níveis de N e K (RUTUNGA et al. (1999), o que a faz substituta satisfatória para o pousio natural, sendo por esse motivo indicada como adubo verde e uma das leguminosas arbustivas mais promissoras para tal fim (BALASUBRAMANIAN & SEKAYANGE (1992), como uma maneira de melhorar os rendimentos na colheita de culturas comerciais, como sorgo e feijão (BALASUBRAMANIAN & SEKAYANGE, 1992), milho (MUNTHALI et al., 2014) e café (BUCAGU et al., 2013).

A espécie pode ser plantada em renque, a uma distância de 1 m entre plantas, e ser utilizada ainda nas seguintes situações: controle da erosão, particularmente em áreas de maior altitude; quebra-vento; sombreamento temporário em cacau, café, chá, borracha, etc. (ORWA et al., 2009).

### 2.4.3 *Crotalaria grahamiana*

*Crotalaria grahamiana* Wight & Arn é uma espécie de planta da família Leguminosae, subfamília Faboideae, tribo Crotalarieae, gênero *Crotalaria*, é nativa da Ásia tropical, particularmente da Índia (USDA, 2013).

A espécie caracteriza-se por apresentar: folhas palmadas com 5 a 7 folíolos obovados com 3 a 8,5 cm de comprimento, 8 a 25 mm de largura, glabra superior minuciosamente pontilhada, superfície densamente pubescente; pecíolo com cerca de 80 mm de comprimento, estípulas subuladas com 5 a 10 mm de comprimento, cachos atingindo 6 a 20 cm, muitas flores, pedicelos com 10 a 15 mm de comprimento; brácteas com 8 a 15 mm de comprimento, cálix com 11 a 15 mm de comprimento, corola com 15 a 25 mm de comprimento, amarela, asas mais longas do que as quilhas, quilhas encurvadas no meio, ponta com 15 mm de comprimento, torcidos no ápice; fruto tipo glabra com 40 a 60 mm de comprimento; sementes acastanhadas com 4 a 6 mm de comprimento e florescimento no outono-inverno (PLANTNET, 2013).

Segundo Balasubramanian & Blaise (1993), a espécie apresenta crescimento rápido. A sua utilização como adubo verde proporciona a melhoria da fertilidade e aumento do teor de matéria orgânica do solo (SMESTAD et al., 2002; USDA, 2013), havendo com isso o aumento da produtividade de culturas agrícolas, como o milho, quando comparado com o pousio natural (SMESTAD et al., 2002). A adubação verde com *Crotalaria grahamiana* pode contribuir significativamente como uma fonte de biofertilizante no cultivo de batata, quando a quantidade utilizada é adequada (TANKOU et al. (2008).

### 2.4.4 *Cajanus cajan* (guandu)

*Cajanus cajan* (L.) Mill, ou “guandu”, é uma planta arbustiva anual, bianual ou semiperene, com altura podendo atingir até 4 m (BURLE et al., 2006). A espécie é originária da Índia, pertence à família Leguminosae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae e subtribo Cajanine, constituindo-se em uma importante cultura em diversos países dos trópicos e subtropicais, principalmente os países asiáticos e africanos, sendo cultivado para a produção de grãos para o consumo humano e alimentação animal em várias partes do mundo (AZEVEDO et al., 2007; ALCÂNTARA et al., 2000; RAO et al., 2003, BURLE et al., 2006).

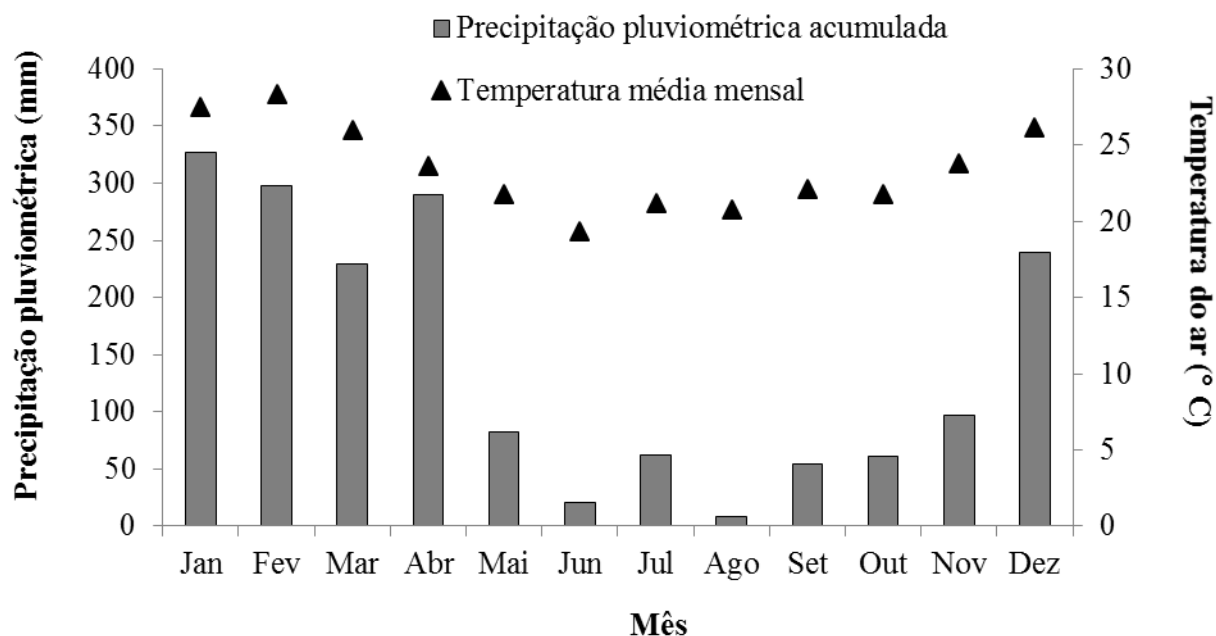
A espécie constitui-se em uma opção promissora como adubo verde, com resultados significativos, sendo a planta largamente utilizada para tal fim, pois além de possuir um sistema radicular profundo e ramificado, tornando-a capaz de resistir ao estresse hídrico e possibilitando-a romper camadas adensadas de solo, se destaca com relação à melhoria da fertilidade do solo pelo aporte de MS e N e ainda pela ciclagem de nutrientes (FERNANDES et al., 1999; ALCÂNTARA et al., 2000; RAO et al., 2003). O “guandu”, além de ser uma espécie fixadora de N atmosférico, adapta-se a diferentes condições ambientais, sendo muito usada como adubo verde, quebra-ventos, forragem, alimento humano, sendo bem conhecida por pequenos estabelecimentos rurais no Brasil, oferece diversas possibilidades para o seu uso, tornando-se, assim, adequada para ser utilizada em sistemas de produção com base agroecológica (ALVES et al., 2004).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Experimento I: Crescimento e Produção de Sementes de *Tephrosia vogelii* nas Condições da Baixada Fluminense

##### 3.1.1 Localização e características da área experimental

Um experimento foi conduzido em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, localizada em Seropédica, Baixada Fluminense – RJ. Este espaço, destinado à pesquisa, ao ensino e à socialização de conhecimentos relacionados à produção orgânica, foi criado em 1993 por meio de um convênio entre a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, a Embrapa Agrobiologia e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio) (ALMEIDA et al., 2003). Possui uma área de aproximadamente 70 ha, apresentando localização geográfica com latitude 22° 45' S e longitude 43° 41' W, com uma altitude de 33 m. O relevo local é levemente ondulado e o clima da região é quente e úmido, com inverno pouco pronunciado, incluindo-se na classificação de Köppen como do tipo Aw, apresentando chuvas concentradas entre os meses de novembro a março, com precipitação anual média de 1213 mm e temperatura média anual de 24,5°C (CARVALHO et al., 2006). Os dados mensais de precipitação pluviométrica e temperatura média do ar durante a condução do experimento encontram-se na Figura 1.



**Figura 1:** Variação mensal da taxa de precipitação pluviométrica e da temperatura média do ar, durante o período de crescimento de *Tephrosia vogelii* (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense (Fonte: Estação Agrometeorológica SIPA, UFRRJ/Embrapa Agrobiologia/Pesagro-Rio).

### 3.1.2 Análise e preparo do solo

O solo da área experimental, classificado como Planossolo Háplico, estava em pousio, havendo sido anteriormente cultivado com milho. Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo, nas camadas de 0 - 20 cm e 20 - 40 cm de profundidade, para se proceder à análise da fertilidade, conforme Nogueira & Souza (2005) (Tabela 1), e análise granulométrica por dispersão total (EMBRAPA, 1997) (Tabela 2), sendo a textura classificada como franco-argilosa. O solo foi preparado com aração seguida de duas gradagens e abertura de sulcos, utilizando para tanto trator agrícola modelo Massey Ferguson 275, arado de discos, grade niveladora e sulcador.

**Tabela 1:** Características químicas do solo da área experimental cultivada com *Tephrosia vogelii*, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade.

Características químicas do solo								
Profundidade	pH	Al <sup>+++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	P disponível	C	N
----(cm)----	(H <sub>2</sub> O)	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			-----mg dm <sup>-3</sup> -----		---g kg <sup>-1</sup> ---	
0 - 20	5,9	0,0	1,7	0,6	47,6	76,9	5,1	0,8
20 - 40	6,0	0,0	1,3	0,5	58,6	3,8	3,2	0,5

**Tabela 2:** Frações granulométricas do solo da área cultivada com *Tephrosia vogelii*, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade.

Frações granulométricas do solo			
Profundidade	Argila	Areia	Silte
---- (cm) ----	----- (g kg <sup>-1</sup> ) -----		
0 - 20	300	435	265
20 - 40	315	435	250

### 3.1.3 Semeadura

O experimento foi implantado em dezembro de 2009, para tanto foi separado um lote com sementes de *Tephrosia vogelii*, procedendo-se a escarificação em água quente com temperatura de aproximadamente 90 °C por 10 minutos para superação da dureza tegumentar. Após as sementes serem escarificadas e voltarem a temperatura ambiente, procedeu-se à sua inoculação com rizóbio estirpe SMF 597-2, recomendado para espécies do gênero *Tephrosia*.

Foi realizada semeadura, de maneira adensada, com posterior desbaste de plântulas, deixando um espaçamento final de 1,5 m entre linhas por 0,5 m entre plantas, totalizando 13333,33 plantas ha<sup>-1</sup>. Freire et al. (1967) sugerem para *Tephrosia vogelii* uma densidade populacional entre 30000 e 37000 plantas ha<sup>-1</sup>, para fins de colheita de suas folhas para produção comercial de rotenona. Martin & Cabanillas (1970) recomendam que a semeadura dessa espécie seja realizada de maneira adensada, de forma a fechar toda a área.

### 3.1.4 Tratos culturais

De acordo com os resultados da análise química do solo (Tabela 1), não foram realizadas adubações. Foram feitas capinas mecânicas, desde o primeiro mês após o plantio até o estabelecimento do estande de plantas de *Tephrosia vogelii* na área. Realizou-se o controle da lagarta da soja, através de catação manual e aplicação de produto comercial contendo *Bacillus thuringiensis*. Não foi realizada irrigação da área, sendo a água necessária para o desenvolvimento das plantas proveniente das precipitações pluviométricas (Figura 1).

### 3.1.5 Delineamento experimental

Foi adotado um delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições (parcelas), as avaliações foram realizadas com intervalos mensais sucessivos ao longo do ano de 2010, aproximadamente aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após a semeadura (DAS), totalizando 12 épocas de amostragem (subparcelas). As parcelas foram compostas por 5 linhas de *Tephrosia vogelii*, com comprimento de 25 m. Em cada amostragem foram avaliadas quatro plantas das linhas centrais de cada parcela, para a obtenção da média.

### 3.1.6 Avaliações

Foram avaliadas as seguintes características: altura das plantas, diâmetro do caule, número de folhas e número de ramificações. A altura das plantas foi medida com trena, desde a superfície do solo até as brotações superiores. O diâmetro basal do caule foi determinado com auxílio de um paquímetro. O número total de folhas e o número de ramificações caulinares foi obtido através de contagem.

Em seguida, foi realizada a amostragem da planta de maneira integral e destrutiva, através do corte da sua parte aérea, com auxílio de facão e tesoura de poda. Coletou-se as raízes, com uso de pá reta e enxadão, a uma profundidade de 20 cm aproximadamente. O material proveniente de cada amostragem foi levado para laboratório e separado em folha, caule e raízes. As folhas passaram por um integrador de área foliar, modelo LI-COR 3100, para a determinação da área foliar. Os nódulos foram destacados das raízes, após lavagem, contados, acondicionados em sacos de papel e levados à estufa de circulação de ar forçado, com temperatura de 65 °C, até alcançar matéria seca constante (MS). As raízes foram lavadas, cortadas e colocadas em proveta graduada contendo água, para obtenção do volume através do método do deslocamento de coluna d'água. Caules, folhas e raízes foram levados à balança analítica para obtenção da matéria fresca (MF), e posteriormente acondicionados em sacos de papel e levados à estufa de circulação de ar forçado, com temperatura de 65°C, até a obtenção de MS. A partir dos dados de MF e MS de folha e de caule e da densidade populacional de plantas por unidade de área, calculou-se a produtividade de MF e MS de folha, de caule e da parte aérea.

Após o processo de secagem, o material de folha e de caule foi processado em moinho de facas tipo Wiley. Amostras foram separadas e levadas ao laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia, para a determinação do teor de nitrogênio total (N) pelo método de digestão semi-macro Kjeldahl (ALVES et al., 1999). Foi realizada a determinação da quantidade acumulada de N na parte aérea.

A partir dos 210 DAS procedeu-se a coleta de flores e vagens das plantas, que foram quantificadas e levadas à balança analítica para obtenção da sua MF.

Aos 270 DAS, foram coletadas sementes de *Tephrosia vogelii*, oriundas das vagens maduras e desidratadas naturalmente. Procedeu-se a quantificação de sementes, por vagem, levando-as em seguida à balança analítica para a obtenção da massa de 1000 sementes. A partir dos valores de número de vagens por planta, número de sementes por vagem e massa de 1000 sementes estimou-se a quantidade e a produção de sementes por planta. Com os valores de produção de sementes por planta e com a densidade populacional de plantas utilizada neste estudo estimou-se a produtividade de sementes.

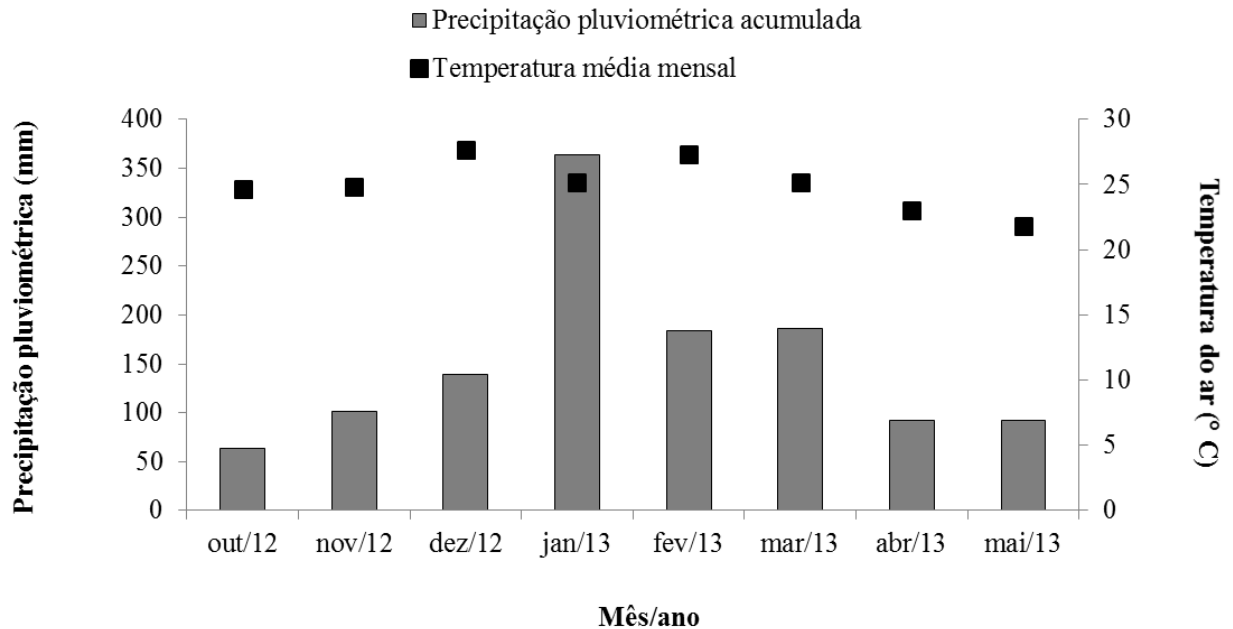
### **3.1.7 Análise estatística**

As análises estatísticas foram realizadas com utilização do programa estatístico SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2008), constando da análise de variância (ANOVA), seguida da escolha do modelo que melhor representasse o ajuste das curvas, e aplicação de teste F aos coeficientes da equação, a 5% de probabilidade. A escolha do modelo que melhor representasse a distribuição dos dados baseou-se no comportamento biológico, significância ( $p \leq 0,005$ ) e no coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

## **3.2 Experimento II: Desempenho Agrônomico de Leguminosas Arbustivas para Adubação Verde nas Condições da Baixada Fluminense**

### **3.2.1 Localização e características da área experimental**

Um experimento foi conduzido durante período compreendido entre outubro de 2012 a maio de 2013, em área do Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, nas condições edafoclimáticas de Seropédica - RJ, município localizado na latitude 22°48'00''S e longitude 43°41'00''W, com altitude de 33 m. O clima da região, classificado como Aw segundo Köppen, se caracteriza por apresentar chuvas concentradas entre os meses de novembro a março, com precipitação anual média de 1213 mm e temperatura média anual de 24,5°C (CARVALHO et al., 2006). A variação dos dados climáticos relativos à precipitação pluviométrica e a temperatura média do ar, durante o período em que o experimento ficou em campo, estão expressos na Figura 2.



