



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PRODEMA – PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente

HENRIQUE RICARDO SOUZA ZIEGLER

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS (SAF) NO SEMIÁRIDO
CEARENSE UTILIZANDO INSUMOS LOCAIS

FORTALEZA
2013

HENRIQUE RICARDO SOUZA ZIEGLER

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS (SAF) NO SEMIÁRIDO
CEARENSE UTILIZANDO INSUMOS LOCAIS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação Em Desenvolvimento E Meio Ambiente, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente

Orientadora: Dra. Vlândia Pinto Vidal De Oliveira

FORTALEZA
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- Z63s Ziegler, Henrique Ricardo Souza.
Sustentabilidade de sistemas agroflorestais (SAF) no semiárido cearense utilizando insumos locais / Henrique Ricardo Souza Ziegler. – 2013.
120 f. : il. , color. enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2013.
Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.
Orientação: Profa. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira.
Coorientação: Prof. Dr. João Ambrósio de Araújo Filho.
1. Sistemas agroflorestais. 2. Cultivo consorciado. 3. Adubos e fertilizantes orgânicos. I. Título.

CDD 363.7

HENRIQUE RICARDO SOUZA ZIEGLER

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS (SAF) NO SEMIÁRIDO
CEARENSE UTILIZANDO INSUMOS LOCAIS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação Em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente

Aprovada em: 13 / 08 / 2013

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. João Ambrósio de Araújo Filho (Coorientador)
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Prof. Dra. Ponciana Freire Aguiar
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof. Dra. Maria do Socorro Bezerra de Araújo
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Aos meus pais, Ricardo e Dirce
Aos meus irmãos, Nara, Suen e Arthur
à minha noiva, Mônica

AGRADECIMENTOS

Ao DAAD (Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico), pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Ao PRODEMA pelas oportunidades das convivências e dos aprendizados interdisciplinares e amadurecimento profissional.

À professora Vlândia Oliveira pelas orientações pertinentes.

Ao professor João Ambrósio por ter me apresentado à Agroecologia e ter-me cedido sua fazenda para o desenvolvimento de minha Dissertação.

À amiga do Doutorado em Ciências do Solo, Bruna Iwata, pelo auxílio nas análises do solo.

Aos professores participantes da Banca examinadora, Ponciana Aguiar e Maria Bezerra de Araújo, por terem aceitado o nosso convite.

À todos os colegas de Mestrado, especialmente Armando Reis, Jefferson Marinho, Marco Caranton, Beatriz Mesquita e Liane Marli, pelas rodas de conversa inspiradoras.

À minha Família, pelo apoio incondicional e serem a base do que sou.

Ao meu Pai, Ricardo Ziegler, pela inspiradora racionalidade e criticidade.

À minha madrastra, Lucinete Ziegler, e irmão, Mateus, pelo carinho.

À minha Mãe, Dirce Figueiredo, pela devoção e bondade incomparável..

Aos meus Irmãos, Nara, Suen e Arthur, pela companhia incomparável.

À minha Noiva Mônica Barbosa, pelo Amor, e compreensão, que me foram essenciais.

Aos meus sogros, por me terem como filho.

Aos cunhados, Vitor e José,

À minha segunda família, Bení, Caroline e Johan, pelo apoio e carinho.

Aos amigos, Rouvanni, Diogo, Walter, Lucas, Cristiano, Eduardo, Tiago, Yuri, Marcelo, Igor (bezerra e Gomes), Ângelo, Anderson, pela excelente companhia e conversas motivadoras.

Às amigas, Denise, Manú, Raquel e Raquel xuxú, Mari, Hayana, por serem as flores do campo.

À todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Finalmente, À DEUS, pela criação da perfeita harmonia universal.

“A VOZ INTERIOR

...Se você se aquietar e prestar atenção ao seu eu interior, você ouvirá a sua voz.

Com variações, ele dirá:

Eu sou o Deus eternamente amoroso,
o Criador eternamente presente
que mora dentro de ti
que se move através de ti
que se expressa como tu em miríades de formas –
como tu, e tu, e tu –
como os animais
como as árvores e o céu e o firmamento
como tudo o que existe.

Habitarei em ti
e se Me permitires agir através de ti
ser conhecido através da tua mente
ser sentido através de teus sentimentos
experimentarás o Meu poder ilimitado.
Não temeras esse poder
que se manifesta em todos os níveis.
O poder é grande, mas entrega-te a Mim.
Entrega-te a este poder
a esta torrente que se lança vigorosa,
que te fará chorar
e que te fará sorrir,
ambos em alegria.

Porque tu és EU e EU sou tu.
Não posso atuar nesse nível
sem que sejas meu instrumento.
E Se Me ouvires,
guiar-te-ei em cada etapa do caminho.

Sempre que estás na escuridão,
estás distante de Mim.
E se te lembrares disso,
darás os teus passos para voltar a Mim.
Não estou longe.
Estou aqui, em cada partícula do teu próprio ser.

Se fizeres a minha vontade,
tu e Eu nos uniremos mais,
e Eu farei a tua vontade”

(Eva Pierrakos)

RESUMO

Durante milhares de anos, diferentes povos têm praticado uma agricultura baseada no manejo dos materiais disponíveis nas suas próprias terras. Dentre esses, podemos destacar os de origem orgânica, que possibilitam uma melhoria da qualidade do solo e um aumento da produtividade vegetal. Nesse contexto, esta dissertação apresenta um estudo sobre 5 anos, de 2008 à 2012, de um Sistema Agroflorestral (SAF) para cultivo de milho e feijão, consorciados com gliricídia e caju, nas condições edafoclimáticas do litoral norte do Ceará. O referido SAF, apresentou 4 tratamentos: Testemunho (A), em condições normais do SAF; Esterco (B), com adição de 116 gramas de esterco de ovelha na cova do milho e do feijão no momento do plantio; Bagana (C), com adição de 16 toneladas de bagana de carnaúba sobre o solo como cobertura morta; e o Esterco + Bagana (D), que é uma combinação dos tratamentos B e C. Além dos tratamentos experimentais, foram entrevistados 10 agricultores locais para elaborar o tratamento (T) Testemunho Regional (sistema de produção local). Foram realizadas duas análises comparando os 5 tratamentos: Produtividade do sistema e sua Análise econômica. Concluiu-se que o SAF auxilia na fixação da agricultura, evitando a abertura de novas áreas para cultivo, pois conseguiu níveis produtivos superiores aos obtidos pela agricultura itinerante local. Em relação à produtividade, percebeu-se um padrão crescente desde o tratamento T (menores médias), passando pelo A, até o D, que apresentou sempre as maiores médias de produtividade além de apresentar uma maior resiliência aos efeitos da seca. Os tratamentos T e A não foram economicamente viáveis, apresentando indicadores negativos. Já os tratamentos B, C e D mostraram-se viável econômica e financeiramente, com os melhores indicadores no tratamento D. Por esse conjunto de análises, o SAF proposto, principalmente o tratamento D, se apresenta como o mais vantajoso para exploração da agropecuária nas condições estudadas.

ABSTRACT

For thousands of years, people have practiced different forms of agriculture, based mostly on the handling of materials available in their own land. Among these, we highlight the organic origin, that allow an improvement of soil quality and increased crop production. In this context, this dissertation presents a study of five years, from 2008 to 2012, of an Agroforestry System (AFS) for growing corn and beans intercropped with gliricidia and cashews, in conditions of northern coast of Ceará. The (AFS), had four treatments: Testimony (A), under normal conditions the AFS; Dung (B), with the addition of 116 grams of sheep dung in the pit of corn and beans at planting time; Bagana (C), with addition of 16 tons of carnauba straw on the soil as mulch; and Dung + Bagana (D), which is a combination of treatments B and C. In addition to the experimental treatments, 10 local farmers were interviewed to develop the treatment (T) Regional Testimony (local production system). Two analyzes were performed comparing this 5 treatments: Productivity of the system and its Economic analysis. It was concluded that the AFS assists in fixing agriculture, avoiding the opening of new areas for cultivation, having succeeded to higher production levels than the obtained by local itinerant cultivation. Regarding the productivity, was noticed an increasing pattern from treatment T (lower middle), through A, to the D, which has always had the highest average productivity besides showing greater resilience to the effects of drought. The T and A treatments were not economically viable, with negative indicators. Whereas the B, C and D treatments proved feasible economically and financially, with the best indicators in treatment D. For this set of analyzes, the proposed AFS, especially the treatment D, presents itself as the most advantageous for the exploitation of agriculture in studied conditions.

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS (SAF) NO SEMIÁRIDO
CEARENSE UTILIZANDO INSUMOS LOCAIS

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Objetivo Geral	15
1.2. Objetivos Específicos	15
2. REVISÃO	16
2.1. AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL	16
2.1.1. Agroecologia – Bases Conceituais	16
2.1.2. Desenvolvimento Rural Sustentável	18
2.2 A MATÉRIA ORGÂNICA NO CONTEXTO DOS AGROECOSSISTEMAS .	20
2.2.1. Definição e Caracterização da Matéria Orgânica do Solo (MOS)	21
2.2.2. Dinâmica da MO no Solo	22
2.2.3. Relação Entre Matéria Orgânica e Qualidade do Solo	23
2.3. Técnicas De Manejo Da Mo	25
2.3.1. Adubação Orgânica	25
2.3.2. Utilização de Esterco	26
2.3.3. Adubação Verde	27
2.3.4. Cobertura Morta	28
2.3.5. Sistemas Agroflorestais - SAFs	29
2.3.5.1. Cultivos em Aléias	31
2.3.5.2. Viabilidade financeira de Sistemas Agroflorestais	31
2.3.6. Manejo Agroflorestal da Caatinga	33
2.3.6.1. Vantagens Ambientais do SAF	35
3. MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	41
3.2. TÉCNICAS DE MANEJO	42
3.3. TRATAMENTOS	44
3.4. ANÁLISES DE PRODUTIVIDADE	46
3.5. ANÁLISES ECONÔMICAS	47

3.5.1. Determinação da Receita.....	47
3.5.2. Determinação dos custos de produção	47
3.5.3. Modelo de análise econômico-financeira.....	48
3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4.1. COMPARAÇÃO ENTRE O SAF proposto E OS SISTEMAS LOCAIS	50
4.1.1 Diferenças entre os Sistemas Locais de Produção e o SAF Proposto.....	52
4.1.1.1. Queimada.....	54
4.1.1.2. Capina e Manejo das Rebrotas	56
4.1.1.3. Cajú	58
4.1.1.4. Gliricidia.....	60
4.1.1.5. Milho	61
4.1.1.6. Feijão	62
4.1.2. Variantes do SAF Experimental.....	62
4.1.3. Vantagens Sociais.....	64
4.1.4. Vantagens Ambientais.....	68
4.2. PRODUTIVIDADE DO SAF EXPERIMENTAL	68
4.2.1. Produção Do Cajú	69
4.2.2. Produção Da Gliricídia.....	70
4.2.3. Produção Do Milho	71
4.2.4. Produção De Feijão	85
4.3. ANÁLISE DE ECONÔMICA	87
5. CONCLUSÃO	94
6. REFERÊNCIAS.....	94
8. APÊNDICE.....	120

1. INTRODUÇÃO

A Agroecologia é um novo campo de produção científica, no qual é tido como um enfoque teórico e metodológico que, lançando mão de diversas disciplinas científicas, pretende estudar a atividade agrária sob uma perspectiva ecológica. A exigência de novos enfoques de desenvolvimento e de estratégias e políticas condizentes com o objetivos de sustentabilidade, em todas as suas dimensões, levaram a busca de conceitos de desenvolvimento rural sustentável e, por conseguinte, de agricultura sustentável. A Agroecologia nos traz a idéia e a expectativa de uma nova agricultura, capaz de fazer bem aos homens e ao meio ambiente como um todo, dando ênfase na conservação da biodiversidade, na reciclagem de nutrientes, na sinergia entre cultivos, animais e solo e na regeneração e conservação dos recursos naturais. Afastando-nos da orientação dominante de uma agricultura intensiva em capital, energia e recursos naturais não renováveis, agressiva ao meio ambiente, excludente do ponto de vista social e causadora de dependência econômica (ALTIERE, 1989; CAPORAL & COSTABEBER, 2002).

Nesse contexto, o aproveitamento de insumos e adubos locais é de fundamental importância para o desenvolvimento e crescimento das culturas exploradas pelos pequenos produtores, em função dos seus baixos custos e dos benefícios destes na melhoria da fertilidade, conservação do solo e maior aproveitamento dos recursos existentes na propriedade e aumento da produtividade (SANTOS et al. 2009).

As terras secas cobrem mais de 40% da superfície terrestre do mundo (cerca de 5,1 bilhões de hectares), onde vivem mais de 2,6 bilhões de pessoas (42% da população mundial). Mais de 70% desse total são usados para agricultura e estão realmente degradados (UNEP, 1992).

No Semi-Árido brasileiro, os sistemas de exploração utilizados pelos pequenos agricultores sobrevivem em equilíbrio precário com os sistemas ecológicos e socioeconômicos regionais; embora estes tenham permitido a manutenção da agropecuária local. O fenômeno que caracteriza esse desequilíbrio está associado a vários fatores, principalmente a irregularidade pluviométrica, o que torna a agricultura uma atividade de risco. Nesta região, uma característica da irregularidade das precipitações é a ocorrência de vários dias sem chuvas, mesmo durante a estação chuvosa, denominada de veranico (BRITO, et al 2009).

A estabilidade de um sistema de produção tem sido definida como a constância da produção sob um conjunto de condições ambientais, econômicas e de manejo (Conway, 1985). Nesse sentido, o sistema deve ter um elevado grau de adaptação ambiental, com base na escolha de espécies de plantas e animais apropriados àquelas condições. Além do mais, a produção deve ser dirigida para atender às demandas do mercado, acompanhando suas variações ao longo do tempo. Por fim, é importante que seja selecionado o conjunto de tecnologias que mais se adaptem aos objetivos, recursos e necessidades do produtor (ARAÚJO FILHO, 2000).

A produtividade de um agroecossistema expressa produção por unidade de área ou insumo. Todavia, o aumento da produtividade nem sempre constitui o objetivo mais desejado pelo produtor, sobretudo em condições de alto risco (como no semiárido nordestino), quando, então, a redução do risco e a consequente otimização da produção passam a ser as metas a serem alcançadas (ARAÚJO FILHO, 2000).

De acordo com os trabalhos de ARAÚJO FILHO e BARBOSA (1999), ARAÚJO FILHO e CARVALHO (1997) e ARAÚJO FILHO *et. al.* (2006), a implantação de uma área de cultivo ou de uma pastagem, a primeira providência consiste na erradicação total da vegetação original, acompanhada quase sempre da queima dos restos. Após essas ações iniciais, os autores descrevem as principais atividades exercidas na Caatinga:

- No caso da exploração pecuária, o superpastoreio de ovinos, caprinos, bovinos e outros herbívoros é praticamente uma regra e tem modificado a composição florística do estrato herbáceo (vegetação baixa e rasteira). Com o número de animais, acima da quantidade ideal, o que acontece é a utilização das pastagens bem acima da sua capacidade de suporte, ou seja, sua habilidade de autorregeneração, o que pode levar à exaustão de espécies forrageiras (utilizáveis pelos animais).
- A exploração agrícola, com práticas de agricultura itinerante, têm-se desenvolvido da seguinte forma: desmatamento indiscriminado, queimada desordenada, cultivo da área por poucos ciclos produtivos, variando de acordo com o local, tendo uma média de 3 anos de duração, e seguindo do abandono da área por um período conhecido como de pousio. Esse período tem o objetivo de permitir que a terra recupere naturalmente sua fertilidade e capacidade produtiva. No entanto, esse conjunto de técnicas insustentáveis, somadas ao pousio insuficiente, tem ocasionado a degradação do solo e consequente diminuição da sua capacidade produtiva.

- A exploração madeireira é praticada pela retirada da vegetação através corte raso, quando não é deixada nenhuma árvore. Há uma intensa extração de lenha e madeira para atender à demanda familiar e comercial de cerâmicas e padarias, contribuindo para redução da vegetação. Essa é a atividade que vem causando mais danos à caatinga, superando inclusive as atividades agropecuárias. Muitas vezes os desmatamentos para retirada de madeira ou lenha costumam ser seguidas da instalação de alguma atividade agropecuária, pois o corte da vegetação arbórea abre espaço para o crescimento do estrato herbáceo, que poderá alimentar os animais, e para as plantações das espécies agrícolas como o milho, mandioca e feijão.

As consequências desse modelo extrativista se fazem sentir principalmente nos recursos naturais renováveis da Caatinga (ARAÚJO FILHO *et. al.* 2006; ARAÚJO FILHO e BARBOSA, 1999; ARAÚJO FILHO e CARVALHO, 1997):

- Fauna e flora – Pela forma de implantação dos sistemas de produção, destaca-se a redução drástica da biodiversidade. Já se observam perdas irrecuperáveis na diversidade florística e faunística da Caatinga. A substituição das comunidades vegetais complexas (Caatinga nativa) por uma monocultura, acarreta uma super-simplificação da rede alimentar, perdendo o sistema a resiliência ou plasticidade ambiental, e reduzindo sua estabilidade diante das variações dos fatores do meio. Isso por levar a uma diminuição da produtividade e até o colapso do ecossistema.
- Solo – Com a perda da vegetação protetora acelera-se o processo da erosão e lixiviação do solo. A erosão hídrica é a principal responsável pela degradação do solo, levando o mesmo à perda de sua estrutura e diminuição da sua fertilidade pela lixiviação dos nutrientes. Conseqüentemente, ocorre o declínio da atividade agrícola.
- □ Água – Os solos degradados liberam uma grande quantidade de sedimentos, que são levados aos recursos hídricos, ocasionando uma diminuição da qualidade da água, assoreamento dos recursos hídricos e conseqüente diminuição da sua capacidade de armazenamento e aumento substancial dos eventos de secas e inundações. O conjunto desses impactos ambientais tem conseqüências na economia e na qualidade de vida da população do semiárido, podendo estas ser indicadas como os mais importantes fatores responsáveis pelo êxodo rural (ARAÚJO FILHO e BARBOSA, 1999).

Sá *et al.* (1994), comprovam esse quadro, apontando o Ceará como um dos estados nordestinos mais degradados, com mais da metade de suas terras, 53%, classificadas entre os níveis moderado, forte e muito forte de degradação (SÁ *et al.*, 1994).

Esse conjunto de práticas insustentáveis, praticadas ao longo de todos os anos de colonização, fez surgir um desafio para a Caatinga: a Desertificação. Segundo a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, entende-se como desertificação a degradação das terras nas zonas áridas, semi-áridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas, levando à perda da capacidade do solo de produzir alimentos. (ONU, 1997).

De acordo com o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE, os sertões abrigam as áreas mais susceptíveis à desertificação do Ceará. Dentre essas áreas, podemos destacar os Sertões dos Inhamuns; Sertões de Irauçuba e Centro-Norte; e os Sertões do Médio Jaguaribe, onde esse processo já está em estágio avançado e já ocorre uma expansão da desertificação a partir desses núcleos para áreas adjacentes. Juntos, esses núcleos somam uma área de 26.432,65 Km² e em expansão (CEARÁ, 2010).

Além desses desafios ocasionados pelo uso histórico de seus recursos naturais, descritos acima, outro desafio surgiu em meados dos anos 1970. Trata-se da Revolução Verde, que também ficou conhecido no Brasil como Modernização Conservadora. Sustentados nos avanços científicos e tecnológicos, foi criada uma nova forma de fazer agricultura. A nova agricultura se baseava principalmente no uso de agrotóxicos, variedades melhoradas geneticamente e uso de maquinário, criando um modelo cada vez mais dependente de insumos externos às propriedades rurais. (LONDRES, 2011).

No semiárido cearense, esse modelo de agricultura moderna foi levado principalmente para as áreas com maior potencial hídrico e agrícola, como serras altas, brejos, entre outras. No Ceará, podemos citar regiões como as bacias sedimentares da Ibiapaba, e da Borborema, onde os agrotóxicos são utilizados em larga escala e indiscriminadamente. Nessas regiões são produzidas principalmente frutas tropicais para exportação.

