

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRICULTURA ORGÂNICA

DISSERTAÇÃO

**Plantio do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um Sistema
Agroflorestal com Açaí, Mogno Africano e leguminosas
arbóreas implantado há 10 anos em Seropédica, RJ.**

David Castor Maxwel de Oliveira

2016

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

**PLANTIO DO FEIJOEIRO (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) EM UM SISTEMA
AGROFLORESTAL COM AÇAÍ, MOGNO AFRICANO E LEGUMINOSAS
ARBÓREAS IMPLANTADO HÁ 10 ANOS EM SEROPÉDICA, RJ.**

DAVID CASTOR MAXWEL DE OLIVEIRA

Mestrando PPGAO/UFRRJ

Eduardo Francia Carneiro Campello

Orientador – Pesq. Dr. Embrapa Agrobiologia

José Guilherme Marinho Guerra

Co-orientador - Pesq. Dr. Embrapa Agrobiologia

Dissertação submetida
como requisito parcial para
obtenção do grau de **Mestre**,
no Programa de Pós-
Graduação em Agricultura
Orgânica.

Seropédica, RJ
Setembro de 2016

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

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

Co249p
p Castor Maxwel de Oliveira, David, 28/03/1989-
Plantio do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um
Sistema Agroflorestal com Açaí, Mogno Africano e
leguminosas arbóreas implantado há 10 anos em
Seropédica, RJ. / David Castor Maxwel de Oliveira. -
2016.
56 f.: il.

Orientador: Eduardo Francia Carneiro Campello.
Coorientador: José Guilherme Marinho Guerra.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em
Agricultura Orgânica, 2016.

1. Agroflorestas. 2. Agricultura orgânica. 3.
Adubação Verde. 4. Ciclagem de Nutrientes. I. Francia
Carneiro Campello, Eduardo, 07/03/1956-, orient. II.
Guilherme Marinho Guerra, José, 13/02/1958-,
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Pós Graduação em Agricultura
Orgânica. IV. Título.

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

DAVID CASTOR MAXWEL DE OLIVEIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 24/10/2016

Eduardo Francia Carneiro Campello, Dr. - Embrapa Agrobiologia
(Orientador)

Alexander Silva de Resende, Dr. - Embrapa Agrobiologia

Patrícia Diniz de Paula - Dra. – SEAPEC, RJ

DEDICATÓRIA

“Roda mundo, roda gigante,
Roda moinho, roda pião
O tempo rodou num estante
As voltas do meu coração”

Este trabalho é dedicado
para a tão virtuosa
e curiosa Natureza,
que me fez apaixonar pela vida.

RESUMO

OLIVEIRA, David Castor Maxwel. **Avaliação de um Sistema Agroflorestal com Açaí, Mogno Africano e leguminosas arbóreas implantado há 10 anos em Seropédica, RJ.** 2016. 72p Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

Os sistemas agroflorestais (SAF) podem ser configurados como cultivos agroecológicos, onde a similaridade com as florestas em estrutura e função confere ao sistema uma maior sustentabilidade, tornando-os ambientalmente adequados. Este estudo avaliou um SAF com 10 anos de implantação, gerando informações sobre quanto as culturas de leguminosas fixadoras de nitrogênio influenciaram nas propriedades químicas do solo e na produção do sistema, quantificando a produção de palmito, o crescimento de plantas de *Khaya ivorensis* A. Chevalier e *Euterpe oleracea* Mart. plantados e o cultivo de feijão. O experimento estava localizado no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, no município de Seropédica, do Rio de Janeiro. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições, com parcelas de 9 m x 9 m cada, totalizando 1.620 m². Em todos os tratamentos existiam açaís plantados de 3 m x 3 m ao longo de todas as parcelas que também continham um mogno africano no centro de cada uma. Os tratamentos foram compostos por adubações verdes nas entrelinhas dos açaís, constituídos por *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze; *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.; p adubação nitrogenada de cobertura com torta de mamona e o controle com vegetação espontânea. Para avaliação química do solo foram feitas duas coletas, uma antes e outra pós manejo da biomassa vegetal. Foi realizada a biometria das plantas de mogno africano, de açaí, e a quantificação da produção de palmito, onde foi possível perceber que essas culturas tiveram o crescimento prejudicado devido a falta de manejo, tendo em vista que houve menos competição nas parcelas sem leguminosas arbóreas, onde essas culturas de interesse atingiram maiores diâmetros e alturas, refletindo da mesma forma na produção de palmito. A adubação verde foi eficiente na ciclagem de nutrientes do solo, aumentando o teor da maioria dos elementos após um manejo e superando vegetação espontânea além de ter beneficiado a produção do feijoeiro. A inoculação com extrato de nódulos é capaz de aumentar a nodulação e o teor de nitrogênio da parte aérea do feijoeiro, porém não aumentou a produção de grãos.

Palavras-chaves: Fixação Biológica de Nitrogênio, Ciclagem de Nutrientes e Manejo da Biomassa Vegetal.

ABSTRACT

OLIVEIRA, David Castor Maxwel. **Evaluation of an Agroforestry System with Açaí, African Mahogany and leguminous trees implanted 10 years ago in Seropédica, RJ.** 2016. 72p Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

Agroforestry systems (ASF) are potentially characterized as a agroecological crops by the similarity to the forest structure and function which gives more sustainability to the production systems, making them environmentally friendly. This study evaluated an AFS ten years plantation to obtain information about the nitrogen fixing legumes influenced over the soil chemical properties, the palm heart production, the *Khaya ivorensis* A. Chevalier and *Euterpe oleracea* Mart. Growth, and finally the common beans cultivation. The AFS was located at Embrapa Agrobiologia Experimental field, at Seropédica city, Rio de Janeiro state. The statistical was randomized blocks with 5 treatments and 4 replications with 9 m x 9 m plots and total area with 1.620 m². There were *E. oleraceae*, planted in a 3 m x 3 m spacing with one plant of *K. ivorensis* at the plot center. The treatments were different kinds of green manure crops between the lines such as: *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze; *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.; *Canavalia ensiformis* (L.) DC, nitrogen fertilization with castor cake and spontaneous vegetation. For the soil fertility analyses were collected two samples, one before and other after green manure crops management. *K. ivorensis* and *E. oleraceae* biometry, also heart palm production were harmed by inappropriate management on cultivation care lack between post planting and this evaluation lapse. These commercial crops reached larger diameters and superior height at the plot without leguminous crops competition. Green manure crops were efficient in soils nutrients cycling, increasing the most elements content after pruning the leguminous plants and the application of the biomass over the ground. Extract nodules inoculation showed capacity to increase nodulation and nitrogen content in common beans plants, but didn't increase the grain production.

Key-words: Biological Nitrogen Fixation, Nutrients cycling e Management of plant biomass.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Mata Atlântica e sua preservação	3
2.2 Sistemas Agroflorestais e suas aplicações	3
2.2.1 Uso de leguminosas e espécies potenciais em SAF	6
2.3 A cultura do acaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.)	8
2.4 O plantio e utilização de <i>Khaya ivorensis</i> A. Chevalier	10
2.5 O cultivo e utilização de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	10
2.6 O plantio e utilização de <i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	12
2.7 O cultivo e utilização de <i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC	12
2.8 O cultivo do feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Local de Estudo	16
3.2 Delineamento Experimental	16
3.3 Avaliação biométrica do mogno africano	18
3.4 Fertilidade do solo	18
3.5 Avaliação biométrica e manejo dos açazeiros	18
3.6 Plantio de feijão-de-porco	18
3.7 Manejo dos adubos verdes	20
3.8 Plantio de feijão	23
3.8.1 Avaliação da nodulação	25
3.8.2 Adubação nitrogenada	26
3.8.3 Avaliação da produção e produtividade de grãos de feijão	28

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Análise química do solo	30
4.2 Biometria dos açais e mognos	33
4.3 Avaliação da produção de biomassa verde e de palmito no manejo das parcelas	35
4.4 Análises de produção do feijoeiro	41
4.5 Avaliação da distribuição da nodulação nas parcelas do SAF	46
4.6 Avaliação do teor de N no grão e na parte aérea	48
5 CONCLUSÕES	50
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1.INTRODUÇÃO

O mundo vive hoje, um quadro grave e preocupante de degradação ambiental, causado diretamente pela retirada da cobertura vegetal original das paisagens. Essa degradação das florestas é consequência de atividades antrópicas, dentre elas a expansão das fronteiras agropecuárias, que representam cerca de 69% das áreas degradadas no mundo (MYERS et al., 2000). Visto isso, é muito importante que práticas agroecológicas sejam adotadas, pois a agroecologia é uma ciência que pode oferecer caminhos alternativos para uma melhor conservação dos recursos naturais. Além de buscar uma fonte de produção isenta de venenos e sustentável, sempre visando a melhoria das condições ambientais do entorno.

Os sistemas agroflorestais (SAF) se encaixam nessa forma de cultivo ecológico, onde a maior proximidade com as florestas em estrutura e função confere ao sistema uma maior sustentabilidade, tornando-o ambientalmente benéfico. O componente arbóreo, utilizado nos SAF, pode possuir múltiplos usos e é fator obrigatório para a aproximação com a estrutura florestal e aumento da sustentabilidade do sistema.

Esses sistemas podem ser usados tanto para recomposição da cobertura florestal de uma área, onde, até o pleno crescimento das arbóreas, é possível cultivar alimentos nas entrelinhas com maior intensidade de luz, quanto para dar sustentabilidade a um sistema de produção. Quando se faz a recomposição, apesar de a lei dar permissão ao uso de espécies exóticas, essas não devem ser priorizadas, já que no fim, o sistema deve apresentar características mais próximas o possível as florestas originais ali encontradas, porém, as leguminosas são muito famosas por serem grande facilitadoras na implementação de plantios de reflorestamento, e grande parte das mais usadas é exótica, assim, elas poderiam ser usadas e controladas, mas no final do processo, seria ideal a remoção delas, permanecendo no ambiente as espécies que seriam mais próximas das originais. Se o intuito é produção agrícola, dando sustentabilidade a hortas e pomares, pode-se usar qualquer tipo de espécie que possua as características desejadas, como boa sombra, produção de biomassa, frutos, palmito, madeira de qualidade entre outros.

Os SAF podem possuir desenhos super complexos com multiextratos e multiespécies ou bem simples com pouquíssima mistura. Quanto mais complexo, mais difícil quantificar os benefícios de cada espécie, tornando o manejo complicado e arriscado pela falta de entendimento global do funcionamento, aumentando a chance de erros e escolhas erradas. Assim, se deve escolher as espécies com muito cuidado, além de ser extremamente necessário o intenso manejo e vistoriamento do comportamento das espécies presentes para se garantir o sucesso.

A adubação verde é considerada uma prática de manejo conservacionista, que busca promover benefícios ao sistema produtivo por meio da utilização de espécies que reúnam uma série de características desejadas, apresentando potencial para melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo. As espécies da família Fabaceae possuem características que tornam a sua utilização recomendada no processo de adubação verde, recuperação e aumento da sustentabilidade ambiental, devido a associação com bactérias responsáveis pela fixação biológica de nitrogênio.

O feijoeiro é muito utilizado em SAF porque são leguminosas que produzem alimento, encaixando muito bem nas entrelinhas de aléias de árvores, além de possuir grande importância socioeconômica no Brasil, sendo, a principal fonte de proteínas e minerais na dieta da população.

Esse estudo avaliou um SAF com 10 anos de implantação, gerando informações sobre o quanto as culturas de leguminosas fixadoras de nitrogênio influenciaram nas

propriedades químicas do solo e na produção do sistema, quantificando a produção de palmito e feijão, além do crescimento de plantas de mogno africanos e açaís plantados.

2.REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mata Atlântica e sua preservação

As florestas são sinônimas de preservação dos solos, de água e regularidade no clima prevenindo também processos erosivos, que são acentuados nas regiões de topografia acidentada. A retirada da vegetação florestal faz com que ocorra a lixiviação dos solos tornando-os inférteis, e muitas vezes despejando este conteúdo nos rios, prejudicando o ambiente (MEDEIROS, 1997). No Brasil, as principais formações florestais estão ameaçadas, principalmente as do bioma Mata Atlântica, considerado como uma das áreas de maior endemismo e biodiversidade do mundo (MYERS et al., 2000), que devido a ocupação humana passou a ser uma das florestas tropicais mais ameaçadas, restando entre 11,4 a 16 % da sua cobertura original (RIBEIRO et al., 2009).

Na Mata Atlântica, a maior parte dos remanescentes florestais, especialmente em paisagens intensamente cultivadas, encontra-se na forma de pequenos fragmentos, altamente perturbados, isolados e pouco protegidos (VIANA, 1995; MORELLATO & HADDAD, 2000; GASCON et al., 2000). Uma das estratégias muito utilizadas para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica é a utilização de corredores florestais (CAMPOS, 2002; VALLADARES-PÁDUA, 2002).

Nos últimos anos, trabalhos avaliando a utilização de sistemas agroflorestais como alternativa para conexão de fragmentos florestais têm apontado bons resultados, no que diz respeito a utilização destes sistemas pela fauna silvestre (VIEIRA et al., 2006, VIEIRA, 2007; MOURA et al., 2006; VIEIRA et al., 2014).

2.2 Sistemas Agroflorestais e suas aplicações

Os Sistemas Agroflorestais (SAF) em sua definição são formas de uso e manejo dos recursos naturais nas quais espécies lenhosas são utilizadas em associação deliberada com cultivos agrícolas ou com animais no mesmo terreno, de maneira simultânea ou em sequência temporal (OTS & CATIE, 1986). Esse sistema visa otimizar a produção florestal e agrícola, baseado na interação dos componentes arbóreo, herbáceo, arbustivo e animal, gerando sustentabilidade, através da utilização consciente dos recursos naturais, cobertura de solo, e biodiversidade, além de levar em consideração os processos de sucessão ecológica (FRANCO et al., 2003).

Os SAF podem prover habitat e recursos para flora e fauna, manter a conexão entre diferentes paisagens, facilitar o movimento de animais, sementes e pólen (BEER et al., 2003). Tratam-se de ferramentas complementares para a conservação, ao serem incorporados no manejo das paisagens, além de protegerem os fragmentos remanescentes. (BEER et al., 2003; SCHROTH et al., 2004).

Os SAF têm potencial para gerar boas produtividades, tanto agrícolas como florestais, além de pecuária, reduzindo riscos ao produtor devido a essa gama de possibilidades, sendo utilizados como uma das soluções para recuperação de áreas degradadas (VILAS BOAS, 1991). Ao recuperar aspectos dos ecossistemas florestais como a estrutura da cobertura vegetal e a biodiversidade, restabelecem funções ecológicas como a ciclagem de nutrientes e a proteção do solo (OLIVEIRA, 2006), além da polinização e dispersão de sementes. Portanto, apresentam-se como alternativa viável para um desenvolvimento sustentável, pela conservação dos solos e da água,

diminuição do uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, adequação à pequena produção, conservação da biodiversidade e recuperação de fragmentos florestais e matas ciliares (AMADOR, 1998; RICCI E RODRIGUES, 2009).

Tendo em vista a sustentabilidade, esses sistemas têm demonstrado ser a modalidade da agroecologia onde é possível chegar mais próximo dos sistemas agrícolas sustentáveis, devido a inserção de árvores no agroecossistema (MELADO, 2002; PAULA et al., 2015). Podendo ser empregados como uma estratégia para incrementar a entrada de matéria orgânica no solo que beneficia as características físicas, químicas e biológicas do solo, conduzindo o sistema para uma situação mais sustentável (OLIVEIRA, 2006).

Como em qualquer outro sistema produtivo, é fundamental atentar para os cuidados com plantio (preparo do solo, mudas ou sementes de alta qualidade), adubação, que pode e deve ser de origem orgânica, controle de pragas e doenças e o manejo adequado para que o potencial produtivo seja alcançado, sendo importante também o planejamento do sistema, com a escolha das espécies mais apropriadas a serem consorciadas e do destino da produção (MACHADO, s.d.).

Uma importante característica dos SAF é a baixa necessidade de insumos, possibilitando que muitos SAF sejam orgânicos, acarretando em maior saúde para o meio e segurança alimentar para as famílias (NARDELE, s.d.). O termo agricultura orgânica designa um sistema de produção agrícola sustentável, baseado na preservação do ambiente e no respeito ao homem, defendendo a justiça econômica e social, visando utilização de práticas agroecológicas mantenedoras da fertilidade do solo como adubação verde e cobertura do solo, além da utilização de alguns insumos como fertilizantes minerais de baixa solubilidade, dejetos de animais e o controle biológico, havendo a proibição do uso dos sintéticos como os fertilizantes e agrotóxicos, que podem colocar em risco a saúde dos agricultores e do consumidor final, além dos riscos de contaminação ambiental (SANTOS, 2011).

É crescente a demanda por fertilizantes orgânicos no país, que são utilizados principalmente como condicionadores de solo e fornecedores de N, assim, a utilização de leguminosas como adubos verdes é uma alternativa importante para suprir esta demanda (LEAL et al., 2012).

Na agricultura orgânica é comum a utilização de cobertura do solo, proveniente de adubos verdes e restos culturais, além da adubação com farinhas e tortas (como as de mamona e algodão por exemplo), compostos bioestabilizados e resíduos industriais livres de contaminantes. O esterco é utilizado diretamente nos canteiros se estiverem bem curtidos e compostados e na produção de compostos e biofertilizantes, fornecendo nutrientes e aumentando a resistência contra pragas e doenças, mas obrigando o produtor a aplicar uma dose mais elevada tendo em vista o baixo conteúdo nutricional em relação aos fertilizantes minerais (SANTOS, 2011).

A montagem de um sistema agroflorestal deve ser criteriosa para que os cultivos escolhidos expressem seu potencial de produção, assegurando capital ao produtor. Assim, os SAF podem apresentar desenhos simples, com poucas espécies por unidade de área, ou complexos, com grande diversidade de espécies, podendo ter um manejo mais complexo também (PAULA et al., 2015).

Visto as leis sobre reflorestamento, que obrigam os proprietários a restabelecer vegetações degradadas ou ausentes, cedendo espaço de terras que antes eram usadas como fonte de renda agrossilvipastoril, é de suma importância que esses proprietários apliquem formas mais sustentáveis de produção que sirvam tanto como fonte de renda, como corredores e refúgios para a fauna e flora nativa da região.

Todas as propriedades devem ter uma área de Reserva Legal (RL) e também podem possuir uma Área de Preservação Permanente (APP). A área da RL é variável em relação a sua localização, podendo ser obrigatório a preservação de 20 % a 80 % de uma propriedade e tem a função de garantir o uso econômico sustentável dos recursos naturais do imóvel rural e contribuir para a conservação da biodiversidade (ZAKIA & PINTO, 2013). Os sistemas agroflorestais constituem-se em uma importante ferramenta na recuperação das áreas de RL, assumindo assim um papel inovador, de conciliar restauração, conservação e geração de renda e bens de consumo, funcionando como um incentivo adicional para a recuperação dessas áreas (RODRIGUES, 2008).