**Figura 2:** Variação mensal da taxa de precipitação pluviométrica e da temperatura média do ar (outubro de 2012 a maio de 2013), durante a condução do experimento com as espécies leguminosas arbustivas. (Fonte: INMET Estação Automática de Seropédica / RJ, Km 47).

### 3.2.2 Análise e preparo do solo

O solo da área experimental, do tipo Planossolo háplico, anteriormente havia sido cultivado com milho e estava em pousio há aproximadamente 12 meses. Realizou-se coleta de amostras compostas de solo, para a análise química de fertilidade, conforme Nogueira & Souza (2005), cujos resultados encontram-se apresentados na Tabela 3. De acordo com esses resultados não foi realizada a correção e nem a adubação do solo, haja vista que os valores, notadamente na camada de 0-20 cm de profundidade, não revelaram níveis de deficiência (PORTZ et al., 2013), considerando a rusticidade das espécies analisadas.

O solo foi preparado com uso de trator da marca Massey Ferguson, modelo 275, realizando-se uma aração seguida de duas gradagens e abertura de sulcos espaçados em 1 m entre eles.



**Tabela 3:** Características químicas do solo da área experimental cultivada com as espécies de leguminosas arbustivas, a partir de coleta realizadas nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade.

Características químicas do solo							
Profundidade ------(cm)-----	pH (H <sub>2</sub> O)	Al <sup>+++</sup> -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	Ca <sup>++</sup> -----dm <sup>-3</sup> -----	Mg <sup>++</sup> -----dm <sup>-3</sup> -----	K <sup>+</sup> -----mg dm <sup>-3</sup> -----	P disponível -----dm <sup>-3</sup> -----	C orgânico -----g kg <sup>-1</sup> -----
0-20	5,92	0,02	2,06	0,96	59,00	15,30	7,4
20-40	5,70	0,00	2,05	0,92	46,50	8,34	7,2

### 3.2.3 Semeadura

Foram separados lotes com sementes das quatro espécies leguminosas arbustivas: *Tephrosia sinapou*, *Tephrosia vogelii*, *Crotalaria grahamiana* e *Cajanus cajan* (cultivar Fava Larga). No dia 23 de outubro de 2012 procedeu-se a escarificação das sementes das duas espécies do gênero *Tephrosia* com água quente a 90 °C, por 10 minutos, com vistas à superação da dureza tegumentar. A semeadura foi realizada o mesmo dia. Sementes das quatro espécies foram distribuídas em sulcos abertos no solo, com uso de alta densidade.

### 3.2.4 Tratos culturais

Após a semeadura, foi realizada irrigação por aspersão, para possibilitar o estabelecimento do estande das leguminosas, nos primeiros 30 dias após a semeadura (DAS). Durante este período realizou-se o desbaste de plântulas, mantendo-se um espaçamento entre plantas de 0,5 m e uma densidade populacional final de 20000 plantas ha<sup>-1</sup>. A irrigação foi suspensa por volta dos 45 DAS.

Foi realizado o controle das plantas espontâneas nas entrelinhas das leguminosas com uso de enxada, na fase inicial de crescimento até os 90 DAS, após isso não se realizou o controle até a coleta do experimento, por volta dos 210 DAS.

O controle de formigas, em parcelas com as espécies *C. grahamiana* e *Cajanus cajan*, deu-se com uso de isca formicida comercial, até os 120 DAS. Foi realizada catação manual e esmagamento de lagartas da espécie *Anticarsia gemmatilis* nas folhas de *Tephrosia vogelii*, até os 90 DAS. Controlou-se o fungo *Fusarium solani* em plantas de *T. sinapou*, entre os 90 e 120 DAS, com a aplicação do agente de controle biológico *Trichoderma*, a partir de produto comercial.

### 3.2.5 Delineamento experimental

Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos, que constaram das espécies de leguminosas arbustivas, com quatro repetições totalizando 16 parcelas experimentais. Cada parcela continha 5 linhas com 5 m de comprimento, numa área de 25 m<sup>2</sup> e densidade populacional de 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Entre as parcelas deixou-se espaçamento de 1 m, e entre os blocos 2 m.

### **3.2.6 Avaliações**

Realizou-se, mensalmente, até a data da coleta do material aéreo das plantas das espécies leguminosas (aos 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 DAS), as avaliações acerca de altura das plantas, com uso de trena, e diâmetro da base caulinar, com uso de paquímetro.

A avaliação de matéria fresca (MF) e matéria seca (MS) de parte aérea foi realizada por ocasião dos 210 DAS, período de pleno florescimento das espécies, quando foi realizado corte rente ao solo de 8 plantas das linhas centrais de cada parcela, com uso de facão e tesoura de poda. O material vegetal, proveniente desse corte, foi levado para galpão, separado em folha e caule e levado à balança analítica para aferição da produção de MF. Em seguida foram separadas subamostras com 250 g de MF de folha e 250 g de caule, que foram acondicionadas em sacos de papel identificados e levados à estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C, até obtenção da MS constante.

A MS resultante foi processada em moinho de facas tipo Wiley e levada para o laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia para análise do teor de N, de acordo com o método de digestão semi-macro Kjeldahl, enquanto os teores de Cálcio, Magnésio, Potássio e Fósforo foram determinados a partir de digestão nitroperclórica (NOGUEIRA & SOUZA, 2005). De acordo com os valores de produção de MS de parte aérea e dos teores de nutrientes nos tecidos vegetais, foram calculadas as quantidades acumuladas de nutrientes na parte aérea das leguminosas.

Por ocasião da coleta da MF aérea das espécies leguminosas, aos 210 DAS, foi realizada a coleta da serrapilheira depositada sobre o solo, proveniente da queda das folhas. Para tanto foi utilizado o método do quadrado inventário, aplicado por quadro metálico com área interna de 0,25 m<sup>2</sup>, sistematicamente distribuído no centro das entrelinhas, dentro de cada parcela experimental. Em seguida realizou-se o acondicionamento desse material em sacos de papel, pesagem para determinar a MF, levando em seguida para estufa de circulação de ar forçado com temperatura de 65°C, até obtenção da MS constante.

Também, por volta dos 210 DAS das leguminosas foi realizada uma amostragem das espécies de plantas representantes da vegetação espontânea. Para tanto, o procedimento foi conduzido utilizando o mesmo método do quadrado inventário empregado na coleta da serrapilheira. Foi efetuada a identificação dessas plantas espontâneas e verificado o número de indivíduos de cada espécie, visando com isso caracterizar quais espécies compunham a comunidade dentro de uma área delimitada, visando obter o levantamento fitossociológico. Em seguida o material coletado foi colocado em sacos de papel e levado para estufa de circulação de ar forçado com temperatura de 65°C, até a obtenção da MS do somatório das plantas espontâneas dentro de cada parcela.

### **3.2.7 Análise estatística**

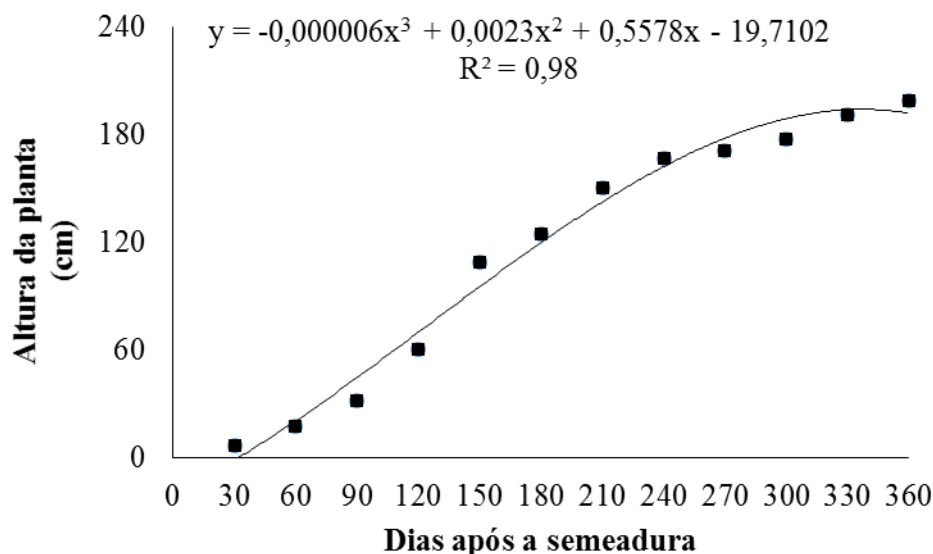
As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2008), através de análise de variância (ANOVA), seguido da escolha do modelo com melhor ajuste nas curvas (altura e diâmetro caulinar) e comparação das médias dos tratamentos pelo teste Tukey no nível de 5% de probabilidade para os demais parâmetros avaliados. Os dados foram apresentados sob a forma de gráficos de dispersão, histogramas e tabelas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Crescimento e Produção de Sementes da Leguminosa Arbustiva *Tephrosia vogelii* nas Condições da Baixada Fluminense

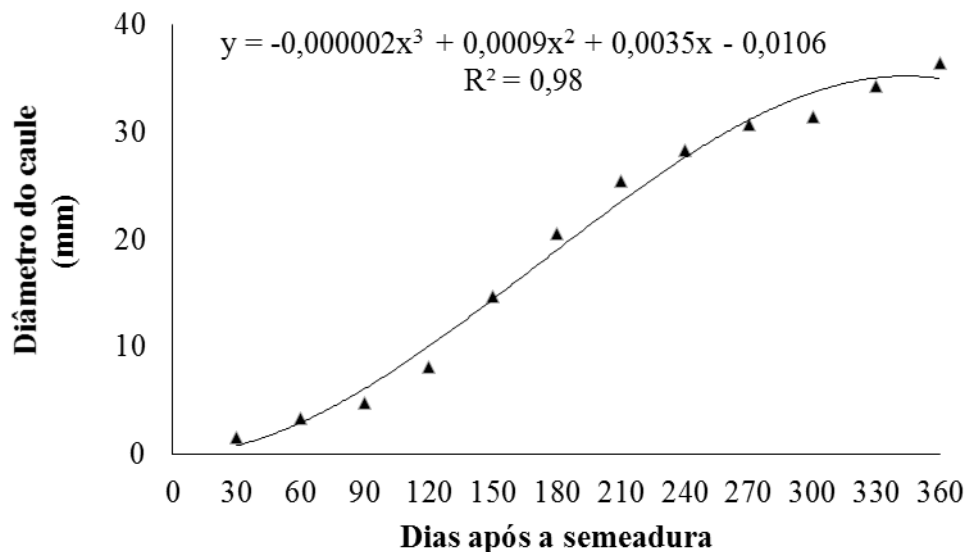
As plantas de *Tephrosia vogelii* necessitaram de cuidados especiais quanto à: realização de capinas nos primeiros 120 DAS; controle de formigas cortadeiras da espécie *Atta sexdens rubropilosa* Forel; lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis* Hueb, que causou o desfolhamento das folhas mais jovens e tenras.

Os valores observados da altura das plantas de *Tephrosia* foram de 151 cm, aos 210 DAS, período de pleno florescimento, e de 199 cm, aos 360 DAS, por ocasião da última avaliação (Figura 3). No Quênia, Rutunga et al. (1999) observaram valores de altura em plantas de *Tephrosia vogelii* da ordem de 138 cm, aos 180 DAS.



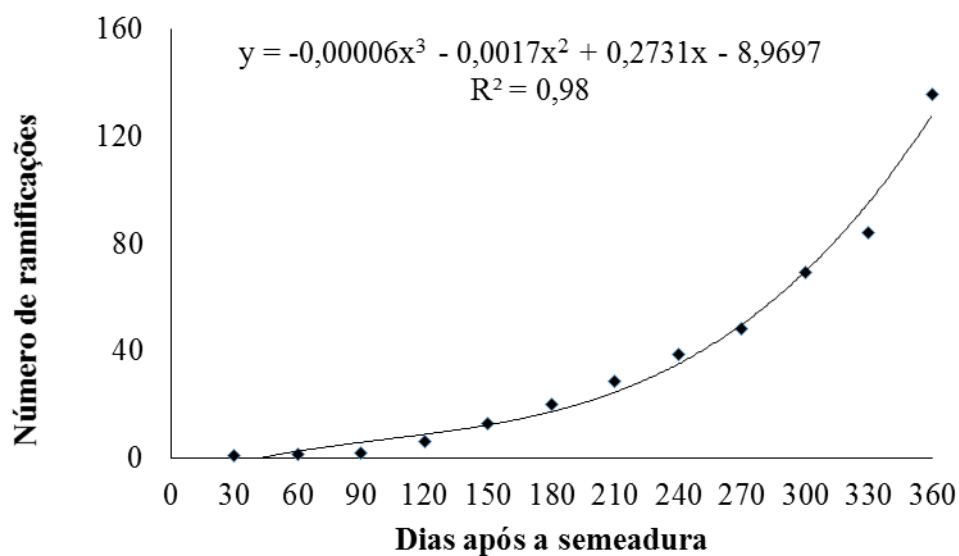
**Figura 3:** Altura da planta de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

Quanto ao diâmetro da base do caule, foi observado um valor de 25 mm, aos 210 DAS, e no final do experimento, aos 360 DAS, o valor obtido foi da ordem de 36 mm (Figura 4). Salmi et al. (2013), observaram em *Flemingia macrophylla*, outra espécie leguminosa, valores médios do diâmetro do caule de 18 mm, aos 360 DAS, nas condições edafoclimáticas de Seropédica – RJ.



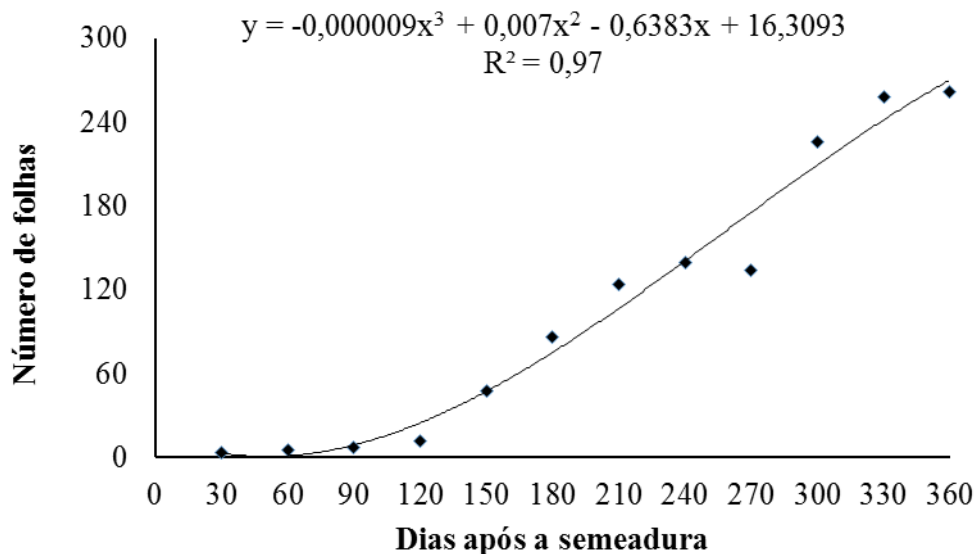
**Figura 4:** Diâmetro do caule da planta *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

Na variável número de ramificações caulinares, foram observadas em plantas de *Tephrosia vogelii*, 28 ramificações aos 210 DAS, e 136 ramificações aos 360 DAS (Figura 5). Salmi et al. (2013), em Seropédica –RJ, observaram em plantas de *Flemingia macrophylla*, valores de 23 e 25 ramificações, aos 210 e 360 DAS respectivamente. Já Salmi (2003) observou um valor de 83 ramos secundários, em plantas de *Cajanus cajan* variedade IAC Fava Larga, em Seropédica, aos 170 DAS.