De acordo com os dados divulgados pelo Sindicato da Indústria de Defensivos Agrícolas – SINDAG, atualmente o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos no mundo, com volumes superiores a 826 mil toneladas em 2012. No Ceará, em relação às vendas de agrotóxicos, ocorreu aqui o aumento de cerca de 100%, passando de 1.649 toneladas de produtos em 2005, para 3.284 em 2009 (SINGAG).

É importante ressaltar que o aumento das vendas de agrotóxicos no período respectivo, deve-se ao fortalecimento da política de crescimento econômico estabelecida pelo Estado, que

vem favorecendo a implantação de agropólos e incentivando a instalação de empresas do agronegócio, privilegiadas por importantes isenções fiscais. (RIGOTTO, 2010).

O governo federal, desde 1997, concede isenção de 60% do ICMS para os agrotóxicos, além de isenção do IPI, PIS/PASEP e COFINS. Alguns estados, como elemento de disputas pelos investimentos do agronegócio através da guerra fiscal, ampliaram estas isenções a 100%, como é o caso do Ceará, beneficiando a indústria química e comprometendo o financiamento de políticas públicas como as de saúde e meio ambiente (TEIXEIRA, 2010).

A conclusão que se pode tirar é que os modelos de exploração da caatinga, tanto os tradicionais quanto os modernos, não tem sustentação ecológica e econômica, fazendo-se necessário o desenvolvimento de alternativas que propiciem a sustação da degradação e a recuperação da produtividade em níveis economicamente rentáveis e ecologicamente sustentáveis.

1.1. OBJETIVO GERAL

Considerando-se o contexto da Agricultura Familiar e da Pequena Propriedade Rural, buscou-se o desenvolvimento de um sistema de produção que, partindo das culturas agrícolas e práticas localmente utilizados, permitisse: a fixação da agricultura, a sustação da degradação ambiental, o aumento da produtividade e a melhoria da renda familiar.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é estudar um Sistema Agroflorestral (SAF) para cultivo de milho e feijão consorciados com caju e gliricídia, divididos em 4 tratamentos experimentais de acordo com o uso, ou não, de insumos locais, comparando esses tratamentos com o sistema local de produção (tradicional ou itinerante), relacionando todos com a sustentabilidade do sistema de produção, sua produtividade e viabilidade econômica.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para efetivar nosso objetivo geral, delineamos dois objetivos específicos, são eles:

Analisar a produtividade das diferentes culturas, durante 5 anos, considerando os 4 tratamentos experimentais do SAF e o sistema tradicional de cultivo.

Analisar a viabilidade econômica dos diferentes tratamentos do SAF, comparando-os com o sistema tradicional de produção local.

2. REVISÃO

2.1. AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL

2.1.1. Agroecologia – Bases Conceituais

Agroecologia, pela etimologia da palavra, significa agricultura ecológica, e por esse significado é tão antiga quanto o surgimento da própria agricultura. Pois já naqueles tempos existiam sociedades que praticavam diferentes “modelos” de agricultura que não degradavam o meio ambiente (ESPÍNDOLA *et al.*, 1997; BARGHINI, 2004). As agriculturas tradicionais, indígenas ou camponesas, quando analisadas pelos pesquisadores, revelam sistemas agrícolas complexos que incorporam o uso de recursos renováveis localmente disponíveis em desenhos que integram comportamentos ecológicos e estruturais de solo e vegetação, tendo como base os conhecimentos gerados durante muitos e muitos ciclos produtivos, transmitidos pelas gerações (GOMES E BORBA, 2004).

Embora o termo Agroecologia tenha sido utilizado há mais tempo, foi a partir das contribuições de diversos autores brasileiros e internacionais, atuantes nas últimas 3 décadas, que o conceito ganhou visibilidade, consistência e sentido dentro da cultura e ciência contemporânea. Inspirados no próprio funcionamento dos ecossistemas naturais, no manejo tradicional e indígena dos agroecossistemas e no conhecimento científico, esses autores produziram sínteses e se acercaram mais claramente do conceito atual de Agroecologia (EMBRAPA, 2006).

A Agroecologia vai além da simples aproximação entre Agronomia e Ecologia e que, além dos conhecimentos e saberes populares, são fundamentais os conhecimentos científicos oferecidos por diferentes disciplinas. Apesar de fazer uma crítica radical à ciência clássica e às tecnologias modernas, não nega a ciência em si, mas propugna por uma “modernidade alternativa”, afastando-se da idéia de progresso a qualquer custo e do entusiasmo cego com respeito às tecnologias ditas modernas (CAPORAL *et al.*, 2006).

Nesse sentido, Agroecologia é a ciência ou a disciplina científica que apresenta uma série de princípios, conceitos e metodologias para estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas, com o propósito de permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maiores níveis de sustentabilidade. A agroecologia proporciona então as bases científicas para apoiar o processo de transição para uma agricultura ‘sustentável’ nas

suas diversas manifestações e/ou denominações (ALTIERI, 1989; CAPORAL e COSTABEBER, 2000).

Na Agroecologia, o conceito de transição agroecológica é central, e pode ser entendida como um processo gradual e multilinear de mudança nas formas de manejo dos agroecossistemas e que tem como meta a passagem de um modelo agroquímico (que pode ser mais ou menos intensivo no uso de inputs industriais) para outros que incorporem princípios e tecnologias de base ecológica. Entretanto, a transição agroecológica implica não somente na busca de uma maior racionalização econômico-produtiva, com base nas especificidades biofísicas de cada agroecossistema, mas também numa mudança nas atitudes e valores dos atores sociais em relação ao manejo e conservação dos recursos naturais (CAPORAL E COSTABEBER, 2004).

Um autor que bem sintetizou os *passos* da transição agroecológica foi Gliessman (2000):

Passo 1 – Redução e racionalização do uso de insumos químicos. A redução e a racionalização do uso de agroquímicos e fertilizantes sintéticos deve ser um primeiro passo. Assim, já se está a caminho de graus maiores de sustentabilidade pela redução dos impactos internos e externos à unidade de produção e pela redução dos custos de produção.

Passo 2 – Substituição de insumos. Um novo *passo* fundamental é a substituição dos insumos químicos por outros de origem biológica. Nesta fase, pode-se reduzir a níveis mínimos os impactos ambientais, apesar de os cultivos e sistemas agropecuários ainda guardarem certa semelhança com os monocultivos.

Passo 3 – Manejo da biodiversidade e redesenho dos sistemas produtivos. Nesta etapa os sistemas ganham complexidade em termos do seu desenho e manejo. O efeito biodiversidade é que vai conferir equilíbrio aos sistemas, pois é fruto das interações bióticas e abióticas e das sinergias entre os fatores ambientais.

Em 2011, o Conselho de Direitos Humanos da ONU lançou um relatório sobre a Agroecologia no qual, baseado em estudos científicos, chama para uma mudança fundamental no rumo da agroecologia como uma forma de impulsionar a produção alimentar. O autor chega a citar casos de aumento de 80 à 116% de produtividade com a adoção de práticas agroecológicas. Outro ponto reforçado pelo autor é a possibilidade de utilização da Agroecologia pela população mais pobre, como forma de diminuir a fome e a miséria (DE SCHUTTER, 2011).

2.1.2. Desenvolvimento Rural Sustentável

Desenvolvimento, em sua formulação mais ampla, significaria a realização de potencialidades socioculturais e econômicas de uma sociedade em perfeita sintonia com o seu entorno ambiental (SEVILLA GUZMÁN et al., 1999). No entanto, a partir da construção do pensamento liberal, a aplicação do conceito de desenvolvimento passou a conotar uma ideia de crescimento econômico, adotando como parâmetro definidor do desenvolvimento o modelo de sociedade ocidental, capitalista e industrializada. O conceito de desenvolvimento passaria a significar, portanto, a corrida de sociedades distintas e heterogêneas em direção a um modelo de organização social e econômico considerado “desenvolvido” (ESTEVA, 1996).

Esse pensamento liberal influenciou drasticamente as relações no campo, que se concretizaria pela exportação de um modelo agrícola chamado Revolução Verde, fenômeno já extensamente estudado e que refere-se ao conjunto de políticas e ações que levaram à inexorável modernização conservadora da agricultura nos países subdesenvolvidos, sendo caracterizado como o uso intensivo de insumos industriais, maquinário pesado, monocultura, grandes propriedades, exclusão social, entre outros fatores (ALTIERI, 2002).

A partir da década de 1970 esse modelo já começava a se mostrar insuficiente. Apesar do crescimento do PIB, tais estratégias estavam ocasionando graves danos ao meio ambiente e gerando um quadro de extrema exclusão social (ESCOBAR, 1995). Os recursos ambientais passaram a ter uma pressão através dos níveis elevados e crescentes de produção e de consumo, comprometendo a capacidade de utilizar, recuperar e conservar esses recursos. Nesse contexto, a manutenção de níveis adequados de produção em sistemas agropecuários, junto com a conservação dos recursos naturais é um dos maiores desafios que a humanidade enfrenta hoje e nas próximas décadas (FERNANDES et al 2005).

Se nas primeiras quatro primeiras décadas do desenvolvimentismo “crescimento econômico” havia sido a palavra mágica, contemporaneamente esse discurso incorporou, teoricamente, a problemática socioambiental. Por isso, é de suma importância adotar a classificação e diferenciação dos diferentes discursos sobre sustentabilidade (CAPORAL e COSTABEBER, 2000).

O conceito de desenvolvimento sustentável apresenta uma grande ambigüidade. E isso tem permitido toda a sorte de ocultações de natureza ideológica, que leva a uma profunda confusão, já que esconde as discrepâncias de fundo existentes entre as diferentes escolas de pensamento sobre sustentabilidade (CAPORAL, 1998). No contexto da busca pela sustentabilidade no setor agropecuário, Caporal e Costabeber (2000) destacam duas correntes

principais e antagônicas: a corrente ecotecnocrática (intensificação verde) e a ecossocial (transição agroecológica).

A corrente ecotecnocrática “nasce do coração da modernidade ocidental” e sua versão mais conhecida é aquela difundida pelo Relatório Brundtland, que foi divulgado a partir de 1987 popularizou-se como “nosso futuro comum”. Partindo da necessidade de um crescimento econômico continuado, esta perspectiva tenta solucionar a problemática socioambiental e os limites ao crescimento, mediante mecanismos de mercado, como podem ser o estabelecimento de preços a produtos e serviços da natureza, a cobrança de taxas ou impostos pela deterioração ambiental ou o artifício de “internalização das externalidades”. Tais mecanismos, adotados tanto pela economia do meio ambiente como pela economia dos recursos naturais, têm sua origem na vertente da economia neoclássica e não passam de uma tentativa de “esverdeamento” da economia convencional. Vale ressaltar, que esse modelo defende e exalta as vantagens da globalização defendida pelo liberalismo econômico (SACHS, 1986; CAPORAL & COSTABEBER, 2000).

Para a agricultura, essa orientação teórica pressupõe que é possível seguir o mesmo padrão tecnológico dominante, incorporando uma nova geração de tecnologias, *teoricamente*, menos danosas ao meio ambiente. Esta corrente tecnocrática segue sendo excludente do ponto de vista socioambiental e não enfrenta questões-chaves da sustentabilidade, pois nela não há espaço para pensar a preservação da biodiversidade e nem mesmo respeitar a diversidade agro-cultural (CAPORAL E COSTABEBER, 2000). É irônico o fato de que os mesmos interesses econômicos que promoveram a primeira onda de agricultura baseada em agroquímicos estão agora comemorando e promovendo a emergência da biotecnologia como a mais recente varinha mágica (HOBELINK, 1991).

Kuhn (2006) ao estudar o desenvolvimento científico, divide a ciência em dois grupos. Primeiramente a ciência normal, que seria aquela que frequentemente suprime novidades fundamentais, porque estas subvertem necessariamente seus compromissos básicos. Nesse sentido, a corrente tecnocrática se encaixaria perfeitamente nesse grupo, pois apesar de passar uma idéia de inovações e desenvolvimento tecnológico, está na verdade comprometida com a manutenção do atual paradigma de desenvolvimento. Por outro lado, Kuhn (2006) pontua que existiriam episódios específicos no desenvolvimento científico que ele classificou como revoluções científicas. De modo especial, revoluções científicas seriam aqueles momentos de desenvolvimento nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por

um novo, pois os conhecimentos gerados nesse instante seriam incompatíveis com aquele contexto precedente. É exatamente nesse sentido que surge a corrente ecossocial.

Quase ao mesmo tempo em que se conformava o discurso ecotecnocrático, nasceriam também correntes de pensamento ditas “alternativas”, cujo discurso agrupamos aqui sob a denominação *ecossocial*. Nessa perspectiva, talvez uma das primeiras abordagens para analisar a problemática socioambiental, tenha nascido ainda na década de setenta, a partir do conceito de *ecodesenvolvimento*. Além disso, supõe o pluralismo tecnológico, calcado na importância da utilização das tecnologias tradicionais e modernas de forma adequada, respeitando as condições do ecossistema local e, ao mesmo tempo, estando de acordo com as necessidades e decisões conscientes dos atores envolvidos nos processos de desenvolvimento. Pois, desde já, adverte que o mercado é imperfeito para resolver todos os problemas, especialmente os socioambientais, podendo inclusive, gerar um “mau desenvolvimento” (SACHS, 1986; CAPORAL E COSTABEBER, 2000).

2.2 A MATÉRIA ORGÂNICA NO CONTEXTO DOS AGROECOSSISTEMAS

O manejo do solo para a sustentabilidade é um processo sistêmico e baseado no conhecimento dos ciclos de nutrientes, do desenvolvimento de matéria orgânica e do equilíbrio entre os componentes vivos e não vivos do solo (GLIESSMAN, 2005). Nos ecossistemas naturais o solo está permanentemente coberto. Da mesma forma, as práticas de cultivo devem prever a incorporação contínua de cobertura ao solo, visando proteger a superfície do solo (da radiação, da chuva e outros impactos), evitar perdas de água por evaporação e fornecer matéria orgânica para o aumento da fertilidade do solo, altera a reflexividade da superfície, aumenta a camada limítrofe para difusão gasosa, entre outros benefícios (HANZI, 2003;).

De maneira geral os sistemas de manejo ecológico utilizam cobertura máxima do solo, com plantas vivas ou com cobertura morta, com objetivo de simular os ambientes naturais e obter as mesmas vantagens citadas acima. Essa adição constante de resíduos é ainda mais imprescindível para os solos de regiões com baixa pluviosidade (FEIDEN, 2001).

Segundo Gliessman (2005), movimentar o solo acarreta a perda de sua boa estrutura e da matéria orgânica, levando a perda de alguns dos elementos de produtividade. Por outro lado, nos sistemas agroflorestais, em particular, a diversificação do sistema e a inclusão do componente arbóreo confere naturalmente maior cobertura do solo, promovendo a ciclagem

de nutrientes a partir da ação de sistemas radiculares diversos e proporciona um contínuo aporte de matéria orgânica (ALTIERI, 1999).

2.2.1. Definição e Caracterização da Matéria Orgânica do Solo (MOS)

A matéria orgânica do solo (MOS) apresenta-se como um sistema complexo de substâncias, cuja dinâmica é governada pela adição de resíduos orgânicos de diversas naturezas e por uma transformação contínua sob ação de fatores biológicos, químicos e físicos (CAMARGO et al. 1999). Estes autores ainda ressaltam que cerca de 10 a 15% da reserva total do carbono orgânico nos solos minerais é constituída por macromoléculas (proteínas e aminoácidos, carboidratos simples e complexos, resinas, ligninas e outros), e 85 a 90% pelas substâncias húmicas propriamente ditas.

As substâncias húmicas interagem com o material mineral, interferindo, assim, na dinâmica de nutrientes no sistema solo-planta, e exercendo um papel primordial na manutenção da fertilidade do solo; termo cujo o conceito global se estende também as propriedades físicas e biológicas (MENDOZA, 1996).

A MOS pode ser dividida em componente vivo e morto. O componente vivo, que corresponde a apenas 4% do C total do solo, está subdividido em três compartimentos: raízes (5-10%), macrorganismos (15-30%) e microrganismos (60-80%); já o componente morto, que corresponde a 96% do C orgânico total do solo (COT), está subdividido em matéria macrorrgânica e húmus. A matéria macrorrgânica corresponde ao menor dentre os dois compartimentos, contendo de 10-30% do COT do solo. Este compartimento consiste de resíduos de plantas em diferentes estágios de decomposição, que podem ser separados por uma peneira de malha 250 μm (WOLF e SNYDER, 2003). A matéria macrorrgânica, também conhecida por fração leve, pode ser obtida por flotação em líquidos com densidade de 1,6 – 2,0 g cm^3 e tem sido estudada por métodos físicos de fracionamento.

A MOS morta remanescente é conhecida como húmus, sendo formada por substâncias húmicas (SH) e não húmicas (WOLF e SNYDER, 2003). O húmus é formado a partir da polimerização de compostos de cadeias longas da matéria orgânica (BERG e LASKOWSKI, 2006). Nele estão presentes compostos orgânicos com peso molecular relativamente alto, de coloração escura e gerada em reações secundárias de síntese. Essas substâncias apresentam alta complexidade química e estrutural cuja fórmula molecular não é bem definida. Além

disso, constituem quase a totalidade da MOS e, devido à sua grande reatividade, caracterizam a fração envolvida na maioria das reações químicas no solo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002).

Outro compartimento utilizado no estudo da MOS é a biomassa microbiana ou carbono da biomassa microbiana (CBM) (componente ativo), por apresentar maior sensibilidade às intervenções antrópicas sobre o solo, conferindo à MOS a eficiência como indicador de qualidade. O CBM é o principal componente de subsistema de decompositores, regulando a ciclagem de nutrientes, o fluxo de energia e a produtividade das culturas e do ecossistema (WARDLE, 1998; SMITH e PAUL, 1990). Esta fração da matéria orgânica é influenciada pelas variações sazonais de umidade e temperatura, pelo manejo do solo, pelo cultivo e, também, pelos resíduos vegetais. Representa pequena parte da fração ativa da matéria orgânica, constituindo apenas 2% a 5% do C orgânico do solo. Apesar disso, é mais sensível que os teores de C orgânico e N total para aferir alterações na matéria orgânica causadas pelas práticas de cultivo (GAMA-RODRIGUES, 1999).

2.2.2. Dinâmica da MO no Solo

O conteúdo de MO do solo é considerado um dos principais indicadores de sustentabilidade e qualidade ambiental em agroecossistemas. Assim a compreensão da dinâmica da MO no solo permite a adoção de estratégias de manejo que garantam o incremento do conteúdo de MO e a qualidade ambiental do solo ao longo do tempo, já que a MO é extremamente sensível ao manejo do solo e às ações antrópicas. A quantidade de MO do solo é resultado da diferença entre adição e perdas de carbono orgânico, que vai determinar se o solo tenderá para o declínio, manutenção ou aumento do conteúdo de MO (HUDSON, 1995).

A partir do momento que os resíduos vegetais e animais são depositados sobre o solo, inicia-se o processo de decomposição, realizada através da micro e meso fauna, que utiliza esses resíduos como fonte de Carbono e Energia para seu metabolismo. Porém somente uma pequena parte do material depositado, cerca de 20% em média, continua no solo após um período, dependendo de sua constituição química, forma e localização e fará consequentemente parte da MO do solo. Dessa forma, 80% retornam à atmosfera na forma de CO₂. A MO já presente no solo é oxidada pelos microrganismos, liberando CO₂ e água, o que constitui a taxa básica de mineralização anual (GAMA-RODRIGUES, 1999).

A quantidade de MO decresce com a profundidade, porém esse decréscimo tem uma estreita relação com as práticas agrícolas adotadas. Comparando-se o Sistema de Plantio Direto (PD) e o Sistema de Plantio Convencional (PC), pode-se perceber uma diferença nas quantidades de MO desde a superfície do solo. O PD apresenta uma maior concentração de MO na superfície, e essa concentração vai diminuindo gradativamente com a profundidade. Já no PC, a concentração de MO na superfície é menor e essa concentração não sofre grandes alterações com o aumento da profundidade (GARRITY, 2004).

Algumas estratégias para a manutenção ou aumento da MO no solo são: sistemas de manejo que contemplem a máxima adição de resíduos orgânicos, como o uso de plantas de cobertura do solo, inclusão de plantas leguminosas, uso de dejetos animais; revolvimento mínimo do solo, como o plantio direto e o cultivo mínimo. Essas práticas também diminuem a oxidação da MO no solo (HANZI).