As APPs são áreas cuja vegetação deve sempre ser mantida, e caso não estejam vegetadas, torna-se necessária a recomposição desta. Impedir e reverter o processo de destruição do meio ambiente implica, portanto, em adotar soluções econômicas e práticas agrícolas que permitam aos produtores melhorarem suas condições de vida, ao mesmo tempo que preservem ou recuperem remanescentes (RODRIGUES, 2007). Tanto a RL como a APP devem envolver práticas de baixo impacto, pois são áreas frágeis e possuem uma função ecológica importante, sendo possível explorá-las com alguns SAF que não envolvam manejos de grande impacto como derrubadas de grandes árvores (ZAKIA & PINTO, 2013).

Todos os pequenos e grandes proprietários devem possuir uma área de floresta que não deve mais ser vista como a área improdutivo do terreno, visto que é possível explorá-la de forma sustentável com a cultura dos SAF. Estes são formas de cultivo que podem ter um custo de implementação mais alto, porém tornam-se mais baratos ao decorrer dos anos e de pouco manejo quando se encontram bem estabelecidos, podendo a longo prazo gerar renda, inclusive com produtos de alto valor comercial, como madeiras de lei (NARDELE, s.d.).

Uma das formas de implementar um SAF seria com o sistema de cultivo em aléias, que gera a combinação da supressão de plantas com a ciclagem de nutrientes, sendo capaz de prover a segurança alimentar de milhões de pessoas que vivem nos trópicos, com menores aplicações de insumos (ARAÚJO et al., 2007). Porém, é importante o controle das aléias de leguminosas, pois as culturas plantadas nas entrelinhas podem competir com estas, sendo importante o estudo do comportamento destes vegetais, associado a algumas práticas de manejo (BARRETO & FERNANDEZ, 2001).

O manejo das aléias é feito por cortes periódicos de suas copas, sendo em média dois a três cortes por ano, porém quando a poda é realizada no final das chuvas, faz com que as copas permaneçam bem reduzidas durante a estação seca, com menor capacidade de sombreamento, o que não acontece em estações chuvosas onde ocorre uma rápida reposição das folhas, aumentando a capacidade de sombreamento (MARIN et al., 2006).

Os vários estratos da vegetação proporcionam uma utilização eficiente da radiação solar; vários tipos de sistemas radiculares em diferentes profundidades determinam um bom uso do solo e as culturas anuais beneficiam-se com o enriquecimento da camada superficial do solo, e conseqüentemente da ciclagem mineral feita pelas culturas arbóreas (COPIJN, 1987).

Segundo Marin et al. (2006), espécies arbóreas dentro de sistemas agrícolas podem exercer uma ação reguladora sobre a temperatura do ar e do solo tornando-se importantes para a regulação do microclima de sistemas agroflorestais, tendo em vista que a temperatura influencia a fotossíntese. Essa influência de árvores no sistema se deve ao efeito conjunto da sombra com a adição de nutrientes ao solo, resultando em maior crescimento das plantas beneficiadas, além de controle de erosão, melhor aproveitamento de água das chuvas e melhor fertilidade do solo, que está ligada a

capacidade de extrair nutrientes que estão fora do alcance das raízes superficiais a posterior deposição dos nutrientes contidos nas estruturas vegetais (CARVALHO et al., 2003). Além disso, priorizam a cobertura do solo, aumentando a matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, melhorando assim a infiltração e evitando erosões, melhorando o sombreamento e dando abrigo a fauna silvestre (HUXLEY, 1999).

Para um sistema agroflorestal, deve-se buscar as espécies arbóreas que reúnam o maior número de características como: facilidade de estabelecimento com crescimento rápido, ausência de efeitos alelopáticos negativos, tolerância a ataque de pragas e doenças, resistência a ventos, perenes, raízes profundas, boa rebrota e uma arquitetura que permita a penetração de luz no caso de plantas menos podadas (MELADO, 2002). O interesse econômico pelas espécies arbóreas recai sobre os benefícios que elas podem gerar, associados ao aumento da produtividade proveniente das técnicas de manejo (DRUMOND, s.d.).

Agroflorestas produzem importantes serviços ambientais levando ao encontro do equilíbrio dos agroecossistemas e amenizando as adversidades ambientais (DUARTE et al., 2008). Como os SAF também podem funcionar como corredores ecológicos, favorecem a dispersão das espécies com o maior movimento da fauna, principalmente as que não toleram fragmentos pequenos para sua reprodução melhorando a possibilidade de recolonização de áreas degradadas (VIEIRA, 2007). Dentre alguns serviços prestados pela biodiversidade encontram-se a polinização, a dispersão de sementes, o controle de pragas e doenças e a ciclagem de nutrientes (MEIER et al., 2011). O aumento da diversidade vegetal contribui para uma maior diversidade da comunidade microbiológica e da fauna do solo que atuam como agentes de controle biológico e condicionadores de solo (YOUNG, 1994). Algumas vezes podem apresentar uma atividade microbiana similar as encontradas em áreas de mata nativa, demonstrando grande potencial de ciclagem de C e N microbiano, principalmente quando misturados com o cultivo de leguminosas (ALMEIDA, 2007).

Os SAF são recomendados não só para gerar maior produção agrícola, mas também pecuária (VILAS BOAS, 1991). Segundo MELADO (2002), nas horas mais quentes do dia, plantas forrageiras tem seu desenvolvimento prejudicado, porém é possível que elas permaneçam viçosas devido ao leve sombreamento de árvores, demonstrando o efeito benéfico destas na manutenção da umidade do ambiente.

2.2. Uso de leguminosas e espécies potenciais em SAF

Espécies em potencial para a utilização em SAF caracterizam-se por alta capacidade de produção de biomassa vegetal, disponibilidade de nutrientes e velocidade em que estes estarão disponíveis para as culturas, principalmente P e N, capacidade de rebrotar após a poda, boa penetração das raízes e capacidade de associação a fungos e bactérias benéficas (CAMPELLO et al., 2006).

A escolha das espécies florestais deve ser orientada na busca de plantas que promovam o maior número de serviços possíveis. Tudo isso gerando uma rede complexa de adaptações naturais onde as espécies se complementam otimizando os serviços prestados (DEITENBACH et al., 2008).

A utilização de adubos verdes pode gerar incrementos na produtividade e suas palhadas, principalmente misturadas com leguminosas, geram uma decomposição da matéria orgânica rica em nutrientes, quando comparadas com capim braquiária (RAGOZO et al., 2006). Trata-se de uma prática conservacionista que pode proporcionar benefícios significativos à agricultura (ALMEIDA & CAMARA, 2011).

Para que a técnica da adubação verde seja utilizada com sucesso, é necessário identificar espécies com características favoráveis, como rusticidade tornando fácil a integração nos mais diversos sistemas de produção, além de gerar grande biomassa e acumular N (LEAL et al., 2012).

Dentre os benefícios oriundos da adubação verde, pode-se mencionar seus efeitos sobre propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Além disso, alguns apresentam compostos alelopáticos, propiciam o aumento do teor de matéria orgânica, da disponibilidade de macro e micronutrientes, aumentam o pH e reduzem efeitos tóxicos do alumínio e do manganês, bem como podem trazer para a superfície os nutrientes das camadas mais profundas do solo, processo conhecido como ciclagem de nutrientes (RICCI E RODRIGUES, 2009).

As plantas mais utilizadas como adubos verdes são as leguminosas (FARIA et al., 2004), pois além de adicionarem carbono ao solo, tem um papel importante em fixar N atmosférico devido a quebra da tripla ligação de N₂ pela simbiose com bactérias do grupo rizóbio (FARIA et al., 2004; CAVALCANTE et al., 2012). Assim, esse nitrogênio fixado comporá o material vegetal e pode ser liberado para a cultura em sucessão (FAVERO et al., 2000).

De acordo com Oliveira (2006), a lavagem da vegetação pela chuva é um dos fatores mais importantes para realizar a transferência dos nutrientes das espécies arbóreas para o solo, extraíndo substâncias minerais e orgânicas da parte aérea. Outro fato de suma importância, segundo esse mesmo autor, é a decomposição da serapilheira e raízes mortas, ajudando na reposição dos nutrientes do solo.

Para potencializar os efeitos positivos das plantas presentes e minimizar os negativos, realiza-se o manejo com a poda e a capina seletiva proporcionando uma abertura de luz e redução na competição (AMADOR, 2003). Quando essa biomassa é picada e distribuída pelo solo, acarreta na produção de adubação verde e cobertura morta para as espécies agrícolas e arbóreas de ciclo longo (GOULART, 2008). Sendo esta uma forma de atenuar a exportação de nutrientes, visto que o cultivo sucessivo do solo associado a retirada contínua da produção vegetal, sem a reposição dos restos vegetais, favorece a degradação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (MARIN et al., 2006). No entanto, é importante a sincronia entre a demanda das culturas e os nutrientes liberados pelos resíduos da planta de cobertura (MENDONÇA, 2003). Se houver alta taxa de mineralização dos nutrientes contidos nas espécies utilizadas como adubo verde, antes do crescimento logarítmico da cultura, pode haver perdas por lixiviação, tornando a sincronização da oferta e demanda de nutrientes um desafio (CAMPELLO et al., 2006; PAULA et al., 2015). Por outro lado, se a mineralização ocorrer após esse período, à cultura não será beneficiada (STUTE & POSNER, 1995).

De acordo com Oliveira (2006), o manejo nos sistemas agroflorestais tem como objetivo conduzir e orientar as funções desempenhadas pelas espécies, em épocas precisas, de forma a otimizar as diferenças funcionais, minimizar competições e potencializar interações.

A rápida disponibilização do N de leguminosas, coincidindo com o maior período de exigência da cultura é o fator que propicia o melhor desenvolvimento das plantas e pode influenciar no tamanho dos grãos de culturas sobre suas palhadas, pois o rendimento das culturas no sistema de plantio direto é influenciado diretamente pelas diferentes palhadas das plantas de cobertura, sendo mais afetado pela espécie produtora de palha que pela sua forma de cultivo (OLIVEIRA et al., 2002).

As espécies arbóreas que se enquadram em associações devem reunir o maior número de características como: facilidade de estabelecimento com crescimento rápido,

ausência de efeitos alelopáticos negativos, tolerância a ataque de pragas e doenças, resistência a ventos, perenidade, presença de raízes profundas, boa capacidade de rebrota e uma arquitetura que permita a penetração de luz (MELADO, 2002). Além disso, também é desejável que produzam uma grande quantidade de biomassa para reciclar nutrientes (CAVALCANTE et al., 2012). A alta taxa de produção de biomassa do componente arbóreo pode favorecer, a disponibilidade de nutrientes, suprimindo parcial ou integralmente a oferta de N e possibilitando o aumento de produção para culturas associadas (DIDONET et al., 2009; PAULA et al., 2015).

A adubação verde, quando recomendada, deve ser compatível com as necessidades do sistema de produção e as possibilidades do produtor. O seu manejo deve ser adequado às condições tropicais, pois, além de ser fonte de nitrogênio, o adubo verde pode trazer outros benefícios como: reestruturação do solo, incorporação de matéria orgânica, ativação a vida microbiana, controle de pragas, redução da presença de plantas indesejáveis e ciclagem de nutrientes (SANTOS, 2011). Segundo FILHO et al. (2001) essas técnicas de manejo de adubação, ainda são a melhor estratégia utilizada para maximizar a eficiência de uso do nitrogênio e permitir aos produtores obterem máximo retorno econômico do uso de fertilizantes.

Devido a todos os fatores apresentados anteriormente, os SAF apresentam-se como alternativas para os problemas enfrentados na agricultura convencional, permitindo, principalmente aos pequenos produtores, possibilidade de receita e maior conservação dos recursos naturais (DUBOIS, 1996). Esses sistemas conduzidos agroecologicamente ajudam a promover a sustentabilidade, aproveitando os conhecimentos locais e desenvolvendo sistemas adaptados para o potencial natural do ambiente ao qual será implantado (GÖTSCH, 1995).

2.3 A cultura do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)

O açaizeiro pode ser encontrado em diversos países da América do Sul, como Venezuela, Colômbia, Equador, Suriname, Guiana e Panamá. Uma palmeira típica da Amazônia, concentrada principalmente na Amazônia brasileira, onde são comuns açaiçais nativos quase homogêneos e densos, se estabilizando em quase qualquer tipo de terreno, mas nunca em áreas permanentemente alagados ou pantanosas onde a água não é renovada constantemente (NOGUEIRA et al., 1995; NOGUEIRA & HOMMA, 2000; QUEIROZ & MOCHIUTTI, 2001; NOGUEIRA et al., 2005).

O estuário amazônico, onde o açaí é nativo, tem um clima quente e é considerado como região tipicamente tropical, tendo temperaturas médias anuais entre 22° C e 27° C, com variações de 33 a 17° C, possuindo um total de brilho solar anual de 1.400 a 2.500 horas, assim, essa espécie é adaptada a condições de elevada temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar (NOGUEIRA et al., 1995, NOGUEIRA et al., 2005).

NOGUEIRA et al. (1995), diz que o habitat natural do açaizeiro é dotado de alta radiação solar, possuindo considerável efeito na qualidade e produção dos frutos.

O açaizeiro desenvolve-se bem em uma gama variada de solos, desde o tipo bastante argiloso das várzeas altas do estuário do rio Amazonas até o areno-argiloso das áreas de terra firme onde o pH situa-se entre 4,5 e 6,5 (NOGUEIRA et al., 1995). O crescimento da planta é favorecido pela existência de altos teores de matéria orgânica, devendo ser evitadas as áreas muito arenosas, com baixa retenção de água, (NOGUEIRA et al., 1995)

Dentre as espécies de *Euterpe* nativas do Brasil, as mais importantes são *E. edulis*, *E. oleracea*, tendo menor importância a *E. Precatoria*. A primeira, popularmente conhecida como palmito, foi por muito tempo matéria-prima essencial para a indústria de palmito. Porém, devido a exaustão das reservas naturais, é explorada em baixíssima intensidade hoje em dia (OLIVEIRA et al. sd.). A segunda espécie, segundo o mesmo autor, apresenta múltiplos usos, sendo a principal fonte de palmito e tem seus frutos utilizados por uma grande parte da população. O açazeiro ocorre espontaneamente nos estados do Pará, Amazonas, Maranhão e Amapá (NOGUEIRA et al., 1995; NOGUEIRA et al., 2005), sendo de fundamental importância para a economia destes estados, respondendo pelo sustento das populações ribeirinhas, sendo estimado em 2000 com capacidade de gerar 25 mil empregos nas atividades de extração, transporte, comercialização e industrialização (NOGUEIRA & HOMMA, 2000).

A regeneração do açazeiro pode se dar via semente, com o surgimento de novas plantas e, também, através da emissão de novos perfilhos de touceiras cujos estipes foram cortados (NOGUEIRA, 2000). Com até 25 estipes por touceira em diferentes estádios de desenvolvimento, onde as plantas adultas apresentam altura e diâmetro variando entre 3 m e 20 m e 7 cm e 18 cm, respectivamente com a sua porção terminal, apresentando um conjunto de oito a 14 folhas (OLIVEIRA et al., sd.). A característica de perfilhamento dá a planta uma grande capacidade de regeneração, facilitando a sustentabilidade da sua exploração (PADILHA et al., 2006).

Os desbastes seletivos nas touceiras tornam o manejo das populações nativas do açaí rentável e racional, reforçando a multiplicidade de usos desta espécie, permitindo a obtenção de uma ampla gama de produtos importantes, comprovando que espécies florestais podem ser utilizadas e conservadas ao mesmo tempo (JARDIM & ANDERSON 1987). Por ser importante na produção de alimento, principalmente para as populações locais (NOGUEIRA & HOMMA, 2000), uma parte da produção é comumente reservada para consumo na região, tendo em vista sua boa complementação alimentar, reforçando sua importância na economia e subsistência da região. (JARDIM & ANDERSON, 1987).

Da polpa dos frutos obtém-se o suco de açaí, um refresco de consistência pastosa, obtido por extração mecânica ou manual (PADILHA et al., 2006). Alimento essencialmente energético, com elevado valor calórico, que pode ser consumido diretamente ou na forma de processados (NOGUEIRA et al., 1995). Pode ser empregado para a geração de energia térmica e elétrica, devido a utilização da grande quantidade de resíduos gerados no processamento do fruto que tem rendimento de polpa de no máximo 15 % (PADILHA et al., 2006).

Segundo Nogueira et al., (1995), até os anos 60, o palmito consumido no mercado brasileiro provinha, quase que exclusivamente, dos palmitais nativos da Mata Atlântica, então, com o esgotamento das reservas nativas do litoral atlântico, as empresas que exploravam esse produto, deslocaram-se para a região amazônica à procura do palmito de açaí. De acordo com OLIVEIRA & MULLER (1998), o açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) vem sendo explorado para a produção de palmito, em substituição ao palmito da Mata Atlântica (*Euterpe edulis* Mart.) e, essa preferência, deu-se em função do açazeiro produzir palmitos com características organolépticas semelhantes ao palmito da juçara. Mas a principal característica é principalmente pela maioria de suas plantas possuírem caules múltiplos e com perfilhamento abundante (NOGUEIRA et al., 1995; OLIVEIRA & MULLER, 1998).

O Brasil tem todo o palmito consumido, produzido no país, sendo um dos maiores produtores visando o mercado mundial, assim essa grande importância e

exploração foram causas da ameaça de extinção de algumas outras nativas produtoras de palmito, colaborando para a degradação do meio ambiente (NEVES et al., 2007).

Segundo Nogueira et al. (1995), em açazais com mais de seis anos, é possível obter perto de duas mil plantas aptas para corte por ha ano⁻¹, apresentando um palmito com peso médio da parte aproveitável de 300 g, comprimento de 50 cm e diâmetro de 2,5 cm, constituindo-se em produto de qualidade superior.

2.4 O plantio e utilização de *Khaya ivorensis* A. Chevalier

A espécie *Khaya ivorensis*, juntamente com as espécies *K. anthotheca*, *K. grandifolia* e *K. senegalensis* são conhecidas pela denominação de Mogno africano, uma espécie importante no reflorestamento do Pará. É uma planta que tolera sombra quando jovem, mas é heliófila quando adulta, podendo ter duas frutificações anuais e caducifólia em climas áridos, além de ter um caule retilíneo sem ramificações chegando a 50 metros de altura e DAP de até 200cm, classificando-a como uma árvore de grande porte e vasto sistema radicular, tendo casca marrom avermelhada, espessa e rugosa (FALESI & BAENA, 1999).