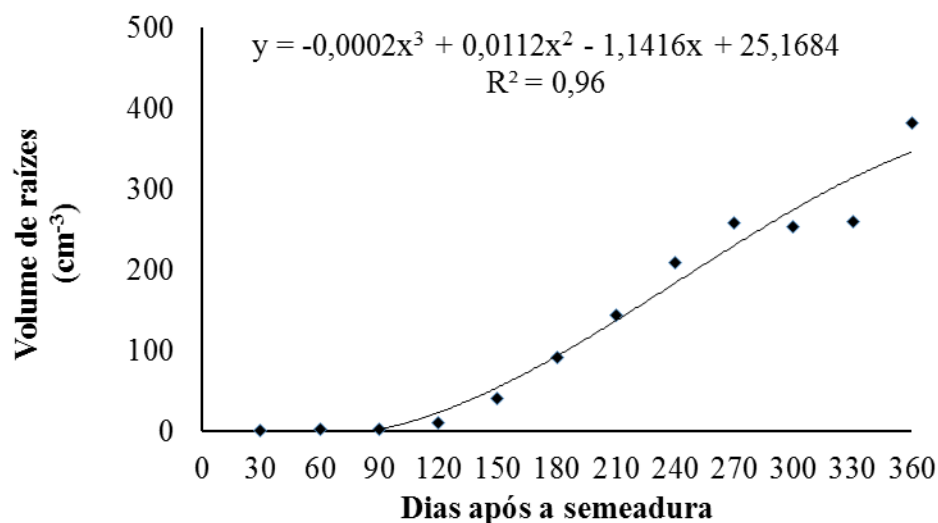
**Figura 5:** Número de ramificações caulinares em *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

Os valores obtidos referentes ao número de folhas foram de 124, aos 210 DAS, e de 262, aos 360 DAS (Figura 6). Foi observado período de déficit hídrico, dos 180 até os 270 DAS, culminando com a queda de folhas, havendo em seguida reinício das precipitações pluviométricas na região (Figura 1). Esse fato também foi observado por Salmi et al. (2013) em *Flemingia macrophylla*, nas condições edafoclimáticas de Seropédica - RJ, com a redução do número de folhas durante período de déficit hídrico.



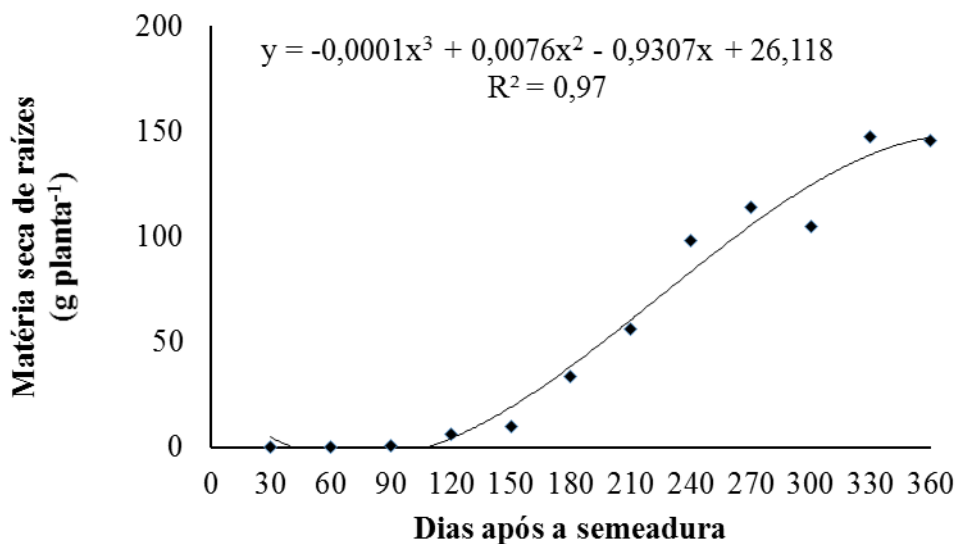
**Figura 6:** Número de folhas em *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

Os resultados relativos ao volume de raízes encontram-se na Figuras 7. Foram observados volumes de  $143 \text{ cm}^3$ , aos 210 DAS, e  $382 \text{ cm}^3$ , aos 360 DAS. Devido à metodologia adotada para a coleta das raízes, onde foi amostrada uma quantidade de raízes somente até a profundidade de 20 cm, é possível que as medições obtidas estejam subestimando os valores reais desta variável.



**Figura 7:** Volume de raízes em planta de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

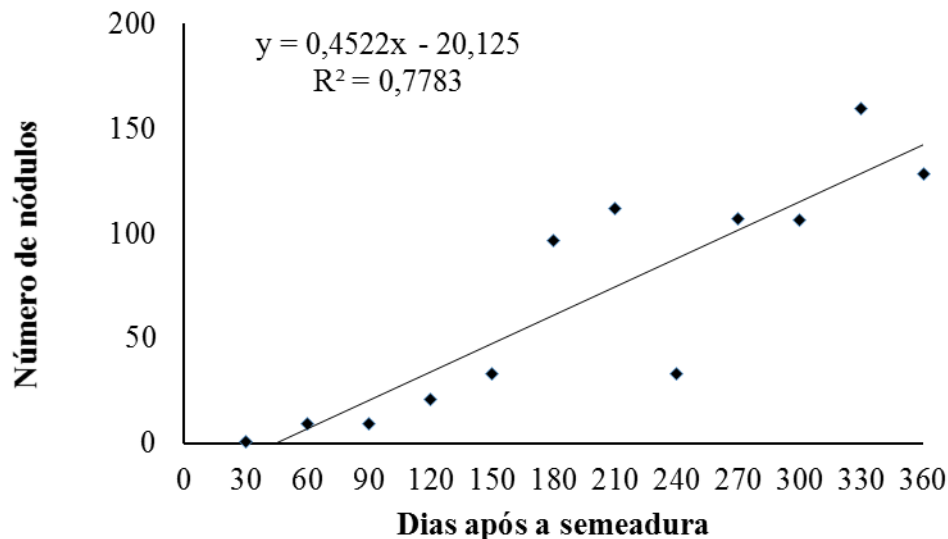
Observou-se valores de MS de raízes (Figura 8) de 56 g planta<sup>-1</sup>, aos 210 DAS, e de 146 g planta<sup>-1</sup>, aos 360 DAS.



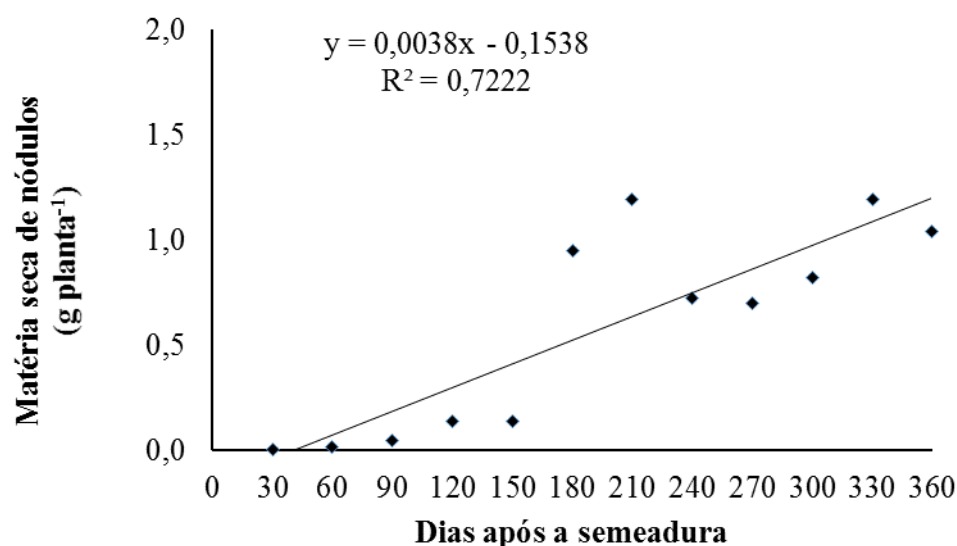
**Figura 8:** Produção de matéria seca (MS) de raízes de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

O número de nódulos e MS de nódulos estão apresentados nas Figuras 9 e 10. Observou-se valor de 112 nódulos planta<sup>-1</sup>, aos 210 DAS, e valor de 129 nódulos planta<sup>-1</sup>, aos 210 DAS (Figura 9). Na variável MS de nódulos foram obtidos valores de 1,2 g planta<sup>-1</sup>, aos 210 DAS, e 1 g planta<sup>-1</sup>, aos 360 DAS (Figura (10)). Observa-se menores valores aos 240 DAS, durante período de déficit hídrico na região (Figura 1), o que provavelmente influenciou a nodulação nas raízes de *Tephrosia vogelii* por ocasião desta avaliação.

Sabe-se que algumas características edafoclimáticas influenciam diretamente a FBN (ESPINDOLA et al., 1997), como o déficit hídrico, o que compromete o desenvolvimento dos nódulos e o processo de FBN (RIBEIRO JÚNIOR & RAMOS, 2006). Coelho & Nascimento (1999) avaliando a nodulação de caupi, sob efeito de déficit hídrico, observaram que houve redução no número total de nódulos, entre 31,2 e 52,1 %, e redução da MS dos nódulos entre 62 e 70 %, quando comparados aos valores obtidos na condição em que a quantidade de água no solo era de 100% da capacidade de campo.

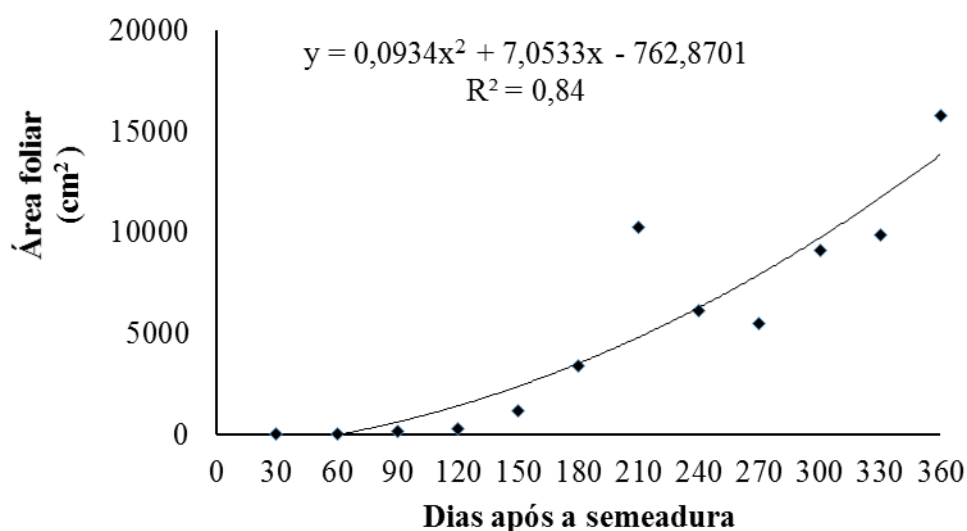


**Figura 9:** Número de nódulos de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.



**Figura 10:** Produção de matéria seca (MS) de nódulos de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

Os resultados de área foliar, apresentados na Figura 11, demonstraram que esta variável foi influenciada pelas características climáticas da época do ano. Foram observados valores de 10296 cm<sup>2</sup> de folha por planta, aos 210 DAS, e valores de 15811 cm<sup>2</sup> de folha por planta, aos 360 DAS.

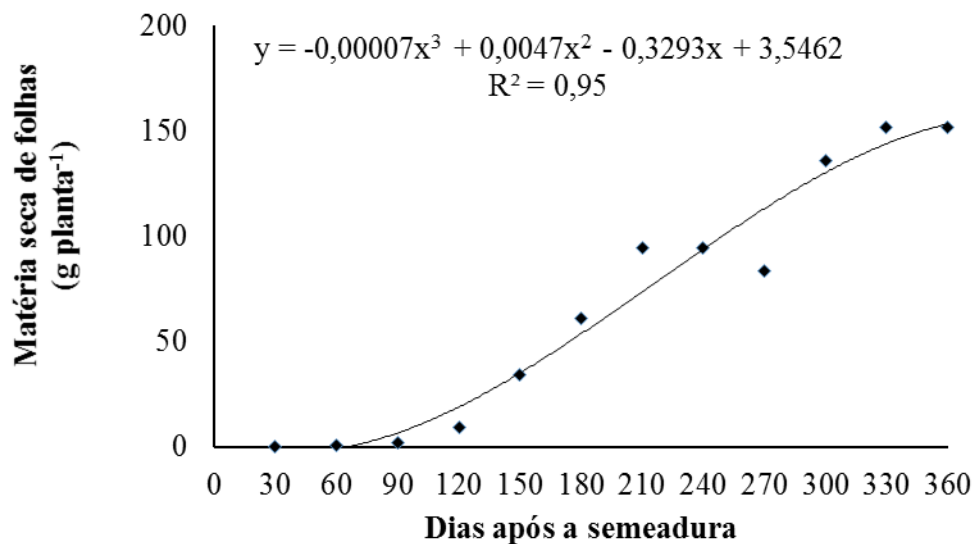


**Figura 11:** Área foliar de planta de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.



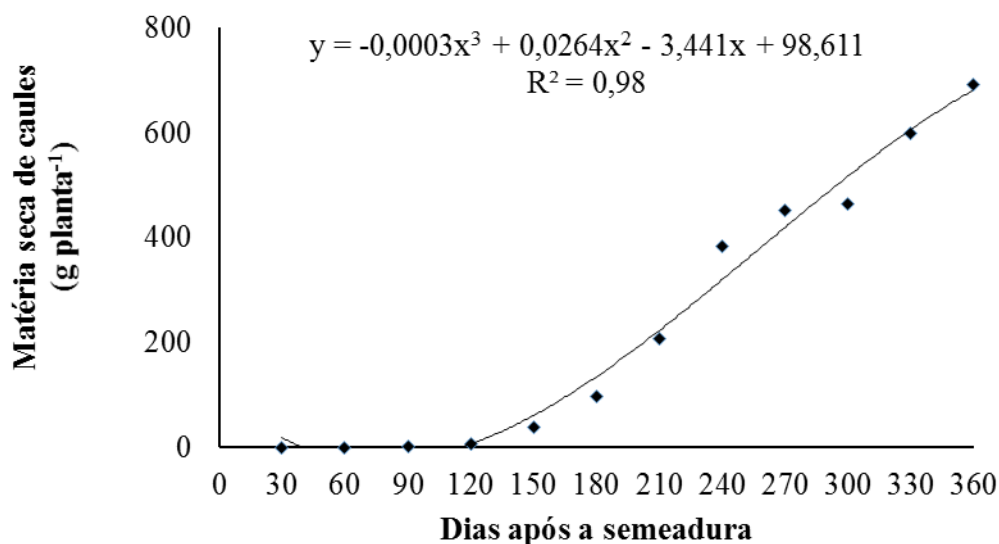
Os resultados obtidos para MS de folhas estão representados na Figura 12. Na variável MS de folhas observou-se valores de 95 g de MS planta<sup>-1</sup>, aos 210 DAS, e de aproximadamente 153 g de MS planta<sup>-1</sup>, aos 360 DAS.

Um fato observado nas variáveis área foliar e MS de folhas foi um ponto de sela ao 270 DAS (Figuras 11 e 12), em decorrência da senescência e queda das folhas causadas pelo estresse sofrido pelas plantas de *Tephrosia vogelii*, durante período de déficit hídrico ocorrido na região, nesta época do ano (Figura 1).



**Figura 12:** Produção mensal de matéria seca (MS) de folhas de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

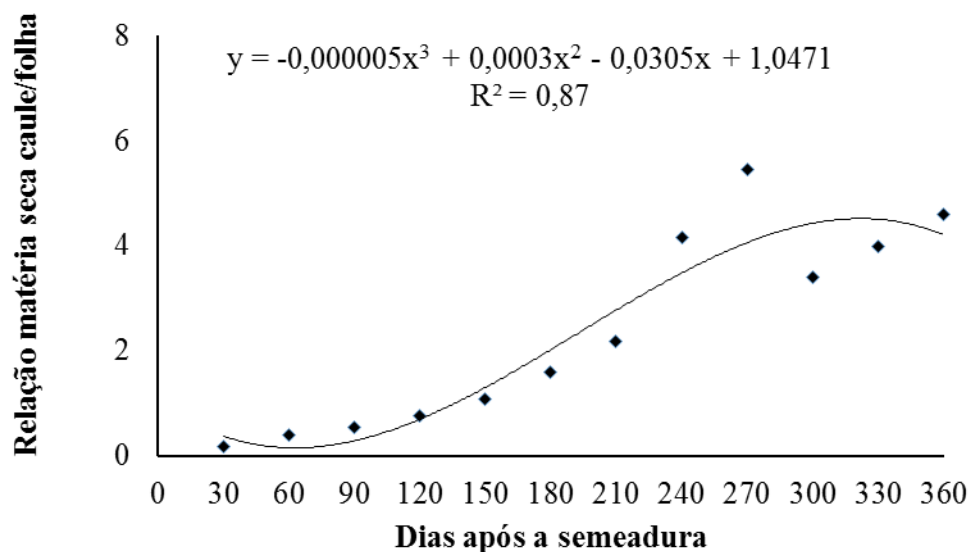
Na variável MS de caules observou-se valores de 208 g de MS planta<sup>-1</sup>, aos 210 DAS, e de 693 g de MS planta<sup>-1</sup>, aos 360 DAS (Figura 13).