Em sistemas agrícolas, a dinâmica da MOS pode ser influenciada não só pelo manejo por meio da seleção de culturas e de formas de preparo do solo, mas também pela adição de materiais orgânicos, que influem positivamente nos processos biológicos de decomposição e mineralização da MOS – (LEITE et al., 2003)

As perdas de MO do solo podem-se efetuar devido diferentes fatores, um deles é devido à ação microbiana como visto acima. O Revolvimento do solo, através da gradagem e aragem, aumentam a oxidação dos compostos orgânicos, aumentando a perda de MO do solo, além de induzirem perdas por lixiviação e erosão. O desmatamento e queimadas também são processos que aumentam drasticamente a perda da MO no solo, sendo um fator especialmente importante nas regiões semi-áridas. A própria exportação de nutrientes através da colheita, se não houver reposição adequada tende a uma diminuição da MO do solo. A prática de monoculturas e utilização sucessiva de espécies gramíneas também é um fator que tende a uma diminuição da MO. A falta de integração entre agricultura e pecuária também pode ser citado, pois muitos produtores tendem a vender os adubos produzidos em suas propriedades (FEIDEN, 2001).

2.2.3. Relação Entre Matéria Orgânica e Qualidade do Solo

Apesar da degradação do solo promovida pela ação antrópica ser um processo antigo, é recente a preocupação com a qualidade dos solos, estimulada pela conscientização de que o

solo é um recurso não renovável e vital tanto para a manutenção da produtividade das áreas cultivadas, como para o equilíbrio da biosfera.

Definiu-se como qualidade do solo a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema, natural ou manejado, a fim de sustentar a produtividade biológica, manter ou aumentar a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e dos animais (MIELNICZUK et al., 2003).

Esta visão tem gerado por parte dos pesquisadores uma busca por atributos com sensibilidade suficiente para a monitoração da qualidade do solo (CAMBARDELLA & ELLIOTT, 1992; BLAIR et al., 1995; MARIN, 2002; D'ANDRÉA et al., 2002). Neste sentido, vários são os atributos que podem ser utilizados como indicadores da qualidade do solo, sejam de ordem física, química ou biológica. A matéria orgânica do solo é considerada como um dos principais indicadores da qualidade do solo (LAL, 1997; MIELNICZUK, 1999), o que se deve primeiro a sua sensibilidade em relação às práticas de manejo, sobretudo nas regiões tropicais e, segundo, a sua interação com praticamente todos os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no solo.

A Matéria Orgânica do Solo (MOS) apresenta potencial para ser utilizada como atributo-chave da Qualidade do Solo (DORAN & PARKIN, 1994; MIELNICZUK, 1999), pois, além de satisfazer o requisito básico de ser sensível a modificações pelo manejo do solo, é ainda fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando a infiltração, retenção de água e susceptibilidade à erosão (GREGORICH et al., 1994)

A Biomassa Microbiana Do Solo (BMS) é como indicador da qualidade dos solos devido a sua capacidade de resposta às mudanças no ambiente do solo. Alguns parâmetros têm sido utilizados na tentativa de otimizar o potencial da biomassa microbiana como indicador de qualidade, a quantificação do carbono da BMS é um deles. Porém, os valores encontrados na literatura para carbono da BMS são extremamente variáveis, o que impede as generalizações e ressalta a necessidade de pesquisas específicas para cada situação (STEVENSON & COLE, 1999).

Outros parâmetros biológicos utilizados são: a atividade dos microrganismos que pode ser medida, por exemplo, através da liberação de CO₂; o quociente microbiano (qMIC) que consiste na relação C microbiano (CM): C orgânico total (COT) e o quociente metabólico (qCO₂) que é a relação entre a respiração (CO₂ liberado) por unidade de biomassa microbiana, ambos os quocientes fornecem a capacidade de utilização do C pela população microbiana. Considerando-se uma situação em equilíbrio como, por exemplo, uma vegetação nativa é

possível avaliar o quanto um determinado solo está distante da sua condição de equilíbrio (TÓTOLA & CHAER, 2002).

Além de atuar como reservatório de C, a matéria orgânica do solo (MOS) possui particular importância na manutenção da produtividade dos agroecossistemas, calcada no papel central que o carbono desempenha na qualidade e funcionamento do solo, por meio de sua influência sobre os atributos físicos, químicos e biológicos (DING *et al.*, 2012). Dentre os principais atributos do solo influenciados pela MOS se destacam: a estrutura, o suprimento de nutrientes, a capacidade de troca iônica e o tamponamento do pH. Além disso, também merece destaque a atuação da MOS como fonte de energia para os microrganismos, seu potencial de reduzir a contaminação das águas superficiais e subterrâneas pela adsorção de poluentes, além de seus efeitos na disponibilidade de ar e água às raízes das plantas e no desenvolvimento do sistema radicular (MARTINS *et al.*, 2009). Dessa forma, o teor de C altera diretamente a qualidade e a produtividade do solo, ressaltando a importância de sua determinação (SAMPAIO *et al.*, 2012) para avaliar os efeitos das práticas de manejo.

2.3. TÉCNICAS DE MANEJO DA MO

Durante milhares de anos, diferentes povos têm praticado uma agricultura baseada no manejo dos materiais disponíveis nas suas próprias terras. Dentre esses, podemos destacar os de origem orgânica, que possibilitam uma melhoria da qualidade do solo e um aumento da produtividade vegetal. Neste tipo de sistemas, a conexão entre agricultura e ecologia era bastante forte e raramente se evidenciavam sinais de degradação ambiental. ESPÍNDOLA *et al.*, 1997

2.3.1. Adubação Orgânica

De acordo com a Lei Federal nº 6.894, de 1980, fertilizante é uma substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes vegetais e que seja utilizado na agricultura (BRASIL, 1980). Dentre os fertilizantes citados, ressaltamos os compostos de orgânicos (Adubação orgânica), que são fácil e barata obtenção, quando comparados aos fertilizantes sintéticos. Além disso, esses composto orgânicos podem ser

produzidos na própria propriedade, utilizando-se dos resíduos da produção das culturas e mesmo da integração entre agricultura, pecuária e silvicultura.

Adubação orgânico pode ser definido como sendo todo produto de origem vegetal ou animal que, aplicado ao solo em quantidades, em épocas e maneiras adequadas, proporciona melhorias de suas qualidades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas, efetuando correções de reações químicas desfavoráveis ou de excesso de toxidez e fornecendo às raízes nutrientes para produzir colheitas compensadoras, com produtos de boa qualidade, sem causar danos ao solo, à planta ou ao ambiente (KIEHL, 1985).

O uso da adubação orgânica de culturas é essencial para a melhoria da qualidade do solo e manutenção da fertilidade, contribuindo significativamente para a manutenção da umidade e da temperatura do solo a níveis adequados para o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas, contribuindo para a melhoria da produtividade e para a sustentabilidade do sistema de produção (NUNES, 2009).

Nesse sentido, destacaremos algumas técnicas de adubação orgânica importantes no contexto estudado do semiárido cearense e da agricultura familiar.

2.3.2. Utilização de Esterco

O esterco animal é o principal adubo orgânico utilizado para a melhoria da fertilidade dos solos do semiárido nordestino, mas a quantidade de esterco disponível nas propriedades é, em geral, insuficiente para suprir a demanda das culturas agrícolas (Silva et al., 2007).

O esterco de baixa qualidade e/ou não-curtido, pode provocar a imobilização de nutrientes do solo nas semanas seguintes após sua incorporação, com limitações no crescimento e produtividade das espécies vegetais. Por isso é indicado que seja feito a curtição, ou seja, adição de algum tipo de folha ou palhada, ou a compostagem do mesmo (FEIDEN, 2001).

Silva (2004) demonstrou que a incorporação de esterco, mesmo em doses menores que as usualmente empregadas, combinadas com o cultivo de leguminosas para adubação verde, é uma prática de manejo viável, pois além de evitar a imobilização de nitrogênio do solo e disponibilizar esse nutriente de forma mais sincronizada com a demanda das culturas agrícolas é, também, capaz de manter a fertilidade do solo em longo prazo; entretanto, ainda são escassos os dados sobre o efeito da adubação orgânica em solos da região semiárida.

2.3.3. Adubação Verde

Adubação verde consiste na utilização de partes de plantas ainda verdes, principalmente folhas, para a adubação e/ou condicionamento do solo. Várias espécies vegetais podem ser empregadas como adubos verdes, como, por exemplo, as leguminosas e gramíneas. O emprego de plantas leguminosas é mais difundido devido, principalmente, à realização da fixação do nitrogênio atmosférico que essas plantas desenvolvem e também porque a biomassa das plantas leguminosas é maior e mais rica em teores de nutrientes do que a biomassa das gramíneas de (NEME, 1940).

O nitrogênio é o nutriente que mais tem sido estudado com relação ao efeito da adubação verde nas culturas de interesse econômico. As leguminosas herbáceas constituem algumas das plantas mais utilizadas como adubos verdes, embora espécies de outras famílias botânicas também sejam frequentemente utilizadas. Devido à capacidade das leguminosas de fixarem nitrogênio atmosférico em associação com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, essas plantas podem substituir os adubos minerais no fornecimento de N para várias culturas de interesse comercial (Smyth et al., 1991).

A adubação verde permite ainda o aporte de quantidades expressivas de fitomassa, possibilitando uma elevação no teor de matéria orgânica do solo ao longo dos anos. Como consequência, obtêm-se um aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, o que traz maior retenção de nutrientes junto às partículas do solo, reduzindo perdas por lixiviação (Kiehl, 1985).

Numa revisão de literatura sobre diversos parâmetros para avaliação da adubação verde, De-Polli et al. (1996) afirmam que esta prática agrícola eleva os teores de matéria orgânica do solo, melhorando suas propriedades físicas. Dentre as propriedades físicas do solo afetadas pelo aumento dos teores de matéria orgânica, esses autores destacam: estabilidade de agregados, densidade global, porosidade, taxa de infiltração de água e retenção de umidade.

A presença de material orgânico fornecido pelos adubos verdes favorece a atividade dos organismos do solo, já que seus resíduos servem como uma fonte de energia e nutrientes. Além disso, a manutenção da cobertura vegetal permite reduzir as oscilações térmica e de umidade, criando condições que favorecem o desenvolvimento dos organismos do solo. Por sua vez, a maior atividade biológica do solo aumenta a reciclagem de nutrientes, o que permite inclusive um melhor aproveitamento dos fertilizantes aplicados ao solo (Pankhurst & Lynch, 1994).

Quando não houver material disponível, e/ou como forma de complementar os materiais vindos de fora da propriedade, pode-se exercer a prática de roçagem permanente das plantas da área cultivada, não esquecendo da eliminação do uso de grade. Essa prática é suficiente para formar uma excelente cobertura do solo. Dessa forma, o manejo correto de restos de culturas e da roçagem é de alto grau de importância, inclusive para o controle das perdas de solo por erosão nas áreas cultivadas. (OLIVEIRA et al. 2002).

2.3.4. Cobertura Morta

A cobertura morta, também chamada de “Mulch”, é uma técnica que consiste em distribuir sobre a superfície do solo uma camada de palhas ou outros resíduos, vegetais ou não, entre as linhas das culturas ou apenas até a projeção da copa das plantas. No Nordeste do Brasil, onde ocorre um período chuvoso e outro seco durante o ano, a cobertura morta apresenta uma série de benefícios. As principais fontes de cobertura de superfície do solo para as culturas frutíferas têm sido gramíneas, restos culturais diversos (palhadas), bagana de carnaubeira e leguminosas arbustivas (OLIVEIRA et al. 2002).

Diversos estudos comprovam os benefícios associados à utilização dessa técnica. Entre eles, vale citar o levantamento feito por Pereira & Peres (1986) e que indica: a) melhora a qualidade dos produtos, como acontece com a produção morango, abóbora e melancia; b) incrementa a produtividade das culturas; c) prolonga o tempo de disponibilidade de água no solo; d) reduz as variações de temperaturas do solo; e) aumenta a estabilidade dos agregados do solo; f) elimina o desenvolvimento de ervas daninhas; g) aumenta a fertilidade do solo; h) reduz ou elimina a possibilidade de erosão, pelo bloqueio do impacto direto da chuva, e proporciona economicidade dos cultivos.

No que se refere às regiões semiáridas, para o cultivo agrícola e florestal, a permanência da cobertura do solo assume um papel primordial para manutenção umidade do solo. Neste sentido, qualquer prática que mantenha o solo coberto, ajudará na redução das perdas de água por evaporação, contribuindo para a manutenção da umidade além de melhorar a fertilidade (HANZI, 2003).

Conseqüentemente, a queima de restos de cultura e de roçagem, tão comum no nordeste brasileiro, principalmente no período que antecede a produção, deve ser definitivamente eliminada. Isso porque essa ação irá resultar na perda dos benefícios decorrentes da presença da matéria orgânica no solo, através da cobertura do solo.

2.3.5. Sistemas Agroflorestais - SAFs

Os sistemas de produção agroflorestais (SAF) foram desenvolvidos em resposta às pressões por produção de alimentos, tanto para a população humana, como para os rebanhos e integram a exploração de espécies lenhosas perenes associadas às culturas e à pastagem a fim de garantir a estabilidade e elevar a produtividade da terra, diversificar a produção, melhorar a fertilidade do solo e aumentar a oferta de forragem (SINGH, 1990). Nesses sistemas que estão sendo avaliados e propostos como alternativas ecologicamente sustentáveis de exploração das regiões tropicais (ALTIERI, 1999), o uso de espécies arbóreas constitui a garantia de manter ativa a circulação de nutrientes e o aporte significativo de matéria orgânica, condição essencial para se cultivar de maneira continuada os solos tropicais (BURGUER et al., 1986).

O componente arbóreo deve ser periodicamente podada durante o cultivo para minimizar os efeitos adversos do sombreamento, reduzir a competição, proverem adubo verde para as culturas associadas, utilizadas como cobertura morta ou removidas para uso como forragem, lenha ou outros propósitos (KANG et al., 1981; KANG et al., 1985; KANG et al., 1990; VAN DEN BELDT, 1990).

Conforme Constantin (2009), o objetivo principal dos sistemas agroflorestais é otimizar a produção por unidade de superfície, respeitando sempre o princípio de rendimento contínuo, principalmente através da conservação/manutenção do potencial produtivo dos recursos naturais renováveis: conservação dos solos, recursos hídricos, fauna e das florestas nativas.

Portanto, o termo SAF se refere a um conjunto de tecnologias e sistemas de uso da terra, onde espécies florestais (árvores ou arbustos) são utilizadas em associação com as cultivos agrícolas e/ ou atividades pecuárias numa mesma área, dentro de um arranjo espacial e/ ou sequência temporal (ICRAF, 1998; DUBOIS et al., 1996). O princípio básico do SAF é aperfeiçoar a utilização da terra e buscar maiores níveis de sustentabilidade da produção, aumentando as interações ecológicas e econômicas positivas entre as árvores e o cultivo (ICRAF, 1995).

Araújo Filho et al. (2010) afirmam que os sistemas de produção agroflorestais procuram simular os ecossistemas naturais e, com isso, buscam produzir em harmonia com a natureza, com base na conservação dos recursos naturais renováveis, resultando em melhoria da produtividade e sustentabilidade da produção. Os mesmos autores relatam ainda que se podem identificar quatro categorias de sistemas de produção agroflorestais, comportando cada grupo

um grande número de modelos, oriundos de condições ecológicas, econômicas, sociais e culturais, que são:

- a) Agrossilviculturais: caracterizados pela associação de espécies florestais com culturas agrícolas anuais ou perenes;
- b) Agropastoris: caracterizam-se pela combinação de cultivos agrícolas, anuais e perenes, com plantas forrageiras e animais;
- c) Silvopastoris: caracterizam-se através da combinação de árvores ou arbustos com plantas forrageiras herbáceas e animais;
- d) Agrossilvipastoris: combinam cultivos, essências florestais e animais, em uma mesma área ou em uma sequência temporal.

De acordo com Lopes (2001) *apud* Joaquim (2012), os SAFs são sistemas que geralmente necessitam de baixo capital para sua manutenção e produzem, pela sua miscelânea de espécies, uma gama de produtos maior do que os sistemas de monocultivos (alimentos, madeira, forragem, defensivos, etc.), além dos benefícios ambientais como: aumento/manutenção dos níveis de biodiversidade, conservação da fertilidade e da biofísica do solo, abrigo da fauna, espaço de lazer, controle de erosão e estabilização de regime hídrico.

SAF é a opção de uso da terra mais indicadas para famílias de pequenos produtores agrícolas, pois proporciona mais facilmente todas as necessidades alimentares e seus meios de subsistência (GARRITY 2004).

É importante lembrar que em regiões semiárida, onde a maior parte da atividade rural produtiva baseia-se na pequena propriedade, o uso de insumos agrícolas, como adubos nitrogenados, calcário e outros, torna-se geralmente inviável, em razão da baixa disponibilidade de capital por parte dos agricultores (MAIA et al. , 2006). Nesse sentido, as práticas agroflorestais, com grande diversificação de culturas, aliada às práticas de manejo do solo, podem garantir o melhor aproveitamento dos nutrientes, maior renda para produtores e maiores benefícios ao ecossistema (SOUSA, et al. 1997).

Existem atualmente diversos modelos de SAF desenvolvidos em diferentes países da Europa, América do Norte e do Sul, Ásia e África, muito deles focados nessa população de pequenos produtores (MONTAMBAULT & ALAVALAPAT, 2005).

Os SAFs adaptam-se muito bem ao esquema de produção da agricultura familiar, por potencializarem o uso da mão-de-obra disponível na propriedade. A diversificação e integração dos cultivos e a criação de animais são extremamente benéficos ao meio ambiente e às condições socioculturais do pequeno produtor. Esse sistema de uso da terra constitui-se

em uma alternativa para minimizar a degradação ambiental, numa perspectiva de desenvolvimento sustentável. Devido à maior diversidade de espécies no sistema, há melhor utilização dos recursos naturais disponíveis (nutrientes, água e luz), em que o componente arbóreo, geralmente, contribui para proteção e melhoria do solo e manutenção do processo de ciclagem direta de nutrientes. Além disso, pode melhorar o nível de vida do trabalhador rural, à medida que favorece a sustentabilidade econômica (MONTAGNINI et al., 1992)

2.3.5.1. Cultivos em Aléias

O sistema de cultivo em faixa (*alley cropping* ou *alley farming*) é uma modalidade de SAF, na qual as árvores e arbustos são arranjados em forma de linhas paralelas, assim como as culturas agrícolas e forrageiras (HUMPHREYS, 1994).

As espécies lenhosas nas faixas contribuem para: reciclagem de nutrientes, redução das perdas de nutrientes por lixiviação, estimulam maior atividade da fauna do solo, controlam a erosão e melhoram a fertilidade do solo e, mantêm níveis contínuos de produção das culturas (KANG, 1997), ou seja os mesmos benefícios associados aos SAF, já que é um tipo específico deste.

Biologicamente, o sucesso do sistema de cultivo em faixa, em regiões semiáridas, depende do conhecimento da competição entre o componente arbóreo e o agrícola e como é realizado o manejo, através da escolha das espécies arbóreas, estabelecimento e espaçamento das faixas, altura e frequência das podas (KANG, 1997).

Os benefícios potenciais deste sistema para melhorar a produção agrícola dependem dos nutrientes adicionados ou reciclados através das faixas quando há limitação no suprimento de nutrientes e da habilidade de retenção de água no solo, pelo aumento da infiltração e diminuição do escoamento superficial, se o limitante é a água. Outro benefício é a própria organização da área produtiva, facilitando o plantio, manejos culturais, colheita e outros processos associados (SINGH et al., 1989; EVENSEN et al., 1991; SZOTT et al., 1991; FERNANDES et al., 1993; MATHUVA et al., 1998; RAO et al., 1998).

2.3.5.2. Viabilidade financeira de Sistemas Agroflorestais

No Brasil as pesquisas realizadas em SAFs abordam os aspectos biofísicos, ecológicos e sociais em sua maioria, deixando um vazio em relação aos aspectos financeiros e, a procura

por essas informações escassas tem crescido em função das alternativas de diversificação de produção e renda proporcionada pelos sistemas Agroflorestais (OLIVEIRA, 2009; WADT et al., 2005).