A espécie é natural da Costa do Marfim, Gana, Benin, Nigéria e sul de Camarões, ocorrendo desde 0 a 450 m de altitude, normalmente em vales úmidos. A introdução no Brasil visou a substituição do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*) devido a resistência desta espécie a principal praga que ataca meliáceas, a broca da larva de *Hypsiphyla grandella*, inseto que inviabilizou os plantios comerciais do mogno brasileiro (ALBUQUERQUE, 2011).

O mogno africano não se distingue muito fenotipicamente do mogno amazônico, sendo uma árvore de grande porte que domina o dossel da floresta, tendo madeira muito valorizada para diversos tipos de construções, ornamentos, móveis, brinquedos e celulose (ALBUQUERQUE, 2011). Uma diferença marcante entre os dois mognos é a coloração avermelhada da parte apical do africano, enquanto que a do amazônico é verde (FALESI & BAENA, 1999).

O mogno africano vem se tornando uma espécie de grande importância na Região Amazônica, visando sua utilização na restauração de áreas, além do seu elevado valor econômico, aliado ao rápido crescimento e boa produção de mudas (FALESI & BAENA, 1999;). Todos esses fatores, aliados a sua importância nos mais diferentes usos urbanos e industriais do mogno, torna o comércio deste extraordinário (ALBUQUERQUE, 2011), sendo madeira de secagem rápida e fácil de trabalhar, com grande durabilidade devido a difícil impregnação, possuindo o alburno marrom-amarelado, e o cerne marrom-avermelhado (FALESI & BAENA, 1999).

Tem valor bem elevado do metro cúbico, valorizado no mercado internacional, com casca podendo ser utilizada para fins medicinais e madeira com densidade básica de 0,51 g cm³ e cerne e alburno resistentes, sendo uma planta rústica, precoce e produtiva, chegando a um preço de R\$ 3,4 mil por metro cúbico de madeira, atraindo atenção de investidores dos mais diferentes ramos (ALBUQUERQUE, 2011).

2.5 O cultivo e utilização de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud

A gliricídia (*Gliricidia sepium*) é uma leguminosa da família Fabaceae, arbórea, nativa da América Central e norte da América do Sul, sendo capaz de produzir até 40 toneladas de massa verde, 5 a 15 toneladas de massa seca e fixar 150 a 300 kg de N por

ha ano⁻¹, além de tolerar solos ácidos e pobres e se desenvolver melhor em altitudes até 700m (LÓSS et al., 2008). Essa leguminosa cresce até 10 a 12 m de altura e chega a um diâmetro de 30 cm, em lugares com precipitações de 1000 mm até 3000 mm por ano, sendo considerada de fácil propagação, podendo se dar por estaquia devido a excelente capacidade de rebrota e enraizamento, ou sementes (NAS, 1980).

A multiplicação feita por sementes ou por estaca é a maneira mais generalizada no estabelecimento dessa planta tendo em vista o alto índice de sucesso desses modos sendo em torno de 50% para plantios diretos e podendo chegar a 70% nas condições de viveiros em sacos plásticos (ESPÍNDOLA et al. 2005). Assim, devem-se usar galhos com mais de 6 meses de idade e com 3 a 4 cm de diâmetro, cortando estacas de 30 a 40 cm de comprimento e deve ser enterrado 15 a 20 cm (LÓSS et al. 2008).

A gliricídia é capaz de nodular bem com os rizóbios dos solos tropicais, suprindo qualquer carência em nitrogênio, gerando grande produção (FRANCO, 1988). Possui uma florada abundante que pode servir para alimentação de abelhas e os ramos podem ser usados como lenha por apresentarem um ótimo poder calorífero (NAS, 1980).

A gliricídia é uma boa opção para o sistema de cultivo em aléias (BARRETO & FERNANDEZ, 2001; MARIN et al., 2006), visto que seu porte arbóreo é mais compacto e permite condução para evitar competição com as culturas das entrelinhas. O manejo da gliricídia plantada em aléias é feito por cortes periódicos de suas copas, sendo em média dois a três cortes por ano, porém quando a poda é realizada no final das chuvas, faz com que as copas permaneçam bem reduzidas durante a estação seca, com menor capacidade de sombreamento, o que não acontece em estações chuvosas onde ocorre uma rápida reposição das folhas, aumentando a capacidade de sombreamento (MARIN et al., 2006).

É recomendado espaçamento de 8,0 a 10,0 m x 3,5 a 4,0 m, manejando com podas de raleio em setembro/outubro e março, assim, em novembro/dezembro e maio deve ser feita a desbrota (LÓSS et al., 2008).

Para Barreto & Fernandez (2001), a gliricidia pode ser manejada com cortes periódicos da parte aérea, gerando uma copa compacta e galhos menos lenhosos e mais curtos, com utilização alternativa na alimentação animal ou incorporação ao solo, assim, o número de cortes realizados por ano depende da sua velocidade de rebrota após cada corte e da adequação as características das espécies semeadas nas entrelinhas, pois estas demandam luz e nutrientes que boa parte provirá dessas leguminosas.

Trata-se de espécie de grande interesse comercial e econômico, amplamente difundida nos trópicos, apresentando múltiplos usos que englobam: quebra vento, cerca viva, tutor vivo, forragem, produção de madeira, adubo verde, sombreamento, cobertura morta e proteção do solo, manutenção ou melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo (BARRETO & FERNANDEZ, 2001; ESPINDOLA et al., 2005; MARIN et al., 2006; REBRAFF, 2007; LÓSS et al., 2008; PAULA et al., 2015; DRUMOND, SD).

O cultivo de gliricídia pode prover melhoria das qualidades químicas do solo mesmo sem a incorporação de sua biomassa, sendo esta proveniente de folhas senescentes (podendo chegar a duas a três vezes maior o teor de K do solo sob copa destas plantas do que quando comparado a distâncias de 1 metro da planta) (MARIN et al., 2006). As folhas jovens apresentam maior quantidade de nitrogênio e fósforo, as folhas mais maduras, mais cálcio e magnésio e os talos tenros mais potássio, assim, dependendo da exigência da cultura, é possível priorizar partes dos vegetais que devem ser escolhidas (BAGGIO & HEUVELDOP, 1982).

O consórcio da gliricídia com animais pode promover maior sustentabilidade ao sistema, pois sua biomassa associada à palha de milho, por exemplo, pode ser um ótimo e balanceado exemplo de forragem (MARIN et al., 2006), além da produção de matéria seca se equiparar a outras leguminosas forrageiras tropicais (BAGGIO & HEUVELDOP, 1982). Segundo Franco (1988), as folhas da gliricídia apresentam boa palatabilidade para bovinos, caprinos, ovinos, suínos e aves, além de apresentar alto teor de proteína (15 a 30%), principalmente nível de folhas, tendo como desvantagem a perda das folhas nas épocas mais secas, sendo um período crítico de forragem de boa qualidade.

2.6 O plantio e utilização de *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze

A *Acacia angustissima* é um arbusto ou árvore de pequeno porte, sem espinhos, na maior parte com 2 a 7 metros de altura com um tronco único e curto que floresce ao longo do ano na sua área de distribuição natural, sendo abundante na produção de sementes. Planta nativa da América do Norte e Central, encontrada nos EUA, México, Costa Rica, Haiti e Panamá, ocorrendo em altitudes que vão do nível do mar até acima de 2000 m, com temperaturas anuais variando entre 5° a 30° C e pluviosidades acima de 800 mm. Com toda essa plasticidade ambiental tolera bem solos ácidos e inférteis e apresenta boa capacidade de resistir a períodos de seca ao longo do ano. O crescimento inicial é vigoroso e a capacidade de rebrota muito rápida, mesmo tendo porte pequeno, isso não impede que essa espécie proporcione sombra quando necessária, por mais que seja constituída principalmente por folíolos pequenos, fáceis de serem distribuídos pela ação do vento e de atingir a superfície do solo para uma mais rápida decomposição. É capaz de produzir mais folhas do que outras leguminosas arbustivas, como *Leucaena sp.* e *Gliricidia sepium*, *Cajanus cajan* e *Sesbania*, porém possui elevado teor de tanino, tendo baixa palatabilidade, limitando o valor nutricional para animais domésticos (CARVALHO et al., 2001; ORWA et al., 2009).

Pode ser considerada valiosa para o uso como pioneira na recuperação de áreas degradadas, (ORWA et al., 2009; PAULA et al., 2015). *A. angustissima* perde maior parte das folhas na época de seca e pode melhorar a qualidade da forragem em pastagens e fertilidade do solo, demonstrando uma expressiva produção de biomassa (CARVALHO et al., 2001). Além de uma alta capacidade de rebrota, esse material vegetal pode favorecer, a longo prazo, o aumento da fertilidade do solo e a disponibilidade de nutrientes para as culturas intercalares, mesmo com grande variação em função do manejo e das condições edafoclimáticas (PAULA et al., 2015).

Segundo PAULA et al. (2015), no cultivo em aléias com *Acacia angustissima* é necessário cuidado com o rápido crescimento da leguminosa, pois frequentemente pode sombrear a cultura de interesse, diminuindo seu rendimento, tornando necessário constantes ajustes no manejo de podas e nas densidades de consórcios.

2.7 O cultivo e utilização de *Canavalia ensiformis* (L.) DC

O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC) é uma leguminosa de origem pan americana muito cultivado em regiões tropicais e equatoriais, bastante rústica, de ciclo anual ou bianual com crescimento inicial lento que se adapta a qualquer tipo de solo, tolera sombreamento parcial, não suporta geada, possuindo porte herbáceo ereto não trepador, atingindo 1,2 a 1,5 metros de altura com uma produtividade entre 20 a 40

toneladas de massa verde e 4 a 8 toneladas de massa seca por ciclo, podendo fixar entre 120 a 280 kg de N ha⁻¹ (LÓSS et al., 2008). O feijão-de-porco cresce em altitudes de até 1.700 metros, adaptando-se a condições adversas, tendo faixas de pH e precipitação pluviométrica para crescimento ótimo entre 5,0-6,0 e 900-1200 mm ano⁻¹, respectivamente, assim, apresenta ótimo potencial como adubo verde para o estado do Rio de Janeiro (LEAL et al. 2012) e com potencial para utilização como cobertura verde em culturas perenes e no controle de plantas indesejáveis com presença de efeitos alelopático, sendo muito usado no controle da tiririca (LÓSS et al., 2008).

É uma ótima indicação para ser utilizado em um sistema agroecológico que preza rotação de culturas, demonstrando boa capacidade de supressão de plantas daninhas, até mesmo quando comparado com outras leguminosas, além de ser bem tolerante a seca, sendo opção viável em lugares mais áridos, podendo ser até um facilitador de sucessão, pois foi possível identificar uma maior população de dicotiledôneas espontâneas em tratamentos com feijão-de-porco (ARAÚJO et al., 2007).

O feijão-de-porco em cultivo solteiro e consorciado apresenta grande produtividade de massa fresca, até mesmo quando comparado com outras leguminosas (ALMEIDA & CAMARA, 2011), e essa biomassa possui boa capacidade de liberação de nutrientes relacionados a decomposição da matéria seca, tais como C, N, P, Ca e Mg, gerando resíduos de boa qualidade (GAMA-RODRIGUES et al., 2007). Assim, a disponibilização de N pelo material vegetal do feijão-de-porco quando sincronizado com o maior período de exigência da cultura é o fator que propicia o melhor desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al., 2002).

2.8 O cultivo do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)

A cultura do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é recorrente em aproximadamente 100 países em todo o mundo, envolvendo grande número de gêneros e espécies o que dificulta a comparação dos índices de produtividade por espécie (ARAÚJO et al., 2007).

O feijão tem baixo custo e alto valor nutricional, principalmente como fonte de proteínas, sendo importante para população de baixa renda brasileira (ABREU & PELOSO, 2004; GOMES, 2007). Além disso, ajuda na prevenção de doenças devido a compostos fenólicos antioxidantes e alto teor de fibras (ABREU & PELOSO, 2004). Trata-se de uma leguminosa bastante difundida em todo o território, sendo plantando, preferencialmente, como cultura de subsistência, em pequenas propriedades, muito embora tenha havido, nos últimos anos, crescente interesse de produtores de outras classes, em cujo sistema de produção são adotadas tecnologias avançadas (GOMES, 2007).

Por ser uma cultura que é pouco competitiva, mas tolerante a competição promovida por outras plantas, é uma cultura adequada a consórcios culturais, tendo em vista o largo tempo adequado a semeadura, pode ser semeada praticamente o ano todo, tornando-se um dos alimentos básicos do povo brasileiro e seu preço geralmente alcança bons níveis, podendo ser plantado como cultura secundária, como no meio de pomares em formação, podendo ser associado com diversas outras plantas (SILVA et al., SD).

Para um bom desenvolvimento do feijoeiro, devem ser plantados em regiões onde a temperatura não é muito extrema, variando entre 18° C e 30° C, caso contrário, pode causar prejuízos na floração e no rendimento (GOMES, 2007).

Segundo Abreu & Peloso (2004), a produtividade média do feijoeiro-comum vem aumentando com o passar dos anos devido principalmente ao melhoramento genético, gerando cultivares mais resistentes e com maior potencial produtivo

De acordo com Fernandes (2012) o feijoeiro é uma planta de ciclo curto que pode ser cultivado duas a três vezes no mesmo ano agrícola, muitas vezes sofrendo prejuízos por pragas e doenças, causando danos que podem ser observados desde a semeadura até quando os grãos estão secos nas vagens ou mesmo armazenados. Sendo esse um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade, reduzindo a qualidade fisiológica, sanitária, nutricional e comercial do produto.

É possível conseguir três safras do feijoeiro-comum em um ano, sendo obrigatório a irrigação em épocas desfavoráveis, tornado essa cultura atípica. Essas safras são denominadas: a safra das “águas” ou a 1ª safra de feijão-comum, a safra da seca ou a 2ª safra de feijão-comum e a safra de inverno ou 3ª safra, normalmente irrigada (RAMALHO & ABREU, 2002; SILVA & WANDER, 2013)

A 1ª safra de feijão-comum representou 52,3% da produção, os quais representam 50,5% do total da área de feijão-comum no Brasil, em 2011, auferindo rendimento médio de 1.278 kg ha⁻¹ (SILVA & WANDER, 2013).

A 2ª safra, no período de 2006 a 2011, apresentou redução em área plantada com rendimento médio de 1.296 kg ha⁻¹, no período analisado (SILVA & WANDER, 2013).

A 3ª Safra é privilegiada e concentrada em alguns estados do Brasil, sempre fazendo uso da irrigação e dando preferência a semente melhoradas, sendo a Região Sudeste responsável pela maior participação, com média, no período de 2006 a 2011, de 60,0% na área total colhida e 54,7% na produção total, tendo como produção média 2.128 kg ha⁻¹ (SILVA & WANDER, 2013).

O feijoeiro pode ser cultivado em monocultivo, ou em consórcio com outras culturas, especialmente nas semeaduras “das águas” e “da seca”, onde são muito utilizados o milho ou café, onde o consórcio tem sido implementado no cafezal em formação e em produção. Segundo relatos, essa prática é muito vantajosa para o cafeicultor chegando a custear grande parte dos gastos com a implantação do cafezal (RAMALHO & ABREU, 2002).

Muitas tecnologias são indicadas para o cultivo do feijoeiro, e entre elas, a mais questionada é a adubação nitrogenada que é empregada utilizando-se diferentes fontes de nitrogênio, doses, época e métodos, nos mais diferentes estágios do ciclo da cultura (FILHO et al., 2001). Segundo Didonet et al. (2009), mesmo sendo uma leguminosa fixadora de N₂, pode apresentar deficiências de nitrogênio após cultivos sucessivos, precisando de adubação nitrogenada, sendo satisfatório o uso de outras leguminosas para adubação verde, podendo até aumentar o rendimento de produção.

É possível obter um aumento de produtividade com a utilização de biotecnologia de bactérias fixadoras de N₂, que é uma prática de baixo custo (GUALTER et al., 2011), e essa eficiência na fixação e capacidade de competição com os microrganismos nativos é crucial para sua recomendação correta (ARAUJO et al., 2007).

A população nativa de bactérias nodulantes pode gerar nodulação considerável, porém, a inoculação pode aumentar ainda mais a nodulação, mesmo nesses pontos onde há boa ocorrência das bactérias nativas (GUALTER et al., 2011). A inoculação pode também estar relacionada ao aumento da produtividade de grãos, além de ter capacidade de incorporação de nitrogênio à planta igual quando comparado à adição de nitrogênio na forma mineral, principalmente quando o solo apresenta baixa população estabelecida de rizóbio (ARAUJO et al., 2007).

Mesmo sendo extremamente diversificada a gama de produtores interessados na cultura do feijoeiro nas mais diversas regiões do país, a agricultura familiar tem vital

importância na produção nacional (FERNANDES, 2012; ROCHA, 2013; SILVA & WANDER, 2013). Como a maior parte da produção de feijão está a cargo da agricultura familiar e o processo de divulgação de tecnologias para este segmento ainda é bastante limitado no Brasil, a demanda por inoculantes para feijoeiro é ainda pequena, o que gera um problema a expansão dessa tecnologia, pois, não havendo demanda por inoculantes, não há estímulo à produção desse insumo biológico (FERNANDES, 2012, ROCHA, 2013).

O Censo Agropecuário de 2006 reforça a importância da agricultura familiar na produção de feijão, mesmo grande parte da produção individual de cada propriedade sendo destinada a autossuficiência das famílias envolvidas. Muitas vezes os feijoeiros não atingem a produtividade esperada, tendo vários fatores como as causas para essa baixa produtividade, principalmente na agricultura familiar, onde há maior dificuldade de acesso as tecnologias e informações e a utilização de sistemas de produção inadequados, causando perda de biodiversidade, além de muitas vezes não controlarem pragas e doenças e quase não utilizar insumos devido aos elevados preços (DIDONET et al., 2009). Esses pequenos agricultores vêem no feijão orgânico uma ótima alternativa para ampliar lucros, reduzindo custos e com produtos valorizados, produzindo cultivos mais saudáveis sem o uso de agrotóxicos, que constituem risco para a saúde e para o meio ambiente, atendendo a uma gama cada vez maior de consumidores conscientizados e preocupados com esses problemas (FERNANDES, 2012).

O feijão orgânico é um produto com alto valor agregado, sendo capaz de constituir uma boa alternativa de retorno econômico aos agricultores, que buscam uma melhora de saúde e do meio ambiente, tendo em vista que é possível reduzir custos, ampliar lucros e reduzir o uso de agrotóxicos. (ARAUJO et al., 2013).