**Figura 13:** Produção mensal de matéria seca de caules de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

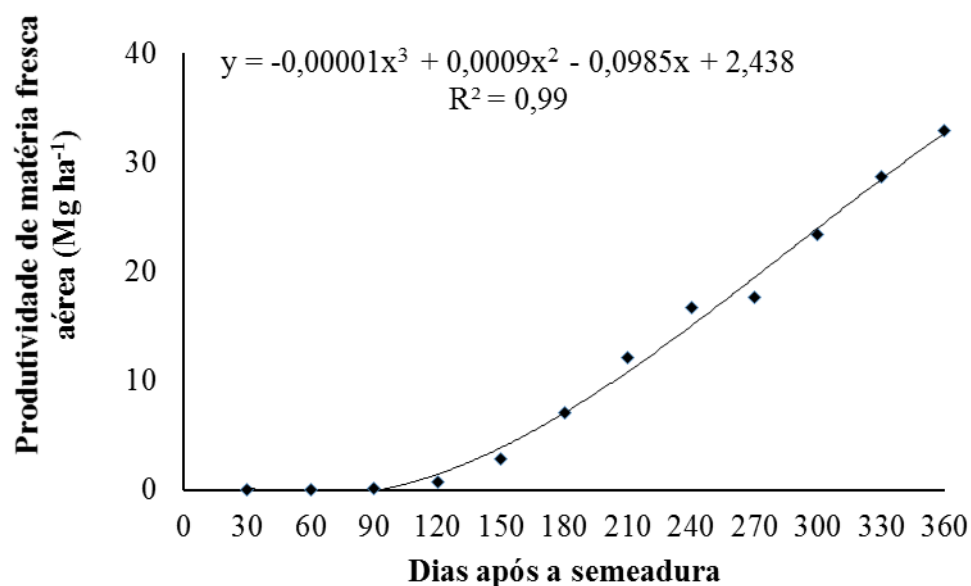
O valor observado do somatório da MS de todas as regiões funcionais da planta (folhas, caules e raízes), foi de 990 g planta<sup>-1</sup> aos 360 DAS, o que representa um aumento de 45 vezes em relação ao valor observado aos 120 DAS, que foi de 21 g planta<sup>-1</sup>.

Os valores da relação da MS de caule/folha encontram-se na Figura 14. Observou-se uma relação 2,2 aos 210 DAS, e relação 4,6 aos 360 DAS. Conforme Lameira et al. (2009) a relação caule/folha reflete a capacidade da planta de investir e armazenar fotoassimilados, em função da sua idade, ou seja, quanto menor a relação, maior é a quantidade de órgãos de seu aparelho fotossintético, na forma de folhas.



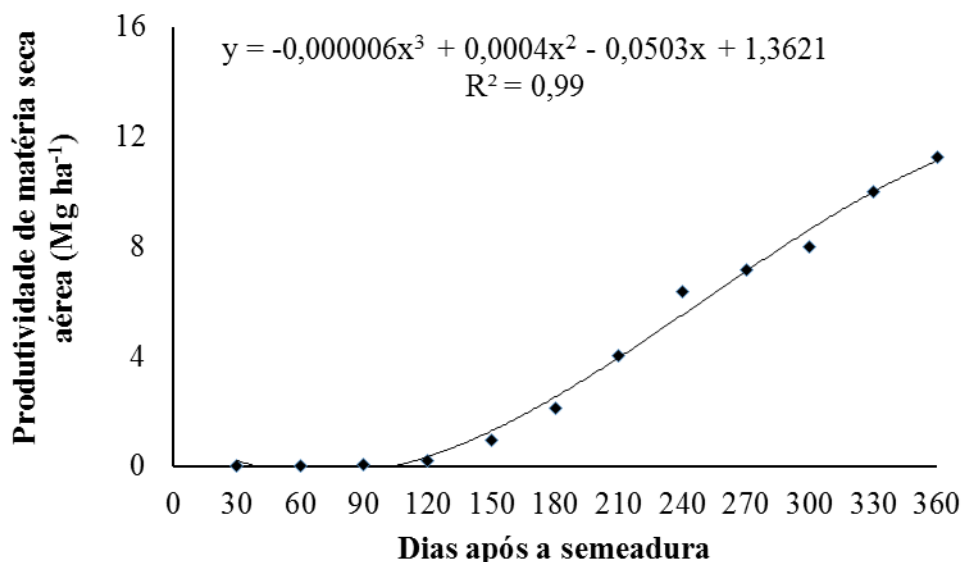
**Figura 14:** Relação caule/folha relativa à produção de matéria seca mensal de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

Os valores da produtividade de MF acumulada na parte aérea de *Tephrosia vogelii* encontram-se representados na Figura 15. Foram observados de aproximadamente 12 Mg ha<sup>-1</sup>, aos 210 DAS, e 33 Mg ha<sup>-1</sup>, por ocasião da última avaliação, aos 360 DAS.



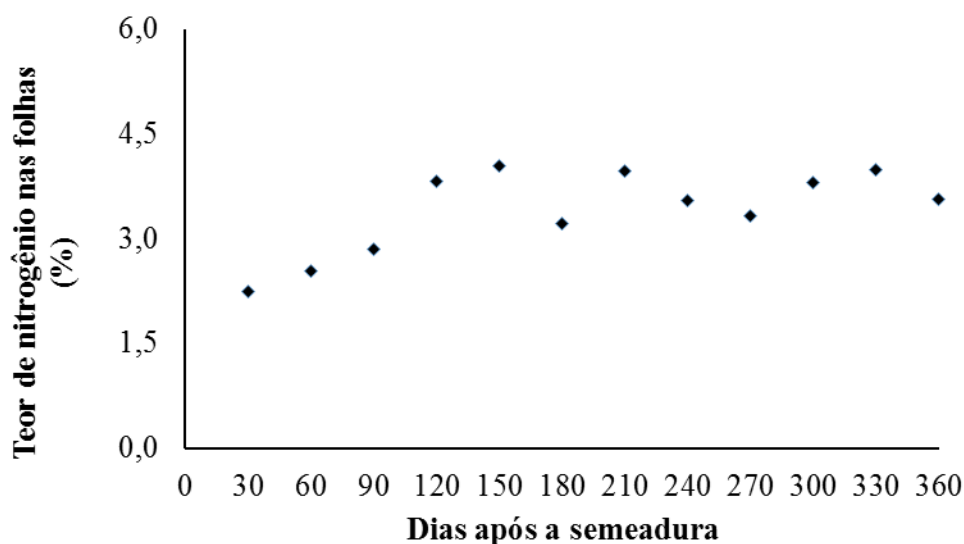
**Figura 15:** Produtividade mensal de matéria fresca da parte aérea de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

Os valores de produtividade de MS na parte aérea de plantas de *Tephrosia vogelii* encontram-se na Figura 16. Foram observadas as produtividades de 4 Mg ha<sup>-1</sup> de MS, aos 210 DAS, e de 11,3 Mg ha<sup>-1</sup> de MS, aos 360 DAS. Rutunga et al. (2008), no Quênia, obtiveram 5,9 Mg ha<sup>-1</sup> de MS aérea em *Tephrosia vogelii*, aos 180 dias após o plantio. Drechsel et al. (1996), que obtiveram valores variando entre 6,8 a 8 Mg ha<sup>-1</sup> de MS aérea em *Tephrosia vogelii*, em períodos de 1 a 2 anos de idade das plantas. Mkangwa et al. (2007) observaram valores variando de 4,5 a 7,25 Mg ha<sup>-1</sup> de MS na parte aérea de *Tephrosia vogelii*, aos 660 DAS. Devido ao elevado potencial de produtividade de MS de *Tephrosia vogelii*, Snapp et al. (1998) consideram esta espécie leguminosa promissora para consórcios ou rotações de culturas, visando o manejo de nutrientes em pequenas unidades de produção.



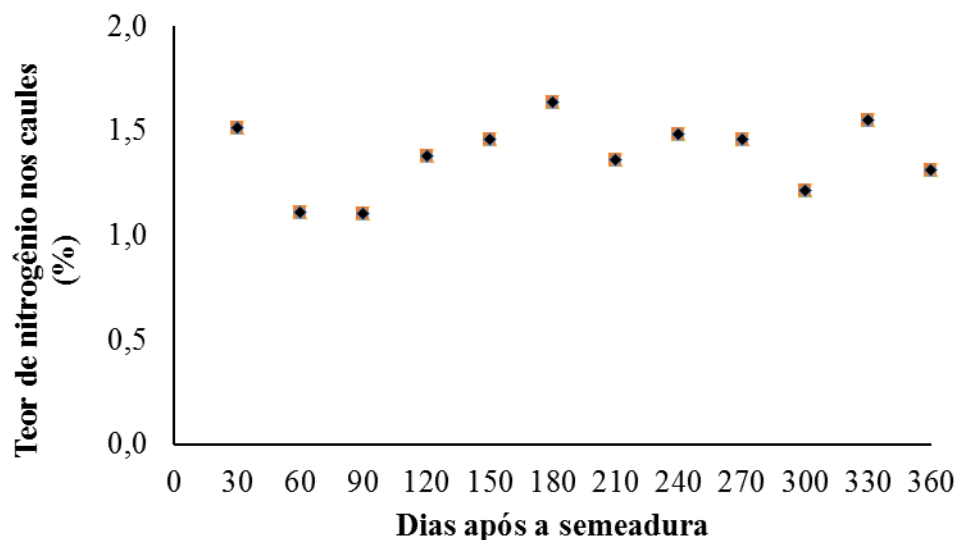
**Figura 16:** Produtividade de matéria seca de parte aérea de *Tephrosia vogelii*, durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

Os resultados com os teores de N nas folhas de *Tephrosia vogelii* encontram-se na Figura 17. Observou-se que durante o período de pleno florescimento das plantas, os 210 DAS, o teor foi de 4 %, e que por ocasião da última avaliação realizada, aos 360 DAS, o teor foi de 3,6 %. Mafongoya et al. (2003) observaram teor de N variando entre 2,6 % e 3,3 % em folhas de *Tephrosia vogelii*, por volta dos 540 DAS.



**Figura 17:** Teores de N observados mensalmente nas folhas de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

Foi observado um valor do teor de N nos caules de 1,4 %, aos 210 DAS, e por ocasião da última coleta realizada, aos 360 DAS, o teor foi de 1,3 % (Figura 18).



**Figura 18:** Teores de N observados mensalmente nos caules de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

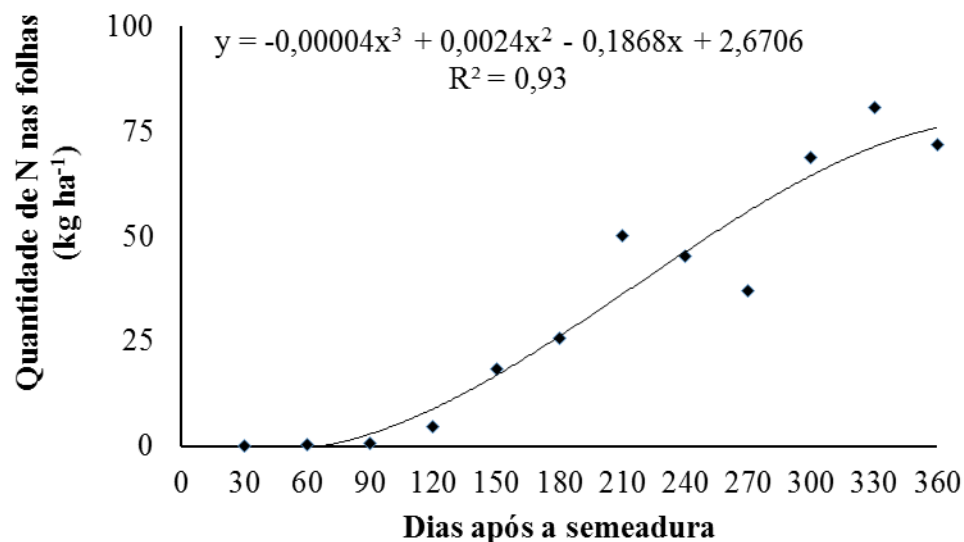
Os resultados observados relativos a quantidade de N acumulado nas folhas, N acumulado nos caules e N acumulado em toda a parte aérea da planta encontram-se representados nas Figuras 19, 20 e 21, respectivamente.

*Tephrosia vogelii* acumulou 38 kg de N ha<sup>-1</sup> em seus caules e 50 kg de N ha<sup>-1</sup> em suas folhas, aos 210 DAS (Figuras 19 e 20). Aos 360 DAS os valores encontrados foram de 72 kg de N ha<sup>-1</sup> em suas folhas, e 121 kg de N ha<sup>-1</sup> em seus caules. No somatório da parte aérea da planta (folha e caule) os valores acumulados foram de aproximadamente 90 kg de N ha<sup>-1</sup> aos 210 DAS, período de pleno florescimento, 201 kg de N ha<sup>-1</sup> aos 330 DAS, ocasião onde foi observada a maior quantidade acumulada deste nutriente durante o período de avaliação, e 193 kg de N ha<sup>-1</sup> aos 360 DAS (Figura 21).

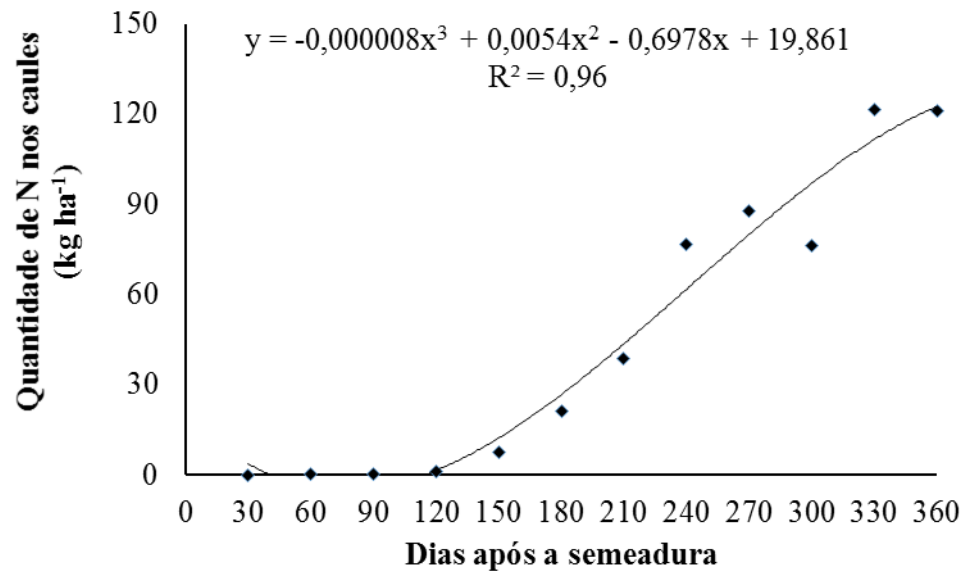
Mkangwa et al. (2007), na Tanzânia, obtiveram em plantas de *Tephrosia vogelii* um valor de aproximadamente 134 kg N ha<sup>-1</sup> na parte aérea (folhas, ramos e serrapilheira). Rutunga et al. (2008) observaram valor de 176 kg N ha<sup>-1</sup>, em plantas de *Tephrosia vogelii*, aos 180 dias após o plantio.

Devido a capacidade que apresenta de acumular altos níveis de N e K, a espécie *Tephrosia vogelii* é uma substituta satisfatória para o pousio natural (RUTUNGA et al., 1999), e possui potencial para suprir a deficiência de N do solo através da adição de MS, bem como para contribuir para elevar o pH e o Carbono orgânico do solo (MUNTHALI et al., 2014).