Segundo Souza et al. (2007), os SAFs imobilizam recursos por um longo período de tempo e estão sujeitos a inúmeras incertezas relacionadas ao mercado consumidor como: variações nos preços dos produtos, condições bio-edafo-climáticas, custos dos insumos, dentre outros. Por isso, é necessário que o planejamento, desde o preparo de solo para o início da implantação das culturas até a negociação do produto final, seja devidamente conduzido para que o investimento se torne economicamente viável.

Segundo Bentes Gama et al. (2005), estudos específicos sobre a viabilidade financeira de investimento de sistemas agroflorestais (SAFs), como alternativa para a diversificação da produção e renda e recuperação ambiental em regiões onde se pratica a agricultura pura (monocultura) têm sido cada vez mais necessários.

Conforme Martins et al. (2006), o aumento da produtividade dos sistemas agroflorestais pecuários em relação aos sistemas tradicionais já é bastante conhecido, mas pouco se sabe sobre sua eficiência financeira, o que dificulta as tomadas de decisão para os investimentos nessa área. O conhecimento dos custos de produção e a determinação de indicadores de viabilidade financeira e econômica são de fundamental importância para subsidiar os produtores em suas tomadas de decisão no gerenciamento ou investimento nas atividades agropecuárias.

Portanto, de acordo com Bloc (2008), para que os sistemas de produção sejam validados e estejam aptos para divulgação, pelos serviços de extensão rural e adoção pelos produtores, necessitam ser submetidos à análise da viabilidade financeira, de forma a identificar tecnologias tecnicamente viáveis e sustentáveis.

De acordo com Labarta-Chavarri e Lansing (2005), os níveis de avaliação dos SAFs dependem dos indicadores financeiros, de indicadores do produtor e avaliação dos impactos ambientais. É importante considerar, também, na análise de investimentos os diversos componentes inter-relacionados em tempo e espaço que os SAFs possuem e que a natureza dos sistemas requer uma avaliação de rentabilidade financeira diferenciada.

Araújo Filho et al. (2010) e França et al. (2007) ressaltam as principais vantagens dos sistema agrossilvipastoril, quando comparados com o sistema convencional, que são:

- a) Vantagem econômica: a renda disponível familiar mensal é 50,6% superior;
- b) Vantagem social: emprega-se 25,9% a mais de mão-de-obra e

- c) Vantagem ambiental: a área total necessária é de apenas 26% da área explorada no sistema convencional, para o mesmo número de animais.

Analisando financeiramente projetos com SAFs, Silva (2000) e Santos (2000) confirmaram que as associações de cultivos arbóreos, perenes e anuais proporcionam uma rápida recuperação do capital investido, com geração de renda imediata nos primeiros anos pela comercialização de culturas agrícolas de ciclos curto e médio, venda dos produtos pecuários, e ao longo da duração do sistema com a venda de diversos produtos, havendo destaque para a produção de madeira.

2.3.6. Manejo Agroflorestal da Caatinga

No Estado do Ceará, as experiências científicas de SAF que mais avançaram foram executadas pela Embrapa Caprinos e Ovinos, sediada em Sobral - CE, que já vem sendo desenvolvida e estudada há 12 anos (CEARÁ, 2010). De acordo com ARAÚJO FILHO et al. (2006), o modelo experimental do Sistema Agrossilvipastoril foi concebido com quatro objetivos: a) fixar a agricultura no terreno; b) sustar a degradação ambiental; c) aumentar a produtividade da pequena propriedade no semiárido ; d) melhorar a renda familiar.

O cerne do sistema descrito acima é a divisão da área em três parcelas, uma das quais constituirá um subsistema agropastoril, a segunda um subsistema silvopastoril, com base na caatinga manipulada, e a terceira outro subsistema silvipastoril, com base em um lote florestal. É muito importante a integração entre os subsistemas, com o animal desempenhando importante papel na redistribuição de nutrientes. Um esboço da distribuição do uso do espaço para uma área típica de semiárido e com ênfase na pecuária seria: a) Área com Pecuária (60%); b) Reserva Legal (20%); e Área Agrícola (20%) (CEARÁ, 2010).

A preparação da área na parcela agrícola consta de um raleamento da vegetação arbórea, devendo ser preservada cerca de 200 árvores por hectare, o que corresponde a uma cobertura de aproximadamente 20%. O Raleamento é uma forma de manejo da vegetação lenhosa da Caatinga, na qual essa vegetação nativa é parcialmente retirada, com intuito de diminuir o sombreamento da área e permitir o maior crescimento da cultura pretendida. Até que haja um bom estabelecimento da leguminosa perene, que será a principal fonte de adubação verde, não deve ser praticado o destocamento, pois, a rebrotação das espécies nativas comporá importante fonte de adubação verde, durante o período das chuvas (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 1997; CEARÁ, 2010).

A preservação dessa mata nativa tem a função de manter os serviços ambientais oferecido pelas mesmas, como: proteção e conservação do solo dos recursos hídricos; manutenção da biodiversidade; ciclagem dos nutrientes; estocagem de carbono, entre outros. Apesar de manter esses serviços ambientais, a presença das árvores não prejudica o desenvolvimento das culturas, como já foi verificado experimentalmente por ARAÚJO FILHO (1992, 2006), ARAÚJO FILHO & CARVALHO (1997), ARAÚJO FILHO & SILVA (2008); CAMPANHA et al., (2008); entre outros estudos feitos pela EMBRAPA – Caprinos e Ovinos, de Sobral – CE.

Após a retirada da madeira útil, cuja venda custeará parte das despesas de implantação, os garranchos são amontoados em cordões perpendiculares ao declive do terreno, com uma largura de aproximadamente 0,4 a 0,5m, e espaçados de três em três metros, para proteção do solo contra a erosão. Procede-se, então, o plantio de espécies leguminosas em linhas, localizadas em ambos os lados dos cordões, com um espaçamento de 0,50m entre plantas. Podem ser utilizadas espécies nativas, como o sabiá, jurema preta, mororó e camaratuba, ou espécies exóticas adaptáveis, como leucena, gliricídia (ARAÚJO FILHO, 2006; CEARÁ, 2010).

A decomposição dos garranchos nos cordões é rápida, durando no máximo três anos, quando, então, a leguminosa perene estará estabelecida e os substituirá no papel de proteção do solo. O plantio das culturas alimentares deve ser realizado nas faixas de 3,0m entre os cordões. Recomenda-se a prática da policultura, pois o uso de várias culturas, em sistemas de consórcio, favorece o aumento na complexidade do ecossistema, tanto quanto promove uma dieta diversificada para a população humana e resultando em uma maior geração de renda, estabilidade da produção, diminuição dos riscos, redução da incidência de pragas e doenças, eficiência no uso de mão-de-obra e aumento do retorno, com baixos níveis de tecnologia (ARAÚJO FILHO & SILVA, 2008; CEARÁ, 2010).

O aporte contínuo de matéria orgânica ao solo é garantido por cinco fontes distintas. A primeira consta de folhagem das árvores preservadas, quando do raleamento, alcançando cerca de 1,5 tonelada por hectare/ ano. A segunda consiste da parte aérea da rebrotação dos tocos, cortada e incorporada ao solo, durante o período das chuvas, atingindo cerca de duas toneladas por hectare. A terceira origina-se das ervas nativas que são capinadas ou roçadas e incorporadas ao solo, durante o ciclo das culturas e que podem perfazer até três toneladas por hectare. A quarta é formada pelo corte da parte aérea da leguminosa perene, estabelecida nos lados dos cordões de garranchos, somando outras duas toneladas. A quinta e última fonte de

matéria orgânica advém do esterco dos animais que é distribuído a lanço, ao final do período seco, e que atinge até três toneladas por hectare. Assim, são adicionadas, anualmente, ao solo até 11 toneladas de matéria orgânica por hectare, na parcela sob agricultura (ARAÚJO FILHO, 2008; CEARÁ, 2010).

A produtividade média obtida na área agrícola do Modelo Experimental variou de 722 kg/ha, em 1998, a 2.625 kg/ha, em 2007, com a média no período de 1.384 kg/ha. Considere-se que 30% dessa área destina-se à preservação ambiental (mata ciliar, renques de leguminosas e árvores), essa produtividade é bem superior à obtida no sistema tradicional, de 400-575 kg/ha de milho (CEARÁ, 2010).

2.3.6.1. Vantagens Ambientais do SAF

Para compreendermos as vantagens ambientais advindos da utilização do modelo de SAF proposto pela Embrapa, discutiremos algumas pesquisas realizadas em Sobral sobre os efeitos deste tipo de manejo sobre os recursos naturais renováveis.

Em relação ao **solo**, a principal vantagem é a **proteção contra erosão**, principalmente pelo componente arbóreo com a deposição de sua serrapilheira sobre o solo, é a proteção do solo contra a erosão hídrica do solo e a lixiviação do solo, seus nutrientes e até da própria água. Pois a erosão hídrica é uma das principais causas da degradação das terras, ocasionando a perda de nutrientes, as reduções na capacidade de infiltração, na umidade do solo e na produtividade agrícola, além como também contribuem para intensificar o processo de empobrecimento físico-químico do solo. Este tipo de erosão é influenciado pela chuva, tipo de solo, topografia, cobertura e manejo do solo e por práticas conservacionistas de suporte às atividades de campo (HUDSON, 1995 citado por BERTOL et al. 2007)

Nesse sentido, um estudo realizado na Embrapa CNPC de Sobral, avaliou as perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico, pela erosão hídrica, em sistemas de produção agroflorestal, tradicional e em condições naturais em áreas de Caatinga (CAMPANHA *et al*, 2008). Em relação às perdas de solo, o tratamento que apresentou as menores médias foi o Agrossilvipastoril, superando inclusive os tratamentos na Mata nativa. De acordo com os autores, “a menor cobertura do solo observada no início das chuvas (janeiro) foi compensada pela presença do estrato arbóreo, pelo plantio entre leiras e pela evolução da cobertura vegetal, fatores que interferiram positivamente na retenção do solo nesta área”. Comparando as perdas do SAF estudado com outros trabalhos (inclusive SAF no Ceará), os autores

concluem que o SAF proposto no estudo (Sistema Agrossilvipastoril) “mostraram-se extremamente eficientes no controle da erosão hídrica”. Vários fatores podem ter influenciado na diminuição das perdas de solo e água nos SAF em questão, no entanto, “a proteção do solo gerada pela cobertura vegetal do estrato herbáceo e arbóreo”, assim como sua produção e deposição de serrapilheira, estão entre os principais (p. 7-8). Em relação aos nutrientes e carbono orgânico, os tratamentos Silvipastoril e Agrossilvipastoril apresentaram as menores perdas totais, “podendo ser indicadas como práticas a serem adotadas na região semiárida brasileira”, sem impactos significativos sobre a fertilidade do solo (p. 11).

Outra vantagem é a **produção de serrapilheira e ciclagem dos nutrientes**. Pelos estudos bibliográficos, vimos que os sistemas conservacionistas devem apresentar constantes e sistemáticas adições de matéria orgânica ao solo, seja essas advindas do próprio agroecossistema, como nas ações de integração das atividades agrossilvipastoris, ou importação de insumos, como utilização de esterco ou compostos orgânicos comprados para aplicação. Como vimos esse manejo é importante devido à relação do mesmo com a ciclagem de nutrientes no agroecossistema.

Nesse contexto, a serrapilheira é uma das principais vias de transferências de nutrientes nas áreas nativas, principalmente nitrogênio, cálcio e fósforo. A deposição e decomposição da serrapilheira, sob a ação do clima e da fauna edáfica, são considerados processos chave na manutenção da qualidade e estabilidade dos ecossistemas, principalmente em solos de baixa fertilidade natural (CORREIA; ANDRADE, 2008).

Já em relação aos **recursos hídricos**, destacamos a **eficiência hídrica**. As atividades agropecuárias tem contribuído de forma significativa para a degradação dos recursos hídricos locais, fato que ocorre pela destruição da cobertura florestal, em decorrência de desmatamentos e queimadas, inclusive de matas ciliares (SILVA; GUIMARÃES FILHO, 2006)

Os SAFs, especificamente com relação aos ambientes áridos e semi-áridos, podem contribuir efetivamente para estabelecer modelos de produção mais estáveis, pois condicionam favoravelmente o meio físico, melhorando, por exemplo, e a eficiência hídrica, reduzindo o impacto da erosão (DANIEL et al., 2000).

Nesse contexto, no estudo citado acima (CAMPANHA *et al*, 2008), desenvolvido na Embrapa CNPC sobre perdas de solo, água pela erosão hídrica, houve uma diferenciação considerável entre os diferentes tratamentos em relação à perdas de água. No tratamento Tradicional, a perda de água foi de 64%, enquanto na área que estava em pousio, a perda foi

de 51%. Ou seja, nesses tratamentos as perdas de água foram mais da metade do total de água precipitado, o que se apresenta como uma baixíssima eficiência na retenção e utilização da mesma pela vegetação e pelas culturas agrícolas. Os dois testemunhos, com mata nativa, tiveram perdas de água entre 13 e 33%. Valores bem abaixo dos observados nos cultivos agrícolas tradicionais e em pousio. Por outro lado, nos tratamentos Agrossilvipastoril e Silvipastoril, as perdas de água foram de apenas 16 e 7%, respectivamente. Ou seja, valores próximos ou bem melhores do que os observados nas áreas com vegetação nativa da Caatinga. O menor valor observado no tratamento silvipastoril deve-se a maior densidade do estrato herbáceo, que promove uma maior proteção do solo e conseqüentemente uma maior infiltração e menor escoamento superficial. De qualquer forma, os sistemas de produção caracterizados como SAFs se apresentam como ótimas opções para utilização eficiente da água no contexto do semiárido cearense.

Considerando que a água é o recurso natural mais escasso na condição do semiárido, sistemas de cultivo que apresentam uma maior eficiência na utilização desse recurso serão bem mais resiliêntes às variações pluviométricas e conseqüentemente terão maiores níveis de sustentabilidade.

Como o SAF proposto se baseia no modelo utilizado nas pesquisas acima, podemos supor que o SAF apresenta grau de eficiência na utilização dos recursos hídricos bem próximos dos observados nos tratamentos agrossilvipastoril e silvipastoril, ou seja, uma perda de água de apenas 23% do valor total precipitado.

Outra vantagem é a **conservação dos recursos hídricos**. Além das indicações mais técnicas em relação ao manejo agropecuário, os modelos de SAFs propostos, tanto pelos pesquisadores da Embrapa Caprinos e Ovinos de Sobral, como o SAF que agora estudamos e o próprio conceito de SAF, ressaltam a importância da manutenção e ou recuperação das Áreas de Preservação Permanente, especialmente as matas ciliares das nascentes e dos riachos intermitentes, característicos da região semiárida. Essa prática tem vários objetivos, entre os quais podemos destacar a regularização do fluxo hídrico, evitando secas e enchentes; manutenção e melhoria da qualidade da água; proteção contra os processos erosivos e assoreamento do solo; manutenção e melhoria da qualidade do solo agrícola, pela deposição da serrapilheira proveniente da APP, que pode inclusive se manejada propositadamente para esse fim; formação de um corredor ecológico que auxiliará na manutenção da biodiversidade da Caatinga, e fato que também auxiliará no controle de pragas nas lavouras, pois essa área atuará como uma reserva dos predadores das pragas.

Em relação à **vegetação**, o manejo adota do SAF proposto gera diversos benefícios, como a preservação da biodiversidade da Caatinga. O mais evidente benefício com relação à vegetação da Caatinga resultante do SAF proposto é a sustação das queimadas, que está associado à própria preservação das 200 árvores nativas por hectare dentro do agroecossistema. Como essas espécies fazem parte do sistema produtivo e ainda prestam serviços essenciais aos processos de manutenção da qualidade do solo, e conseqüentemente na continuidade da produção de alimentos, é lógico que esses indivíduos ou mesmo a espécie de uma forma geral, será preservada. Isso, sem dúvidas, irá auxiliar na manutenção da biodiversidade vegetal.

Uma vantagem, é que o agricultor poderá manter ou introduzir algumas espécies vegetais de interesses múltiplos, como as seguintes. Espécies apícolas, caso haja uma criação de abelhas nativas da Caatinga. O SAF poderá servir também como área de alimentação do apiário. Essa atividade, além de trazer uma fonte de renda extra, também aumenta os níveis de polinização das culturas e conseqüentemente aumenta a produtividade do SAF. Também pode-se introduzir ou manter algumas espécies com fins medicinais, com o angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan), caatingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul) e aroeira (*Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All), que está inclusive em processo de extinção, sendo uma espécie inume ao corte segundo legislação vigente (Lista oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção - IBAMA Portaria nº 37 –N, de 3 de abril de 1992).

Também existe uma relação benéfica de complementaridade entre algumas espécies vegetais. Isso se torna evidente quando selecionamos algumas espécies nativas que seja da família das leguminosas, pois essas fixam o N atmosférico e fertilizam naturalmente dessa forma. No entanto, a competição (interespecífica e intraespecífica) entre as plantas também adquire um caráter positivo no contexto do SAF, pois seleciona os indivíduos e espécies mais adaptados às condições do agroecossistema. Esse processo é especialmente importante em regiões semiáridas, que a adaptabilidade às adversidades ambientais se torna mais importante do que outros atributos vegetais.

Com relação à **fauna**, as principais vantagens são relacionadas diretamente com a presença da vegetação nativa no agroecossistema, que permite a manutenção de inúmeros nichos ecológicos ocupados pelas espécies nativas. Nesse sentido, o SAFs atual como **Corredores Ecológicos**. Como o sistema simula as condições naturais do ecossistema da Caatinga, existe uma preservação dos habitats, e conseqüente existe uma maior integração

entre o sistema e a fauna nativa do Bioma. A própria presença de espécies vegetais nativas, possibilita que algumas relações específicas entre fauna e flora ocorram como alguns animais que se alimentam de plantas específicas, ou tem seu ciclo de vida associada essa espécie vegetal. Nesse sentido, principalmente algumas espécies de insetos, répteis e aves são beneficiados. Apesar de não ter havido uma coleta sistemática de dados em relação a diversidade desse grupo no SAF, percebemos empiricamente a presença de diversas espécies, interagindo com as espécies nativas ou mesmo nas introduzidas para manejo.

Dessa forma, o agroecossistema pode ser considerado um Corredor Ecológico. Corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais (BRASIL, 2000). Apesar do conceito de Corredor Ecológico ter surgido inicialmente relacionado exclusivamente à Unidades de Conservação, ultimamente estão surgindo pesquisas relacionando positivamente os SAF e Corredores Ecológicos (SILVA, 2008; LANZA, et al, 2010; PAULA, 2009)

No entanto, um dos grupos que são influenciados pelos efeitos do SAF, é a fauna edáfica, que vive nos solos. Nesse sentido, citaremos um estudo de fauna edáfica realizado na Fazenda da Crioula da Embrapa CNPC de Sobral (NUNES et al, 2009). Foi analisada a diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo, comparando o sistema tradicional da agricultura itinerante e um SAF. Nos sistema itinerante, o número de indivíduos coletados foi de 112 no segundo ano. Já no SAF, a média foi de 388 e em uma Caatinga conservada foi de 477 indivíduos. Com relação ao número médio de grupos da fauna do solo (Riqueza), foi feito uma análise estatística, no qual o sistema itinerante obteve 3,75 e diferiu dos índices do SAF e da Mata. Por outro lado, o SAF e a Mata apresentaram as médias 7,75 e 10,75, que não diferiram estatisticamente entre si. Os pesquisadores argumentam que os melhores resultados se deram na Mata “em função da relação interdependente da fauna edáfica e diversidade de recursos alimentares”. Já os valores observados no sistema itinerante foram os menores pois a eliminação da cobertura vegetal e a queimada “limitou o estabelecimento da maioria das espécies da fauna edáfica e a reocupação dessas áreas ficou restrita a poucos grupos taxonômicos”. Por outro lado, os valores no SAF foram intermediários, mas se aproximaram mais dos valores obtidos na Mata, indicando que esses sistemas são mais conservativos em relação às áreas queimadas. Esse resultado “mostra

que este tipo de manejo mantém boa disponibilidade de nichos ecológicos e diminui os efeitos negativos sobre as cadeias alimentares, o que pode ser uma opção viável de manejo sustentável do solo na caatinga. (*au sup* p. 46).