Trata-se de alimento básico da população brasileira, sendo fonte de ferro, proteína e sais minerais. O feijão tem vital importância, atingindo produtividades de 2000 kg ha⁻¹ em produção orgânica. E tem ocorrido um aumento na procura pelos consumidores, mesmo com os preços dos orgânicos até 40% superiores ao convencional, indicando um reconhecimento pela qualidade do produto e dos benefícios associados à produção orgânica. (SANTOS, 2011).

Esse trabalho sobre SAF tentou comprovar a hipótese de que áreas plantadas com leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio beneficiam cultivos associados e mantém a fertilidade do solo, através da biometria do açaí e mogno africano e o plantio de feijão, verificando a contribuição das leguminosas em relação à produção de biomassa e fertilidade do solo.

3.MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de Estudo

O experimento estava localizado no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia (“Terraço”), no município de Seropédica (coordenadas 22° 45’S e 43° 42’ O e altitude de 33 m), estado do Rio de Janeiro, Brasil. O solo no local é um argissolo vermelho amarelo (PAULA, 2008).

O clima é classificado como Aw segundo o modelo de Köppen, sendo, tropical subúmido com calor distribuído o ano todo (Köppen, 1948). A temperatura média anual da região é de 22,7° C e a precipitação anual de 1.291,7 mm

3.2 Delineamento Experimental

A área experimental foi composta por 20 parcelas com dimensões de 9 m x 9 m cada, totalizando 1.620 m² de área experimental, mais uma bordadura de 19,8 m² por parcela, totalizando uma área total de 2.016 m². Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições (Figura 1). Os tratamentos constituíram-se de diferentes coberturas do solo nas entrelinhas dos açaizeiros (*Euterpe oleraceae* Mart.). Essas coberturas foram linhas de Acácia (*Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze); linhas de Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.); dois tratamentos com vegetação espontânea, sendo um com adubação nitrogenada e o outro o controle não nitrogenado; e por fim, como única mudança de tratamento do experimento montado por Paula (2008), no lugar de Kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.), foi plantado Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.).

As mudas de açaí foram transplantadas em outubro de 2005, no espaçamento de 3 m x 3 m, correspondendo a 16 plantas por parcela, em um total de 400 plantas. Foi feita uma adubação no plantio do açaí e das leguminosas com 100 g de fosfato de rocha (30 kg ha⁻¹ P₂O₅) e 10 g de FTE-BR12 na cova de cada cultura. Em agosto de 2006, foi realizada a adubação de cobertura com 300 g de termofosfato (130 kg ha⁻¹ P₂O₅) e 50 g de sulfato de potássio (60 kg ha⁻¹ K₂O) em todos os tratamentos, e de 45 g de uréia (50 kg ha⁻¹ N) apenas nas parcelas referentes ao tratamento com N sintético. Em 2006 também foi plantada a espécie florestal Mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chevalier) no centro das aléias, correspondendo a 01 indivíduo por parcela (Paula, 2008).

Ocorreram falhas nos açaís plantados e quando não foi possível utilizar as plantas no centro das parcelas, a avaliação foi feita com plantas laterais, mesmo atingindo a bordadura.

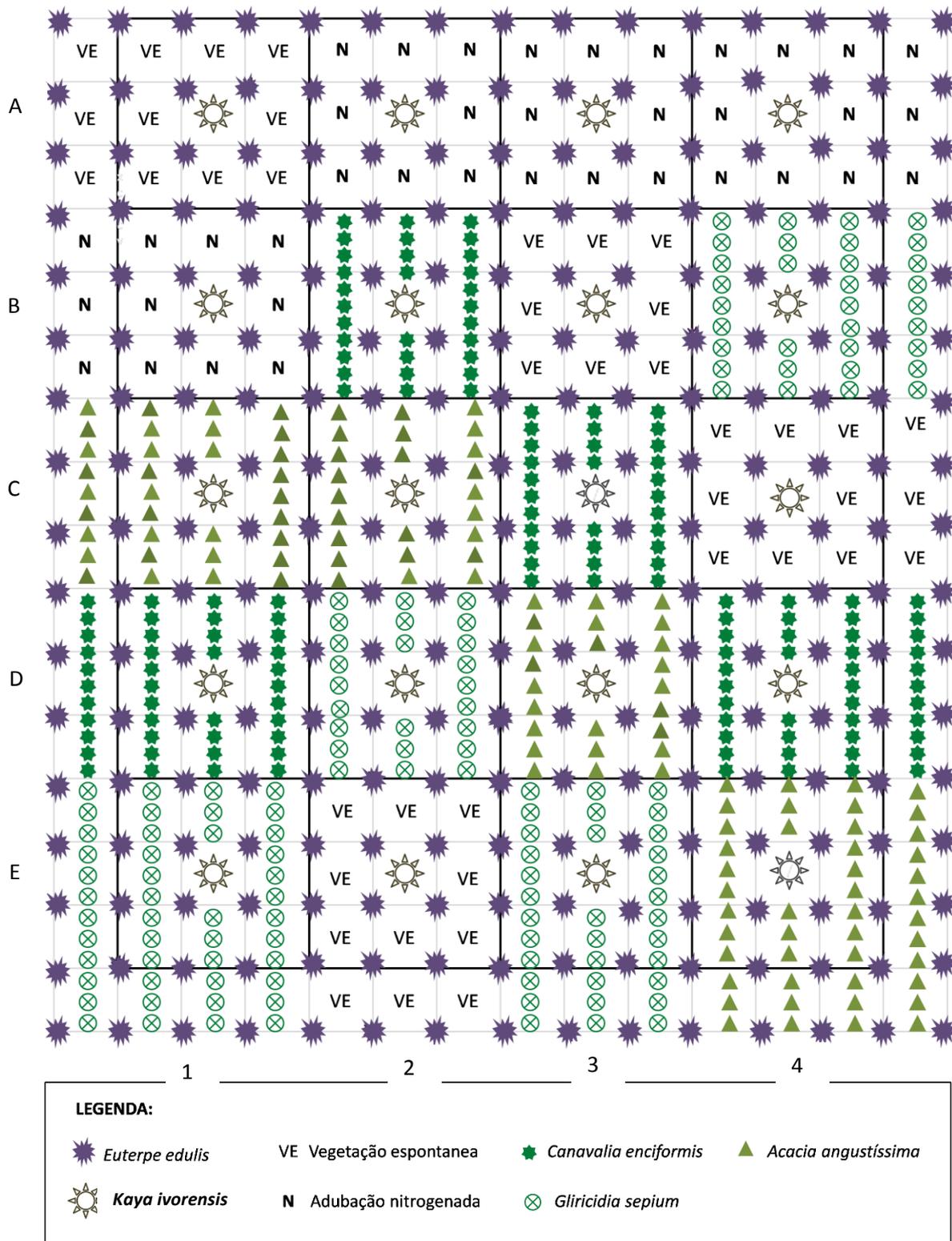


Figura 1: Croqui experimental do SAF avaliado com 10 anos após a implantação, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

3.3 Avaliação biométrica do mogno africano (*Khaya Ivorensis*)

A biometria foi feita com a mensuração da altura das árvores e o diâmetro à altura do peito. A altura comercial foi estimada considerando a altura do fuste desde a base até a primeira ramificação ou tortuosidade do tronco.

3.4 Fertilidade do solo

Foram recolhidas três amostras aleatórias em cada parcela, formando uma amostra composta. A profundidade avaliada foi a de 0-10 cm e 10-20 cm, totalizando 40 amostras compostas com a amostragem realizada em 11/2014. Uma nova coleta de solo foi realizada em 11/2015 após a incorporação dos adubos verdes e o plantio da cultura de interesse econômico. A fertilidade do solo foi avaliada conforme descrito em Manual da Embrapa (1997).

3.5 Avaliação biométrica e manejo dos açazeiros

A medição foi feita calculando o número de estipes por touceira, a altura dos estipes, diâmetro a altura do peito e diâmetro a altura do solo dos açais dentro das áreas úteis da parcela.

Para o manejo, foram selecionados três estipes de diferentes estágios de desenvolvimento (todas as mães das touceiras foram cortadas) para permanecer na touceira e as restantes foram desbastadas para avaliação do peso dos palmitos. A parte aérea das palmeiras foi pesada para avaliação da biomassa fresca e posteriormente disposta no solo em leiras ao longo da parcela. O desbaste ocorreu entre os dias 04/05/2015 a 07/05/2015.

A colheita e pesagem dos palmitos foram feitas sem descascar o meristema. Para saber o quanto de palmito fresco e descascado cada área produziu, foram separados quatro feixes de dez palmitos. Estes foram descascados e pesados, expondo uma relação de peso com casca/sem casca. Assim, foi possível mensurar quantos quilos de palmito cada parcela produziu.

3.6 Plantio de feijão-de-porco

No lugar da *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth., plantada na fase inicial do experimento que durou até maio de 2008 e que estava praticamente extinta, foi plantado o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) em 11/12/2014, reformando o estrato herbáceo de adubação verde em todas as parcelas deste tratamento. O espaçamento entre sulcos foi de 50 centímetros e cada metro linear recebeu 12 sementes, totalizando 18 linhas por parcela e 162 metros lineares (Figura 2 e 3).



Figura 2: Plantio de linhas de plantio de feijão-de-porco em parcela do SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.



Figura 3: Feijão-de-porco já estabelecido em parcela do SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

3.7 Manejo dos adubos verdes

Os adubos verdes foram manejados no período de 14/04/2015 a 30/04/2015. O manejo consistiu na derrubada das árvores de gliricídia e acácia, pois após muitos anos sem manejo, atingiram portes arbóreos às vezes com 10 metros de altura (Figura 4). Todo material com diâmetro até 5 cm foi pesado para amostragem de matéria fresca a ser disposta e enleirado nas parcelas. O material mais grosso que 5 cm foi cubado para medição do volume estéreo de madeira (Figura 5). O feijão-de-porco foi roçado, pesado para amostragem de matéria fresca e enleirado nas parcelas.

Todas as plantas que não eram das espécies das adubações verdes plantadas foram cortadas neste mesmo momento do manejo, pesadas e enleiradas juntos com a biomassa da adubação verde (Figuras 6 e 7).



Figura 4: Poda das árvores de adubação verde com motosserra, uma das parcelas de acácia do SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.



Figura 5: Lenha produzida com diâmetro ≥ 5 cm a partir das podas das parcelas do SAF empilhada para cubagem da madeira, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.



Figura 6: Visão geral do SAF após o manejo das parcelas, destacando as estipes de açaí que permaneceram e o enleiramento da biomassa vegetal nas parcelas, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.



Figura 7: Material enleirado nas parcelas para o plantio de feijão nas entrelinhas do SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

3.8 Plantio de feijão

Como uma cultura adicional do SAF visando aproveitar o espaço aberto com o manejo do sistema e também avaliar o efeito dos tratamentos de adubação verde foi plantado feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), variedade Constanza em todas as parcelas. A semeadura foi realizada manualmente, um dia após a correção do solo de acordo com a análise de solo, no dia 21/05/2015. Nenhuma parcela recebeu adubação nitrogenada antes do plantio. Os corretivos e fertilizantes utilizados foram Minercal 1 Mg ha⁻¹, 90 kg ha⁻¹ de P proveniente do termofosfato, micronutrientes FTE BR12 40 kg ha⁻¹ e 40 kg. ha⁻¹ de K proveniente do sulfato de potássio. O sulfato de potássio foi dividido em duas doses sendo a primeira no dia anterior ao plantio e a segunda aos 36 dias após, simultaneamente, com a torta de mamona que foi a fonte nitrogenada do tratamento que recebeu a cobertura na dose de 40 kg ha⁻¹ de N. Os tratos culturais foram realizados respeitando-se as normas e legislação para a prática da agricultura orgânica.

Para inoculação das plantas todas as parcelas de 9 m x 9 m foram divididas, sendo metade inoculada e a outra metade não inoculada. A posição da parte inoculada foi escolhida aleatoriamente no bloco e todas as parcelas inoculadas seguiram o mesmo lado dentro do bloco (Figura 8). Cada parcela ficou composta de uma subparcela com feijões inoculados com extrato de raízes e uma subparcela controle. Os feijões foram plantados entre o material enleirado proveniente do SAF em seis linhas duplas espaçadas 0,5 m entre si. Entre as linhas duplas de feijão havia 1m de espaçamento onde foi depositada biomassa fresca proveniente da parcela. O experimento foi irrigado sempre que não ocorriam chuvas por mais de uma semana. Após a semeadura não foram feitas capinas nem controle de pragas e doenças.

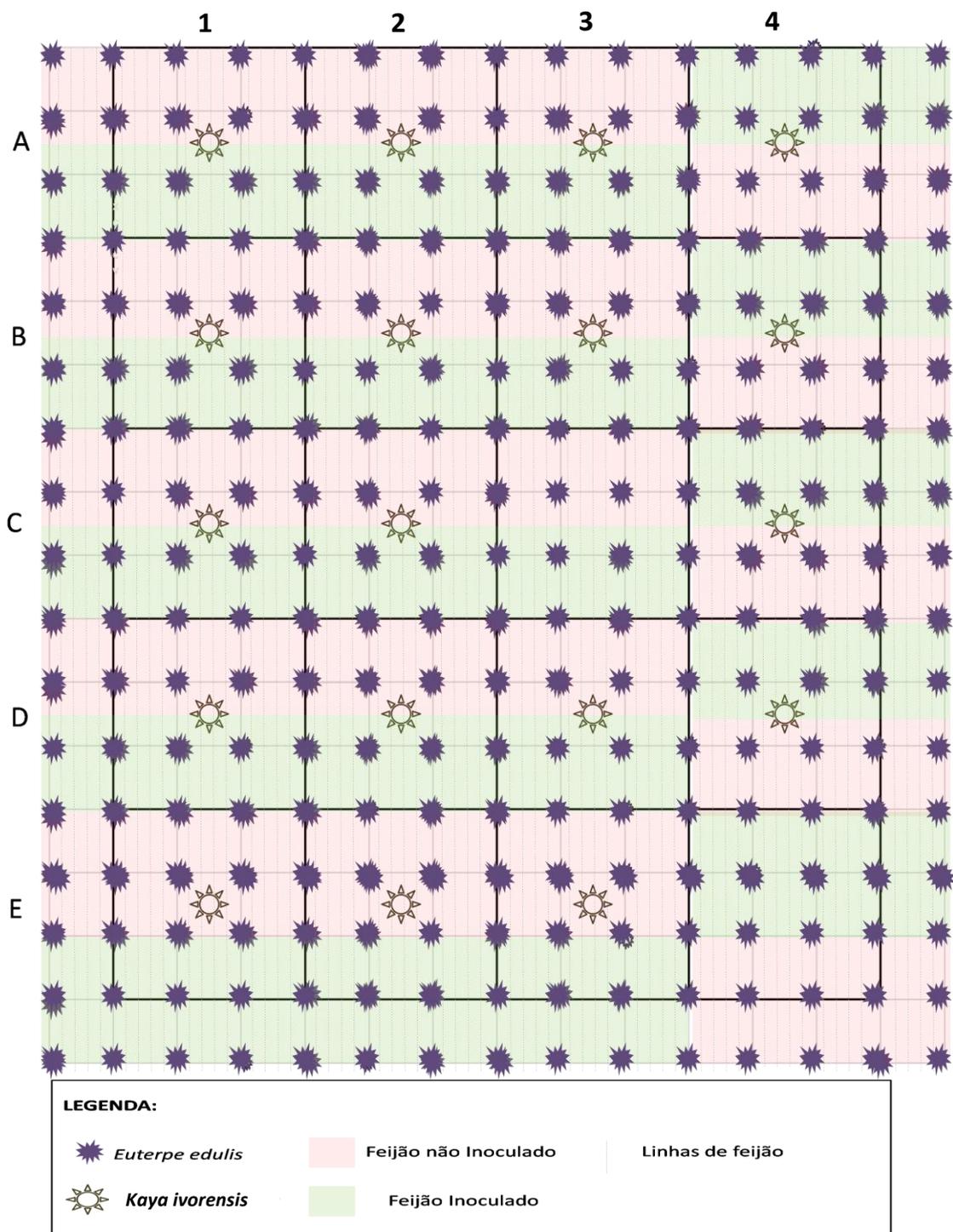


Figura 8: Croqui experimental do SAF avaliado evidenciando como foi realizada divisão da inoculação, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.



Figura 9: Visão geral do experimento com os feijões após 28 dias de plantio, Campo Experimental, Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

3.8.1 Avaliação da nodulação do feijoeiro

Foram coletadas quatro plantas, aleatoriamente, por subparcela com pelo menos 0,5 metros de qualquer borda, totalizando 160 plantas coletadas, para avaliação da intensidade da nodulação. Foi estipulado um parâmetro qualitativo da contagem de nódulos por planta, sendo “S” para sem nódulos (0 a pouquíssimos nódulos presentes), “P” para poucos nódulos (10 a 40 nódulos), “M” para médio (40 a 100 nódulos) e “O” para ótimo (mais de 100 nódulos). Após essa avaliação foi feito uma escala quantitativa para esses dados qualitativos onde S=1, P=2, M=3, e O=4. Assim, foi possível rodar uma análise estatística com os dados. As plantas foram coletadas no dia 25/06/2015, com 35 dias após plantio (DAPL), sendo que, boa parte das plantas do experimento já estava em floração, assim, na coleta, tentou-se evitar pegar plantas muito floridas por causa da senescência dos nódulos. Assim, o sistema radicular foi coletado com o auxílio de uma pá reta, e as raízes e parte aérea separadas em corte próximo à base do caule (Figura 10). Os sistemas radiculares foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para a Embrapa Agrobiologia. As raízes foram lavadas para a avaliação dos nódulos. A parte aérea foi seca em estufa de circulação forçada à 65° para posterior moagem e análise do teor de N no tecido vegetal.



Figura 10: Coleta do sistema radicular das plantas de feijoeiro para avaliação da nodulação aos 35 DAPL nas parcelas do SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

3.8.2 Adubação nitrogenada

Aos 36 DAPL as parcelas com adubação nitrogenada externa receberam 40 kg ha^{-1} de N provenientes da aplicação de torta de mamona em cobertura no solo entorno do coleto das plantas. Já nas parcelas de acácia e de gliricídia, podas foram realizadas na mesma ocasião e o material foi disposto no espaço de 0,5 m entre as linhas duplas (Figura 11 e 12).



Figura 11: Biomassa vegetal da 2ª poda nas parcelas de acácia do SAF depositadas nas linhas duplas de feijão (34 DAP), Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.