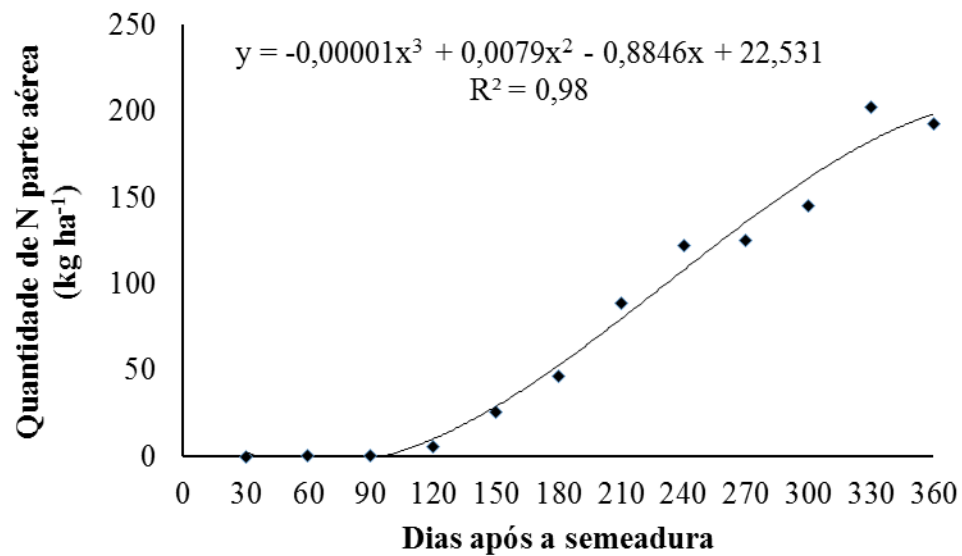
Em decorrência da senescência e queda de folhas de *Tephrosia vogelii*, devido período de déficit hídrico na região (Figura 1), houve conseqüente redução dos valores de N acumulado nas folhas por ocasião da coleta realizada aos 270 DAS (Figura 19). De acordo com Leal (2006), a redução dos valores de N está relacionada principalmente com perda de folhas, que é onde se encontra a maior quantidade deste nutriente.



**Figura 19:** Quantidade de nitrogênio acumulado nas folhas de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.



**Figura 20:** Quantidade de nitrogênio acumulado nos caules de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.



**Figura 21:** Quantidade de nitrogênio acumulado na parte aérea de *Tephrosia vogelii* durante a condução do experimento (janeiro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

As plantas de *Tephrosia vogelii* iniciaram o seu florescimento por volta dos 180 DAS, período bem próximo ao relatado por Rutunga et al. (1999), no Quênia, que observaram o início do florescimento por volta dos 165 dias após transplântio de *Tephrosia vogelii* para o campo.

Os valores acerca do número e MF de flores e vagens encontram-se na Tabela 4. Por volta dos 330 DAS foram observadas 23 flores e 115 vagens planta<sup>-1</sup>, e 224 g MF de vagens planta<sup>-1</sup>.

**Tabela 4:** Número e produção mensal de matéria fresca de flores e vagens de *Tephrosia vogelii*, dos 210 aos 360 dias após a semeadura (julho a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

Dias após a semeadura	Flores -----Número por planta-----	Vagens	MF flores -----g planta <sup>-1</sup> -----	MF vagens
210	6	3	3	21
240	25	33	10	82
270	9	70	3	171
300	22	61	11	137
330	23	115	11	224
360	39	76	15	141

Foram feitas observações acerca da produção de sementes de *Tephrosia vogelii*, que se iniciou a partir dos 270 DAS (Tabela 5). Aos 330 DAS observou-se 8 sementes vagem<sup>-1</sup>, 980 sementes planta<sup>-1</sup>, 64 g de MF por 1000 sementes, 64 g de MF de sementes planta<sup>-1</sup>, o que, levando em consideração a densidade populacional de 13.333 planta ha<sup>-1</sup>, permitiu estimar uma produtividade de 854 kg ha<sup>-1</sup> de massa de sementes.

De acordo com Martin & Cabanilas (1970), entre os fatores que causam o baixo valor de produtividade de sementes em *Tephrosia vogelii*, estão o abortamento de pólen, devido a sua fragilidade e inviabilidade morfofisiológica, contribuindo para levar a uma esterilidade parcial, que somado a falta de insetos polinizadores faz com que tenha pequena quantidade de sementes nas suas vagens.

**Tabela 5:** Número de sementes por vagem e por planta, massa de 1000 sementes, produção de sementes por planta e produtividade de sementes de *Tephrosia vogelii*, dos 270 aos 360 dias após a semeadura (setembro a dezembro de 2010), nas condições da Baixada Fluminense.

Dias após semeadura	Sementes vagem <sup>-1</sup> ----- (Número) -----	Sementes planta <sup>-1</sup>	Massa 1000 sementes --(g)--	Produção sementes --(g planta <sup>-1</sup> )--	Produtividade sementes --(kg ha <sup>-1</sup> )--
270	9	628	57	36	479
300	9	529	56	30	397
330	8	980	64	64	854
360	10	734	59	44	583



## 4.2 Desempenho Agronômico de Leguminosas Arbustivas para Adubação Verde nas Condições da Baixada Fluminense

Durante o crescimento inicial das leguminosas, verificou-se que formigas cortadeiras da espécie *Atta sexdens rubropilosa* (saúva) atacaram plantas de *Tephrosia vogelii*, *Tephrosia sinapou* e *Cajanus cajan*, ao longo dos primeiros 60 DAS, e *Crotalaria grahamiana*, até os 90 DAS.

Nas parcelas com a espécie *Tephrosia vogelii*, durante os primeiros 60 DAS, verificou-se a incidência de lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*), que causou o desfolhamento das plantas. Foi feita catação manual e esmagamento das lagartas para o controle.

Nas parcelas com a espécie *Crotalaria grahamiana*, a partir dos 90 DAS até a coleta do experimento, aos 270 DAS, verificou-se a ocorrência da lagarta *Utetheisa ornatrix*, que segundo Tella (1955) é considerada a principal praga das Crotalarias.

Nas parcelas com *Tephrosia sinapou*, entre os 60 DAS e os 120 DAS, verificou-se a incidência do fungo de solo *Fusarium solani*, que causou amarelecimento, perda de folhas, murcha e secamento do caule, resultando na morte de algumas plantas desta espécie, por esta ocasião. A incidência deste patógeno provavelmente foi potencializada pela alta umidade no solo, em decorrência das altas precipitações atmosféricas, e elevadas temperaturas do ar, ocorridas principalmente durante os meses de janeiro e fevereiro de 2013 (Figura 2).

Foi realizada a observação da ocorrência de espécies representantes da vegetação espontânea nas parcelas com cada leguminosa, e feita identificação de cada uma de acordo com Lorenzi (2000a) e Lorenzi (2000b). *Cyperus rotundus* L. foi a espécie que apresentou a maior quantidade de indivíduos, em todas as parcelas com leguminosas, principalmente nas parcelas com a espécie *Tephrosia vogelii* (Tabela 6). De acordo com Brighenti & Oliveira (2011) *Cyperus rotundus* L. é uma espécie de planta de metabolismo C4, que possui maior habilidade em retirar do meio os fatores necessários ao seu crescimento e desenvolvimento, sendo com isso mais eficiente na utilização do CO<sub>2</sub> atmosférico, conseguindo maior taxa de crescimento por unidade de tempo, maior eficiência em produzir matéria seca com utilização de menores quantidades de água e um melhor aproveitamento da energia luminosa. Foram identificadas 18 espécies de vegetação espontânea presentes na área com as leguminosas, e verificou-se que a maior quantidade de espécies e a maior quantidade total de indivíduos ocorreram nas parcelas da leguminosa *Tephrosia vogelii*.

**Tabela 6:** Quantidade de indivíduos representantes das espécies da vegetação espontânea presentes nas áreas com diferentes leguminosas arbustivas, aos 210 dias após semeadura (maio de 2013), cultivadas nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie vegetação espontânea	<i>Tephrosia</i> <i>sinapou</i>	<i>Tephrosia</i> <i>vogelii</i>	<i>Crotalaria.</i> <i>grahamiana</i>	<i>Cajanus</i> <i>cajan</i>
<i>Cyperus rotundus</i> L.	154	215	131	88
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	7	22	4	8
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	2	3	0	2
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	1	12	2	2
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	9	23	8	5
<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	23	34	15	12
<i>Mollugo verticillata</i> L.	2	2	0	1
<i>Spergula arvensis</i> L.	1	4	1	2
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC	4	19	6	8
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0	1	0	0
<i>Commelina benghalensis</i> L.	1	6	6	3
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	0	7	6	1
<i>Eragrostis ciliares</i> (L.) R. Br.	0	4	1	0
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc.	0	2	1	1
<i>Sida rhombifolia</i> L.	0	0	1	0
<i>Eupatorium laevigatum</i> Lam.	0	1	0	0
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	0	1	0	0
<i>Cleome affinis</i> DC.	0	1	0	0
Quantidade total de indivíduos	204	357	182	133
Quantidade de espécies espontâneas	10	17	12	12

Foi realizado o cálculo da densidade relativa total das espécies espontâneas nas parcelas com as leguminosas (Tabela 7), que de acordo com Balduino et al. (2005) é o parâmetro que mais contribui para se saber a importância de uma determinada espécie vegetal em uma determinada área. Observou-se os maiores valores neste parâmetro para a espécie *Cyperus rotundus* L., com valores acima de 60, nas parcelas de todas as leguminosas. O desenvolvimento das espécies espontâneas foi influenciado pela redução da radiação solar incidente, fator interligado a arquitetura do dossel das espécies leguminosas, e também pelo fato das plântulas oriundas das sementes da vegetação espontânea terem dificuldade em germinar e romper a camada de serrapilheira, depositada pelas leguminosas sobre o solo.

**Tabela 7:** Densidade relativa total das espécies da vegetação espontânea presentes nas áreas com diferentes leguminosas arbustivas, aos 210 dias após semeadura (maio de 2013), cultivadas nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie vegetação espontânea	<i>Tephrosia</i> . <i>sinapou</i>	<i>Tephrosia</i> <i>vogelii</i>	<i>Crotalaria</i> <i>grahamiana</i>	<i>Cajanus</i> <i>cajan</i>
<i>Cyperus rotundus</i> L.	75,9	60,2	72,0	66,2
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	3,4	6,2	2,2	6,0
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	1,0	0,8	0,0	1,5
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	0,5	3,4	1,1	1,5
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	4,4	6,4	4,4	3,8
<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	11,3	9,5	8,2	9,0
<i>Mollugo verticillata</i> L.	1,0	0,6	0,0	1,1
<i>Spergula arvensis</i> L.	0,5	1,1	0,5	1,5
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC	2,0	5,3	3,3	6,0
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Commelina benghalensis</i> L.	0,5	1,7	3,3	1,9
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	0,0	2,0	3,3	0,8
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R. Br.	0,0	1,1	0,5	0,0
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc.	0,0	0,6	0,5	0,8
<i>Sida rhombifolia</i> L.	0,0	0,0	0,5	0,0
<i>Eupatorium laevigatum</i> Lam.	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Cleome affinis</i> DC.	0,0	0,3	0,0	0,0
	100,0	100,0	100,0	100,0

Verificou-se maior produtividade de MS de plantas da vegetação espontânea nas parcelas com *Tephrosia vogelii*, com 1,3 Mg ha<sup>-1</sup> (Tabela 8). Esse fato, provavelmente, foi proporcionado pela arquitetura do dossel das plantas dessa espécie leguminosa, que facilitou a passagem da radiação solar, principalmente na sua parte inferior, fechando pouco a área abaixo do dossel, e com isso propiciou um maior desenvolvimento e uma maior quantidade de plantas representantes da vegetação espontânea nas entrelinhas de *Tephrosia vogelii* (Tabela 6). De acordo com Majerowicz & Peres (2004), em muitas espécies vegetais a presença de luz estimula a germinação de sementes, aumentando a germinabilidade e a velocidade de germinação, e tais sementes são denominadas fotoblásticas positivas. Mafongoya et al. (2003), no Zâmbia, obteve valores de produtividade de MS de plantas da vegetação espontânea, em parcelas com *Tephrosia vogelii*, variando entre 1,5 a 4,9 Mg ha<sup>-1</sup>, aos 540 dias após o estabelecimento desta leguminosa no campo.

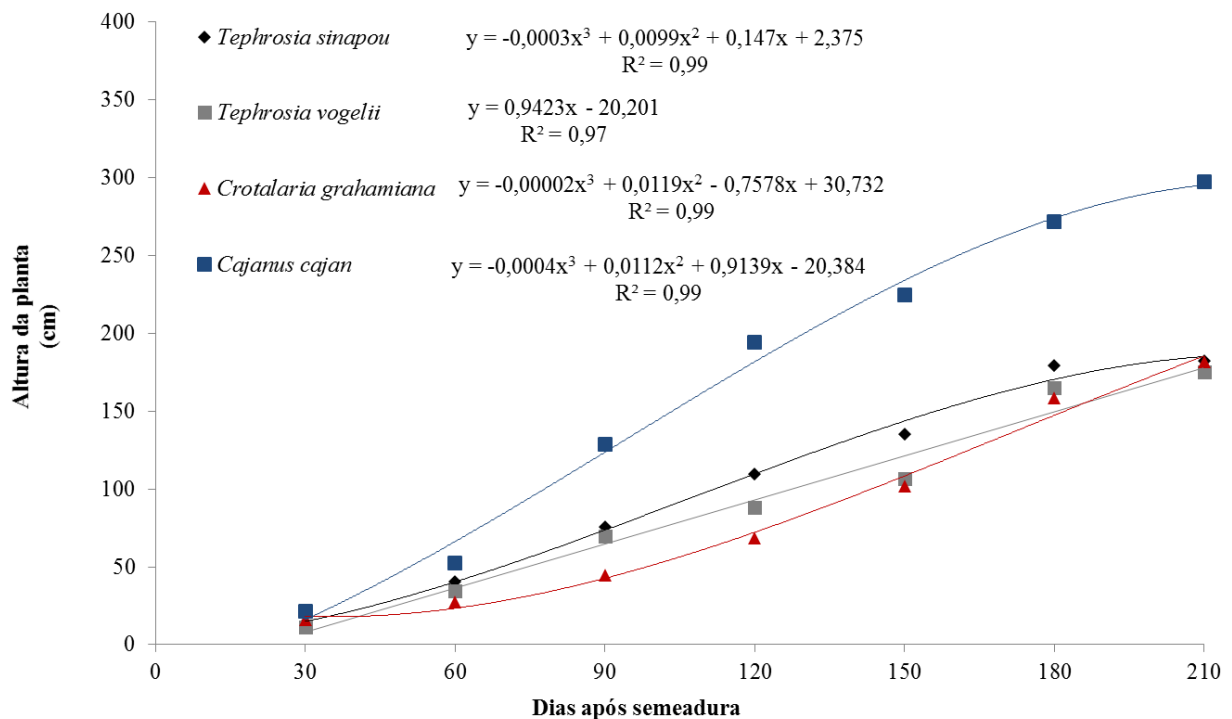
**Tabela 8:** Produtividade de matéria seca (MS) de parte aérea de espécies representantes da vegetação espontânea presentes nas áreas com diferentes leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 dias após semeadura (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie leguminosa	MS espécies espontâneas (Mg ha <sup>-1</sup> )
<i>Tephrosia sinapou</i>	0,19 b
<i>Tephrosia vogelii</i>	1,30 a
<i>Crotalaria grahamiana</i>	0,27 b
<i>Cajanus cajan</i>	0,27 b
CV (%)	50,40

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey no nível de 5% de probabilidade.

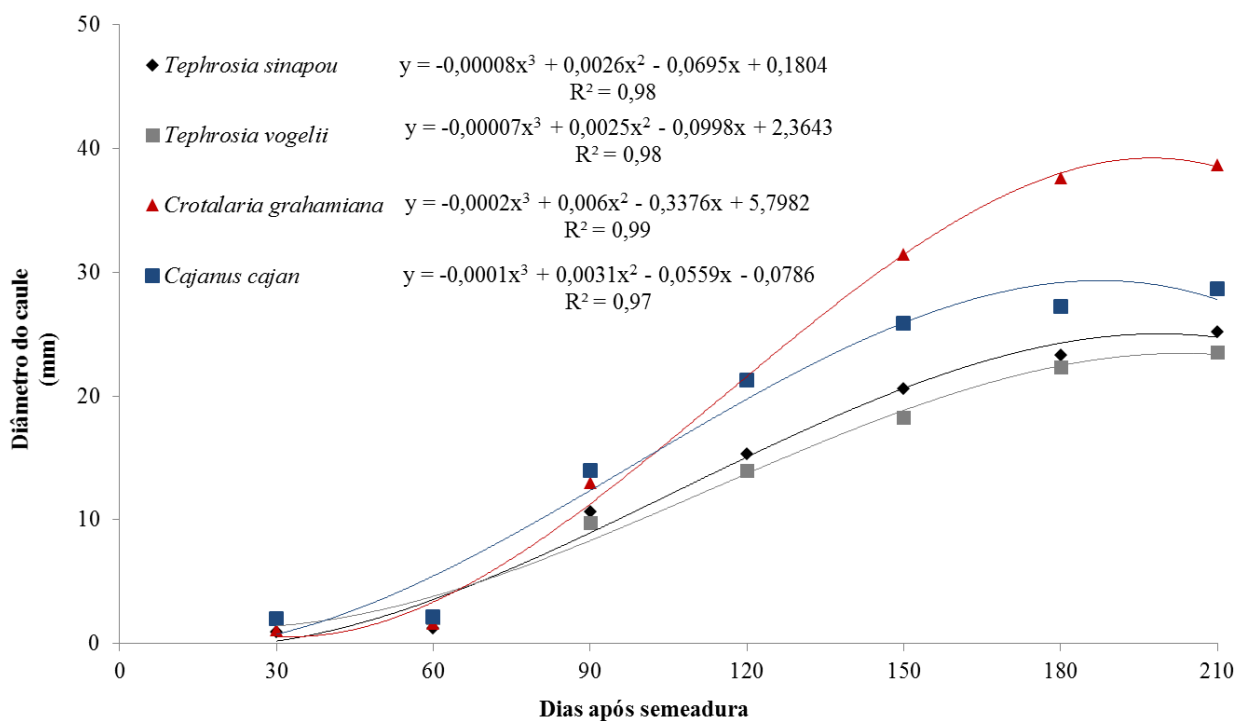
Verificou-se que o processo de florescimento das espécies leguminosas teve início por volta dos 180 DAS, sendo que *Tephrosia sinapou* foi a primeira a florescer. Salmi (2004) observou que o início do florescimento em genótipos de *Cajanus cajan*, ocorreu por volta dos 116 dias, em média. Já Fernandes et al. (1999) observaram que foram necessários 146 dias para que 50 % das flores de *Cajanus cajan* estivessem floridas.