Outra vantagem indiscutível é o **não uso de agrotóxicos ou fertilizantes sintéticos** para o manejo do agroecossistema. Como o SAF utiliza apenas resíduos orgânicos para manutenção de fertilidade e qualidade do solo, não é necessária a utilização de fertilizantes ou agrotóxicos no seu manejo. Isso trará diversos benefícios ecológicos para o sistema, elevando o nível de sustentabilidade do mesmo.

Os efeitos danosos dos agrotóxicos sobre os ecossistemas começaram a ser evidenciada em 1962, com o lançamento do livro Primavera Silenciosa. Nesse livro, a bióloga descreve os efeitos dos agrotóxicos sobre diversos grupos animais, desde insetos, anfíbios, aves e até na saúde humana (CARSON, 1962). Assim, o fato do SAF não utilizar desses perigosos insumos, já é uma grande vantagem ambiental para fauna.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O atual trabalho é um experimento agropecuário, moldado de acordo com as condições da agricultura familiar e da pequena propriedade rural e utilizando-se do enfoque prático da Agroecologia. Trata-se de um Sistema Agroflorestal (SAF) para cultivo de milho (*zea mays*, L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) consorciados com gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud) e cajú (*Anacardium occidentale* L.), dividido em tratamentos de acordo com os insumos orgânicos utilizados. A escolha das espécies agrícolas utilizadas, além das técnicas de manejo e os insumos, foi realizada levando-se em conta a cultura e a disponibilidade local.

Os principais objetivos desse experimento foram: fixar a agricultura, que é tradicionalmente caracterizada como itinerante (corte, queima, plantio e abandono da área); Sustar a degradação ambiental, ocasionado principalmente devido à prática do desmatamento, da queimada e do cultivo itinerante; Aumentar a produtividade, dos bens alimentícios e forragem; e Melhorar a renda familiar.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O experimento foi estabelecido na localidade do Cajueiro do Boi, Município de Bela Cruz, litoral Norte do Ceará, a aproximadamente 3o 00' latitude sul, 40o 17' longitude oeste, a 46 metros acima do nível do mar, distante 245 km da capital do Estado, Fortaleza.

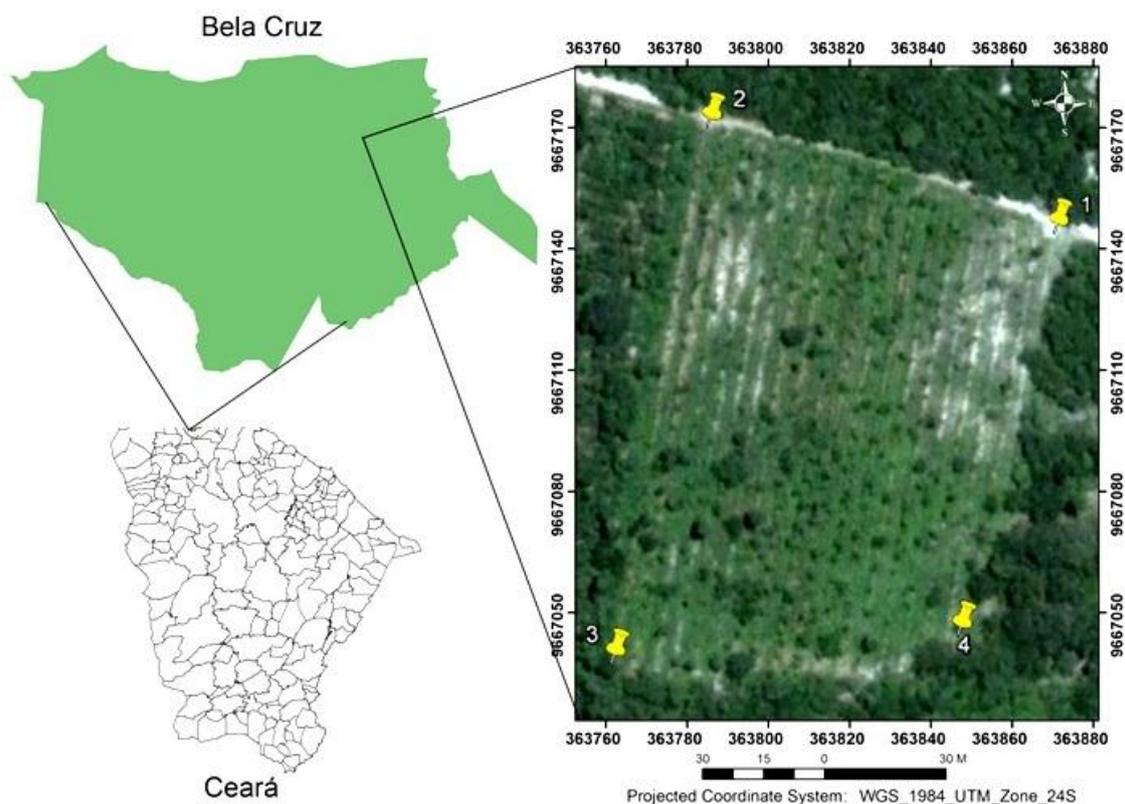


Figura 01. Localização da área de estudo, Fazenda Cajueiro do Boi, Bela Cruz - CE

O clima da região é caracterizado como tropical quente semiárido com concentração das chuvas em fevereiro e abril. A média das precipitações pluviiais é de 1.096 mm e temperaturas médias variando entre 26° e 28° C (IPECE, 2012). de acordo com a classificação de Köppen a condição climática é do tipo BSw^h' (MILLER, 1971)

Geologicamente a região é denominada Grupo/Formação Barreiras que, se constitui como uma cobertura sedimentar terrígena continental e marinha (SUGUIO; NOGUEIRA, 1999). No Ceará os sedimentos do Barreiras são encontrados repousando sobre o embasamento cristalino pré-cambriano (SUGUIO; NOGUEIRA, 1999) ou Complexo Nordeste (RADAMBRASIL, 1981).

O relevo da área é suave ondulado. Quanto aos solos, identificou-se na área a classe dos Argissolos.

Quanto ao comportamento florístico a área localiza-se em uma zona transicional com característica fitoecológica do Complexo Vegetacional da Zona Litorânea (IPECE, 2012).

Trata-se de uma fazenda privada, pertencente ao professor pesquisador João Ambrósio de ARAÚJO FILHO, na qual se desenvolvem algumas pesquisas agropecuárias. O experimento também foi concebido para ser utilizado em algumas atividades didático-pedagógicas com os agricultores locais. Após as aulas teóricas, em sala de aula, os agricultores visitam a área periodicamente para aprenderem as técnicas de manejo utilizadas.

O experimento em questão ocupa uma área de 5 mil metros quadrados ou meio hectare, sendo 100 m de comprimento e 50 metros de largura, como mostra a figura 01.

3.2. TÉCNICAS DE MANEJO

O trabalho teve início no ano de 2008. A vegetação lenhosa da área, que se encontrava em bom estado de conservação, com predominância de espécies arbóreas, foi raleada, preservando-se cerca de 200 árvores/ha ou 20% de sombreamento. (ARAÚJO FILHO, 1992). Além disso, nas árvores que permaneceram na área (aproximadamente 100 indivíduos) receberam podas verticais, com o intuito de permitir a entrada de uma maior quantidade de iluminação para melhor desenvolvimento das culturas agrícolas. Esse manejo de poda foi adotado principalmente naquelas árvores com idade mais avançada e com a copa frondosa, como pés de caju antigos.

Toda a madeira útil foi retirada e separada para utilização e/ou comercialização. Os garranchos restantes, a folhagem e serapilheira, foram espalhados uniformemente pelo terreno para formar uma camada fina sobre o solo. Esse material foi queimado de forma controlada, ou seja, tomando-se todas as precauções para mitigar os impactos: abertura de aceiros de segurança no perímetro do experimento (com aproximadamente 1 metro de largura) e ao redor das árvores que restaram do Raleamento (com aproximadamente 1,5 metros de raio); o horário escolhido foi o início da manhã para evitar as horas mais quentes do dia. Após a queima, a cinza foi incorporada mecanicamente ao solo, evitando seu carreamento pelo vento e/ou chuvas, utilizando-se enxadas.

Na área total do SAF, o modelo adotado foi o das aléias, considerando a distribuição faxinal das espécies. As espécies componentes dessas aléias foram: o caju, como principal componente lenhoso; a leguminosa gliricídia, para realização da adubação verde e banco de proteínas; e as culturas de interesse alimentar, o milho e o feijão. Todas as culturas foram

implantadas no ano de 2008, sendo suas linhas organizadas paralelamente, uma à outra, e todas perpendiculares à declividade predominante do terreno. A seguir será detalhado como se deu o plantio e implantação desses componentes. A descrição refere-se aos tratos repetidos anualmente, de 2008 até 2012, com exceção do plantio do caju e da gliricídia, que foram realizados apenas uma vez, em 2008. Assim, partir de 2008 as mudas de caju e de gliricídia recebiam apenas os tratos culturais.

O caju foi plantado com espaçamento de 3,5 m entre linhas e 5 m entre plantas. Foram plantadas 2 castanhas por cova pelo método do plantio direto. Para o plantio, foram utilizadas castanhas selecionadas, plantando apenas aquelas grandes em relação à média regional. Após o crescimento inicial das plantas, naquelas covas que haviam germinado dois indivíduos, o menor deles era desbastado. Anualmente eram realizadas algumas capinas e o coroamento das mudas pelo menos 2 vezes (início e final do período chuvoso) ou quando necessário. O material proveniente era depositado sobre o solo próximo e ao redor das mudas, com o objetivo de proteger o solo. A colheita do caju se deu apenas em 2012.

A implantação da leguminosa arbórea, a gliricídia, se dava no início do quadro chuvoso. A mesma foi implantada com um espaçamento de 0,5 m entre plantas, pelo método da estaquia e fazendo cordões duplos de cerca de 0,4 m de largura, com uma fila de gliricídia de cada lado e espaçados entre si por 3,0 m. Vale ressaltar que a gliricídia foi implantada entre os cordões duplos do cultivo de milho, com 0,4 m e não entre suas fileiras, com 3 metros. Anualmente eram realizadas algumas capinas e o coroamento das mudas pelo menos 2 vezes (início e final do período chuvoso) ou quando necessário. O material proveniente era depositado sobre o solo próximo e ao redor das mudas.

O milho era plantado logo após as primeiras chuvas, na forma de cordões duplos paralelos, distantes entre si por 3 metros e com espaçamento interno de 0,4 m. O milho foi plantado entre fileiras, com 3 sementes por cova e um espaçamento de 0,5 m entre covas. A colheita do milho se dava no final do período chuvoso, dependendo da maturação do mesmo, com um tempo de aproximadamente 5 meses. Após a colheita, a palhada do milho era retirada da área para venda e/ou utilização como forragem ou produção de feno. Anualmente eram realizadas algumas capinas e o coroamento das mudas pelo menos 2 vezes (início e final do período chuvoso) ou quando necessário. O material proveniente era depositado sobre o solo próximo e ao redor das mudas.

A cultura do feijão foi plantada simultaneamente à do milho. As linhas de milho se alternavam com as linhas de feijão. O espaçamento entre covas foi de 0,5 m e entre linhas de

1 m. foram utilizadas de 2 a 4 sementes por cova. Anualmente eram realizadas algumas capinas e o coroamento das mudas pelo menos 2 vezes (início e final do período chuvoso) ou quando necessário. O material proveniente era depositado sobre o solo próximo e ao redor das mudas. A colheita do feijão também se dava no final do período chuvoso, dependendo da maturação do mesmo, com um tempo de aproximadamente 5 meses. Após a colheita, os restos culturais eram mantidos e espalhados sobre o solo para sua incorporação.

Após o final de um ciclo produtivo, aproximadamente julho, após a colheita dos grãos, e antes do início de período chuvoso, inicia-se a preparação do terreno para um novo ciclo produtivo. Na preparação era feita a retirada da vegetação espontânea pela capinação, no entanto, esse material, além da serrapilheira, era mantido sobre o solo. Além disso, era realizado o manejo lenhoso da Caatinga, com o objetivo de mantermos mais ou menos constante o percentual de 20% de sombreamento. Nesse sentido é realizado um roço geral em todas as rebrotações e, caso haja necessidade de complementar o sombreamento, era preservada uma rebrota por toco nas que foram selecionadas.

Em relação à glicírdia, nos anos de 2008 e 2009 ela não recebeu nenhuma poda, ficando livre para se desenvolver. Em 2010, como foi um ano de seca, a glicírdia foi poupada novamente de um abaste, no entanto recebeu uma poda, no final do período chuvoso, em sua folhagem para incorporação ao solo. Com o uso de facão, a biomassa da parte aérea (folhas e galhos finos) é cortada em pedaços com cerca de 10 a 20 cm de comprimento para facilitar sua distribuição sobre o solo. Essa técnica de incorporação da glicírdia foi utilizada, também, em 2011 e 2012, com a diferença de que o corte era feito à 10 cm do solo (abaste) e realizado duas vezes ao ano, um durante o início do período de chuvas e outro durante a estação seca. O primeiro corte é utilizado para a produção de feno para utilização animal e/ou venda do produto, e o segundo para incorporação ao solo.

As técnicas de manejo detalhadas acima foram empregadas em toda área do experimento, sem diferenciação de tratamentos.

3.3. TRATAMENTOS

A área total do experimento tem a forma de um retângulo, (figura 01) e o mesmo foi dividido em 4 parcelas de 12,5 x 100 metros, sendo cada parcela um tratamento.

Os tratamentos experimentais constaram de: Testemunha (A), Esterco (B), Bagana (C) e Esterco + Bagana (D). No tratamento A o cultivo se deu sem a adição nenhum resíduo

orgânico, somente nas condições do SAF experimental. No tratamento B, foi adicionado esterco ovino não curtido, ou seja, in natura, no momento do plantio do milho e do feijão, na quantidade de 116 g para cada cova, sendo essa adição realizada apenas nas covas do milho e do feijão pontualmente. No tratamento C, o solo foi recoberto com a bagana da folha da carnaúba (*Copernicia prunifera*) na proporção de 16 ton/ha, sendo que essa adição se dava no começo do ano, antes do plantio dos grãos e a cada 2 anos (2008, 2010 e 2012). O tratamento D foi uma combinação dos tratamentos B e C, ou seja, adicionou-se tanto o esterco ovino não curtido nas covas do milho e do feijão (116 g por cova), quanto à adição da bagana de carnaúba sobre o solo (16 ton/ha) a cada 2 anos.

Cada tratamento ocupa uma área aproximada de 1.250 metros quadrados. Esses tratamentos foram repetidos de 2008 até 2012, como esquematizado na tabela 01.

Tabela 01. Quando-Resumo dos procedimentos adotados em cada tratamento experimental de acordo com cada ano.

Tratamento / Ano	2008	2009	2010	2011	2012
A	Sem adição de resíduos	Sem adição de resíduos	Sem adição de resíduos	Sem adição de resíduos	Sem adição de resíduos
B	Adição de Esterco no milho e feijão	Adição de Esterco no milho e feijão	Adição de Esterco no milho e feijão	Adição de Esterco no milho e feijão	Adição de Esterco no milho e feijão
C	Adição de Bagana sobre o solo	Sem adição de resíduos	Adição de Bagana sobre o solo	Sem adição de resíduos	Adição de Bagana sobre o solo
D	Adição de Esterco no milho e feijão e Bagana sobre o solo	Adição de Esterco no milho e feijão	Adição de Esterco no milho e feijão e Bagana sobre o solo	Adição de Esterco no milho e feijão	Adição de Esterco no milho e feijão e Bagana sobre o solo

Além dos tratamentos experimentais descritos acima, foram realizadas entrevistas com os produtores locais para caracterização dos Sistemas de Produção Locais, que compilamos como um sistema de produção específico e que chamaremos de Testemunho Regional. Com essas entrevistas buscamos, além da caracterização, definição das técnicas de manejo utilizadas, a definição dos Custos e Benefícios, a produtividade das culturas, entre outras informações que serão discutidas posteriormente. Para tal, foram entrevistados 10 produtores do município de Bela Cruz, sendo da mesma localidade onde está instalado o experimento.

A metodologia para coleta de Bagana de carnaúba foi através de um retângulo de aço medindo 1 m x 0,5 m. Essa armação era jogado aleatoriamente sobre a área experimental e toda a bagana de dentro da armação era coletado, levado até a estufa, ficando lá até adquirir um peso constante (ressecamento) e logo após era pesada. Foram utilizados 25 pontos amostrais para cálculo da quantidade de bagana por hectare. (Araújo Filho et al, 1986)

3.4. ANÁLISES DE PRODUTIVIDADE

Para a produção do caju, foi realizada a colheita na área total do experimento, sem distinguir os tratamentos experimentais. Após a colheita foi feita uma estimativa da quantidade produzida por hectare.

Já para a produção da gliricídia, foram diferenciados os tratamentos experimentais apenas com e sem utilização da bagana. Era feita a colheita de toda a parcela, no caso das parcelas A e B juntas, e depois as parcelas C e D juntas. Dessa forma se obtia a média de produção nas parcelas compostas e com esse valor era estimada a quantidade produzida por hectare. Os valores apresentados são estimativas da produção real.

Para o Milho houve a diferenciação dos 4 tratamentos experimentais. A produção de grãos foi obtido pela multiplicação do peso dos grãos pelo número de espigas/planta e pelo número de plantas por hectare, expressa em kg/ha. Para as coletas dessas variáveis, cada tratamento foi dividido em quatro blocos, cada bloco com três repetições. Para análise estatística, cada bloco tinha suas repetições somadas e divididas por três ficando apenas uma média geral por bloco.

Para a estimativa da produção do Feijão, a produção de grãos foi obtida pela multiplicação do peso dos grãos/planta e pelo número de plantas por hectare, expressa em kg/ha. Assim como o milho, cada tratamento foi dividido em quatro blocos, cada um com três

repetições. Para análise estatística, cada bloco tinha suas repetições somadas e divididas por três ficando apenas uma média geral por bloco.

3.5. ANÁLISES ECONÔMICAS

3.5.1. Determinação da Receita

Para a determinação das receitas e indicadores de rentabilidade foram adotadas a metodologia utilizada por CAMPOS (2001), onde a Receita Bruta (RB) define-se como o valor de produção total da empresa durante certo período contábil (normalmente um ano), quer seja vendida ou não. Assim sendo, compreende a produção obtida durante um período contábil que é vendida, usada para o consumo familiar, como semente ou ração para os animais, para pagamentos em espécie, doada a parentes e amigos e que é armazenada durante ou no final do período contábil.

$$RB = Y \times Py \quad (I)$$

Onde:

RB = Receita Bruta (R\$);

Y = Produção (Kg);

Py = Preço de venda do produto (R\$).

Para efeito da receita bruta anual, foram considerados todo o milho, a madeira, o feno e a forragem produzidos e vendidos ao longo dos cinco anos analisados.

3.5.2. Determinação dos custos de produção

A estrutura de custos adotada no estudo é a mesma elaborada pelo Instituto de Economia Agrícola de Secretaria de Agricultura de São Paulo, utilizada por França et al. (2007), por serem os procedimentos mais modernos e compatíveis com o enfoque de agronegócios.

Os custos e receitas, discriminados nesta análise, foram gerados a partir da realização de pesquisa de campo, referentes ao período de janeiro/2008 a dezembro/2012, totalizando cinco

anos de produção, sendo os preços de insumos e produtos relativos a cada mês pesquisado durante os cinco anos, na localidade do Cajueiro do Boi, Município de Bela Cruz/CE.

3.5.3. Modelo de análise econômico-financeira

Nas análises de empreendimentos econômicos, é desejável se conhecer todos os indicadores financeiros e econômicos. Cada uma delas utiliza instrumentos próprios, que permitem a avaliação do projeto por parte dos empreendedores e por parte dos tomadores de decisões. Os primeiros preocupam-se, primordialmente, com a ótica financeira onde o foco são as relações entre custos e receitas. Já o segundo, pouco utilizado em análises da natureza deste estudo, identifica índices relacionados com a ótica econômica, mais abrangente por ter reflexos na dimensão social (FRANÇA et al., 2007).