Figura 12: Biomassa vegetal da 2ª poda nas parcelas de gliricída do SAF depositadas nas linhas duplas de feijão (34 DAP), Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

3.8.3 Avaliação da produção e produtividade de grãos de feijão

Inicialmente foi delimitada uma área de 4 m², consistindo em 2 m lineares de duas linhas duplas (quatro linhas de 2 metros no total) na parte central de cada subparcela. A coleta do feijão foi realizada no dia 18/08/2015, totalizando 89 DAPL. As plantas arrancadas foram acondicionadas em sacos de algodão até a realização das contagens. As vagens já estavam bem secas em sua maioria, dispensando a secagem das mesmas. Das plantas colhidas na área de 4 m² foi contado o número de plantas, o número de vagens, as vagens foram triadas manualmente e os grãos foram pesados obtendo-se um total da produção dos 4 m². A parte aérea foi seca e pesada para a realização do índice de colheita (IC) obtido entre a razão do peso dos grãos e o peso da parte aérea. Dessa produção foram retiradas 100 sementes por subparcela para fazer a pesagem e a secagem para correção de umidade. Com base nesses dados foi possível

determinar o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e a massa de 100 grãos.

Somente para avaliação da produtividade foram coletados mais 6 m², consistindo em 3 m lineares de duas linhas duplas adjacentes as duas linhas centrais das subparcelas. Os grãos foram pesados e somados com a produção dos 4 m² totalizando 10 m² por subparcela.



Figura 13: Plantas de feijão quase no ponto de colheita com as vagens amarelando e planta senescendo no SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise química do solo

A maioria dos elementos analisados alcançaram maiores concentrações na camada mais superficial, diferindo estatisticamente, em relação a camada de 10 – 20 cm. Apenas o Al teve comportamento inverso. O pH e o fósforo no solo não variaram com a profundidade, apesar dos valores para fósforo terem ficado menores na camada de 10 - 20 cm, mas não houve diferença estatística, que pode ser explicado pelo elevado coeficiente da variação das análises deste elemento (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo em duas profundidades antes do desbaste das plantas, por tratamentos de adubação verde, no SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

Trat	Prof.	Al	Ca	Mg	K	P	C	N	pH
		-----cmolc dm ⁻³ -----			----- (mg l ⁻¹) -----		----- (%) -----		
AC	0-10	0,37 A	1,79 A	1,00 A	69,01 A	3,83	1,05 a A	0,15 a A	4,63
	10-20	0,43 a A	1,28 B	0,84 A	39,63 B	2,12	0,77 B	0,11 B	4,86
FE	0-10	0,36 A	1,32 A	0,89 A	57,02 A	4,51	0,78 b A	0,12 b A	4,97
	10-20	0,64 b B	0,69 B	0,52 B	27,20 B	2,63	0,63 B	0,09 B	4,67
G	0-10	0,27 A	1,68 A	1,12 A	63,47 A	5,83	0,98 a A	0,13 b A	4,93
	10-20	0,44 a B	1,18 B	0,77 B	35,30 B	3,55	0,73 B	0,10 B	4,72
N	0-10	0,26 A	1,69 A	0,92 A	49,38 A	4,42	0,86 b A	0,12 b A	5,19
	10-20	0,33 a A	1,33 B	0,77 A	33,91 B	3,19	0,68 B	0,10 B	4,99
VE	0-10	0,33 A	1,48 A	1,13 A	51,92 A	5,49	0,88 b A	0,12 b A	4,90
	10-20	0,45 a A	1,22 A	0,76 B	30,06 B	7,81	0,75 A	0,10 B	4,86
CV (%)	0-10	40,02	31,49	28,01	27,66	120,47	13,72	7,68	4,6
	10-20	26,56	17,3	12,57	16	66,68	10,87	7,89	4,48

AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea, controle. ⁽¹⁾Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si em relação aos diferentes tratamentos pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). As letras maiúsculas são relacionadas ao mesmo tratamento, com as diferentes profundidades. Os dados que não possuem letras, não tiveram diferenças estatísticas.

Para a profundidade de 10 - 20 cm, não foram encontradas diferenças entre os tratamentos, indicando que a adubação “natural”, composta por queda espontânea do material vegetal da adubação verde ao longo dos anos, atuou de forma mais efetiva na camada de 0 - 10 cm do solo (Tabela 1).

No pré manejo (0 - 20 cm de profundidade), não foi possível encontrar diferenças estatísticas entre os tratamentos (com exceção para o alumínio) (Tabela 1). Assim mesmo, sem manejo é possível ver que a diferença na ciclagem de nutrientes por meio da adubação “natural”, composta por queda espontânea do material vegetal em camadas mais superficiais, pode ser vantajosa, visto que a análise 0 - 10 cm apresentou algumas diferenças como em C e N onde os maiores valores eram compostos por adubações verdes (Tabela 1). Porém, quando envolve camadas mais profundas, essas diferenças são anuladas mesmo após 10 anos de implantação do SAF.

O efeito mais pronunciado das árvores sobre a fertilidade do solo tem sido observado quando as espécies usadas são leguminosas com capacidade para fixar o N

do ar atmosférico (CARVALHO et al., 2003). No presente estudo somente a acácia se diferenciou dos demais tratamentos em relação ao teor de nitrogênio (Tabela 1), indicando a eficiência dessa arbórea para esse fim, mesmo sem manejo da parte aérea, pois, a mesma, deposita grande quantidade de folíolos sobre o solo durante todo o ano.

De acordo com Marin et al. (2006), em seu trabalho no Centro Agroecológico São Miguel (CASM), no município de Esperança, no Agreste paraibano, a gliricídia, mesmo sem incorporação, aumentou o teor de matéria orgânica, P e K do solo, contribuindo para uma maior sustentabilidade e evitando a diminuição da fertilidade do solo. Esse fato pode ser em parte comprovado pela análise de solo do pré manejo, indicando que, as adubações verdes, mesmo sem manejo, podem servir para aumento do teor de matéria orgânica do solo, principalmente na camada 0 - 10, onde a gliricídia e a acácia apresentaram diferença significativa para o C em relação aos outros tratamentos (Tabela 1). Porém, em relação ao K e P, não houve diferenças significativas entre os tratamentos no pré manejo.

Carvalho et al., (2003) em Juiz de Fora, MG, verificou efeito das árvores melhorando as características químicas do solo, mesmo sem poda ou manejo, principalmente para as camadas mais superficiais (0 - 10 cm), mas também detectou aumento de alguns elementos para maiores profundidades, que somente diferenciam com muito tempo após o plantio. Assim, esses autores, com uma análise química sob as copas das árvores, obtiveram um aumento significativo de fósforo, cálcio, magnésio, potássio e na matéria orgânica (MO) em relação ao solo sem árvores. Essas vantagens das árvores sem manejo não foram verificadas com tanta intensidade no SAF, visto que poucos parâmetros diferenciaram estatisticamente entre os tratamentos que não tinham árvores (Tabela 1).

A maioria dos elementos apresentaram maiores concentrações e diferença estatística na análise pós manejo da biomassa, indicando que, não só a adubação verde, mas o manejo de corte e incorporação como cobertura de qualquer vegetação espontânea tem um papel relevante no aporte de nutrientes ao solo (Tabela 2).

Tabela 2. Análise química do solo pré (11/2014) e pós (11/2015) manejo da biomassa e o plantio da cultura de interesse, realizada a 0-20 cm de profundidade, no SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

Trat	Período	Al	Ca	Mg	K	P	C	N	pH
		----- (cmolc dm ⁻³) -----			----- (mg l ⁻¹) -----		----- (%) -----		
AC	Pré	0,40 a B	1,54 B	0,92 A	54,32 B	2,98	0,91 B	0,13 B	4,74 B
	Pós	0,18 A	2,52 A	1,02 b A	87,63 b A	6,10	1,40 a A	0,15 a A	5,05 c A
FE	Pré	0,50 b B	1,00 B	0,70 B	42,11 B	3,57	0,71 B	0,10 A	4,82 B
	Pós	0,11 A	2,13 A	1,08 b A	79,00 b A	4,57	1,04 b A	0,11 b A	5,31 b A
G	Pré	0,35 a B	1,43 B	0,94 B	49,38 B	4,69	0,85 B	0,11 B	4,82 B
	Pós	0,04 A	2,84 A	1,51 a A	130,75 a A	8,14	1,48 a A	0,15 a A	5,44 a A
N	Pré	0,29 a B	1,51 B	0,85 B	41,64 B	3,81	0,77 B	0,11 A	5,09 B
	Pós	0,05 A	2,54 A	1,71 a A	81,38 b A	11,07	1,12 b A	0,12 b A	5,65 a A
VE	Pré	0,39 a B	1,35 B	0,94 B	40,99 B	6,65	0,81 B	0,11 A	4,88 B
	Pós	0,05 A	2,44 A	1,34 a A	95,25 b A	10,47	1,19 b A	0,13 b A	5,45 a A
CV (%)	Pré	32,51	13,05	21,87	26,61	77,37	11,34	10,3	3,19
	Pós	36,44	18,04	14,31	30,48	64,5	17,52	13,02	2,38

AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea, controle. ⁽¹⁾Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si em relação aos diferentes tratamentos pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). As letras maiúsculas são relacionadas ao mesmo tratamento, com os diferentes tempos de manejo. Os dados que não possuem letras, não tiveram diferenças estatísticas.

Para o teor de N (%), os tratamentos com adubação verde arbórea foram os únicos que apresentaram diferenças pré e pós manejo da biomassa, indicando a enorme qualidade dessas árvores como fixadoras de nitrogênio, fato não encontrado nas espontâneas nem no feijão-de-porco, apesar de todas terem obtido um pequeno aumento. Cavalcante et al., (2012) obtiveram um teor de N superior nas adubações verdes, fato corroborado no presente estudo, visto que o teor de N no solo foi superior estatisticamente com a adubação verde arbórea.

Os únicos nutrientes que não apresentaram diferenças significativas entre os períodos do manejo foram o fósforo, que se manteve sem diferenças até entre tratamentos, e o Mg no tratamento de acácia. Isso pode indicar que a acácia não é uma planta boa na ciclagem de Mg e de P.

Favero et al. (2000) apontavam que as espécies espontâneas podem promover os mesmos efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes que as espécies introduzidas ou cultivadas para adubação verde. No presente estudo, também no tratamento com espontâneas, a maioria dos nutrientes analisados aumentaram estatisticamente com os tempos de manejo

Barreto e Fernandez (2001), em estudo no Campo Experimental Antônio Martins, no Município de Lagarto, SE, em um Latossolo Amarelo, não encontraram aumentos significativos no teor de matéria orgânica com 3 cortes sucessivos de gliricídia e leucena, justificando isso ao intenso revolvimento do solo como parte do manejo de incorporação, o que, provavelmente, favoreceu uma mais rápida decomposição do material vegetal. No SAF estudado houve um primeiro corte do material vegetal encontrado nas parcelas que foi depositado sem revolvimento do solo nas leiras entre as linhas duplas de feijão (Figuras 6 e 7). O segundo corte foi depositado nas entrelinhas do feijão (Figuras 11 e 12). A coleta de solo para análise do pós manejo foi feita por baixo das leiras de deposição do material vegetal.

Carvalho et al. (2003) afirmaram que a deposição gradativa de estruturas vegetais ao solo serve para melhorar a fertilidade do solo, e, dessa forma, contribui para eliminar uma das principais causas de degradação que é a deficiência de nutrientes no solo.

A acácia e o feijão-de-porco apresentaram menores valores de Mg em relação aos outros tratamentos do pós manejo. Em relação ao pH, as parcelas sem adubação verde apresentaram valores mais altos. A gliricídia apresentou eficaz ciclagem de K sendo o teor deste elemento maior do que nos outros tratamentos (Tabela 2).

Assim como no trabalho de Almeida & Camara (2011), em um Argissolo Vermelho-Amarelo e clima CFA subtropical de acordo com Koppen, o desempenho das leguminosas no SAF, confirmou a capacidade destas espécies em realizar uma boa ciclagem de nutrientes no sistema produtivo. No trabalho de Paula et al. (2015), correspondente a exatamente o mesmo experimento 10 anos antes, ambas as árvores, acácia e gliricídia, apresentaram boa produção de biomassa e rápida liberação de nutrientes.

Von Osterroht (2002) diz que os adubos verdes podem ter diversas ações sobre a fertilidade do solo, sendo estas: aumento do teor de matéria orgânica do solo; diminuição da toxicidade do Al e devido ao aumento de complexificação deste e elevação do pH; extração e mobilização de nutrientes das camadas mais profundas do solo e subsolo, tais como Ca, Mg, K, P; extração do fósforo fixado; fixação do N atmosférico de maneira simbiótica pelas leguminosas. Com o manejo do SAF foi possível observar a maioria desses efeitos sobre a fertilidade do solo, assim, em relação a matéria orgânica, como já foi relatado, foi possível ver a diferença no teor de C de todos os tratamentos. Também foi possível observar a diminuição do alumínio e o aumento do pH em quase todas as parcelas. No caso do P não houve diferenças com o manejo, indicando que nenhum dos tratamentos foi eficiente em ciclar P e em relação ao Mg, ele foi menor na maioria das parcelas com adubação, indicando uma imobilização deste elemento nas estruturas das plantas cortadas e aportadas ao solo.

4.2 Biometria dos açais e mognos

O número e o diâmetro dos estipes são importantes variáveis para estimar a evolução do estoque de palmito em áreas em regeneração após o corte (NOGUEIRA, 2000). Avaliando-se a área experimental após, cerca de 10 anos, sem manejo adequado, as parcelas com cobertura de acácia tinham menos touceiras vivas de açais, totalizando um número de perfilhos bem menor quando comparado aos outros tratamentos. As parcelas com adubação verde apresentaram números de perfilhos menores quando comparados aos que não tiveram cobertura verde (Tabela 3). Além de conter menos palmeiras, a maioria dos parâmetros avaliados foram menores nas parcelas com acácia. Apenas o tratamento com feijão-de-porco possuía parâmetros biométricos com valores mais altos, mas o número de estipes foi consideravelmente menor do que nos tratamentos com adubação nitrogenada e controle, sendo esta a única variável em que se diferenciou, estatisticamente, destes dois tratamentos.

Tabela 3. Avaliação biométrica do açaí por tratamento de adubação verde, antes do manejo do SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

Tratamento	H	DAP	Nº Perfilhos
ACÁCIA	2,76 b	6,09	8,00 b
FEIJÃO DE PORCO	4,15 a	8,19	12,25 b
GLIRICÍDIA	2,70 b	6,34	15,25 b
ADUBAÇÃO NITROGENADA	3,57 a	7,48	22,25 a
VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA	3,54 a	7,16	21,25 a
CV (%)	16,51	15,96	25,2

Todos os valores correspondem as médias de todos os perfilhos das touceiras amostradas. H = altura; DAP = diâmetro a altura do peito; AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea.

⁽¹⁾Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). Os dados que não possuem letras, não tiveram diferenças estatísticas.

A altura média dos perfilhos foi menor nos tratamentos arbóreos, diferenciando estatisticamente dos demais. Possivelmente, a competição gerada pelo sombreamento das arbóreas pode ter causado esse menor crescimento das palmeiras, tendo em vista que o solo foi realmente melhorado pelas arbóreas, principalmente em N ao longo dos anos. Apesar de valores mais baixos nos diâmetros dos açaizeiros nos tratamentos com adubação verde arbórea, estes não apresentaram diferenças significativas dos demais tipos de tratamentos.

Nogueira (2000) trabalhando em Igarapé Mirim, PA, encontrou estipes apresentando diâmetros entre 7,97 cm em e 10,81 cm aos 24 e 36 meses após o corte do palmito. Os diâmetros obtidos em apenas 3 anos por esse autor indicam que falta de manejo adequado da área experimental proporcionou um baixo crescimento, tendo em vista que o tratamento com a maior média de diâmetros teve 8,19 cm acumulados no período de 10 anos do plantio. O uso de cultivares adaptadas às diferentes condições de solo e clima, visando uma maior produtividade e também uma melhor adaptação as condições de cada local, também são fatores que influenciam no crescimento das plantas (NOGUEIRA et al., 2005).

A avaliação das plantas de mogno africano indicou resultados semelhantes aos do açaí, onde as parcelas com adubação verde arbórea apresentaram crescimento menor que nos demais tratamentos. Esse fato reforça a teoria de que os tratamentos com adubações verdes arbóreas em um SAF não podem deixar de ser manejados nos momentos em que começa a haver uma competição por espaço e sombreamento das plantas de produção pelas espécies empregadas para adubação verde. As médias de diâmetro foram mais próximas entre si, não havendo diferença estatística entre os tratamentos, mas já a altura comercial (altura média avaliada até a primeira ramificação da copa) nos tratamentos com cobertura de acácia e com adubação nitrogenada foi superior aos demais (Tabela 4).

Tabela 4. Avaliação biométrica do mogno africano (*Kaya ivorensis*), por tratamento de adubação verde, antes do manejo do SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ

Tratamento	H	DAP	HC
ACÁCIA	8,00 b	15,28	6,67 a
FEIJÃO DE PORCO	8,00 b	15,07	2,33 b
GLIRICÍDIA	8,25 b	17,11	4,88 b
ADUBAÇÃO NITROGENADA	9,38 a	17,67	7,25 a
VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA	9,38 a	21,33	4,00 b
CV (%)	9,97	23,38	40,58

Todos os valores correspondem as médias dos mognos amostrados. H = altura; DAP = diâmetro a altura do peito; HC = altura comercial; AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea. ⁽¹⁾Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). Os dados que não possuem letras, não tiveram diferenças estatísticas.

Os mognos apresentaram crescimento no SAF com valores médios de DAP em 21,33 cm e altura máxima de 9,38 metros no tratamento de vegetação espontânea, que junto com o tratamento de adubação nitrogenada, alcançaram o maior crescimento. Falesi & Baena (1999) trabalhando com *K. ivorensis*, aos 7 anos de idade, em Igarapé-Açu, Pará, em um sistema silvipastoril, com adubação até o segundo ano, obtiveram dados médios de altura comercial de 11,24 m e DAP de 21,5 cm, com altura total máxima sendo superior a 16 metros. Isso indica que quando ocorre um manejo adequado e oferta de nutrientes as plantas de mogno africano podem crescer mais rapidamente. Ainda no mesmo trabalho, os autores em um plantio de mogno com leguminosas geraram menores resultados de crescimento quando comparados a área controle com vegetação natural e justificaram o fato pela concorrência em nutrientes e água.

A título de ilustração visando mostrar o potencial comercial da espécie mogno africano e tomando como base a altura comercial no SAF, foi possível estimar em reais uma rentabilidade potencial da espécie no experimento. Utilizando o trabalho de Albuquerque (2011), onde o metro cúbico do mogno foi orçado em R\$ 3.400,00 e assumindo que a média dos volumes encontrados nos mognos africanos, utilizando o fator de forma de 0,5 foi 0,118 m³ por parcela, em um hectare, renderiam 49.592 mil reais, lembrando que no SAF há outros elementos capazes de gerar renda além do mogno.