Os valores em altura da planta das espécies leguminosas encontram-se na Figura 22. Verificou-se que aos 210 DAS a altura média encontrada para ambas as espécies foi de 180 cm, à exceção de *Cajanus cajan*, que apresentou maiores valores dentro desse parâmetro, com aproximadamente 300 cm de altura. Salmi (2004) obteve valores variando de 305 a 320 cm de altura, em diferentes genótipos de *Cajanus cajan*, aos 170 DAS, na região de Seropédica - RJ. Rutunga et al. (1999), observaram valores em altura para *Tephrosia vogelii*, de aproximadamente 140 cm, aos 180 DAS, no Quênia. ORWA et al. (2009), observaram que *Tephrosia vogelii* pode crescer entre 200 a 300 cm de altura, em um período de aproximadamente 210 dias após o plantio.



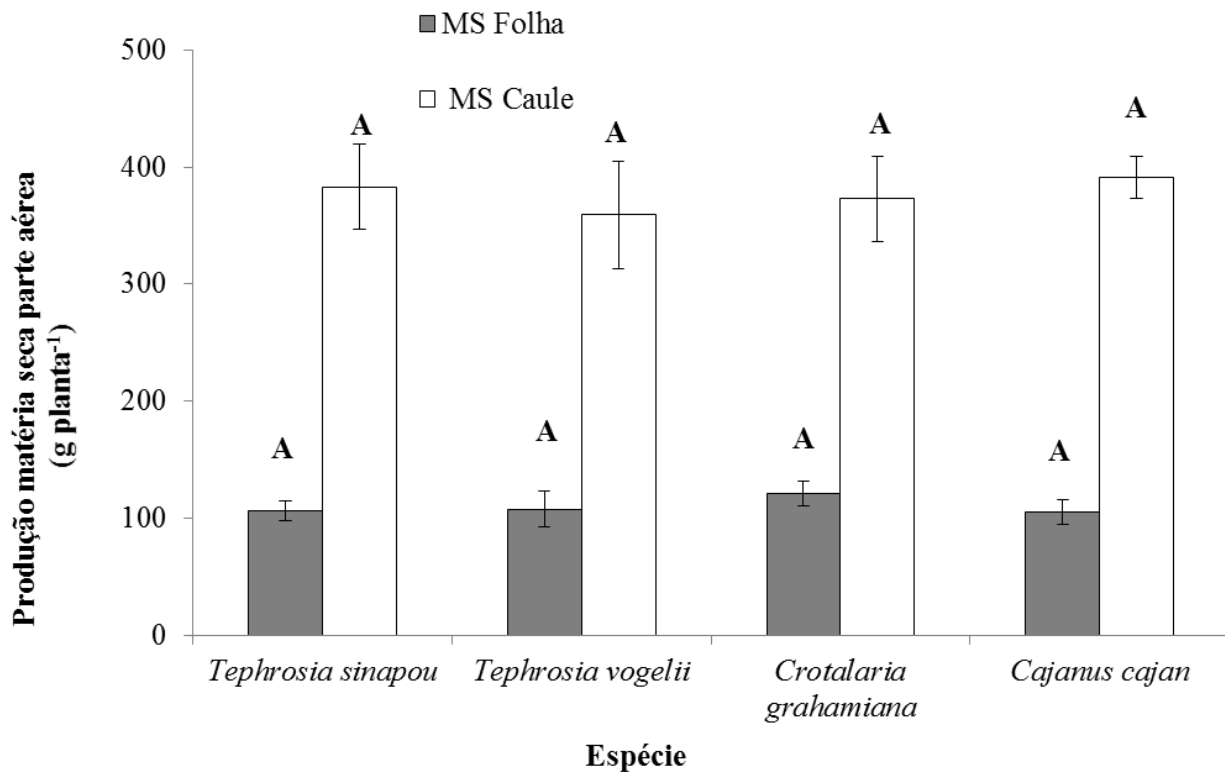
**Figura 22:** Altura de plantas das espécies de leguminosas arbustivas medidas mensalmente durante os 210 dias de condução do experimento (outubro de 2012 a maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.

Os valores observados para o diâmetro da base caulinar das leguminosas, aos 210 DAS, ficaram abaixo de 28 mm, à exceção do observado na espécie *Crotalaria grahamiana*, que apresentou um diâmetro de 40 mm, isto se deve em consequência do acúmulo de grande quantidade de tecido suberizado na região do coleto basal de seu caule, que resultou num diâmetro maior do que o das demais espécies avaliadas (Figura 23). Fernandes et al. (1999), em Lagarto - SE, estudando diferentes densidades populacionais de espécies leguminosas, observaram valores do diâmetro caulinar de *Cajanus cajan* variando entre 10 e 30 mm, aos 146 dias após o plantio.



**Figura 23:** Diâmetro da base caulinar das espécies de leguminosas arbustivas medidas mensalmente durante os 210 dias de condução do experimento (outubro de 2012 a maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.

A produção de MS dos órgãos da parte aérea das plantas (folhas e caules) são apresentados na Figura 24. Observa-se que não houve diferença significativa entre as espécies com relação a essas duas variáveis. Em média as plantas das quatro espécies apresentaram um valor por volta de 110 g de MS de folhas e de 376 g de MS de caules, aos 210 DAS.



**Figura 24:** Produção de matéria seca (MS) nos órgãos da parte aérea das plantas de cada espécie leguminosa arbustiva aos 210 DAS (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense. Barras com letras iguais, entre espécies para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade. Linhas verticais indicam o erro padrão das médias.

Os valores da relação de matéria seca de caule/folha apontam que nesta variável que não houve diferença entre as espécies (Tabela 9). Pinto et al. (1994), afirmam que, das variações de matéria seca das frações caule e folha resultam as diferenças entre as plantas quanto a essa relação, que é de grande importância do ponto de vista nutritivo e do manejo das espécies vegetais cultivadas. Esses valores variam de acordo com a idade das plantas e pelas influências edafoclimáticas. Fisiologicamente, com o avanço do desenvolvimento da planta, a fração folha diminui progressivamente, à medida que se intensifica o processo de alongamento do caule, por maior aporte de fotoassimilados nas partes reprodutivas, do que no crescimento vegetativo, resultando no aumento gradativo da relação caule/folha.

**Tabela 9:** Relação caule/folha tendo como base a produção de matéria seca de leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 DAS (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie	Relação caule/folha
<i>Tephrosia sinapou</i>	3,66 a
<i>Tephrosia vogelii</i>	3,38 a
<i>Crotalaria grahamiana</i>	3,12 a
<i>Cajanus cajan</i>	3,90 a
CV (%)	12,11

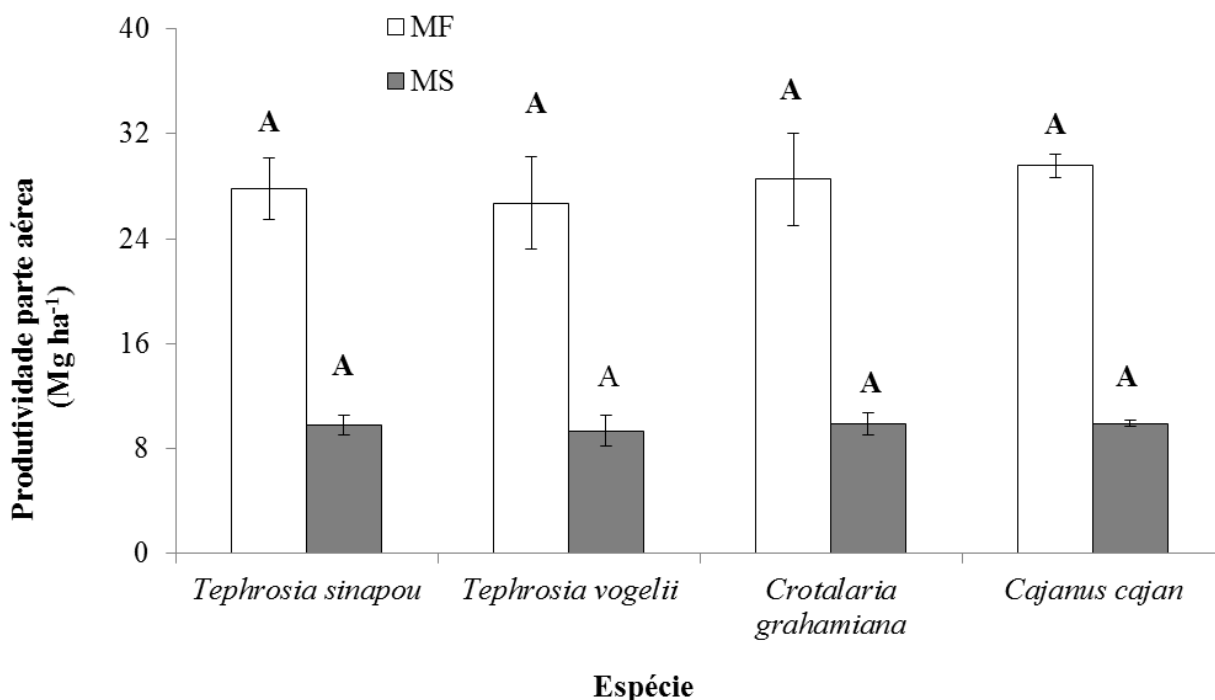
Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

Quanto a produtividade da MF e da MS da parte aérea, as leguminosas apresentaram em média valores os valores de 28 Mg ha<sup>-1</sup> de MF e 9,7 Mg ha<sup>-1</sup> de MS (Figura 25), aos 210 DAS, levando em consideração o arranjo espacial utilizado com uma densidade populacional de 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>. De acordo com Carvalho & Amabile (2006) quando o objetivo é a produção de plantas para adubação verde e cobertura do solo, o uso de uma densidade populacional mais elevada é recomendado.

Moreira et al. (2003), obtiveram com *Cajanus cajan*, produtividade média de 20 Mg ha<sup>-1</sup> de MF e 8 Mg ha<sup>-1</sup> de MS, em cortes realizados a uma altura de 0,8 m acima do nível do solo, aos 160 DAS. Salmi (2004), observou produtividades em *Cajanus cajan* de 18,3 Mg ha<sup>-1</sup> de MF e 6 Mg ha<sup>-1</sup> de MS, de material proveniente de poda efetuada na planta a uma altura de 1 m acima do nível do solo, aos 170 DAS. Já Rayol & Alvino-Rayol (2012), obtiveram produtividades em *Cajanus cajan* de 16,1 Mg ha<sup>-1</sup> de MF e 11,5 Mg ha<sup>-1</sup> de MS, aos 90 DAS. Fernandes et al. (1999) obtiveram valores de produtividade em *Cajanus cajan* variando ente 6,5 a 9,5 Mg ha<sup>-1</sup> de MS, em diferentes densidades de plantio, aos 146 DAS. Alves et al. (2004) observaram em *Cajanus cajan*, cultivado em faixas, valores de produtividade da sua parte aérea da ordem de 11 Mg ha<sup>-1</sup> de MS.

Orwa et al. (2009), observaram valores de produtividade da parte aérea da espécie *Tephrosia vogelii* variando entre 27 e 50 Mg ha<sup>-1</sup> de MF, aos 150 DAS. Mafongoya et al. (2003), em ensaios com *Tephrosia vogelii* no oeste do Zâmbia, verificaram valores de produtividade variando entre 4,1 a 11,2 Mg ha<sup>-1</sup> de MS total, aos 540 DAS.



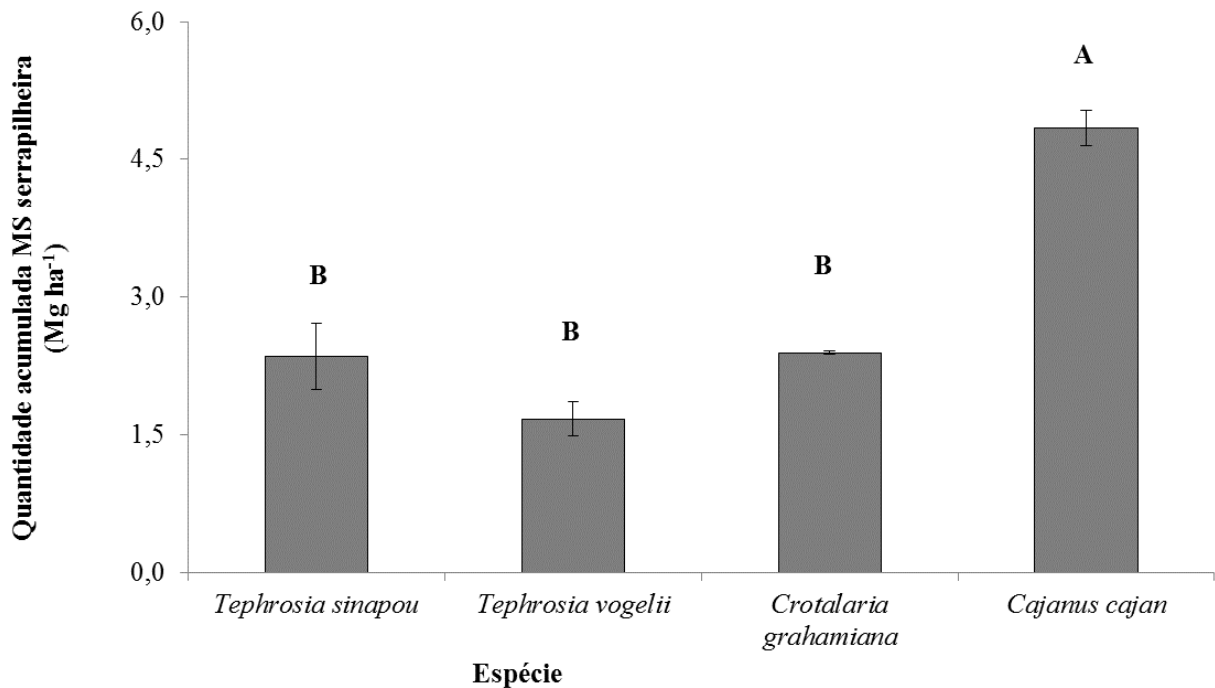


**Figura 25:** Produtividade de matéria fresca (MF) e matéria seca (MS) da parte aérea (folha e caule) de espécies leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 DAS (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense. Barras com letras iguais, entre espécies para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade. Linhas verticais indicam o erro padrão das médias.

Os valores de quantidade acumulada de MS de serrapilheira foram maiores nas parcelas da espécie *Cajanus cajan*, com 4,8 Mg ha<sup>-1</sup>, do que nas parcelas com as demais espécies (Figura 26). Moreira et al. (2003) avaliando o ciclo de crescimento de plantas de *Cajanus cajan*, notaram intensa queda de folhas desta espécie, embora não tenham quantificado a MS da serrapilheira depositada sobre o solo. *Tephrosia vogelii* foi a espécie leguminosa que apresentou a menor deposição de MS de serrapilheira, com 1,67 Mg ha<sup>-1</sup> de MS, lembrando também que esta espécie foi a que apresentou a maior quantidade de MS acumulada pelas plantas da vegetação espontânea (Tabela 8). No Zâmbia, Mafongoya et al. (2003), observaram em *Tephrosia vogelii* valores de MS de serrapilheira variando entre 1,4 até 3,2 Mg ha<sup>-1</sup>, aos 540 DAS. Na Tanzânia, Mkwangwa et al. (2007) obtiveram em *Tephrosia vogelii* valores de produtividade de MS de serrapilheira variando entre 0,52 e 1,2 Mg ha<sup>-1</sup>, aos 360 DAS.