Pela ótica financeira, são mostrados indicadores que mensuram o nível de atratividade do projeto para o empreendedor, bem como as condições de sustentabilidade e solvência. Portanto, deve-se estimar a totalidade dos fluxos de custos e de benefícios do projeto a ser avaliado e calcular, no mínimo, os seguintes indicadores:

- Valor Presente Líquido (VPL): um projeto será rentável do ponto de vista social se seu VPL (descontado à taxa estabelecida) for maior que zero, pois neste caso os recursos obtidos são maiores que os recursos utilizados. Se houver vários projetos excludentes para alcançar o mesmo resultado, a regra econômica correta é escolher a alternativa que tiver maior VPL;
- Relação Benefício/Custo (B/C): se a relação B/C for igual a 1 ($VPL = 0$), significa que o Valor Presente dos fluxos de Benefícios e de Custos, descontados à mesma taxa são iguais. Se for maior que 1 significa que os benefícios superam os custos;
- Taxa Interna de Retorno (TIR): a regra de decisão é aceitar aqueles projetos cuja TIR seja maior que a taxa mínima exigida.

Já pela ótica econômica ou social, procura-se determinar a atratividade do empreendimento para a sociedade como um todo. Trata-se de avaliar os fluxos de entradas e saídas, levando-se em conta os custos reais, isto é, sem as distorções dos preços de mercado, introduzidas por intervenções do governo, tais como tributação, subsídios e outras distorções do sistema de preços (MARTINS et al., 2006).

A transformação dos preços de mercado (financeiros) em preços econômicos (sociais) é feita a partir da utilização de fatores de conversão, já existentes e aceitos mundialmente. Os

fatores de conversão, para o Brasil, utilizados neste estudo, foram tirados de Plena (2005) *apud* França et al. (2006) e são apresentados a seguir:

- Padrão (utilizado para receita) 0,9522
- Investimentos0,8134
- Custos agropecuários0,8396

O período de *payback* é o tempo necessário para se obter o dinheiro investido de volta, ou seja, o tempo em que o investimento feito inicialmente, vai ser recuperado.

Nas palavras de Antonio Zoratto(1997, p.44):

Sendo talvez o método mais simples de avaliação, o período de “*payback*” é definido como sendo aquele número de anos ou meses, dependendo da escala utilizada, necessária para que o desembolso correspondente ao investimento inicial seja recuperado, ou ainda, igualado e superado pelas entradas líquidas acumuladas.

Quando um investidor está preocupado em saber quando vai ter o seu capital investido de volta, o melhor critério é *payback*, pois apesar de ser um critério muito simples e que apresenta alguns pontos “fracos”, acaba atraindo o administrador devido sua facilidade no cálculo e a segurança que oferece ao informar o período em que o dinheiro aplicado no investimento vai ser devolvido. Assim, utilizou-se o cálculo *payback* descontado, que considera o valor do dinheiro no tempo e utiliza uma taxa de desconto para trazer para o valor presente os recebimentos de caixa.

3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para os dados produtivos iremos adotar um delineamento com Fatorial, com dois fatores, ano (5 anos) e tratamento (4 tratamentos), e com quatro repetições. Os dados foram analisados pelo software ASSISTAT 7.5 beta e utilizando-se o Teste t para a realização da análise de variância ao nível de 5% de probabilidade (SILVA & AZEVEDO, 2009).

Para análise de correlação entre as variáveis média da pluviosidade e média da produção média de grãos, foi utilizado o Análise de Corelação Simples Entre Variáveis, utilizando o Teste t para comparação entre as médias, e utilizando o software ASSISTAT 7.5 beta. Para elaboração da Equação de Regressão entre essas mesmas variáveis, foi utilizado o software Minitab 16 versão 2.4.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. COMPARAÇÃO ENTRE O SAF PROPOSTO E OS SISTEMAS LOCAIS

Como citado anteriormente, o SAF experimental em questão foi concebido para desenvolvimento de tecnologias agrícolas de baixo impacto ambiental e também para ser um local de visita para os agricultores locais, sendo utilizado como local para “aula de campo”. Por esse motivo preferiu-se manter algumas práticas tradicionalmente enraizadas na cultura local, como a queima dos restos resultantes do raleamento (ou desmatamento) para a instalação do experimento, e ir progressivamente introduzindo as técnicas de manejo para a valorização da matéria orgânica.

As principais culturas praticadas localmente são as culturas do caju, milho, mandioca e feijão, respectivamente em níveis decrescentes de importância cultural e econômica para os agricultores do município. Dessas culturas, apenas o caju é uma cultura agrícola perene, por se tratar de uma espécie arbórea e ter seu ciclo de produção mais longo. O milho, mandioca e feijão são praticados de forma anual e itinerante.

A escolha das espécies agrícolas utilizadas levou em conta a própria cultura local. A cultura do caju é uma das mais praticadas no município de Bela Cruz, além de ser uma das mais lucrativas, devido à venda da castanha do caju, que tem o preço bastante atrativo. A cultura do milho também é bastante difundida na região, sendo a cultura de subsistência mais importante, juntamente com o feijão e a mandioca. Por isso, o sistema proposto, integra duas dessas atividades, feijão e milho.

A ideia central do sistema é a utilização da terra para cultivo de milho durante a época de renovação da copa do cajueiral, ou mesmo durante a substituição dos cajueiros antigos por novos pés de caju. Nesses períodos, é possível a inclusão de algumas espécies agrícolas, como o milho e o feijão, e ainda uma espécie para formação de um banco de proteínas. O sistema centra-se no caju, pois é uma cultura perene e com rentabilidade mais atrativa para os agricultores familiares. Além disso, o caju é nativo da região, o que torna o sistema ainda mais conservacionista. Porém, além do cajueiro, resolveu-se trabalhar com o milho, feijão e com a gliricídia, além de algumas espécies nativas da região, para diversificar o sistema e lhe atribuir maiores níveis de sustentabilidade, econômica e ambiental.

O SAF em questão trata-se de um modelo agrossilvipastoril, com a divisão do terreno em, pelo menos, três parcelas: agrícola, pastoril, e Reserva Legal. No entanto, os dados

colhidos e analisados são, prioritariamente, da parcela agrícola. Neste SAF, os animais de criação (ovinos) são os responsáveis por fazer a integração entre essas três parcelas. No início das chuvas, enquanto as culturas e a pastagem se estabelecem, o rebanho passa 30 dias na área de reserva legal. Após 30 dias, o rebanho é levado para a parcela pastoril, onde permanece por toda a época chuvosa. No início do período seco, o rebanho retorna a área de reserva legal, por cerca de 30 dias, para aproveitar as rebrotas. Após este período, os animais são levados à parcela agrícola para aproveitar os restos culturais e as leguminosas. As matrizes receberão suplementação alimentar à base de feno de leguminosa e milho.

A inovação do SAF experimental é devido à integração entre as práticas agrícola, silvicultura e, pastoril, caracterizando-o como um sistema Agrossilvipastoril. Essa forma de manejo gera um maior aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, pois um subsistema auxilia ao outro. Como exemplo, o ovino pasta na área agrícola e silvícola no período seco, aproveitando-se de algumas espécies nativas com potencial forrageiro e do próprio banco de proteínas composto de gliricídia. Anualmente após a colheita do milho, toda a palhada é retirada para servir como forragem para os animais. Já no período chuvoso, para complementação da alimentação dos ovinos, é retirada a folhagem da gliricídia para produção de feno. Por outro lado, o subsistema agrícola/silvícola é adubado pelo esterco dos ovinos, tanto aquele utilizado para os tratamentos experimentais aqui trabalhados, como a adubação natural da área enquanto os animais pastam durante o período seco.

Porém, como a principal cultura de interesse é o caju, uma espécie arbórea, a tendência é que essa parcela que estamos estudando do SAF evolua para um sistema silvipastoril. Ou seja, com o crescimento do cajueiral, a luminosidade disponível para espécies anuais diminui progressivamente. Pelo atual crescimento dos cajueiros, previmos que o último ano para o cultivo do milho e feijão será, possivelmente, 2016, restando ainda 4 anos para cultivo dessas culturas. Ou seja, neste tempo não será possível o cultivo de espécies anuais devido ao sombreamento causado pelo cajueiral. Vale ressaltar, no entanto, que no caso de apenas renovação das copas, o período para cultivo das outras culturas será mais reduzido, pois devido ao enraizamento do cajueiral, esse cresce bem mais rápido, sombreando as espécies anuais.

Mesmo que o produtor não tenha nenhum rebanho, é indicado a introdução de uma leguminosa arbórea que irá manter e melhorar as condições do solo através da adubação verde. Além disso o produtor também terá a opção de vender feno produzido com a folhagem da gliricídia.

No caso do SAF experimental em questão, foi realizada uma introdução de cajueiral. Apesar de já existirem naturalmente alguns indivíduos na área, foi feito um enriquecimento com mudas de caju, com o intuito de transformar a área, futuramente, em um sistema silvipastoril. Ou seja, exclusão das culturas do milho e do feijão, restando apenas o cultivo do caju e gliricídia, juntamente com as espécies florestais nativas do SAF.

4.1.1 Diferenças entre os Sistemas Locais de Produção e o SAF Proposto.

Para compreender as diferenças entre o modelo de SAF proposto e os modelos praticados tradicionalmente na região, vamos primeiramente explicar os manejos gerais e logo após os manejos específicos de cada cultura trabalhada, discriminando as diferenças entre as duas situações, no SAF proposto e nos sistemas tradicionais da região.

A primeira diferença entre o SAF e os sistemas de produção locais é que no sistema tradicional da região, as culturas do caju e milho, são trabalhadas isoladamente, sem uma interação entre essas culturas. No caso do feijão, alguns agricultores cultivam-no em consorcio com o milho, mas na maioria dos casos essas culturas são também isoladas.

Nos sistemas de produção locais, o preparo, para todas as culturas, desde caju, milho e feijão, constituía-se do desmatamento raso do terreno, sem deixar nenhum indivíduo arbóreo. Após a retirada da madeira útil, era feito uma coivara (amontoamento) de todo o material restante e logo após esse material era queimado. A maior parte dos agricultores disse não tomar nenhuma precaução ao realizar a queimada, como abertura de aceira para evitar a ocorrência de incêndio florestal, ou escolha de horário apropriado. Isso facilita que os mesmos percam o controle do fogo, que consome os restolhos bem mais rapidamente, e ainda aumenta a temperatura alcançada pelo fogo, levando, conseqüentemente, ao aumento da temperatura do solo. Quanto maior a temperatura atingida, maior será a degradação das propriedades físicas, químicas e biológicas. Outro fator importante é que as cinzas não são incorporadas ao solo de forma proposital, as mesmas são apenas deixadas sobre o solo. Esse manejo faz com que boa parte das cinzas sejam levadas pelo vento.

Já no SAF, é deixada uma proporção média de 200 árvores nativas por hectare. Essa ação tem o objetivo de manter a biodiversidade vegetal na área a um mínimo necessário para que os Serviços Ambientais oferecidos pela biodiversidade não sejam prejudicados. Nesse sentido, podemos citar, polinização, controle de pragas, manutenção da fertilidade do solo,

etc. Além do mais, as árvores que permanecem na propriedade tem uma importante função de ciclagem dos nutrientes que estão em camadas mais profundas do solo.

Outra questão de fundamental importância nesse contexto, é o manejo destinado à toda a matéria orgânica produzida no agroecossistema. Nos sistemas tradicionais, o ideal para o cultivo é a “terra limpa”, ou seja, o solo completamente descoberto, exposto, principalmente próximo às culturas de interesse. Após a capina e o manejo das rebrotas, toda a matéria orgânica é descartada, ou na maioria dos casos, queimada. Além disso, como o sistema não comporta árvores, a produção da serrapilheira é realizada apenas pelas culturas agrícolas, vegetação espontânea e rebrotas (quando existem), resultando numa baixa produção e adição de matéria orgânica ao solo. Mesmo essa pouca quantidade de matéria orgânica produzida é queimada ou descartada. Essa prática torna a agricultura bastante insustentável, pois a MOS, através da ciclagem natural dos nutrientes, é fundamental para a manutenção e melhoria da fertilidade do solo. Além disso, a MOS também exerce importantíssimas funções na manutenção das propriedades físicas e biológicas do solo, que acabam se degradando com a perda progressiva da MOS.

No SAF proposto, a matéria orgânica é valorizada e manejada, pois considerando as vantagens advindas da sua presença no solo, toda matéria orgânica produzida no agroecossistema é mantida e ainda propositalmente integrada à ciclagem de nutrientes, assim, a queima de restolhos ou materiais de capinas, é completamente contraindicada.

No entanto, a maior diferença entre os sistemas tradicionais locais e o SAF proposto é que o primeiro é itinerante e o segundo fixo. É justamente pela ausência do componente arbóreo e do manejo da MO que os sistemas de produção tradicionais tem ciclos muito curtos de produção, no caso de Bela Cruz de apenas 2 anos. Em casos de solos com melhores níveis de fertilidade e maiores potenciais hídricos, chega-se a até no máximo 4 ou 5 anos de cultivos na mesma área. Após isso, segue-se para desmatamento de uma nova área e início de um novo ciclo produtivo.

No cultivo tradicional itinerante, considerando a disponibilidade de 6 hectares para cultivo agrícola e um pousio de apenas 10 anos, o agricultor teria que utilizar um hectare a cada dois anos, enquanto 5 hectares estariam em processo de pousio. Assim, de 6 hectares, apenas 1 hectare seria produtivo anualmente enquanto os outros estariam necessariamente comprometidos com a atividade de recuperação do solo. Após o cultivo da sexta área, quando vai-se voltar a cultivar novamente a primeira área que completou 10 anos de pousio, esta não estará nas mesmas condições em que foi cultivada pela primeira vez. A fisionomia da vegetação

será diferente, pois uma área que era de Caatinga predominantemente arbórea, estará saindo do estágio arbustivo e entrando no arbustivo arbóreo, ou seja, com as espécies florestais em processo inicial de colonização. Da mesma forma, a fertilidade, assim como outras propriedades químicas e físicas do solo, também ainda não terão tido tempo suficiente para atingir o nível do primeiro cultivo. Dessa forma, entramos em um ciclo vicioso entre diminuição da produtividade dos sistemas de produção e a degradação dos atributos do solo, que irão novamente impactar na redução da produtividade.

Já no SAF proposto, considerando a mesma situação acima, de disponibilidade de 6 hectares, como a agricultura (sistema proposto) será fixa em 1 hectare, restam ainda 5 hectares disponíveis para utilização. Caso o agricultor tenha disponibilidade de mão de obra, pode aumentar a sua produção explorando essas áreas, que podem ser utilizadas para cultivo do caju, como no SAF proposto, ou mesmo para áreas pastoris ou agrícolas (milho e feijão) sem a necessidade do cajueiro. Essas possíveis variantes do SAF serão abordadas posteriormente. Outra opção é arrendar essas áreas “ociosas” e permitir que outros produtores utilizem-nas para serem cultivadas. Assim o produtor poderá ter o retorno em dinheiro, ou mesmo ficando com uma parte da produção, como é comum nas áreas rurais. Quanto a essa possibilidade, ressalta-se que o modelo do sistema de produção a ser desenvolvido deverá conter as técnicas do SAF proposto para tornarem-no mais sustentável e diminuir a possibilidade de degradação do solo. Pois, caso fosse adotado o manejo tradicional itinerante, os danos causados ao solo, provavelmente não iria compensar o retorno monetário ou mesmo ganhos em produção.

4.1.1.1. Queimada

A queima já era uma técnica largamente utilizada no contexto do litoral norte do Ceará. No entanto, a prática da queimada era seguida por poucos ciclos produtivos e a área era posteriormente abandonada para pousio. Por isso, um dos objetivos do sistema produtivo proposto, era fixação da agricultura na mesma área indefinidamente. Para isso optamos por mantermos a prática da queimada e modificarmos outras práticas, como o desmatamento e incluir as técnicas de manejo da matéria orgânica para aumentar a sustentabilidade e fixar a agricultura. A queimada foi realizada uma vez apenas. Nosso objetivo é explicitar aos agricultores locais, através deste sistema, a importância da matéria orgânica nos sistemas produtivos e, conseqüentemente, a necessidade de sua constante adição ao agroecossistema.

Pelo fato do terreno ser plano (suave ondulado) e arenoso, o risco de erosão é mais baixo, o que possibilita a prática da queimada sem aumentar substancialmente os riscos da erosão. Além disso, a mesma área continuou sendo plantada com apenas uma queimada.

Outro ponto importante é a forma que é realizada a queimada. No SAF experimental, o fogo foi rápido e, provavelmente, não chegou a atingir altas temperatura, pois todo o material fica espalhado sobre o solo, facilitando a combustão. Observou-se em 2008 que houve uma forte rebrotação dos tocos na área queimada, indicando que nas condições em que foi realizada a queimada, não afetou, ou não foi suficiente para matar os restolhos. Nesse sentido, a queima controlada é a utilização do fogo de forma prescrita (ARAÚJO et al., 2005) e conduzida dentro de limites pré-estabelecidos de intensidade, com objetivo de apenas manejar a vegetação.

No cultivo tradicional da região é realizado a coivara, ou seja, o amontoamento dos garranchos para posterior queima. Essa prática acaba por submeter o solo a altas temperaturas.

A utilização do fogo como ferramenta de manejo pode alterar muito os atributos do solo e prejudicar a sustentabilidade dos agroecossistemas. As elevadas temperaturas ocasionadas pelo fogo podem fazer com que alguns minerais da fração argila se “liquefaçam” e percolem pelos horizontes do solo. Quando esse mineral encontra horizontes mais frios, eles se “solidificam”, podendo criar superfícies impermeáveis. Como resultado, o solo fica com uma camada de impermeabilização que impede a percolação completa da água e pode ocasionar deslocamentos de solo internamente, devido ao fluxo de água na subsuperfície (MROZ, 1980).

As altas temperaturas também desagregam os agregados do solo, prejudicando sua estrutura, levando a um aumento da densidade do solo e ocasionando a sua compactação. Isso irá prejudicar a infiltração de água no solo e poderá levar ao início dos processos erosivos (KIEHL, 1979)..

O fogo volatiliza o carbono orgânico do solo, diminuindo sua quantidade no solo. Muitos autores relatam uma correlação positiva entre o carbono do solo com o tamanho dos agregados e a estabilidade dos agregados do solo. Com a diminuição do carbono orgânico, ocorre uma queda dos agregados, levando a um prejuízo na estrutura do solo e diminuindo a infiltração da água (LAL, 1996).

Outro ponto não menos importante é a morte de uma grande parte da macro, meso e microfauna. Além da microfauna que também padece. Os fungos e algumas bactérias produzem substâncias que ajudam na agregação do solo. Outras espécies são capazes de

estabelecer associações benéficas com as plantas e lhes proporcionar nutrientes (MALMSTRÖM et al., 2009). A macro e meso fauna são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e construção de túneis no solo. Assim, a perda dessas espécies irá impactar negativamente na estrutura do solo e infiltração da água (SOUZA, 2004).

A própria matéria orgânica é um importante “cimento” para os agregados do solo, com sua volatilização, pelo fogo, a estrutura do solo será prejudicada. (CEDDIA et al., 1999)

Além da queima em si, também é importante considerarmos qual é o manejo dado às cinzas resultantes da queimada. No SAF experimental, a cinza é bastante valorizada, sendo incorporada ao solo de algumas formas. Nos tratamentos sem adição da bagana, a incorporação se dá no momento do plantio do milho e do feijão, quando as cinzas são misturadas ao solo. Já nos tratamentos com bagana, além de incorpora as cinzas durante o plantio, a bagana é adicionada logo após a queima dos garrachos, pois dessa forma, evita-se ao máximo o carregamento das cinzas pelos ventos.

No local onde está instalado esse SAF experimental, existe outro que é bastante similar ao que trabalhamos, com a diferença que a área não foi queimada para implantação do sistema. As técnicas de manejo e diferenciação dos tratamentos foram exatamente as mesmas.

4.1.1.2. Capina e Manejo das Rebrotas

No SAF experimental, uma de suas principais técnicas adotadas é o manejo da matéria orgânica proveniente do próprio sistema produtivo. Esse material é proveniente principalmente da capina e do manejo das rebrotas.