4.3 Avaliação da produção de biomassa verde e de palmito no manejo das parcelas

A avaliação da biomassa fresca nos 3 tratamentos com adubação verde, encontrou o valor mais baixo nas parcelas com o feijão-de-porco, sendo o único tratamento a se diferenciar estatisticamente dos demais. Essa discrepância da adubação verde arbórea em relação a adubação verde herbácea era previsível, pois as árvores estavam há muitos anos sem manejo, gerando uma grande biomassa acumulada e o feijão-de-porco foi plantado em dezembro/2014 (Tabela 5).

O peso da biomassa referente às palmeiras desbastadas foi bem menor no tratamento das acácias quando comparado ao dos outros tratamentos, mesmo não diferenciando estatisticamente do tratamento com feijão-de-porco. Todos os tratamentos

de adubação verde tinham menos palmeiras para serem desbastadas, indicando um menor crescimento ao longo dos anos do SAF, mais uma vez ressaltando que a falta de manejo torna o sistema inviável, sendo esta uma prática que não se pode abrir mão na condução dos SAF (Tabela 5).

Tabela 5. Produção de biomassa e de palmitos, após desbastes e podas das parcelas dos tratamentos de adubação verdedo SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia Seropédica – RJ.

Tratamento	Biomassa			Palmitos (kg ha ⁻¹)	Volume (st)
	Açaí (Mg ha ⁻¹)	Ad.Verde (Mg ha ⁻¹)	Total (Mg ha ⁻¹)		
AC	5,15 b	45,14 a	50,30 a	37,21	180,56 a
FE	17,82 b	7,05 b	24,88 b	236,83	49,38
G	19,22 a	48,68 a	67,90 a	206,10	138,89 a
N	39,57 a	-	39,57 b	433,32	-
VE	30,62 a	-	30,62 b	304,31	-
CV (%)	31,07	34,1	40,08	63,54	38,09

AÇAÍ. = biomassa das palmeiras desbastadas; Ad. Verde = biomassa da adubação verde; TOTAL = soma de todo material enleirado nas parcelas; Palmitos = rendimento dos palmitos descascados; Volume = estéreo medida de volume para lenha equivalente a um metro cúbico incluindo espaços vazios, um metro cúbico aparente; AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea.⁽¹⁾Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). Os dados que não possuem letras, não tiveram diferenças estatísticas.

Segundo Paula et al. (2015), trabalhando anteriormente no mesmo SAF, no cultivo em aleias de *Acacia angustissima* foi possível suprir a cultura intercalar suficientemente com N, P, K, porém era necessário um cuidado maior com o rápido crescimento da leguminosa, pois frequentemente sombreava a cultura de interesse, diminuindo seu rendimento. Esse aspecto foi observado, no presente estudo, 10 anos após a implantação do SAF, visto que os açaís, que se tornaram a cultura de interesse comercial, não produziram bem e até tiveram alta mortalidade nas parcelas com adubação verde arbórea, principalmente, no tratamento da *A. angustissima*, o mesmo que teve as maiores melhorias químicas do solo ao longo dos anos sem manejo. Comportamento similar foi encontrado nas plantas de mogno africano que foram prejudicadas pela competição das plantas de adubação verde arbóreas não manejadas.

Favero et al. (2000), em trabalho realizado com cinco espécies de leguminosas em Sete Lagoas (MG), na Embrapa Milho e Sorgo, constatou que a testemunha com vegetação espontânea apresentou uma biomassa menor do que o tratamento com feijão-de-porco. Esse fato não pode ser comprovado neste estudo pois a biomassa total foi menor no feijão-de-porco, mesmo que não tenha diferenciado estatisticamente do controle.

A biomassa total diferenciou estatisticamente para os tratamentos com adubação verde arbórea, tendo em visto o grande número de espécies lenhosas de crescimento rápido presentes nas parcelas que estavam anos sem manejo

Foi possível perceber um valor maior para os tratamentos com adubação verde arbórea, indicando o grande potencial dessas plantas na produção de massa verde. O tratamento de gliricídia quando comparado ao de acácia, apresentou valores parecidos de biomassa verde, porém diferenciou na sobrevivência das palmeiras,

A produção de palmito, apesar de não ter apresentado diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 4), refletiu a produção de biomassa das palmeiras, onde os

tratamentos com adubação verde arbórea, diminuíram a quantidade de açais viáveis, consequentemente diminuindo o peso da colheita dos palmitos.

Yuyama et al. (2005), trabalhando com palmito pupunha, no município de Rio Preto, AM, em diferentes densidades de plantio e adubações das palmeiras, obtiveram produções entre 7 kg ha^{-1} e 582 kg ha^{-1} 18 meses após o plantio, aferindo em seu estudo que quanto maior a adubação e menor a densidade de plantio, maior a produção de palmitos. No mesmo trabalho, a produção de 7 kg ha^{-1} foi referente ao tratamento sem adubação. No SAF o tratamento que menos produziu palmito foi nas parcelas de acácia que produziu $37,21 \text{ kg ha}^{-1}$, e o valor de $433,32 \text{ kg ha}^{-1}$, referente ao tratamento que teve adubação nitrogenada. O SAF ficou muito tempo sem manejo, então foi possível obter um acúmulo de estipes que tinha potencial para produção de palmito, mas, por outro lado, não recebeu manejo ou adubações adequadas. Além disso a área não recebeu irrigações nesse período, contando apenas com a distribuição natural de chuvas que no período teve uma média de 1379 mm por ano até 2014 e com invernos secos, comuns em Seropédica. Por outro lado, o açai é nativo de ambientes que podem ser alagados, não suportando secas prolongadas, pois é acostumado com chuvas abundantes e bem distribuídas o ano todo (NOGUEIRA et al., 1995).

Não foi possível verificar a produção de frutos nos açazeiros durante os 2 anos de avaliação do SAF, observando-se que algumas palmeiras grandes e aptas até liberavam inflorescência, porém elas não seguravam um único fruto sequer. Durante o tempo de avaliação do experimento, foram constatados diversos períodos de seca, ocasionando o secamento inúmeras vezes de plantas de feijão-de-porco (Figura 14). Apenas nessas circunstâncias foi providenciada a irrigação das parcelas com uso de aspersores acionados por motobomba acoplado ao trator. Esses períodos secos podem ter prejudicado a formação dos frutos dos açazeiros, pois de acordo com Nogueira et al., (1995), a radiação solar tem grande efeito na produção, desde que não falte água no solo.



Figura 14: Plantas de feijão-de-porco sofrendo com deficit hídrico durante o período seco do verão, 26 dias após o plantio. Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

As parcelas de feijão-de-porco, quando o experimento foi montado, eram compostas por kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*(Roxb.) Benth.), que é uma planta que possui hábito trepador, podendo ter competido com o açaí, ramando em seus perfilhos. No estudo de Paula et al., (2015), a produção de biomassa do kudzu foi de $44,92 \text{ Mg ha}^{-1}$ superou quase que as duas adubações arbóreas juntas $22,42 \text{ Mg ha}^{-1}$ para acácia e $23,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ para gliricídia no somatório dos desbastes de 1 ano, reforçando a possibilidade do kudzu ter competido com os açaís.

A biomassa total aportada após o manejo não apresentou resultados tão discrepantes entre os tratamentos como as outras variáveis analisadas, indicando que a vegetação espontânea e as plantas remanescentes do experimento se adequaram aos espaços disponíveis no dossel equalizando a produção de biomassa total.

No trabalho de Almeida & Camara (2011), em um Argissolo Vermelho-Amarelo e clima CFA subtropical de acordo com Koppen, testando algumas adubações verdes, obtiveram uma produtividade de massa fresca de feijão-de-porco de $78,5 \text{ Mg ha}^{-1}$, valor significativamente maior do que o produzido no atual estudo que foi um valor de $7,05 \text{ Mg ha}^{-1}$, chegando a ser 11 vezes maior, quase duas vezes maior do que a encontrada até mesmo na adubação verde arbórea sem manejo. Essa perda de produtividade pode indicar que principalmente o sombreamento do feijão-de-porco pelos açaís e as adubações verdes arbóreas e falta de água em algumas fases do seu crescimento, afetaram a produção de biomassa por parte dessa leguminosa herbácea (FARIA et al., 2004). LEAL et al. (2012) observaram valores de produção reduzidos devido à deficit

hídrico, acarretando em perda de folhas e atrasando o desenvolvimento do feijão-de-porco na área experimental da PESAGRO RIO, em Seropédica RJ.

Segundo Almeida & Camara (2011), o feijão-de-porco produziu melhor quando em cultivo solteiro do que quando consorciado. No trabalho de Faria et al., (2004), realizado no Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semi-Árido, no Submédio São Francisco, em Petrolina (PE), pode-se observar que as plantas de interesse econômico tiveram a produção de biomassa reduzida devido ao sombreamento. Tendo em vista a baixa produtividade do feijão-de-porco, julga-se que pode ter sido causada pelo intenso sombreamento devido a falta de manejo, onde foram consorciados e sombreados com açais, árvores aleatórias e adubações verdes arbóreas.

De acordo com Lóss et al., (2008), a gliricídia pode ter uma produtividade anual de $40 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, com valores de 150 a $300 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ por ano}^{-1}$. De acordo com a produtividade encontrada no SAF estudado foi possível observar que a gliricídia chegou a produzir $48,68 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em apenas um corte, tendo mais um corte sucessivo não quantificado de biomassa, ou seja, produzindo um valor ainda maior de biomassa, sem contar os outros possíveis cortes que deveriam ter sido realizados para completar o manejo anual adequado.

No estudo de Paula et al. (2015) a acácia em uma das podas realizadas apresentou maior produção em relação a gliricídia e vegetação espontânea. Porém, no somatório total, em um ano, a *A. angustissima* apresentou produção de $22,42 \text{ Mg ha}^{-1}$ e a *G. Sepium* $23,5 \text{ Mg ha}^{-1}$, ou seja, valores muito próximos em termos de produção de biomassa. O presente trabalho avaliando a mesma área do estudo de Paula et al. (2015), 10 anos após, encontrou padrões semelhantes entre as produções de biomassa das espécies com medidas mais próximas entre as espécies arbóreas e que não são diferentes estatisticamente. Os valores encontrados por Paula et al. (2015), com base no somatório de 3 podas, em um ano, se aproximam da metade dos valores encontrados em uma única poda no SAF após anos sem manejo, indicando que não houve um acúmulo correspondente de massa ao longo do crescimento e que as podas estimulam a produção de biomassa. É importante lembrar que a parte mais lenhosa e pesada não foi quantificada no atual estudo, e essas adubações arbóreas quando manejadas intensamente, praticamente toda parte aérea é quantificada e aproveitada tendo em vista que não há tempo suficiente para o engrossamento dos caules. Barreto & Fernandez (2001), em estudo realizado no Campo Experimental Antônio Martins, no Município de Lagarto, SE, em um solo Latossolo Amarelo, obtiveram uma produção para gliricídia de $14,46 \text{ Mg ha}^{-1}$ com caules e sem os caules de $10,97 \text{ Mg ha}^{-1}$. Os valores encontrados por esses autores indicam que houve um acúmulo de biomassa em gliricídia no SAF.

Em relação à cubagem de lenha, a gliricídia e a acácia não apresentaram diferenças significativas, com um valor absoluto um pouco maior para acácia. Esse maior peso de madeira, somado a ao peso da adubação verde poderia ter levado a acácia a possuir um maior valor total de biomassa, porém a madeira foi quantificada somente em volume estéreo e não em peso. Essa diferenciação se deu por ser a lenha, material lignificado, de lenta decomposição, que poderia levar à imobilização de nutrientes, prejudicando as culturas de ciclo curto (SANTOS & CAMARGO, 1999). O tratamento de feijão-de-porco apresentou valor na cubagem de lenha devido à regeneração de arbóreas, inclusive indivíduos grandes de acácia, que se encontravam em algumas parcelas (Tabela 5). Essas arbóreas foram somadas no valor da adubação verde, mas a lenha acima de 5cm de diâmetro foi quantificada por volume.



Figura 15: Vista geral do experimento de SAF com tratamentos de adubação verde, antes do manejo das parcelas, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.



Figura 16: Vista geral do experimento de SAF com tratamentos de adubação verde, após o manejo das parcelas, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

4.4 Análises de produção do feijoeiro

A maioria das variáveis de produção avaliadas não diferiram, estatisticamente, entre os tratamentos inoculados e não inoculados. Somente os tratamentos com feijão-de-porco e o controle apresentaram alguns fatores de produção como peso de 100 sementes ou número de vagens por planta ligeiramente maiores para as subparcelas inoculadas quando comparadas as não inoculadas. O número de plantas não teve diferenças estatísticas quando comparado nas diferentes coberturas, e também não teve efeito da inoculação, indicando que o plantio foi feito de forma homogênea e com poucas falhas. A falta de efeito da inoculação pode ter sido devido à oferta de N nos tratamentos com adubação verde e mesmo no tratamento com vegetação espontânea (Tabela 6).

Tabela 6. Avaliação de variáveis de produção de feijão e nodulação de plantas por tratamento no SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

Trat	I/NI	IC	NODUL	Nº PL	Nº VAG	VAG/PL	Nº GT	Nº GV	P100
AC	I	0,21 b	9,00 A	62,75	388,5 a	6,21 a	947,90 a A	2,46 a A	75,96
	NI	0,21 b	5,75 A	67,25	385,5 a	5,83 a	1012,92 a A	2,62 a A	78,59
FE	I	0,39 b	11,25 A	70,50	263,25 b	3,79 b	603,89 b A	2,27 a A	74,67
	NI	0,43 b	5,75 B	71,5	239,5 b	3,33 b	531,09 c A	2,21 b A	72,93
G	I	0,48 b	9,75 A	64,50	256,5 b	3,91 b	519,02 b B	2,09 b B	73,83
	NI	0,29 b	7,50 A	62,25	289 b	4,63 a	743,79 b A	2,57 a A	71,51
N	I	0,87 a	11,50 A	66,75	124,75 c	1,92 c	232,59 c A	1,79 b A	70,46
	NI	0,97 a	7,25 B	70,50	124 c	1,75 b	229,75 d A	1,84 b A	77,30
VE	I	0,61 a	12,00 A	62,75	163,75 c	2,66 c	329,09 c A	1,85 b A	71,06
	NI	0,86 a	6,25 B	71,75	157,25 c	2,14 b	345,03 d A	2,04 b A	69,46
CV (%)	I	59,34	18,53	9,22	34,68	33,07	35,5	16,53	20,27
	NI	32,24	25,3	10,91	18,06	27,98	18,06	11,98	13,7

I = inoculado; NI = não inoculado; AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea ou controle; IC = Índice de colheita; Nº de NOD= Nódulos por planta; Nº PL = número de plantas; Nº VAG = número de vagens; VAG/PL= número de vagens por planta; Nº GT = número de grãos total; Nº GV= número de grãos por vagem; P. 100 = peso de 100 sementes; ⁽¹⁾Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). As letras maiúsculas são relacionadas ao mesmo tratamento, inoculado e não inoculado. Os dados que não possuem letras, não tiveram diferenças estatísticas.

Gomes (2007) trabalhando em Latossolo vermelho, de textura argilosa na Fazenda Sucupira (Embrapa Transferência de Tecnologia), no Riacho Fundo II, Brasília/DF, relatou que o nitrogênio proveniente da fixação biológica contribuiu mais ao sistema solo-planta do que o N proveniente de fertilizações minerais. Segundo Ramalho & Abreu (2002), o feijoeiro é uma planta pouco eficiente na competição com as plantas daninhas, principalmente nos 30 dias a partir da emergência, fase denominada de período crítico de competição. Assim, durante este período, a cultura deve ser mantida no limpo, caso contrário, poderá haver redução no rendimento de grãos e, mesmo quando aparecem ocorrências tardias do mato não afetando diretamente a produção, estas são indesejáveis, pois prejudicam a uniformidade da maturação e a qualidade dos grãos colhidos, dificultando a colheita e aumentando as perdas.

A adubação verde exerce bom controle sobre vegetação espontânea e reduz a necessidade de capinas. No SAF não só os tratamentos com adubos verdes, mas o cultivo de feijão no geral não necessitou de uma capina sequer, assim, na fase de

maturação dos grãos o mato estava começando a aparecer por baixo dos viçosos feijoeiros, mas não foram prejudiciais no rendimento dos grãos. Esse fato pode estar relacionado ao possível pobre banco de sementes que havia na área, visto que o SAF se encontra numa matriz de capim, há muitos anos manejada para manter essa fitofisionomia. A adubação verde arbórea é sabidamente capaz de controlar espécies invasoras devido ao sombreamento exercido que restringe não só a emergência do banco de sementes presente, como também proporciona maior umidade ao solo (RICCI E RODRIGUES, 2009). Dessa forma a qualidade do banco de sementes poderia provir de plantas com crescimento lento ou com baixa competitividade, onde o feijoeiro conseguiu se sobressair.

No SAF a produtividade foi relacionada mais as diferentes qualidades de adubação verde do que a quantidade de fitomassa, reforçando a ideia de que o N acumulado na parte aérea das plantas de cobertura é o que representa a maior influência, visto que gliricídia obteve maiores valores para produção de biomassa, porém menores produções do feijoeiro do que a acácia. Assim como o feijão-de-porco, que foi o tratamento com menor biomassa total, e teve alguns valores de produção do feijoeiro que superou os valores encontrados em gliricídia (Tabela 7).

Tabela 7. Avaliação da produção de feijão por tratamento no SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

Tratamentos	PRODUÇÃO (kg ha ⁻¹)		
	Inoculado	Não Inoculado	Total
ACÁCIA	1796,90 a	2018,79 a	3815,7
FEIJÃO DE PORCO	1189,36 b	1090,04 b	2279,4
GLIRICÍDIA	780,30 c	1153,89 b	1934,2
ADUBAÇÃO NITROGENADA	463,48 c	376,93 c	840,41
VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA	650,59 c	615,24 c	1265,8
CV %	41,21	25,5	

AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea. ⁽¹⁾Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). As letras maiúsculas são relacionadas ao mesmo tratamento, inoculado e não inoculado. Os dados que não possuem letras, não tiveram diferenças estatísticas.