Vale ressaltar que, neste trabalho, a coleta da serrapilheira das espécies leguminosas foi realizada em maio, mês do outono brasileiro, o qual normalmente apresenta redução da precipitação pluviométrica na região (Figura 2), e com isso em determinadas espécies de plantas ocorre a senescência e queda de suas folhas sobre o solo. Outro fato a ser ressaltado é que a

coleta dessa serrapilheira foi realizada uma única vez, por ocasião da coleta da parte aérea das leguminosas, aos 210 DAS.



**Figura 26:** Quantidade acumulada de matéria seca (MS) de serrapilheira sob o dossel de espécies leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 DAS (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense. Barras com letras iguais, entre espécies para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade. Linhas verticais indicam o erro padrão das médias.

Os valores da soma da MS da serrapilheira com a MS da parte aérea das leguminosas mostram que *Cajanus cajan* foi a espécie que acumulou a maior quantidade, cerca de 14,76 Mg ha<sup>-1</sup> de MS (Tabela 10). Mkangwa et al. (2007) obtiveram em *Tephrosia vogelii* valores de MS aérea mais a MS da serrapilheira variando entre 7 a 13 Mg ha<sup>-1</sup>, sem e com adição de fosfato de rocha respectivamente, aos 660 DAS.

**Tabela 10:** Produtividade de matéria seca aérea (folha e caule) somada a matéria seca de serrapilheira das espécies leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 DAS (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie	Produtividade total MS parte aérea
	-----Mg ha <sup>-1</sup> -----
<i>Tephrosia sinapou</i>	12,15 ab
<i>Tephrosia vogelii</i>	11,01 b
<i>Crotalaria grahamiana</i>	12,27 ab
<i>Cajanus cajan</i>	14,76 a
CV (%)	9,8

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para a teor dos macronutrientes (nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg)) nas folhas e nos caules das espécies leguminosas, aos 210 DAS, estão representados nas Tabelas 11 e 12, respectivamente.

Os resultados para a teor de N nas folhas das leguminosas mostram que *Crotalaria grahamiana* foi a espécie que apresentou os mais altos valores desta variável, por volta de 39 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 11). Não houve diferença entre as espécies quanto ao teor de N nos caules (Tabela 12). Mkangwa et al. (2007), na Tanzânia, observaram em folhas de *Tephrosia vogelii* teor de N variando entre 27 e 29 g kg<sup>-1</sup>, aos 180 dias após o plantio. Munthali et al. (2014), no Malawi, observaram em *Tephrosia vogelii*, teores de N de 51 e 23,6 g kg<sup>-1</sup>, nas folhas e caules respectivamente. Rayol & Alvino-Rayol (2012), em Vigia - PA, observaram na parte aérea de *Cajanus cajan*, teor de N de 38 g kg<sup>-1</sup>, aos 90 dias após o plantio. Os valores encontrados do teor de N na MS aérea das espécies estudadas neste trabalho (Tabelas 11 e 12) ficaram próximos aos encontrados por outros autores, porém pelo fato da colheita do experimento ter sido realizada em época do ano com menor quantidade de precipitação pluviométrica (Figura 2), e onde as folhas das plantas estavam entrando em senescência, abscisão e queda no solo, é possível que os valores ficaram subestimados, pois considera-se que nestes órgãos da planta é que se encontram a maior parte do N (Leal, 2006).

Os resultados acerca do teor de P nas folhas e nos caules não diferiram entre as espécies leguminosas (Tabelas 11 e 12). Mkangwa et al. (2007) observaram em *Tephrosia vogelii* valores de teor de P nas folhas variando entre 0,5 e 1,7 g kg<sup>-1</sup>, aos 180 DAS. Munthali et al. (2014) observaram em *Tephrosia vogelii* teor de P nas folhas de 5,8 g kg<sup>-1</sup> e nos caules de 4 g kg<sup>-1</sup>.

Os resultados obtidos para a teor de K nas folhas das espécies leguminosas (Tabela 11) demonstraram que *Tephrosia vogelii* apresentou os maiores valores, 10,5 g kg<sup>-1</sup>, e não houve diferença quanto ao teor de K no caule (Tabela 12). Rayol & Alvino-Rayol (2012) observaram teor de 15 g kg<sup>-1</sup> de K na parte aérea de *Cajanus cajan*, aos 90 dias após o plantio. Munthali et al. (2014) verificaram em *Tephrosia vogelii* teores de 3,9 e 3,5 g kg<sup>-1</sup> de K, nas folhas e nos caules respectivamente.

Os valores obtidos acerca do teor de Ca nas folhas das leguminosas, demonstram em *Cajanus cajan* este valor foi maior, aproximadamente 17,5 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 11), já *Tephrosia vogelii* apresentou os maiores valores nos caules, 5,7 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 12). Rayol & Alvino-Rayol

(2012) observaram 4,9 g kg<sup>-1</sup> de Ca, na parte aérea de *Cajanus cajan*, aos 90 dias após o plantio. Munthali et al. (2014) obtiveram 25,7 e 24 g kg<sup>-1</sup> de Ca, nas folhas e nos caules respectivamente.

A teor de Mg nas folhas das espécies leguminosas foi maior em *Cajanus cajan*, com 3,7 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 11), e *Tephrosia vogelii* foi a espécie que apresentou o maior teor de Mg nos seus caules, 2,7 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 12). Munthali et al. (2014) observaram, em *Tephrosia vogelii*, teores de 33,8 e 34,4 g kg<sup>-1</sup> de Mg, nas folhas e nos caules respectivamente.

Os resultados obtidos relativos as quantidades acumuladas de N nas folhas foram maiores em *Crotalaria grahamiana*, da ordem de 94 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 11). Não houve diferença entre as espécies leguminosas quanto a quantidade de N acumulado nos caules (Tabela 12).

Os resultados obtidos referentes a quantidade de P acumulado nas folhas e nos caules das leguminosas (Tabelas 11 e 12) demonstram que não houve diferença entre as espécies, com valores médios de 5 kg ha<sup>-1</sup> nas folhas e 11 kg ha<sup>-1</sup> nos caules.

Os valores observados quanto a quantidade de K acumulado nas folhas e nos caules demonstram que não houve diferença entre as espécies (Tabelas 11 e 12), que apresentaram entre 13 a 24 kg ha<sup>-1</sup> nas folhas e 45 a 65 kg ha<sup>-1</sup> nos caules.

A quantidade de Ca acumulada nas folhas das leguminosas (Tabela 11), foi maior nas parcelas com *Cajanus cajan*, 37 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto *Tephrosia vogelii* apresentou maior acúmulo de Ca nos seus caules, 42 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 12).

Os maiores valores da quantidade acumulada de Mg na matéria seca de folhas foram observados em *Cajanus cajan*, 8 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 11), não houve diferença quanto a quantidade acumulada de Mg nos caules entre as espécies (Tabela 12).

**Tabela 11:** Teor e quantidade acumulada de nutrientes nas folhas das espécies leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 DAS (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie leguminosa	Nutrientes na folha									
	Teor (g kg <sup>-1</sup> )					Quantidade (kg ha <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
<i>T. sinapou</i>	35b	1,7a	8,7ab	12,5b	2,2b	74ab	4a	18a	27ab	5b
<i>Tephrosia vogelii</i>	36b	2,0a	10,5a	9,2bc	1,5b	78ab	5a	24a	20b	3b
<i>C. grahamiana</i>	39a	2,0a	9,5ab	5,5c	2,0b	94a	6a	23a	13b	5b
<i>Cajanus cajan</i>	28c	2,0a	6,2b	17,5a	3,7a	55b	4a	13a	37a	8a
CV (%)	4,9	12,9	21,8	17,0	21,0	12,9	17,0	26,3	26,8	24,2

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 12:** Teor e quantidade acumulada de nutrientes nos caules das espécies leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 DAS (maio de 2013), nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie leguminosa	Nutrientes no caule									
	Teor (g kg <sup>-1</sup> )					Quantidade (kg ha <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
<i>T. sinapou</i>	9,1a	1,0a	6,2a	3,7ab	2,0ab	72a	10a	47a	27ab	13a
<i>T. vogelii</i>	9,7a	1,2a	6,2a	5,7a	2,7a	71a	11a	45a	42a	18a
<i>C. grahamiana</i>	10,0a	1,5a	7,2a	3,5b	2,0ab	72a	12a	52a	28ab	14a
<i>Cajanus cajan</i>	12,0a	1,5a	8,5a	2,5b	1,7b	89a	11a	65a	20b	14a
CV (%)	24,0	31,7	25,6	25,4	17,5	25,7	27,3	33,1	32,7	18,9

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

Na variável N acumulado na MS da parte aérea da planta (folhas e caules) não houve diferença significativa entre os tratamentos, e as espécies leguminosas acumularam em média 151 kg ha<sup>-1</sup> de N, com valores variando entre 143,5 kg ha<sup>-1</sup>, em *Cajanus cajan*, até 165,8 kg ha<sup>-1</sup>, em *Crotalaria grahamiana* (Tabela 13). Em estudos com *Cajanus cajan* em Seropédica- RJ, Moreira et al. (2003) obtiveram em média 209,7 kg ha<sup>-1</sup> de N acumulado na parte aérea, em cortes realizados a 0,8 m acima do nível do solo aos 160 DAS. Salmi (2004), também avaliando *Cajanus cajan* em Seropédica- RJ, encontrou valores variando entre 188,3 a 261,3 kg ha<sup>-1</sup> de N na parte aérea, em corte efetuado a uma altura de 1 m acima do nível do solo aos 170 DAS. Alves et al. (2004), em seus estudos com *Cajanus cajan* em Seropédica- RJ, obtiveram 283 kg ha<sup>-1</sup> de N, proveniente da poda da parte aérea. Orwa et al. (2009), em estudos com a espécie *Tephrosia vogelii*, observaram produtividade de 110 kg ha<sup>-1</sup> de N acumulado, aos 150 DAS. Segundo Giller (2001), normalmente as espécies leguminosas apresentam altos teores de N em seus tecidos, no período de floração, contribuindo com mais de 150 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> deste nutriente, com um percentual de 60% a 80% do N proveniente da FBN.

Na variável P acumulado na parte aérea as espécies avaliadas produziram entre 13,7 kg ha<sup>-1</sup>, em *Tephrosia sinapou*, até 17,7 kg ha<sup>-1</sup>, em *Crotalaria grahamiana* (Tabela 13). Os resultados observados corroboram com os obtidos por Moreira et al. (2003), na MS aérea de *Cajanus cajan*, que encontraram valores variando entre 14 e 15,8 kg ha<sup>-1</sup> de P.

Quanto a quantidade de K acumulado na MS da parte aérea, a espécie *Cajanus cajan* acumulou 78,2 kg ha<sup>-1</sup>, *Crotalaria grahamiana* acumulou 74,8 kg ha<sup>-1</sup>, *Tephrosia vogelii* acumulou 68,9 kg ha<sup>-1</sup> e *Tephrosia sinapou* acumulou 65,9 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 13). Moreira et al. (2003) obtiveram 55 kg ha<sup>-1</sup> de K na MS da parte aérea de *Cajanus cajan*, aos 160 dias após o plantio. Já Salmi (2004) obteve valores entre 29,3 e 45,5 kg ha<sup>-1</sup> de K na MS da parte aérea de *Cajanus cajan*, aos 170 DAS.

Os resultados observados na variável Ca acumulado na MS da parte aérea das leguminosas, demonstram que *Tephrosia vogelii* acumulou 61,7 kg ha<sup>-1</sup>, *Tephrosia sinapou* 57,2 kg ha<sup>-1</sup>, *Cajanus cajan* 54,2 kg ha<sup>-1</sup> e *Crotalaria grahamiana* 41,1 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 13). Moreira et al. (2003) observaram, em *Cajanus cajan*, produtividade de 88,0 kg ha<sup>-1</sup> de Ca acumulado na MS da parte aérea.

Os valores dos resultados observados de Mg acumulado na MS da parte aérea das leguminosas não apresentaram diferença significativa, e variando entre 18,4 e 22,3 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 13), corroborando com os resultados encontrados por Moreira et al. (2003) que obtiveram 19,0 kg ha<sup>-1</sup> de Mg na MS da parte aérea de *Cajanus cajan*, aos 160 dias após o plantio.

**Tabela 13:** Quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea de espécies leguminosas arbustivas cultivadas, aos 210 DAS (maio de 2013) nas condições da Baixada Fluminense.

Espécie leguminosa	Nutrientes na planta				
	------(kg ha <sup>-1</sup> )-----				
	N	P	K	Ca	Mg
<i>Tephrosia sinapou</i>	145,8 a	13,7 a	65,9 a	54,2 a	18,4 a
<i>Tephrosia vogelii</i>	149,0 a	15,6 a	68,9 a	61,7 a	21,5 a
<i>Crotalaria grahamiana</i>	165,8 a	17,7 a	74,8 a	41,1 a	19,3 a
<i>Cajanus cajan</i>	143,5 a	14,6 a	78,2 a	57,2 a	22,2 a
CV	15,4	21,6	28,7	24,5	15,7

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

Considerando as variáveis avaliadas neste estudo, pode-se depreender que as espécies *Tephrosia vogelii*, *Tephrosia sinapou* e *Crotalaria grahamiana* apresentam desempenho agrônômico semelhante a *Cajanus cajan*, em condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense. Todavia, face a carência de dados gerados em outras regiões do país, notadamente com *Tephrosia sinapou* e *Crotalaria grahamiana*, torna-se necessário a realização de trabalhos de pesquisa que consubstanciem os resultados encontrados neste trabalho.

## 5 CONCLUSÕES

### Experimento I:

- O crescimento de *Tephrosia vogelii*, tendo como base o volume e a produção de matéria seca de raízes, a área foliar e a produção de matéria seca de folhas e de caules, revelou que, da fase inicial até aos 240 dias após a sementeira aumentou a cada época de avaliação;
- As produtividades de matéria fresca e matéria seca de parte aérea variaram de, respectivamente, 16,7 e 6,4 Mg ha<sup>-1</sup> aos 240 dias e de 33,0 e 11,3 Mg ha<sup>-1</sup> aos 360 dias após a sementeira. Ao passo que, as quantidades acumuladas de N na parte aérea variaram de 122,0 a 193,0 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, aos 240 e 360 dias após a sementeira.

### Experimento II:

- A estimativa da quantidade de serrapilheira depositada sob o dossel das espécies avaliadas, aos 210 dias após a sementeira de *Tephrosia vogelii*, *Tephrosia sinapou*, *Crotalaria grahamiana* e *Cajanus cajan*, revelou maiores valores sob a copa de *Cajanus cajan*, com aproximadamente 4,8 Mg de matéria seca ha<sup>-1</sup>;
- A infestação de plantas representantes da vegetação espontânea, aos 210 dias após a sementeira das leguminosas, foi maior sob o dossel de *Tephrosia vogelii*, quando comparada às demais espécies estudadas.
- A produtividade de matéria seca e a quantidade de nitrogênio acumulado na parte aérea das leguminosas *Tephrosia vogelii*, *Tephrosia sinapou*, *Crotalaria grahamiana* e *Cajanus cajan*, aos 210 dias após a sementeira, não variou entre as espécies estudadas, apresentando valores médios, respectivamente, de 9,3 Mg ha<sup>-1</sup> e de 143,5 kg ha<sup>-1</sup>.
- Os desenvolvimentos de *Tephrosia vogelii*, *Tephrosia sinapou* e *Crotalaria grahamiana* foram semelhantes ao de *Cajanus cajan*, espécie arbustiva e semiperene de referência para adubação verde, o que mostra o potencial destas leguminosas para serem utilizadas como adubos verdes.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 35, n. 2, p. 277-288. 2000.
- ALLEN, O.; ALLEN, E. K. **The Leguminosae: a source book of characteristics, uses and nodulation**. Madison, WI: The University of Wisconsin Press, 1981. 812 p.
- 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).
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª ed. revista e ampliada, São Paulo: Expressão Popular; Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012. 400 p.
- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W. & REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.
- ALVES, B. J. R.; BAÊTA, A. M.; ALVES, J. V. **Protocolo da Embrapa Agrobiologia para análise de nitrogênio em adubos orgânicos, solo e tecidos**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 1999, 19 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 100).
- ALVES, S. M. C; ABBOUD, A. C. S.; RIBEIRO, R. L. D. & ALMEIDA, D. L. Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de matéria seca de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 39, n. 11, p. 1111-1117, nov. 2004.
- AMABILE, R. F. & CARVALHO, A. M. Histórico da adubação verde. In: CARVALHO, A. M. & AMABILE, R. F. (eds.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 23-40.
- AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T. & AZEVEDO, C. L. L. Feijão Guandu: Uma Planta Multiuso. **Revista da Fapese**, v. 3, n. 2, p. 81-86, jul. /dez. 2007.
- BALASUBRAMANIAN, V. & BLAISE, N. K. A. Short season fallow management for sustainable production in Africa. In: RAGLAND J. & LAL, R. (Eds.). **Technologies for Sustainable Agriculture in the Tropics**. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, Special Publication n. 56, 1993. p. 279-293.
- BALASUBRAMANIAN, V. & SEKAYANGE, L. Five year's research on improved fallow in the semi-arid highlands of Ruanda. In: MULONGOY, K.; GUEYE, M.; SPENCER, D. S. C., (Eds.). **Biological nitrogen fixation and sustainability of tropical agriculture**. John Willey & Sons Ltd., West Sussex, U. K., 1992. p. 405-422.
- BALDUÍNO, A. P. C.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F. & SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do cerrado da flora de Paraopeba - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 25-34, 2005.
- BALIEIRO, F. C.; BERBARA, R.; FARIA, S. M.; DE-POLLI, H. & FRANCO, A. A. Insumos biológicos. In: FREIRE, L. R. et al. (editores técnicos). **Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro**. Brasília, DF: Embrapa; Seropédica, RJ: Editora Universidade Rural, 2013. p. 167-188.



BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produtos orgânicos: o olho do consumidor**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, Brasília, 2009, 32 p.

BRASIL. Presidência da República. **Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.831.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm). Acesso em abril de 2013.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, A. M. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. & INOUE, M. I. (eds.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR, Omnipax, 2011. p. 1-36.

BUCAGU, C.; VANLAUWE, B. & GILLER, K. E. Managing *Tephrosia* mulch and fertilizer to enhance coffee productivity on smallholder farms in the Eastern African Highlands. **European Journal of Agronomy**, v. 48, p. 19–29, 2013.

BURLE, M. L.; CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. & PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A. M. & AMABILE, R. F. (eds.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 71-142.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E. A.; COSTA, M. B. B.; MYIYASAKA, S. & AMADO, T. J. C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. (coordenador). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: Assessoria de Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (ASPTA), 1993, 346 p.

CASTRO, M. C.; ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L. & RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 39, n. 8, p. 779-785, ago. 2004.

CARVALHO, A. M. & AMABILE, R. F. Plantas condicionadoras de solo: interações edafoclimáticas, uso e manejo. In: CARVALHO, A. M. & AMABILE, R. F. (eds.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina - DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 143-170.

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.

COÊLHO, K. J. F.; NASCIMENTO, R. Nodulação de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetido a déficit hídrico crescente no solo. **Agropecuária Técnica**, Areia - PB, v. 20, n. 2, p. 58-67, 1999.

COSTA, M. **Revista da Flora Medicinal**, ano 14, n. 11, nov. 1947.

DESAEGER, J.; RAO, M. R. Parasitic nematode populations in natural fallows and improved cover crops, and their effects on subsequent crops in Kenya. **Field Crops Research**, n. 65, p. 41-56, 2000.

DRECHSEL, P.; STEINER, K. G.; HAGEDORN, F. A review on the potential of improved fallows and green manure in Rwanda. **Agroforestry Systems**, v. 33, n. 2, p. 109-136, 1996.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed., Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro - RJ, 1997. 212 p.

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. **Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica**. Seropédica - RJ: Embrapa Agrobiologia, 2004, 24 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 174).

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. & RIBEIRO, R. L. D. Gestão do nitrogênio em sistemas orgânicos de produção através da adubação verde. **Ciência & Ambiente**, v. 29, p. 123-130, jul. / dez. 2004.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica - RJ: Embrapa Agrobiologia, 1997, 20 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 42).

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; ABBOUD, A. C. S. **Adubação verde com leguminosas**. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 49 p. (Coleção Saber).

FEIDEN, A. Agroecologia: introdução e conceitos. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 49-70.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; EMÍDIO FILHO, J. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 34, n. 9, p. 1593-1600, set. 1999.

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

FREYRE, R. H.; HIGGINS, J. J. et al. Rotenoid content and growth characteristics of *Tephrosia vogelii* as affected by latitude and within row spacing. **Crop Sci.**, v. 7, p. 93-95, 1967.

GASKINS, M. H.; WHITE, G. A.; MARTIN, F. W.; DELFEL, N. E.; RUPPEL, E. G. & BARNES, K. ***Tephrosia vogelii*: a source of rotenoids for insecticidal and pesticidal use**. Washington - DC: United States Department of Agriculture, April 1972, 38 p. (United States Department of Agriculture. Technical Bulletin, n. 1445)

GILLER, K. E. Nitrogen fixation in tropical cropping systems. 2a ed. Wallingford: CAB International, 2001, 448 p. Disponível em: <http://bookshop.cabi.org/Uploads/Books/PDF/9780851994178/9780851994178.pdf>. Acesso em setembro de 2013.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4a ed., Porto Alegre - RS: Editora da UFRGS, 2008, 656 p.

GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. Managing carbon and nitrogen in tropical organic farming through green manure. In: BADEJO, M. A.; TOGUN, A. O. (Eds.). **Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics**. Ibadan: College Press, 2003. p. 125-140.

GUZMÁN, E. S. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável. In: AQUINO, A. M. & ASSIS, R. L. (eds.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 101-132.

IBRAHIM, B.; M'BATCHI, B. M.; MOUNZEO, H.; BOUBOROU BOUBOROU, H. P.; POSSO, P. Effect of *Tephrosia vogelii* and *Justicia extensa* on *Tilapia nilotica* in vivo. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 69, p. 99-104, 2000.

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

JANG, D. S. et al. Potential cancer chemopreventive flavonoids from the stems of *Tephrosia toxicaria*. **J. Nat. Prod.** v. 66, p. 1166-1170, 2003.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba - SP: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

LEAL, M. A. A. Produção e eficiência agrônômica de compostos obtidos com palhada de gramínea e leguminosa para o cultivo de hortaliças orgânicas. **Tese de Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo**. Seropédica - RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006. 133 p.

LAMEIRA, R. C. et al. Produção de matéria seca, relação folha/caule e teor de óleo essencial de pimenta de macaco, em função de espaçamentos e épocas de corte, nas condições de Manaus. In: V Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental, 2009, Manaus - AM. **Anais da V Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental**. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em agosto de 2013.

LEITÃO FILHO, H. F. **Observações sobre alguns gêneros de leguminosas - Papilionoideae**. Campinas - SP: Instituto Agronômico, 2009, 67 p. (Série Pesquisa APTA. Boletim Científico, 15).

LEWIS, G. P. et al. **Legumes of the world**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2005, 577 p.

LORENZI, HARRI. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 5ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000. 383 p.

LORENZI, HARRI. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000. 640 p.

MAFONGOYA, P. L.; CHINTU, R.; CHIRWA, T. S.; MATIBINI, J. & CHIKALE, S. *Tephrosia* species and provenances for improved fallows in southern Africa. **Agroforestry Systems**, vol. 59, p. 279-288, 2003.

MAJEROWICZ, N.; PERES, L. E. P. Fotomorfogênese. In: KERBAUY, G. B. (Org.). **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro - RJ: Guanabara Koogan, v. 1, p. 421-438. 2004.

MARTINEZ, R. M.; ZARPELON, A. C.; ZIMERMANN, V. M.; GEORGETTI, S. R.; BARACAT, M. M.; FONSECA, J. V.; VICENTINI, T. M. C.; MOREIRA, I. C.; ANDREI, C. C.; VERRI JÚNIOR, W. A. & CASAGRANDE, R. *Tephrosia sinapou* extract reduces inflammatory leukocyte recruitment in mice: effect on oxidative stress, nitric oxide and cytokine production. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 22, n. 3, p. 587-597, May/June. 2012.

MARTIN, F. W.; CABANILLAS, E. **The biology of poor seed production in *Tephrosia vogelii***. Washington - DC: United States Department of Agriculture, April 1970, 34 p. (USDA. Technical Bulletin, 1419)

MKANGWA, C. Z.; MALIONDO, S. M. S.; SEMOKA, J. M. R. Enhancing nutrient accumulation of *Tephrosia vogelii* fallow through Minjingu phosphate rock application on acidic P deficient Ferralsol of Eastern Tanzania. **Discov. Innov.**, vol. 19, Special Edition 1 & 2, p. 59-66, 2007.

MOREIRA, V. F.; PEREIRA, A. J.; GUERRA, J. G. M.; GUEDES, R. E. & COSTA, J. R. **Produção de matéria seca de guandu em função de diferentes densidades e espaçamentos entre sulcos de plantio**. Seropédica - RJ: Embrapa Agrobiologia, 5 p., outubro de 2003. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 57).

MUNTHALI, M. G.; GACHENE, C. K. K.; SILESHI, G. W. & KARANJA, N. K. Amendment of *Tephrosia* improved fallows with inorganic fertilizers improves soil chemical properties, N uptake, and maize yield in Malawi. **International Journal of Agronomy**, vol. 2014, 9 p., 2014.

MWAURA, L.; STEVENSON, P. C.; OFORI, D. A.; ANJARWALLA, R. & SMITH, P. *Tephrosia vogelii* Hook. f. - Pesticidal plant leaflet. **World Agroforestry Centre**. Disponível em: <http://projects.nri.org>. Acesso em 10/07/2013.

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

ORWA, C.; MUTUA, A.; KINDT, R.; JAMNADASS, R. & ANTHONY, S. **Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0**, 2009. Disponível em: <http://www.worldagroforestry.org>. Acesso em abril de 2013.

PLANTNET. *Crotalaria grahamiana* Wight & Arn. - New South Wales Flora Online. Disponível em: <http://plantnet.rbg Syd.nsw.gov.au>. Acesso em: 01/06/2013.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, vol. 23, n. 3, p. 313–326, 1994.

PORTZ, A.; REZENDE, A. S.; TEIXEIRA, A. J.; ABOUD, A. C. S.; MARTINS, C. A. C.; CARVALHO, C. A. B.; LIMA, E.; ZONTA, E.; PEREIRA, J. B. A.; BALIEIRO, F. C.; ALMEIDA, J. C. C.; SOUZA, J. F.; GUERRA, J. G. M.; MACEDO, J. R.; SOUZA, J. N.; FREIRE, L. R.; VASCONCELOS, M. A. S.; LEAL, M. A. A.; FERREIRA, M. B. C.; MANHÃES, M.; GOUVEA, R. F.; BUSQUET, R. N. B. & BHERING, S. B. Recomendações de adubos, corretivos e de manejo da matéria orgânica para as principais culturas do Estado do Rio de Janeiro. In: FREIRE, L. R. et al. (editores técnicos). **Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro**. Brasília, DF: Embrapa; Seropédica, RJ: Editora Universidade Rural, 2013. p. 257-413.

QUEIROZ, R. T.; TOZZI, A. M. G. A. *Tephrosia* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br>. Acesso em: 14 mar. 2015.

RAO, M. R.; MATHUVA, M. N. Legumes for improving maize yields and income in semi-arid Kenya. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 78, n. 2, p. 123-137, 2000.

RAO, S. C.; PHILLIPS, W. A.; MAYEUX, H. S.; PHATAK, S. C. Potential grain and forage production early maturing pigeonpea in the southern Great Plains. **Crop Science**, Madison - WI, v. 43, p. 2212 – 2217, nov. - Dec. 2003.

RAYOL, B. P. & ALVINO-RAYOL, F. O. 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.

REVILLA, J. **Plantas úteis da Bacia Amazônica**. Manaus - AM: INPA/ SEBRAE, v. 2, 2002.

RIBERO JÚNIOR, W. Q. & RAMOS, M. L. G. Fixação biológica de nitrogênio em espécies para adubação verde. In: CARVALHO, A. M. & AMABILE, R. F. (eds.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina - DF: Embrapa Cerrados, 2006, 369 p.

RUTUNGA, V.; KARANJA, N. K.; GACHENE, C. K. K. & PALM, C. Biomass production and nutrient accumulation by *Tephrosia vogelii* Hook F. and *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray fallows during the six-month growth period at Maseno, Western Kenya. **Biotechnol. Agron. Soc. Environ.**, v. 3, n. 4, p. 237-246, 1999.

RUTUNGA, V.; KARANJA, N. K.; GACHENE, C. K. K. Six month-duration *Tephrosia vogelii* Hook. f. and *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray planted-fallows for improving maize production in Kenya. **Biotechnol. Agron. Soc. Environ.**, v. 12, n. 3, p. 267-278, 2008.

SALMI, A. P., RISSO, I. A. M.; GUERRA, J. G. M.; URQUIAGA, S.; ARAÚJO, A. P. & ABOUD, A. C. S. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio de *Flemingia macrophylla*. **Revista Ceres**, Viçosa - MG, v. 60, n. 1, p. 079-085, jan. - fev. 2013.

SALMI, G. P. Caracterização agronômica de genótipos de guandu [*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.] para inclusão em sistemas de cultivo em aléias. **Dissertação de Mestrado em Fitotecnia**. Seropédica - RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. 80 p.

SMESTAD, B. T.; TIESSEN, H. & BURESH, R. J. Short fallows of *Tithonia diversifolia* and *Crotalaria grahamiana* for soil fertility improvement in western Kenya. **Agroforestry Systems**, v. 55, p. 181–194, 2002.

SNAPP, S. S.; MAFONGOYA, P. L.; WADDINGTON, S. Organic matter technologies for integrated nutrient management in smallholder cropping systems of southern Africa. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 71, p. 185-200, 1998.

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L. & ASSIS, R. L. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa - MG: Editora UFV, 2012, 108 p.

TANKOU, C. M.; TEMGOUA, E. & GHOGOMU, R. T. **Effect of *Crotalaria grahamiana* green manure on growth and yield components of potato in the western highlands of Cameroon**. Proceedings of the 1<sup>st</sup> International e Conference on Agricultural BioSciences 2008, v. 1, p. 15-17, 2008. (Abstract 142). Disponível em: <http://www.e-conference.elewa.org/agriculture>. Acesso em abril de 2013.

TELLA, R. Dados bionômicos de *Utetheisa oratrix* (L., 1758) (Lepidoptera, Arctiidae). **Bragantia Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo**, Campinas - SP, v. 14, n. 11, p. 109-115, jan. 1955.

SAAP PLANT DATABASE. *Tephrosia vogelii* (Vogel's *Tephrosia*) Leguminosae. Instituto de Recursos naturais, Universidade de Greenwich. Disponível em: <http://projects.nri.org>. Acesso em 12 de maio de 2013.

USDA, ARS, NATIONAL GENETIC RESOURCES PROGRAM. **Germplasm Resources Information Network (GRIN) [Online Database]**. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Disponível em: <http://www.ars-grin.gov>. Acesso em 12 junho de 2013.

ZOTARELLI, L. Balanço de nitrogênio na rotação de culturas em sistema de plantio direto e convencional na região de Londrina - PR. **Dissertação de Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo**. Seropédica - RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000. 134 p.

WILSON, G. F.; KANG, B. T. Developing stable and productive biological cropping systems for the humid tropics. In: STONEHOUSE, B. (Ed.). **Biological husbandry: a scientific approach to organic farming**. London - UK, Butterworth's, p. 193-203, 1981.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil management**. CAB International, Wallingford, UK and ICRAF, Nairobi, Kenya, 1997, 136 p.

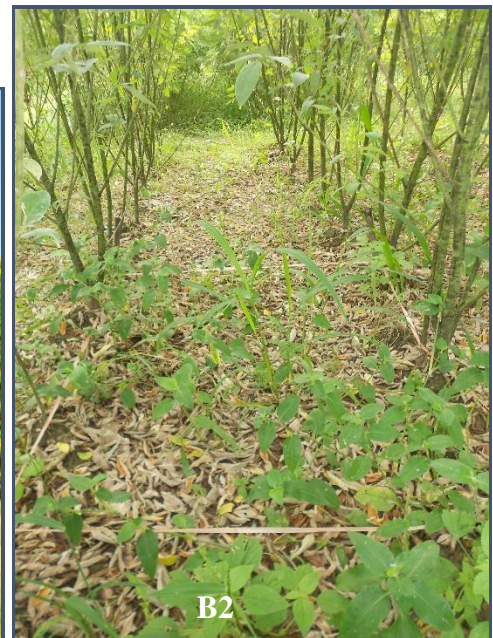
## 7 ANEXOS

### Anexo A) Foto do experimento I:



**Figura A1:** Plantas da espécie *Tephrosia vogelii*, aos 300 dias após a semeadura (Fazendinha Agroecológica Km 47, Seropédica, RJ, 2010).

### Anexo B) Fotos do experimento II:



**Figuras B1 e B2:** Espécies leguminosas arbustivas no período de floração plena (B1), serrapilheira e vegetação espontânea nas entrelinhas das espécies leguminosas (B2), aos 210 dias após a semeadura (Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 2013).