A capinação realizada no SAF experimental tem alguns objetivos. O primeiro é o controle das ervas daninhas que poderiam competir com a cultura de interesse por nutrientes e luminosidade. Outra questão é a utilização desse resíduo para ser depositado sobre o solo, como cobertura morta, de preferência ao redor da cultura de interesse. A presença de uma maior quantidade de resíuos sobre o solo diminui a quantidade de ervas daninhas, permitindo o desenvolvimento da cultura.

O manejo das rebrotas é realizado anualmente durante o período chuvoso. O material proveniente é depositado sobre o solo para ser incorporado. Nesse caso, o manejo das rebrotas tem um importante papel na ciclagem dos nutrientes e disponibilização dos mesmos às culturas de interesse. Assim como o material proveniente da capina, o manejo das rebrotas

também diminui a quantidade de ervas daninhas no sistema, devido à maior quantidade de serrapilheira que fica depositada sobre o solo.

Todo esse material orgânico que é anualmente adicionado ao sistema, também é importante para a manutenção da estrutura do solo, através da manutenção e produção de novos agregados do solo e o que ajuda na manutenção da estrutura do solo. A fauna do solo, composta de micro, meso e macrofauna, também é beneficiado por essa adição constante de resíduos, pois os mesmos dependem desse material para realizarem suas atividades metabólicas.

Além dessas vantagens, o solo do agroecossistema fica sempre coberto e consequentemente protegido, o que diminui os riscos de erosão.

Por outro lado, no sistema tradicional de cultivo, a capina é realizada de modo a deixar o solo desprotegido, principalmente no perímetro das culturas de interesse. O solo desprotegido fica exposto tanto ao sol, que eleva o solo à altas temperaturas, prejudicando o metabolismo vegetal, que tem que gastar energia para sua regulação térmica e acaba tendo seu desenvolvimento prejudicado. O solo fica desprotegido contra a chuva, que ao cair sobre o solo desagrega o solo. Quanto às rebrotas, no sistema tradicional, o aparecimento de rebrotas é menor do que no SAF experimental, pois no primeiro caso, as altas temperaturas acabam por exterminar os tocos. Porém, apesar de facilitar o manejo para o agricultor, que não precisará fazer o manejo das rebrotas, a falta do material proveniente dos restolhos deixará o solo, em geral, desprotegido e suscetível à erosão. Outro ponto é que com a morte dos tocos, os nutrientes que estão mais profundos no solo, não serão facilmente trazidos à superfície e poderão ficar inacessíveis para as culturas de interesse. Tudo isso, irá prejudicar a ciclagem dos nutrientes do solo.

Outra vantagem da presença dos tocos no agroecossistema, é que as espécies ali presentes podem ser manejadas e incluídas no sistema. Caso, por exemplo, seja necessário aumentar o número de espécies arbóreas, seja para aumentar o sombreamento, a disponibilidade de forragem, ou mesmo o número de espécies apícolas, basta que seja deixado um fuste das rebrotas e que os outros sejam cortados. Dessa forma, uma nova espécie florestal poderá ser utilizada no sistema.

O aporte de matéria orgânica tem sido realizado através da incorporação da folhagem das espécies lenhosa (nativas e exóticas) e capina das ervas daninhas, queda do *litter* (serrapilheira) e pela distribuição do esterco dos animais nas áreas agrícolas (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 2001).

Analisando os diferentes tratamentos experimentais, podemos perceber que existe uma diferença no número de diárias utilizadas para a realização da capina. Nos anos de 2008 até 2010, os tratamentos sem bagana precisam de 24 diárias de capinas para o controle das espécies espontâneas. Enquanto isso, nos tratamentos com adição de bagana, esse número de diárias cai para somente 3 diárias, ou seja, 8 vezes menos diárias para a realização da mesmas atividade.

Agora vamos analisar como cada cultura é manejada, comparando-se entre o sistema de produção local e o SAF proposto.

4.1.1.3. Cajú

Essa cultura é a que tem uma maior aproximação entre os modelos tradicionais locais e o SAF proposto. Porém, algumas diferenças adotadas no SAF garantem maiores níveis de sustentabilidade. A primeira diferença é que no sistema tradicional, o caju é cultivado em monoculturas, ou seja, quando vai-se instalar uma área de cajucultura, a primeira ação é o corte raso da vegetação nativa e introdução apenas de mudas de caju. Apesar de o cajueiro ser uma espécie nativa da região, seu cultivo em monocultura leva a uma simplificação do agroecossistema que começa a ter sua dinâmica modificada. Por um cultivo monoespecífico, o mesmo produz apenas um tipo de resíduo, que é originada do próprio cajueiral. Mesmo que esse resíduo seja incorporado ao solo, a biodiversidade de organismos do solo que irá decompor esse material será reduzido devido ser uma fonte única. Essa diminuição dos organismos do solo, seja micro, meso ou macro fauna, vai prejudicar a dinâmica da ciclagem dos nutrientes do solo, o que pode, a médio ou longo prazo, prejudicar a cultura. Outra questão sobre o cultivo monoespecífico, é que todos os indivíduos dessa população irão competir pelos nutrientes e outros recursos necessários ao seu desenvolvimento. Ou seja, as possíveis relações benéficas entre diferentes culturas serão praticamente ignoradas, permitindo apenas as relações de competição. Nesse sistema tradicional, a pecuária não está inclusa, apesar de alguns agricultores utilizarem esterco de diferentes animais (dependendo das facilidades de cada proprietário) para adubação periódica no cajueiral.

No caso do SAF, a inclusão de outras espécies na área de cultivo tem vários objetivos. O primeiro deles é a própria diversificação da produção, que é conseguida ao adicionarmos outros gêneros alimentícios, no caso o milho e o feijão, com culturas forrageiras e indutoras a manutenção e melhoria do solo, que escolhemos a gliricídia que apresenta essa dupla função, e espécies nativas para garantir a questão dos serviços ambientais. Nesse sistema, além da

relação de competição que existem entre as plantas intraespecíficas, tentamos potencializar as relações interespecíficas benéficas. Podemos citar a incorporação da folhagem da gliricídia e do feijão ao solo, que por serem de espécies leguminosas são ricas em N e irão implementar melhoria ou manutenção das propriedades do solo, além de sua fertilidade. Por se tratar de um sistema de policultura e ainda apresentar 200 árvores por hectare de espécies nativas, a diversidade de resíduos produzidos por essa vegetação é bem mais considerável do que a produzida no sistema tradicional, isso faz com que a diversidade de organismos que irão decompor essa MOS também seja maior. A maior diversidade da fauna do solo (micro, meso e macrofauna) irá otimizar a dinâmica da MOS, fazendo com o a ciclagem dos nutrientes ocorra de forma mais eficiente. Essa questão sobre a fauna do solo será melhor detalhada nas Vantagens Ambientas do SAF. Além das relações benéficas entre espécies vegetais, a integração no SAF entre atividades agrícolas e pastoris, trás benefício para duas atividades. Para parcela agrícola, temos a disponibilidade de esterco que poderá ser utilizada para a adubação do pomar, além disso, o próprio rebanho, quando vai se alimentar do banco de proteínas, também aduba naturalmente a área agrícola. Na cultura do caju, isso é importante principalmente nos 5 primeiros anos de implantação, quando as mudas de caju ainda não desenvolveram completamente seus sistemas radiculares.

Quanto aos outros manejos específicos da cultura do caju, os sistemas tradicionais e o SAF proposto são bastante similares, nesse sentido, citaremos algumas técnicas de manejo que são indicadas nos dois sistemas. O primeiro deles trata-se da “Substituição das Copas”, que é uma técnica de manejo que pode ser realizada quando se pretende substituir a copa de plantas de baixa produtividade, plantas que apenas florescem e não produzem, a ou ainda quando se deseja implantar um determinado genótipo de cajueiro-anão-precoce ou variedades do cajueiro comum com maiores níveis de produtividade (RIBEIRO et al, 2007). A técnica consiste na retirada da parte aérea das plantas indesejáveis e substituição por clones de elevada produção de castanha e porte reduzido, por meio de enxertia, mantendo-se o sistema radicular e parte do tronco. Existem três estratégias para a recuperação de pomares de cajueiro por meio da substituição de copas, podem-se adotar três estratégias, conforme a situação do pomar (MONTENEGRO, 2002).

Vamos ressaltar duas delas. Segundo Parente e Oliveira (1995), em cajueiros originários de sementes, é comum ocorrer entre 5 % e 10 % de plantas com produção insignificante. Outros estudo sugerem uma proporção de plantas improdutivas anda maior, chegando a 62% (ROSSETTI et al., 1998). Nesses casos, indica-se a realização de uma “Substituição seletiva”

dessas copas com baixas produtividades. É necessário identificar plantas produtivas, improdutivas, raquíticas e atípicas e a partir desse levantamento, executar a substituição das copas desejadas (MONTENEGRO, 2002). Já a “Substituição total ou gradativa” é indicada para plantios velhos, com idade variando entre 20 a 30 anos ou quando o portar é completamente indesejável.

Além da substituição da copa, outras duas técnicas merecem atenção. A “poda de rejuvenescimento é recomendada para plantios de cajueiro comum com até 20 anos de idade, que estejam com ramos bastante entrelaçados, produtividade diminuindo ano após ano, mas o produtor não tem interesse de substituir a copa das plantas de seu pomar por outro clone. O rejuvenescimento tem as mesmas fases da substituição de copas, onde apenas a enxertia não é realizada. Normalmente, a partir do primeiro mês do corte, as plantas de cajueiro comum e de cajueiro-anão-precoce já apresentam brotações novas, aumentando até o terceiro mês após a decepamento, época ideal para realizar-se a seleção definitiva, deixando quatro ramos bem-vigorosos.

Em pomares adultos, seja de cajueiro comum seja de anão-precoce, há necessidade de se manter a planta livre, para que haja iluminação adequada, principalmente nas laterais, onde ocorre a quase totalidade da floração e frutificação. Caso não haja intervenção regular por meio de podas, os pomares adultos ficam com os ramos entrelaçadas, aumentando a competição por água e luz e diminuindo a área foliar; ocorrem ramos secos e praguejados, principalmente com cupins e broca-do-tronco, causando redução drástica da produção. Nesses casos, é indicada a realização de uma “Poda drástica”, que visa à redução do porte da planta e facilita os tratos culturais e a colheita. A diferença entre a poda de rejuvenescimento e drástica, é que na primeira o corte realizado no tronco principal a uma altura de 40 a 50 cm, enquanto a segunda o corte é realizado nos galhos laterais (OLIVEIRA; ANDRADE; COSTA, 2005).

4.1.1.4. Gliricidia

Apesar de suas múltiplas utilizações, tradicionalmente, essa cultura não é cultivada na região. Nem para formação de banco de proteínas ou mesmo para manutenção e melhoria da qualidade do solo agrícola. Assim como não a utilizam, também não fazem uso de nenhuma outra espécie da família das leguminosas, nativa ou exótica, para utilização em consórcio com as culturas agrícolas.

Essa falta de conhecimento dos agricultores locais sobre os benefícios da utilização de plantas leguminosas para realização da adubação verde torna os sistemas produtivos adotados com menores níveis de sustentabilidade. Tanto pela degradação decorrente das práticas adotadas, as baixas produtividades conseguidas e principalmente devido aos curtos ciclos produtivos, de apenas 2 anos.

No SAF proposto, os agricultores que o visitam são esclarecidos quanto aos benefícios na utilização da gliricídia e orientados como é feito a implantação e manejo da espécie.

4.1.1.5. Milho

O plantio do milho, nos sistemas tradicionais de cultivo, é similar ao adotado no SAF experimental, com implantação de linhas paralelas da cultura. No entanto, no cultivo tradicional as linhas são paralelas à declividade predominante da área. Nesse tipo de plantio, os riscos de erosão são bem mais acentuados, pois a água, ao se deslocar entre as linhas de cultivo, vai progressivamente aumentando sua velocidade e adquirindo uma maior energia cinética, o que acaba por provocar a erosão do solo e lixiviação da água e nutrientes.

No SAF experimental as linhas são perpendiculares ao declive. Essa mudança no direcionamento da linha das culturas no SAF tem o objetivo de evitar a erosão do solo e consequente lixiviação dos nutrientes e da água. Pois ao invés da água se deslocar através do sistemas, ela é contida pelas linhas da cultura. Isso aumenta a infiltração da água no solo e evita os processos erosivos.

Quanto às técnicas de manejo, no sistema tradicional, após o desenvolvimento inicial do milho, são retiradas as plantas espontâneas pela capinação. O material resultante da capinação é retirado, deixando o local ao redor das culturas limpo, com solo completamente exposto. Após o amadurecimento e colheita do milho, a palhada é mantida provisoriamente na área. Para a preparação de um novo ciclo produtivo, é realizada uma limpeza geral da área, sem deixar nenhuma folhagem ou resto da palhada do milho sobre o solo, deixando-o limpo e desprotegido novamente. A maior parte dos agricultores ainda faz uma segunda queimada (de menor proporção) para facilitar a limpeza do terreno. O segundo ciclo produtivo é igual ao primeiro. A área é cultivada apenas durante dois ciclos produtivos, depois disso, é aberta uma nova área para cultivo e a primeira é abandonada por um período de pousio. Por essas características podemos definir o sistema de cultivo tradicional como Agricultura Itinerante.

Por outro lado, no SAF proposto, o solo é sempre deixado protegido pela serrapilheira, ou mesmo restos culturais, principalmente ao redor da cultura agrícola. Apesar de ter sido feito uma queimada no primeiro ano de cultivo, essa prática é completamente contra indicada nos anos subsequentes.

4.1.1.6. Feijão

Aparentemente, a cultura do feijão não é muito valorizada no município de Bela Cruz, pelo menos de modo a cultivá-lo em consórcio com o milho ou mesmo em cultivos solteiros. Apesar de alguns agricultores afirmarem que cultivam o feijão, esse não é uma prioridade tanto quanto o milho. É possível, que essa situação seja restrita à localidade do Cajueiro do Boi, onde foram realizadas as entrevistas.

Quando ao manejo do feijão no SAF proposto, indicamos a inclusão dessa cultura, com o objetivo de aumentar a produtividade do sistema com a produção desse grãos. Outro fato importante é que como o feijão é da família das leguminosas, sua folhagem é rica em Nitrogênio, que com a incorporação da folhagem ao solo, ajuda na manutenção e melhoria da fertilidade do solo.

4.1.2. Variantes do SAF Experimental

O conjunto de técnicas de manejo utilizadas para implantação e manutenção do Sistema Agrossilvipastoril podem ser utilizadas não apenas para o cultivo do caju, milho e feijão. Na verdade, esse conjunto de técnicas visa aproximar o agroecossistema dos ecossistemas naturais da Caatinga, mantendo um mínimo de biodiversidade vegetal, através do Raleamento e buscando efetivar o manejo da matéria orgânica produzido no sistema ou mesmo importado. Outro ponto essencial é a introdução de espécies vegetais da família das leguminosas, que irão manter ou implementar melhorias na qualidade do solo. Essas podem ser tanto nativas como exóticas, dando uma preferência para escolha de espécies nativas. Por esse motivo que o Sistema Agrossilvipastoril tem uma maior resiliência às condições naturais da Caatinga e são indicados para principalmente para os pequenos e médios produtores. No entanto, a maior vantagem do SAF proposto é a sua possibilidade de variantes de acordo com a cultura de interesse. Mantendo-se a estrutura geral do sistema, com o raleamento e introdução de

leguminosas na proporção indicada no estudo, podemos definir as culturas que se adaptam melhor as condições do solo, clima e pluviosidade locais.

Nesse sentido, sobre as possíveis variações do SAF, podemos alterar a escolha da espécie para formação do banco de proteínas. No caso do SAF estudado, decidiu-se pela utilização da gliricídia, porque essa já uma espécie largamente conhecida por suas múltiplas utilidades, e além disso, já foram realizados diversos estudos com a espécie nesse contexto de Sistemas Agroflorestais, inclusive no semiárido. Porém, para que o sistema seja ainda mais ecológico, pode-se substituir, total ou parcialmente, a gliricídia por alguma espécie de leguminosa arbórea nativa da caatinga. No caso, indicamos apenas a substituição parcial, além das vantagens já estudadas da gliricídia, uma maior diversidade de resíduos orgânicos adicionados ao solo, tende a melhorar ainda mais a qualidade desse solo, pois cada resíduo tem sua composição e dinâmicas diferenciados. Começamos tratando sobre essa espécie, para que possamos perceber que o cerne do sistema não está na utilização da gliricídia em si, e sim da utilização de espécies leguminosas associado aos SAFs.

Uma das possibilidades é um SAF num modelo agrosilvipastoril, com foco nas culturas da gliricídia, milho e do feijão, sem a inclusão do cajueiro. Nesse sistema, a vegetação arbórea seria limitada em 200 árvores por hectare, que receberiam os mesmos “manejo das rebrotas” utilizados no SAF proposto com o caju. O manejo das rebrotas tem o objetivo de manter o número de indivíduos lenhosos sob controle, para que esses não interfiram negativamente nas culturas anuais. Sem o cajueiral, esse sistema poderia ser cultivado com milho e feijão indefinidamente. Um exemplo dessa possibilidade é o próprio Sistema Agrossilvipastoril que foi instalado na Embrapa CNPC em Sobral para cultivo de milho, desde 1997, completando 17 anos de cultivos ininterruptos (ARAÚJO FILHO et al 2010). O cultivo dessa parcela agropastoril teria como principal objetivo a produção de alimentos para a família, elevando os níveis de sua segurança alimentar. Nesses sentido, indicamos que pelo menos um lote da propriedade seja cultivada com esse modelo, para que a alimentação da família não dependa apenas da venda da castanha do caju e da venda da sua mão de obra. Porém, esse subsistema também deverá ser frequentado pelo rebanho para se alimentar do banco de proteínas e dessa forma integrar a atividade pastoril à agrícola.

Tratando-se do rebanho ovino indicamos a disponibilização de um lote para que seja implantado um Sistema Agropastoril. Nesse subsistema, o Raleamento executado deverá manter apenas de 10 a 15% de cobertura arbórea. Além disso, também deverá ser realizado o Enriquecimento da Caatinga, ou seja, a introdução de espécies forrageiras nativas e/ou

exóticas adaptadas às condições do sítio ecológico. O Enriquecimento pode ser feito ao nível do estrato herbáceo ou do lenhoso. No primeiro caso, gramíneas, tais como cultivares de capim-buffel e capim-guia, e leguminosas como a cunhã, canavalia e erva-de-ovelha têm sido consideradas como as melhores opções. Tratando-se de estrato lenhoso, o sabiá, mororó, quebra-faca, leucena, algaroba e carquejo constituem ótimas seleções (ARAÚJO FILHO, 1992).

Na própria Embrapa CNPC de Sobral, estão acontecendo novas pesquisas com o objetivo de estudar e avaliar novas culturas no Sistema Agrossilvipastoril para que possam ser utilizadas na alimentação animal ou humana. No ano de 2012, foram avaliados 25 variedades de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) submetidos às condições do semiárido cearense sob cultivo em SAF. Nessas condições, o sorgo forrageiro apresentou grande potencial de produção de biomassa para alimentação animal, podendo ser utilizado para produção e conservação de forragem (SILVA et al, 2012).

Vale destacar que nenhum dos modelos propostos devem ser adotados na totalidade da propriedade agrícola, pois a diversidade nos tipos de sistema de produção também conferem maiores níveis de resiliência ante a variações ambientais, resultando em maiores níveis de sustentabilidade. Por isso, indicamos que o agricultor adote pelo menos dois sistemas de produção diferentes e de alguma forma complementares, com a integração entre esses diferentes sistemas de produção.

Considerando, por exemplo, uma propriedade com 10 hectares, indicamos a seguinte divisão dos subsistemas para a composição do Sistema Agrossilvipastoril. Primeiramente 2 hectares para Reserva Legal da propriedade; 1 hectare de agrossilvipastoril com apenas milho e feijão; 1 hectare de agropastoril com Caatinga enriquecida; e 6 hectares com o cultivo da cajucultura como no SAF proposto. Essa divisão esquemática da propriedade tem o objetivo de diversificar a produção e ainda possibilitar a integração entre esses diferentes subsistemas que irão compor o SAF como um todo.