As parcelas com gliricídia, mesmo com uma maior produção de biomassa apresentaram produções de feijão mais baixas do que quando comparadas com a adubação arbórea de acácia. Diversos fatores podem explicar essa diferença, entre eles a qualidade do material depositado, o momento da oferta desse material, visto que acácia deposita folhas durante diversos períodos do ano enquanto gliricídia mantém mais a sua folhagem, precisando ser podada para acumular biomassa no solo. De fato, o tratamento de acácia foi o que teve maiores transformações no solo ao longo dos anos, porém se somente dependesse da melhora da fertilidade do solo acumulada ao longo dos anos a gliricídia deveria ter se sobressaído mais que o tratamento de feijão-de-porco, fato que não ocorreu. Um outro aspecto provém da alta brotação da gliricídia, que pode ter prejudicado o feijoeiro em um período crucial do seu desenvolvimento, reduzindo assim sua produção de parte aérea devido ao sombreamento e a demora para a realização da segunda poda das aleias (Figuras 17 E 18). Ricci & Rodrigues (2009) em seu trabalho na Fazendinha Agroecológica km 47, no município de Seropédica, RJ, comprovaram que os feijões a pleno sol e os que estavam sobre copas ralas tiveram maior produção do que os que foram sombreados por gliricídia.



Figura 17: Parcela do tratamento com gliricídia com brotações sombreando o feijoeiro nas linhas mais próximas as aléias do SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.



Figura 18: Parcela do tratamento com acácia com brotações que não limitaram o crescimento do feijoeiro nas linhas mais próximas as aléias do SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

No estudo de Oliveira (2002) com diversas adubações verdes na área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, viu-se que o feijão-de-porco propiciou o melhor desenvolvimento dos feijoeiros comuns e produção de grãos de maior tamanho quando cultivados sobre a palhada dessa leguminosa. De fato, o feijão-de-porco no SAF apresentou bons parâmetros de produção do feijão, sendo alguns valores até mesmo maiores, estatisticamente, do que o tratamento de gliricídia, mas nenhum tratamento apresentou diferença em relação ao tamanho do grão, pois não houve diferença estatística no peso de 100 sementes.

Em relação ao número de vagens, vagens por planta e número de grãos total, tanto o inoculado quanto o não inoculado apresentaram resultados parecidos, onde as parcelas que continham adubação verde tiveram os maiores valores, principalmente as arbóreas, com destaque para acácia, que apresentou os maiores valores de todos os parâmetros avaliados em relação a produção do feijoeiro, possivelmente por esta espécie ter melhorado a fertilidade do solo “naturalmente” ao longo dos anos, principalmente nas camadas mais superficiais, que são justamente as camadas mais exploradas pelas plantas herbáceas.

Gomes (2007) em seu trabalho em latossolo vermelho, de textura argilosa, em Brasília/DF, viu que o número de vagens não apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos, indicando que maiores aplicações de adubos de cobertura e a inoculação não tem influência diferenciada nesse componente de produção. No SAF, nem a adubação de cobertura, nem a inoculação apresentaram diferenças estatísticas no número de vagens, visto que o tratamento nitrogenado não apresentou valores maiores do que o controle e a inoculação não foi benéfica em todas as variáveis de produção.

No trabalho de Araujo et al. (2007) em uma área de assentamento do INCRA, no município de Miranda do Norte-MA, não foi encontrada diferença significativa no número de vagens nem no número de grãos entre os tratamentos de inoculação e não inoculação, justificando isso pelo fato destes componentes serem característicos de alta herdabilidade genética. No estudo atual também não foi verificada diferença estatística para o número de vagens quando comparados os fatores de inoculação, porém houve variações entre os tratamentos, indicando que não é influenciado somente pela genética, já que todos os tratamentos foram montados com a mesma cultivar.

O número de grãos por vagem teve valores um pouco diferentes, onde a adubação verde arbórea não diferenciou tanto da herbácea (no caso do inoculado), onde somente o não inoculado apresentou parâmetros esperados em relação a adubação verde herbácea/arbórea, porém o feijão-de-porco não se diferenciou, estatisticamente, do controle e da adubação nitrogenada.

No estudo atual, o número de vagens por planta teve ampla variação em relação aos tratamentos, porém não diferenciou em relação a inoculação. Essa diferença na produção de vagens por planta foi maior no tratamento de acácia, mas teve vantagens em todos os tratamentos com adubação verde, mostrando que a qualidade dos adubos verdes pode interferir no número de vagens por planta. Em relação ao número de grãos o mesmo padrão foi encontrado, porém, a gliricídia, que é uma adubação arbórea, perdeu lugar para o feijão-de-porco na ordem de produtividade.

Ao avaliar a produção de grãos de feijão em cada tratamento do SAF foi possível constatar uma maior produção nas parcelas que continham adubação verde como forma de fornecimento de nutrientes em cobertura. O tratamento de acácia apresentou os maiores valores em relação a todos os outros, diferindo estatisticamente, mesmo quando comparado com a gliricídia que apresentou os maiores valores de biomassa verde. Esses resultados sugerem a eficiência das adubações verdes

empregadas na produção de feijão, pois todas apresentaram maiores valores quando comparadas com a adubação nitrogenada e o tratamento controle.

O tratamento de adubação nitrogenada e o controle não apresentaram diferenças estatísticas em relação à produção do feijoeiro, além de apresentarem os valores mais baixos. Esse resultado indica que a adubação em cobertura de torta de mamona foi desnecessária e poderia ser dispensada. Porém, existem outros relatos da ineficiência de adubação nitrogenada de cobertura, já que Araujo et al. (2007) em seu trabalho em uma área de assentamento do INCRA, no município de Miranda do Norte-MA, encontraram que o fornecimento de N mineral em cobertura não proporcionou ganhos consideráveis para a cultura, não diferindo da testemunha que não recebeu adubação e cobertura.

Filho et al. (2001) em seu trabalho em Santo Antônio de Goiás, GO, teve um aumento de rendimento de grãos devido a aplicação de N em cobertura, chegando a valores 13 % maiores. Esse fato não ocorreu no presente estudo, os autores mencionados ainda verificaram que a eficiência dos fertilizantes nitrogenados foi menor quando aplicados na superfície do solo sem a sua imediata incorporação, assim como foi feito no SAF.

Gomes (2007) em Brasília, DF, obteve rendimentos que variaram de 2459,1 kg ha⁻¹ a 2830,1 kg ha⁻¹ em tratamentos que consistiram na aplicação de diferentes épocas de sulfato de amônio (NPK 20-00-00– 20,8 % de S – 0,05 % de B) em uma dosagem de 200 kg ha⁻¹ em cobertura sem incorporação tendo uma adubação de plantio com 500 kg ha⁻¹ de NPK 02-20-20 com uma porcentagem de micronutrientes. Avaliando esse trabalho nota-se que mesmo os tratamentos considerados com menor rendimento tiveram maior produção em comparação ao SAF avaliado, indicando que um cultivo comercial com elevada adubação química é capaz de produzir maiores quantidades de feijão do que um cultivo mais natural e agroflorestal.

Didonet et al. (2009) em Santo Antônio de Goiás, GO, não encontrou diferenças na produtividade de grãos de feijão relacionadas as plantas de cobertura. Esse fato difere do encontrado no presente trabalho, visto que houve grandes diferenças de produção em relação as diferentes coberturas. Assim, a produção de feijão mais uma vez reforça o poder da adubação verde, que apresentou padrões melhores, com destaque para a acácia que chegou a produzir 5,36 vezes mais que a adubação nitrogenada (comparando entre tratamentos não inoculados).

Um outro fator importante é a sincronia da liberação de nutrientes com a absorção das plantas (STUTE & POSNER, 1995; MENDONÇA, 2003; CAMPELLO et al., 2006; PAULA et al., 2015). É provável que, além da adubação natural composta pela queda do material vegetal ter melhorado inicialmente o solo, a acácia tenha liberado nutrientes para o feijoeiro exatamente na época que a cultura estava precisando, ocorrendo um bom crescimento, visto que a análise química do solo após o manejo não mostra uma vantagem da acácia sobre a gliricídia, e a biomassa dessa última foi maior do que a de acácia.

Por causa da maior variabilidade do material das leguminosas arbóreas, com materiais finos e grossos, é possível que a disponibilização mais prolongada de nutrientes tenha propiciado uma melhor produção, coincidindo com os períodos de maior exigência da cultura, assim como Oliveira et al. (2002), que constatou que a rápida liberação de N pela palhada das leguminosas foi crucial e no momento em que as culturas precisavam, proporcionando uma maior produção e maior tamanho geral dos grãos. Com a análise química foi possível ver um aumento geral no teor de nitrogênio de todas as parcelas, porém, as únicas que diferenciaram estatisticamente com o manejo foram parcelas de leguminosas.

De acordo com Silva & Wander (2013), a média regional para produção de grãos da região sudeste é de 1278 a 2128 kg ha⁻¹, variando da primeira para a terceira safra que pode ser cultivada nessa região, sendo o valor mais alto encontrado para as “safra irrigadas de inverno”, onde as tecnologias são capazes de aumentar a produção. De acordo com esse autor, nenhum resultado conseguiu superar a média da região sudeste, visto que a melhor produtividade foi alcançada por *A. angustissima*, sendo 2.018,79 kg ha⁻¹, e o período do experimento se refere exatamente a 3ª safra, ou safra irrigada, ou seja, a considerada mais produtiva.

Fernandes (2012) em seu estudo na Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica-RJ, com diversas cultivares, conseguiu uma produção com variação de 1.530 a 2.580 kg ha⁻¹, com uma média de 1920 kg ha⁻¹, considerando um rendimento satisfatório para o cultivo de feijão. Esses resultados de produção mais uma vez ressaltam a produção obtida no tratamento de *A. angustissima*, tendo em vista que obteve valores produção mais próximos da média de diversas cultivares estudo mencionado,

Gualter et al. (2011) em seu trabalho realizado em Santa Luzia do Paruá, MA, diz que obteve produções maiores que a média nacional em todos os tratamentos (com valores variando de 607 a 893 kg ha⁻¹) com exceção do tratamento controle (149 kg ha⁻¹). De acordo com essa afirmação, todos os tratamentos obtiveram valores maiores que a média nacional, com exceção das parcelas com adubação nitrogenada, que foram os únicos que apresentaram valores de produção menor que 607 kg ha⁻¹.

Fernandes (2012) em seu estudo avaliou, entre cultivares, o feijão variedade Constanza, assim como o plantado no SAF. Esse autor diz que esse feijão possui o tipo de grão vermelho, grande, com a planta apresentando hábito de crescimento ereto determinado, possuindo ciclo normal de 90 dias em média e conseguiu uma produtividade de 1880 kg ha⁻¹, número de vagens por planta foi 6,3, grão por vagem 2,5, peso de 100 sementes 55,3 e índice de colheita de 0,568. Vale lembrar que ele usou 2 L de esterco bovino curtido para adubação de cova e aos 30 DAP aplicou 55 g de torta de mamona por metro linear. De acordo com o número de vagens por planta e produção alcançada pelo autor, é possível perceber que a maioria das parcelas não produziu tão bem, visto que as médias de todos os tratamentos foram de 3,54 e 1.013,55 kg ha⁻¹ respectivamente, tirando o tratamento de acácia que atingiu padrões parecidos, até mesmo mais altos (no caso da produção dos não inoculados).

4.5 Avaliação da distribuição da nodulação nas parcelas do SAF

Aos 34 DAPL e inoculação, foi feita uma avaliação geral do experimento e todas as subparcelas inoculadas apresentaram uma nodulação superior do que as subparcelas não inoculadas, indicando uma eficiência do processo de inoculação a partir do uso do extrato de nódulos. Algumas parcelas como a D4 tiveram boas nodulações com o extrato e não foi verificada a presença de nódulos no controle. Em outras situações como as parcelas D1 ou E4 a nodulação teve a mesma intensidade na subparcelas inoculada e não inoculada. Mesmo com alguns contrapontos, a maioria das subparcelas inoculadas com o extrato apresentou a nodulação superior nos feijoeiros.

Ainda em relação a nodulação observada, nenhum tratamento apresentou diferença estatística significativa entre si, nem antes, nem depois da inoculação, indicando que os tipos de cobertura não têm influência na nodulação do feijoeiro. A maioria dos tratamentos inoculados apresentou diferenças em relação ao seu tratamento

não inoculado, provando que a inoculação com extrato de nódulos é eficiente, produzindo um número maior de nódulos, apesar de, estatisticamente, somente os tratamentos de feijão-de-porco e adubação nitrogenada diferenciaram. Além dos valores de nodulação estarem maiores, os feijões inoculados nodularam mais visualmente do que seus respectivos de parcela não inoculada, (Tabela 8).

Tabela 8. Avaliação da nodulação dos feijoeiros por tratamento no SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

Trat	I/NI	NODUL
ACÁCIA	I	9,00 A
	NI	5,75 A
FEIJÃO DE PORCO	I	11,25 A
	NI	5,75 B
GLIRICIDIA	I	9,75 A
	NI	7,50 A
ADUBAÇÃO NITROGENADA	I	11,50 A
	NI	7,25 B
VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA	I	12,00 A
	NI	6,25 B
CV (%)	I	18,53
	NI	25,3

AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea. I = inoculado; NI = não inoculado.⁽¹⁾Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). As letras maiúsculas são relacionadas ao mesmo tratamento, inoculado e não inoculado. Os dados que não possuem letras, não tiveram diferenças estatísticas.

Araujo et al. (2007), em Miranda do Norte-MA, obteve uma nodulação significativa com maior número em todos os tratamentos que receberam o rizóbio na semente e percebeu que na testemunha e no tratamento com adubação nitrogenada ocorreu pouca nodulação, e associou isso a baixa população de rizóbio estabelecida na área. No caso do SAF os tratamentos com adubação verde arbórea, podem ter aumentado a população de rizóbios que conseguiram se associar ao feijão, visto que foram nesses tratamentos a maior ocorrência de rizóbio nas parcelas não inoculadas.

Quando tratamentos que não recebem inoculantes, são possíveis de enxergar uma nodulação considerável, isso é virtude da população de bactérias nodulantes do solo (GUALTER et al., 2011). Essa presença das bactérias do solo foi possível ser verificada no SAF, visto que a maioria das subparcelas que não recebeu inoculação, possuía nódulos visíveis (Tabela 8). A utilização de inoculantes pode proporcionar boa nodulação, bom acúmulo de N na parte aérea (GUALTER et al., 2011). Esses fatos foram comprovados com o atual trabalho, visto que a inoculação proporcionou bons resultados de nodulação e acúmulo de N. Além disso, o fato do extrato ser feito com o plantio do próprio feijão em vasos para posterior lavagem e utilização das raízes para o extrato torna a utilização desta técnica pouquíssimo custosa, podendo ser feita na maioria das propriedades antes do plantio do feijão. Sem dúvida são necessários mais estudos de inoculação com extratos de nódulos antes de tirar conclusões sobre a eficiência do método. Pois, se comprovada o benefício da sua utilização, o alcance da tecnologia de inoculação de plantas será muito ampliado e com certeza aumentaria a

adoção pelos pequenos agricultores que hoje tem muita dificuldade de encontrar inoculantes sendo comercializados nas cidades do interior do país (ROCHA, 2013).

Tabela 9. Distribuição e intensidade da nodulação do feijoeiro comum 34 DAPL por parcela do SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

PAR/Trat	I	NI	PAR	I	NI									
E1/G	M	M	D1/FP	P	S	C1/AC	S	M	B1/N	O	S	A1/VE	M	P
	P	P		P	P		M	S		O	S		M	P
	P	S		P	P		M	P		M	P		M	P
	S	P		M	M		M	P		M	P		P	S
E2/VE	O	S	D2/G	M	P	C2/AC	S	P	B2/FP	O	S	A2/N	M	P
	M	P		M	P		P	S		O	S		M	P
	P	M		M	P		M	P		S	P		P	P
	P	S		P	M		M	P		S	P		S	M
E3/G	M	P	D3/AC	O	S	C3/FP	M	P	B3/VE	O	S	A3/N	O	M
	M	P		P	S		M	S		O	S		M	M
	P	P		M	S		M	S		M	S		M	P
	P	S		M	S		P	S		M	P		P	S
E4/AC	P	S	D4/FP	O	S	C4/VE	M	P	B4/G	M	S	A4/N	M	S
	S	S		O	S		M	P		M	S		M	S
	S	S		O	S		M	S		P	P		M	S
	S	S		M	S		M	S		P	P		P	P

PAR = parcelas; IN = inoculado; NI = não inoculado; S = sem nodulação (0); P = pouca nodulação (1); M = média nodulação (2); O = Ótima nodulação (3). AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea.

4.6 Avaliação do teor de N no grão e na parte aérea.

O teor de nitrogênio da parte aérea não apresentou diferenças entre os tratamentos inoculados, sendo que os tratamentos inoculados foram superiores aos não inoculados, com exceção da acácia. Entre os tratamentos não houve diferenças estatísticas no teor de N da parte aérea, sendo que nos tratamentos não inoculados as adubações verdes arbóreas foram melhores para esse parâmetro que as demais coberturas do solo. Esses resultados indicam que a inoculação foi positiva para fixação biológica de nitrogênio nas plantas, mas isso não se refletiu na transferência para floração e grãos (Tabela 10).

Tabela 10. Teores de nitrogênio da parte aérea (PA) e dos grãos (GR) dos feijoeiros inoculados e não inoculados por tratamento no SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

Tratamento	-----N (%)-----			
	PA I	PA NI	GR I	GR NI
ACÁCIA	4,22 a A	4,19 a A	3,76 a A	3,87 a A
FEIJÃO DE PORCO	4,06 a A	3,18 c B	3,57 b A	3,44 a A
GLIRÍCIDIA	4,22 a A	3,54 b B	3,87 a A	3,69 a A
ADUBAÇÃO NITROGENADA	4,02 a A	3,00 c B	4,05 a A	3,56 a B
VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA	3,94 a A	2,88 c B	3,38 b A	3,53 a A
CV (%)	6,09	8,32	8,88	6,72

AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea, controle.

⁽¹⁾Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). As letras maiúsculas são relacionadas ao mesmo tratamento, com as diferentes inoculações.

No estudo de GOMES (2007), em Brasília/DF, não houveram diferenças no teor de nitrogênio da parte aérea das plantas quando comparadas a inoculação, as diferentes adubações de cobertura e a testemunha que não recebeu reforço nitrogenado.

No trabalho de ARAUJO et al. (2007), o nitrogênio da parte aérea foi maior nos tratamentos inoculados, indicando uma eficiência da fixação biológica de N pelas estirpes de *Rhizobium tropici* no feijoeiro, demonstrando que a inoculação de sementes tem a mesma ou maior capacidade de incorporação de nitrogênio à planta, quando comparado à adição de nitrogênio mineral. No SAF foi possível observar que o nitrogênio da parte aérea dos feijoeiros foi maior nos tratamentos inoculados.

Dentre as variedades analisadas por FERNANDES (2012), este não encontrou diferença significava para o teor de N dos grãos, variando de 3,1 % a 4%, incluindo a variedade Constanza utilizada no SAF.

No trabalho de FARIA et al. (2004), realizados no Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semi-Árido, no Submédio São Francisco, em Petrolina (PE), foi constatado que a adubação verde melhorou a qualidade do solo, mas não melhorou a qualidade da cultura de interesse. No presente trabalho, também foi possível verificar uma melhoria da qualidade do solo devido a adubação verde. A inoculação, somada a adubação verde arbórea, proporcionou uma melhora na qualidade do feijão, diferenciando estatisticamente o teor de nitrogênio do grão, assim como o menor valor do teor de N do grão foi no tratamento controle.

5.CONCLUSÕES

Foi possível concluir que a adubação verde foi realmente eficiente na ciclagem de nutrientes do solo, aumentando o teor da maioria dos elementos após o manejo da biomassa vegetal, superando a vegetação espontânea.

A adubação verde beneficiou a produção do feijoeiro.

A inoculação com extrato de nódulos foi capaz de aumentar a nodulação e o teor de nitrogênio da parte aérea do feijoeiro, porém não aumentou a produção de grãos.

Mesmo sem muitos tratos culturais, um SAF com plantas perenes foi capaz de gerar renda, no caso estudado o mogno e o açaí, mesmo sem manejo adequado, mostraram potencial para produção de receita para os produtores rurais.

Um sistema agroflorestal destinado a produção intercalada com herbáceas exige cuidados permanentes para evitar problemas de competição entre os diferentes componentes vegetais do sistema.

Foi possível constatar a complexidade do manejo agroflorestal, visto a diversidade de plantas e de exigências ambientais de cada cultura implantada e manejada.

Os SAF ainda carecem de muitos estudos, mas mesmo com todos os desafios de um sistema de produção mais complexo, se mostram como uma abordagem produtiva que permite obter segurança alimentar, geração de receita, possibilitando uma maior conservação dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. F. B.; PELOSO, M. J. D. Cultivares de Feijoeiro Comum para o Estado de Minas Gerais. Santo Antônio de Goiás, GO. 4p. 2004.
- ALBUQUERQUE, C. P. Levantamento Bibliográfico sobre Mogno Africano. Consultoria florestal, UNESP. 24p. 2011.
- ALMEIDA, K.; CAMARA, F. L. A. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. Rev. Bras. de Agroecologia. 6(2) : 55-62. 2011.
- ALMEIDA, E. F.; POLIZEL, R. H. P.; GOMES, L. C.; XAVIER, F. A. S.; MENDONÇA, E. S. 2007. Biomassa microbiana em sistema agroflorestal na zona da mata mineira. Rev. Bras. de Agroecologia/out. 2007, Vol.2, No.2.
- AMADOR, D. B. Restauração de Ecossistemas com Sistemas Agroflorestais. In: Kageyama, P. Y. et al (org.). Restauração de ecossistemas naturais. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais – FEPAF. São Paulo. Botucatu. 2003.
- AMADOR, D. B.; VIANA, V.M. – Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais – Série Técnica IPEF – Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais . V.12, n.32, p.105 –110, 1998.
- ARAÚJO, J. C.; AGUIAR, A. C. F.; MENDONÇA, V. C. M. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na pré-amazônia. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 25, n. 2, p. 267-275, 2007.
- BAGGIO, A. J.; HEUVELDOP, J. Implantação, manejo e utilização do sistema agroflorestal cercas vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. na Costa Rica. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.5, p.19-52, dez. 1982.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, out. 2001.
- BEER, J.; HARVEY, C.; IBRAHIM, M.; HARMANS, J.; SOMARRIBA, E.; JIMENEZ, F. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. Agroforesteria en las Américas. Vol. 10 n 37-38, 2003.
- CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, G. T. A.; NÓBREGA, P. de O.; VIEIRA, A. L. M.; FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S. de. Implantação e manejo de SAF's na Mata Atlântica: A experiência da Embrapa Agrobiologia. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. da, et al. (Ed.). Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 33-42.
- CAMPOS, J.B.; COSTA FILHO, L. V.; NARDINE, M. M. Recuperação da reserva legal e a conservação da biodiversidade. Cadernos de biodiversidade. Curitiba, PR, v.1, N.3, p.1-3, 2002.
- CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. Arborização melhora a fertilidade do solo em pastagens cultivadas. Juiz de Fora, MG. Dezembro. 4p. 2003.
- CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para associação com pastagens. Circular técnica, Juiz de Fora. MG. 27p. 2001.

- CAVALCANTE, V. S.; SANTOS, V. R.; NETO, A. L. S.; SANTOS, M. A. L.; SANTOS, C. G.; COSTA, L. C. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.16, n.5, p.521–528. 2012.
- COPIJN, A. N. Agrossilvicultura sustentada por sistemas agrícolas ecologicamente eficientes. 1987.
- DEITENBACH, A.; FLORIANI, G. S.; DUBOIS, J. C. L.; VIVAN, J. L. Manual agroflorestal para a Mata Atlântica. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Brasília, 2008.
- DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; Sistema de Produção Orgânico de Feijão para Agricultores Familiares. Comunicado técnico. Santo Antônio de Goiás, GO. 8p. 2009.
- DRUMOND, M. A.; FILHO, O. M. C. Introdução e avaliação da *Gliricidia sepium* na região semi-árida do Nordeste Brasileiro. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. 8p. Sem data.
- DUARTE, E. M. G.; CARDOSO, I. M.; PONTES, L. M.; FÁVERO, C. Terra Forte. *Agriculturas*. 2008. 5:11-15.
- DUBOIS, J. Manual agroflorestal para a Amazônia. Rio de Janeiro: REBRAAF, 1996. 228p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.
- ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; ABOUD, A. C. S. Adubação Verde com Leguminosas. Coleção Saber, 5. Brasília. DF. 54p. 2005.
- FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C.; Mogno-africano *Khaya ivorensis* A. Chev. em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo. Embrapa. 52p. 1999.
- FARIA, C. M. B.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S.; adubação verde com leguminosas em videira no submédio são francisco. *R. Bras. Ci. Solo*, 28:641-648. 2004.
- FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. *R. Bras. Ci. Solo*, 24:171-177. 2000.
- FERNANDES, R. C. Avaliação de cultivares de feijoeiro em sistema orgânico de produção na Baixada Fluminense, RJ. Dissertação de mestrado, 53p. 2012.
- FILHO, M. O. B.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. Aplicação de Nitrogênio em Cobertura no Feijoeiro Irrigado. Circular técnica. Goiás, GO. 8p. 2001.
- FRANCO, A. A. Uso de *Gliricidia sepium* como moirão vivo. Comunicado técnico. N° 3, p. 1-5. 1988.
- FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C. Introdução das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais. In: Seminário sobre sistemas agroflorestais e desenvolvimento sustentável. Anais. Campo Grande: CNPGC, 2003. p. 1-24,
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em

- argissolo vermelho-amarelo na região noroeste fluminense (RJ). R. Bras. Ci. Solo, 31:1421-1428. 2007.
- GASCON, C.; WILLIAMSON, G. B. & FONSECA, G. A. B. Receding edges and vanishing reserves. *Science*, 288: 1356-1358 GÖTSCH, E. Homem e Natureza: Cultura na Agricultura. 1a ed. Recife: Recife Gráfica, 1995. 12 p. 2000.
- GOMES, O. C. O. Avaliação da produtividade com diferentes épocas de adubação nitrogenada em cobertura na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Recanto das Emas, DF. Trabalho de conclusão de curso. 47p. 2007.
- GOULART, M.P. Manejo de Sistema Agroflorestal, implantado como corredor ecológico em Seropédica, Rj. Plano de Trabalho – Bolsa FAPERJ – Embrapa Agrobiologia, 3p. 2008.
- GÖTSCH, E. Break-through in agriculture. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995, (a). 22p.
- GÖTSCH, E. Homem e Natureza Cultura na Agricultura. Centro Sabiá. Recife, PE. 1995, (b).
- GUALTER, R. M. R.; BODDEY, R. M.; RUMJANEK, N. G.; FREITAS, A. C. R.; XAVIER, G. R. Eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio em feijão-caupi cultivado na região da Pré-Amazônia maranhense. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.46, n.3, p.303-308, mar. 2011.
- HUXLEY, P. Tropical agroforestry. Oxford: Blackwell Science, 1999. 371 p.
- JARDIM, M. A. G.; ANDERSON, A. B. Manejo de populações nativas de açaizeiro no estuário amazônico resultados preliminares. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 15, p.1-18, dez. 1987.
- LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; PEIXOTO, R. T. G. Feijão-de-porco na Baixada Fluminense: como tirar proveito máximo da sua ação como adubo-verde. *Boletim de pesquisa e desenvolvimento*. Embrapa. Seropédica, RJ. 24p. 2012.
- LIMA, S.S; LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. C.; COSTA, D.B. Atributos químicos e estoques de carbono e nitrogênio em argissolo vermelho-amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no norte do Piauí. *Revista Árvore*. 2011. 35(1): 51-60
- LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. Cartilha sobre adubação verde e compostagem. Vitória. 27p. 2008.
- MACHADO, V. D.; SANTOS, M. V.; SANTOS, L. D. T.; MOTA, V. A.; SANTOS JÚNIOR, A. Sistemas Agroflorestais. Disponível em www.ilpf.com.br, acessado em 22-05-2014.
- MARCHIORI JÚNIOR, M. & MELO, W.J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. *Pesq. Agropec. Bras.* 2000. 35:1177-1182,
- MARIN, A.M.P.; MENEZES, R.S.C.; SILVA, E.D. & SAMPAIO, E.V.S.B. Efeito da *Gliricídia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no agreste paraibano. R. Bras. Ci. Solo, 2006. 30:555-564.
- MEDEIROS, J. M. 1997. Reflorestar é preservar, Universidade de Santa Catarina. 58p.
- MEIER, M.; TEIXEIRA, H. M.; FERREIRA, M. G.; FERRARI, E. A.; LOPES, S. I.; LOPES, R.; CARDOSO, I. M. *Revista Agriculturas: experiências em agroecologia*, 2011. v.8, n.2. Ed. ASPTA,

- MELADO, J. Pastagens ecológicas: o habitat natural do bovino orgânico. I Conferência Virtual Global sobre Produção Orgânica de Bovinos de Corte 02 de setembro à 15 de outubro. 14p. 2002.
- MENDONÇA, E.S. & STOTT, D.E. Characteristics and decomposition rates of pruning residues from a shaded coffee system in Southeastern Brazil. *Agrofor. Syst.*, 2003. 57:117-125,
- MORELLATO, L. P. C. E HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlântic Forest. *Biotropica*, 2000. 32: 786-792.
- MOURA, P. A.; VIEIRA, A. L. M.; RESENDE, A. S. de; Campello, E. F.C. Florística e estrutura de dois fragmentos de mata atlântica secundária interligados por um corredor agroflorestal em Seropédica-RJ. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais – UENF – Rio de Janeiro. Anais do Evento. Outubro de 2006.
- MYERS, N.; MITTERMEIER R. A.; MITTERMEIER C. G.; FONSECA G. A. B. & KENT J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403. 2000.
- NARDELE, M., CONDE, I. Apostila Sistemas Agroflorestais. Disponível em: r1.ufrrj.br/cfar/d/download/Apostila%20Agroflorestas.pdf. acessado em 05-01-2016.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Shrub and Tree Species for Energy Production. Washington, D.C. 80-83796. 1980.
- NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. F.; RODIGHERI, H. R.; JUNIOR, C. C.; BELLETTINI, S.; TESSMANN, D. J. Cultivo da Pupunheira para Palmito nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Circular técnica. Colombo, PR. 14p. 2007.
- NOGUEIRA, O. L.; CARVALHO, C. J. R.; MULLER, C. H.; GALVÃO, E. U. P.; SILVA, H. M.; RODRIGUES, J. E. L. F.; OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NETO, O. G. R.; NASCIMENTO, W. M. O.; CALZAVARA, B. B. G. A Cultura do Açaí. Coleção plantar. Serviço de produção de informação (SPI). Brasília, DF. 49p. 1995.
- NOGUEIRA, O. L. regeneração e crescimento vegetativo de açazeiros (*Euterpe oleracea* Mart.) em área de várzea do estuário amazônico. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 22, n. 3, p. 323-328. Dezembro. 2000.
- NOGUEIRA, O. L.; HOMMA, A. K. O. Açazal. Amazônia Oriental. EMBRAPA. 6p. 2000.
- NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MULLER, A. A. Sistemas de produção de Açaí. Embrapa Amazônia oriental. Belém, PA. 139p. 2005.
- OLIVEIRA, M. S. P.; MULLER, A. A. Seleção de germopla de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) visando à produção de palmito. Pesquisa em andamento. Amazônia oriental. Belém, PA. 5p. 1998.
- OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079-1087. 2002.
- OLIVEIRA, N. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.). Belém, PA. 49p. Sem Data.
- PADILHA, J. L.; CANTO, S. A. E.; RENDEIRO, G. Avaliação do potencial dos caroços de açaí para a geração de energia. *11th Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering – ENCIT*. Paper CIT06-0826. 12p. 2006.
- PAULA, P. D. Desempenho de leguminosas arbóreas no estabelecimento de um sistema agroflorestal com bananeiras. Tese de doutorado em agronomia. UFRRJ. 93p. 2008.

- PAULA, P. D.; CAMPELLO, E. F. C.; GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. A.; RESENDE, A. S. decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima* em um sistema agroflorestral. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 791-800, jul.-set. 2015.
- QUEIROZ, J. A. L.; MOCHIUTTI, S. Plantio de Açaizeiros. Comunicado técnico, Macapá, AP. 8p. 2001.
- RAGOZO, C. R. A.; LEONEL, S. CROCCI, A. J. ADUBAÇÃO VERDE EM POMAR CÍTRICO. *Rev. Bras. Frutic*, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 1, p. 69-72, Abril. 2006.
- RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Como Obter Sucesso na Cultura do Feijoeiro no Estado de Minas Gerais. Circular técnica. Santo Antônio de Goiás, GO. 8p. 2002.
- REBRAF. Manual Agroflorestral para a Mata Atlântica. 58p. 2007.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J. & HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 2009. 142: 1141–1153.
- RICCI, M. S. F.; RODRIGUES, M. B.; Desenvolvimento do feijão-de-porco plantado para adubação verde do cafeeiro cultivado sob manejo orgânico e arborizado. *Boletim de pesquisa em desenvolvimento. Seropédica*, RJ. 24p. 2009.
- ROCHA, B. M. Prática Alternativa de Inoculação de Sementes de Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Ouro Vermelho) com Estirpes Rizobianas Localmente Adaptadas. Dissertação, Seropédica, RJ. 50p. 2013.
- RODRIGUES, E. R.; CULLEN JR., L.; BELTRAME, T. P.; MOSCOGLIATO, A.V.; SILVA, I. C. Avaliação econômica de sistema agroflorestais implantados para recuperação de reservas legais no Pontal do Paranapanema, São Paulo. *Revista Árvore*. 2007. v.31, n.5, p.941-948
- RODRIGUES, E. R.; CULLEN J.; MOSCOGLIATO, A. V.; BELTRAME, L. O Uso do sistema agroflorestral Taungya na restauração de reservas legais: Indicadores Econômicos. *Floresta*, Curitiba – PR. 2008. v.38, nº.3.
- SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Genesis, 1999. 491p
- SANTOS, N. C. B. Potencialidades de produção do feijão orgânico. *Pesquisa & Tecnologia*, vol. 8, n. 2, Jul-Dez. 2011.
- SCHROTH, G. *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, Washington, D.C., 2004.
- SILVA, O. F.; WANDER, A. E. O Feijão-Comum no Brasil Passado, Presente e Futuro. *Embrapa arroz e feijão*. Santo Antônio de Goiás, GO. 61p. 2013.
- SILVA, B. B.; MENDES, F. B. G.; KAGEYAMA, P. Y. SEM DATA. Feijão. Desenvolvimento econômico, social e ambiental da agricultura familiar pelo conhecimento agroecológico. São Paulo. 4p. Sem data.
- SIQUEIRA, E. R.; RIBEIRO, F. E.; CARVALHO, P. E. R.; DRUMOND M. A. comportamento inicial de espécies florestais exóticas na região da mata atlântica de sergipe. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.26, n.L, p.13-17. 2002.
- STUTE, J.K. & POSNER, J.L. Synchrony between legume nitrogen release and corn demand in the Upper Midwest. *Agron. J*, 1995.

- VALLADARES-PÁDUA, C. Módulos Agroflorestais na conservação de fragmentos florestais da Mata Atlântica, Revista experiência PDA, Brasília, DF, n. 2, p. 7-33. 2002.
- VIANA, V. M. Conservação da biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensivamente cultivadas. In: Abordagens interdisciplinares para a conservação da biodiversidade e dinâmica do uso da terra no novo mundo. Belo Horizonte/Gainesville: Conservation International do Brasil/Universidade Federal de Minas Gerais/ University of Florida. 1995. p. 135-154.
- VIEIRA, A. L. M.; MOURA, P. A.; RESENDE, A. S. de; CAMPELLO, E. F.C. Custos de implantação e desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em um sistema agroflorestal para conexão de fragmentos da mata atlântica. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais – Outubro de 2006, UENF – Rio de Janeiro. Anais do evento.
- VIEIRA, A. L. M. Potencial econômico-ecológico de sistemas agroflorestais para conexão de fragmentos de Mata Atlântica. Monografia de graduação em engenharia florestal, 2007 .
- VIEIRA, A.L.M. et al. Efficiency of small mammal trapping in an Atlantic Forest fragmented landscape: the effects of trap type and position, seasonality and habitat. 2014. Brazilian Journal of Biology, v. 74, p. 538-544, 2014.
- VILAS BOAS, O. Uma breve descrição dos sistemas agroflorestais na América Latina. IF. Série Registros, São Paulo, n.8, p.1-16, 1991.
- VIVAN, J. L. Agricultura & Floresta – Princípios de uma Interação Vital. AS-PTA/Editora Agropecuária, RJ. 1998.
- YOUNG, A. Agroforestry for soil conservation. Wallingford: CAB International, 1994. 276p.
- YUYAMA, K. CHAVEZ, W. B. F.; PEREIRA, B. G.; SILVA, I. A. Efeito da densidade de plantas e da adubação npk na produção inicial de palmito de pupunheira. R. Bras. Ci. Solo, 2005. 29:373-378.
- ZAKIA, M. J & PINTO, L. F. G. Guia para aplicação da nova lei em propriedades rurais, Piracicaba, SP: Imaflora, 2013. 32p.