4.1.3. Vantagens Sociais

A principal vantagem social do SAF proposto trata-se da “Segurança Alimentar” que é assegurada à família camponesa. Para melhor compreensão, vamos primeiro entender esse conceito de segurança alimentar.

No Brasil, podemos destacar as análises pioneiras e clássicas de Josué de Castro – um dos fundadores da FAO (“Food and Agriculture Organization”, em português: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) – sobre o fenômeno da fome, ainda na década de 1930. Porém, apenas em 1986, o objetivo da segurança alimentar apareceu, pela primeira vez, dentre os elementos definidores de uma proposta de política de abastecimento alimentar. Note-se que a utilização da noção de segurança alimentar limitava-se, até então, a avaliar o controle do estado nutricional dos indivíduos, sobretudo a desnutrição infantil (MALUF, MENEZES e VALENTE, 1996).

Atualmente, o conceito de segurança alimentar leva em conta três aspectos principais: quantidade, qualidade e regularidade no acesso aos alimentos. Assim, a quantidade de alimento deve ser suficiente para suprir todas as necessidades nutricionais do indivíduo. Quanto à qualidade, a alimentação disponível para o consumo da população não pode estar submetida a qualquer tipo de risco por contaminação, problemas de apodrecimento ou outros decorrentes de prazos de validade vencidos. Há também uma corrente muito forte de estudiosos e mesmo entre os militantes das causas ambientais que consideram que no aspecto da qualidade para a segurança alimentar não seria admissível o uso dos alimentos transgênicos. O último elemento referente à definição de segurança alimentar diz respeito à regularidade. Isso quer dizer que as pessoas têm que ter acesso constante à alimentação. Note-se que está se utilizando a ideia de acesso aos alimentos, o que é muito distinto de disponibilidade de alimentos. Os alimentos podem estar disponíveis, mas as populações pobres podem não ter acesso a eles, seja por problemas de renda, ou seja, devido a outros fatores como conflitos internos, ação de monopólios ou mesmo desvios (BELIK, 2003).

No contexto da agricultura em Bela Cruz, o sistema produtivo tradicional (que vem sendo praticado à várias gerações na região) que oferece uma maior segurança alimentar é a cajucultura. A vantagem é que, por se tratar de uma cultura perene, sofre menos com os efeitos das variações pluviométricas, com uma produção mais estável, e a que oferece, conseqüentemente, uma melhor rentabilidade. A principal fonte de receita é oriunda da venda das castanhas de caju, que garante a renda regular da família. Além disso, após a instalação do sistema, que envolve o comprometimento de muita mão de obra familiar, o sistema não necessita de manejos constantes, como capinas, controle de rebrotas, etc. Com isso, a família pode se dedicar à outras atividades, seja na sua propriedade ou mesmo vendendo sua mão de obra em outras propriedades ou na sede do município, sendo uma fonte de renda secundária, mas que também é importante nesse sistema. Por esses motivos, a cajucultura é a mais

praticada na região. Com o dinheiro adquirido na venda das castanhas e venda da mão de obra familiar, é possível comprar os alimentos que serão consumidos pela família. Porém, o único alimento que o sistema produz trata-se do pseudo-fruto do cajú, que é consumido principalmente in natura ou para produção de sucos e poupas.

No entanto, essa cultura necessita de um tempo de retorno alto, com pelo menos 5 anos para começar a dar as primeiras colheitas, e vai progressivamente formando a copa, e demorando ainda alguns anos para estabilizar a produção. Além disso, são necessárias as renovações das copas, o que susta a produção. Assim, a cajucultura apresenta essas fragilidades. Caso alguma propriedade se baseie apenas nesse sistema de produção, e faça o manejo de sua propriedade utilizando toda a área produtiva ao mesmo tempo, a mesma passará flutuações em sua produção, com os primeiros anos sem produção (crescimento do caju), seguidos de um período produtivo (estabilização da produção) e logo após periodicamente por períodos improdutivo (renovação da copas). Nos períodos improdutivo, a única saída para geração de renda dos donos dessa propriedade é vender sua mão de obra, que será sua única fonte de renda e meio de conseguir a maior parte de sua alimentação.

Diferentes de outros locais, onde o milho é plantado consorciado com o feijão ou com a mandioca, em Bela Cruz, pelas entrevistas com produtores, a maior parte deles, quando vai cultivar milho, o faz de forma solteira, ou seja, em monoculturas. Isso compromete bastante tanto a sustentabilidade do sistema produtivo, que vai se tornar rapidamente improdutivo gerando tanto uma menor produtividade do sistema quanto a diminuição da própria renda familiar e conseqüentemente reduzindo a segurança alimentar. Assim, a regularidade na oferta do alimento estará prejudicada, pois a degradação do solo e diminuição da produção irão impactar diretamente sobre a família camponesa. A questão da quantidade de alimento produzida é sempre menor nos sistema tradicional itinerante do que no SAF proposto, como será analisado mais adiante. Em relação à qualidade, como o cultivo itinerante degrada as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, essas carências também serão repassadas às culturas e conseqüentemente aos alimentos produzidos, isso poderá ocasionar uma diminuição na qualidade nutricional dos alimentos. Nesse sentido, o cultivo do milho em monocultura não garante a segurança alimentar da família agricultora.

Caso o cultivo do milho e feijão se deem consorciados, aumentamos as interações positivas entre essas culturas, que irá aumentar a produtividade geral do sistema. No entanto, apesar da vantagem em consorciar essas culturas, como o cultivo se dá nos moldes da

agricultura itinerante, de desmatamento e queimada, o mesmo não chega a ter níveis apreciáveis de sustentabilidade. Apesar de já melhor do que o cultivo dessas culturas isoladas.

A produtividade do SAF proposto alcança níveis bem mais atraentes do que os sistemas tradicionais da região. Essa questão será melhor detalhada no tópico sobre a produtividade do SAF experimental, no entanto, podemos citar outras vantagens decorrentes do SAF que auxiliam na obtenção da segurança alimentar.

Para melhor compreensão sobre o tema, iremos argumentar três motivos que nos levam à “conquista” dessa segurança alimentar. O primeiro diz respeito aos alimentos produzidos no sistema que podem ser utilizados pela família. O SAF em questão produz caju, milho, feijão, leite e carne de ovelha. A soma na produção dessas diferentes culturas aumenta a produtividade do SAF como um todo, aumentando a disponibilidade de alimentos para a família. Outro ponto importante é a produção de alimentos para os animais de criação. Nesse quesito, é produzido o feno da gliricídia, o próprio milho, que também pode ser utilizado na alimentação animal, forragem produzida pelo milharal, a oferta direta de forragem pelo banco de proteínas (de gliricídia) e os restolhos culturais derivados do manejo das rebrotas, além das próprias rebrotações de espécies nativas forrageiras. O pedúnculo do caju também pode ser utilizado na alimentação animal, já que a parte comercialmente atrativa é apenas a castanha do cajú. Por fim, temos a questão da renda monetária, que, pela diversidade de produtos produzidos, vai, conseqüentemente, aumentar a renda do produtor. A quantidade e regularidade será discutida no tópico sobre produtividade do SAF proposto.

Como no SAF proposto não se utiliza nenhum insumo químico, seja qualquer fertilizante ou defensivo, pode-se considerá-lo como um sistema orgânico. Por esse motivo, podemos considerar que os alimentos produzidos no SAF são de qualidade própria para o consumo humano, não apresentando qualquer contraindicação.

Além das vantagens à saúde decorrentes da não utilização de agrotóxicos, Zamberlam, e Froncheti (2007) afirmam que:

“O modelo de agricultura baseada na química fez com que os agricultores ficassem fascinados pelos resultados imediatos e abandonassem a prática natural de fertilidade dos solos. Acabaram entrando num ciclo vicioso e dependente, tendo que comprar a fertilidade através de adubo (químico), todos os anos” (ZAMBERLAM; FRONCHET, 2007, p. 103).

Nesse sentido, uma grande vantagem decorrente do SAF proposto é a independência do agricultor perante a necessidade de comprar insumos externos para a manutenção da fertilidade do SAF. Por esse motivo, podemos dizer que o SAF tem maiores níveis de

sustentabilidade do que os sistemas produtivos modernos descritos por Zamberlam e Fronchet (2007).

4.1.4. Vantagens Ambientais

A principal vantagem ambiental do sistema proposto é a Fixação da agricultura em um lote de terra. Esse fato sustará a abertura de novas áreas para agricultura, e conseqüentemente a conservação da Catinga. O padrão local de cultivo com ciclo de apenas dois anos seguidos de abandono da área se caracterizava como modelo insustentável. A sucessão secundária natural na Caatinga é de aproximadamente 40 anos. Diante das condições sociais, marcada por propriedades rurais de pequeno porte, no qual o agricultor não pode esperar nem 10 anos para voltar à cultivar na mesma área, a degradação do solo e perda de sua capacidade produtiva é um forte tendência, caso o agricultor não utiliza técnicas conservacionistas do solo e água.

Ao fixar a agricultura, facilita a manutenção da Reserva Legal da propriedade que deixa de ser uma área atrativa para a agricultura e podem-se desenvolver no local outras potencialidades específicas de ecossistemas florestais. Esse fato também possibilita a execução de atividades silviculturais e ainda a integração com as atividades agrícolas, pecuárias, como está sendo proposto neste SAF. Outro ponto importante é que, ao fixar a agricultura, podem-se recuperar antigas áreas degradadas pelas atividades agropecuárias e assim torná-las produtivas novamente, utilizando-se de alguma das possíveis variantes do SAF proposto, ou mesmo destina-las para área de conservação ambiental.

As demais vantagens ambientais foram descritas no tópico 2.3.6.1. Vantagens Ambientais do SAF.

4.2. PRODUTIVIDADE DO SAF EXPERIMENTAL

Iremos analisar a seguir a produção do caju, gliricídia, milho e feijão nos 5 anos de cultivo, com o objetivo de buscar o sistema que apresente a melhor produtividade ao longo dos anos.

4.2.1. Produção Do Cajú

Em 2012, último ano, o cajueiral, plantado em 2008, deu a 1ª produção. 250 kg de castanha por hectare. (coleta de setembro a novembro). Apesar de não ter sido feita uma análise estatística comparando a produção de castanha nos diferentes tratamentos experimentais, observamos empiricamente que a produtividade era aproximadamente a mesma. Nesse sentido, Silva et al (2005) estudou o estabelecimento de diferentes coberturas mortas sobre o crescimento do cajueiro, e verificou que não houve efeito significativo entre os diferentes tratamentos.

Outra questão importante tratada por Borges et al (2006) indica que as diferentes coberturas ocasionaram diferenças (não significativas estatisticamente) na produção de matéria seca da vegetação espontânea. Essa diferença na vegetação espontânea tem impacto na cultura devido à quantidade de nutrientes imobilizados por estas. À médio ou longo prazo, essas diferenças mínimas no crescimento inicial podem ser potencializadas por outros fatores ambientais ou mesmo pelas técnicas de manejo utilizadas. Por isso, os autores indicam a necessidade de mais estudos.

A densidade final do cajueiral foi de 560 plantas por hectare, resultado do espaçamento adotado de 3,5 m entre linhas e 5 m entre plantas. Essa média está de acordo com os valores encontrados em literatura (BARROS, et al, 1993) em trabalhos utilizando caju-anão-precoce, no qual o espaçamento varia de 8x6m (208 plantas/ha) até uma máxima densidade com espaçamento de 3x4m (833 plantas /ha). No último caso, o autor indica um manejo adequado e sucessivos desbastes para chegar-se ao arranjo de 8x6 m. No caso do cajueiro comum de porte médio, como encontrado em Bela Cruz, Silva et al (2005) indicam um espaçamento de 4x4 m, que está próximo do espaçamento utilizado no SAF experimental.

Uma grande vantagem para a cultura do caju advinda deste SAF experimental é justamente a utilização de plantas de cobertura, em especial à gliricídia, que é da família Leguminosae. O corte e aporte constante da biomassa dessa leguminosa resultam em quantidades expressivas de Nitrogênio que são depositadas no solo e que se torna disponível às plantas cultivadas. Se adequadamente realizado, esse manejo pode acarretar a auto-suficiência em Nitrogênio dessas culturas.

Outra vantagem do SAF proposto, é que como a área é usada como banco de proteínas no período da estiagem, o rebanho ovino aduba naturalmente o cajueiral, aumentando a disponibilidade de nutrientes para a cultura.

Além dessas vantagens acima, outro ponto importante para esse sistema para produção de cajueiro é que o sistema não depende exclusivamente dessa cultura nos anos iniciais de cultivo. Como o cajueiro demora em média 5 anos para a primeira produção, o produtor que adota o sistema tradicional para cultivo de caju, fica todo esse tempo inicial sem uma fonte de renda. No caso do sistema proposto, desde o primeiro ao de instalação do sistema, já temos produção de milho e feijão. Esse detalhe é mais importante quando se trata de sistema da agricultura familiar onde as propriedades são de pequeno porte e os produtores não podem ficar muito tempo sem utilizar um pedaço de terra para produzir.

4.2.2. Produção Da Gliricídia

Um importante elemento de manejo agroflorestal para o Semiárido é a incorporação dos bancos de forragem ou bancos de proteína, que conforme Altieri (1999) são arranjos que podem melhorar substancialmente a qualidade e disponibilidade de forragem, sobretudo durante a estação seca, além de melhorar e restaurar os nutrientes do solo. Foi justamente nesse sentido que foi implantada a gliricídia no SAF experimental.

A gliricídia foi plantada em 2008, mesmo ano de implantação de todo o SAF, no entanto, em 2008 e 2009 a espécie é mantida sem corte para que pudesse se desenvolver e enraizar. É importante que a mesma aumente a área de seu sistema radicular, para que posteriormente possam resistir aos cortes anuais para produção de feno e para incorporação ao solo. O ano de 2010 foi de seca, e as plantas não se desenvolveram, por isso foi feito apenas um corte para incorporação da folhagem ao solo, no entanto, não foi feito o corte padrão à 10 cm do solo, e sim um corte menos drástico. Assim, o efeito da gliricídia se iniciou a partir do 3º ano de implantação do SAF. Já no ano de 2011 a plantas cresceram e se desenvolveram melhor, pois foi um ano com chuvas acima da média local. Por isso, a partir desse ano, é possível a realização de dois cortes por período chuvoso. Percebemos que o primeiro corte anual tem a quantidade aproximada ao segundo, no entanto, a tendência é de o segundo ser maior, mas as médias são próximas. O primeiro corte é incorporado ao solo, enquanto o segundo é utilizado para produção de feno para venda e/ou alimentação do rebanho. O corte é feito a 10 cm do solo.

Pudemos perceber uma clara diferença na produção de fitomassa da gliricídia entre os tratamentos com e sem utilização da bagana. Nos tratamentos sem bagana (A e B), a produção média foi de 1.200 Kg/ha/ano, enquanto nos tratamentos com bagana (C e D) a média foi de

3.000 Kg/ha/ano. Como eram dados dois cortes anuais, metade desse peso era incorporada ao solo e a outra metade utilizada para produção de feno.

Esses valores estão próximos dos obtidos por Marin et al (2006) que cultivou a gliricídia no agreste paraibano com espaçamento de 6 x 1 m e obteve uma média de 1.390 Kg/ha. O próprio autor argumenta que esses resultados são relativamente baixos devido à baixa densidade do plantio e devido ao solo já ter passado por vários ciclos produtivos associado à retirada contínua da produção vegetal, sem reposição dos restos vegetais ou outra fonte externa de insumos, o que pode ter favorecido para a degradação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Nesse sentido, os valores encontrados nos tratamentos sem bagana (A e B) estão próximos aos observado por Marin et al (2006). No caso dos tratamentos com bagana (C e D), como há um melhor aproveitamento da água para a cultura, a produção de gliricídia também aumenta.

Além de utilizar a gliricídia para adubação verde e produção de feno, o produtor também pode explorar suas potencialidades de usos múltiplos. Por exemplo, quando é feito o desbaste das plantas, tanto para incorporação, quanto para fenação, ao invés de cortar os galhos em pequenos pedaços, estes podem ser utilizados para propagação vegetativa da planta, podendo servir para implantação de novos bancos de proteínas, cercas vivas, controle de erosão, recuperação de áreas degradadas ou mesmo implantação de aleias para adubação verde de áreas agrícolas. Nesse último caso, a gliricídia pode inclusive suprir as necessidades de Nitrogênio das culturas agrícolas, seja o caju como visto acima, ou outra cultura.

4.2.3. Produção Do Milho

Nos experimentos mais simples comparamos tratamentos de apenas um tipo ou fator (variável), permanecendo os demais fatores constantes. Assim, nesses experimentos, quando comparamos adubação, por exemplo, todos os demais fatores, como: variedades, cortes, tratos culturais etc., devem ser mantidos constantes, isto é, devem ser os mesmos para todas as adubações estudadas. Entretanto, existem casos em que vários fatores (variáveis) devem ser estudados simultaneamente para que possam nos conduzir a resultados de interesse mais complexos e tirar conclusões mais amplas. Para tanto, nos utilizamos dos experimentos fatoriais, que são aqueles que nos quais são estudados ao mesmo tempo, os efeitos de dois ou mais tipos de tratamentos ou fatores. Além do mais, essa análise permite estudar os efeitos principais dos fatores (isolados) e os efeitos das interações entre eles.

Para a análise estatística dos dados sobre a produtividade de grãos e forragem do milho dos diferentes tratamentos experimentais, preferimos adotar então a análise fatorial, pois além de analisar as duas variáveis (tratamento e ano) isoladamente, também faz a análise se há, ou não, uma interação entre esses dois diferentes fatores de variação.

Para demonstração das interações entre os dois diferentes fatores estudados, faremos primeiramente análise dos fatores isolados, e logo após a análise integrada.

Estudando o fator “ano” isoladamente, poderemos percebermos influência da pluviosidade sobre a produtividade de grãos do milho, independente dos tratamentos em questão. Pois o fator de variação em cada ano é justamente a mudança na pluviosidade.

Tabela 2 – efeito dos diferentes anos sobre a produtividade de grãos do milho(Kg/ha), considerando a média de todos os tratamentos experimentais.

Ano	Média	Pluviosidade (mm)
2008	942,5 b	1.151
2009	1.075 a	1472
2010	260,8 c	425
2011	956,5 b	1336
2012	122,9 d	301

As médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si. DMS = 81,6

A maior média foi observada no ano de 2009, que obteve 1.075 Kg/ha e diferiu estatisticamente dos outros tratamentos. O ano de 2011, com 956,5 Kg/ha, obteve a segunda maior média, e este foi seguido pelo ano de 2008, com 942,5 Kg/ha, esses dois tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, mas foram diferentes dos outros tratamentos. O ano de 2010, com 260,8 Kg/ha, ficou com a segunda menos média, sendo que esse ano diferiu estatisticamente dos outros. A menor média anual foi em 2012, com apenas 122,9 Kg/ha, e o qual também diferiu estatisticamente dos outros anos. A Diferença Mínima Significativa (DMS) dessa análise foi de 81,6. Houve a formação de quatro grupos estatísticos.

Comparando-se esses diferentes valores, percebemos que o ano de 2010, teve um acréscimo de 112,2% na produção de grãos em relação ao ano de 2012. Entretanto, o acréscimo na pluviosidade entre os mesmos anos foi de apenas 41,2 % maior, ou seja, o aumento na produtividade foi mais de 2,7 vezes maior que o aumento na pluviosidade. Já entre os anos de 2012 e 2011, observamos um acréscimo na produtividade de 678,3% e o

aumento na pluviosidade foi de 343,8%, menos da metade do acréscimo na produção. Comparando os anos de 2012 e 2009, que obtiveram, respectivamente, as menores e maiores pluviosidade/produktividade, o aumento na pluviosidade foi de 289% e o aumento de produtividade foi de 774,7. Analisando esses dados, percebemos que existe uma relação direta entre essas variáveis. Além disso, os aumentos percentuais na produtividade são, em geral, maiores do que aqueles observados na pluviosidade. Isso acontece, pois os anos de referência nessas comparações são anos de seca, então qualquer aumento na pluviosidade ocasiona aumentos substanciais na produção de grãos. Esses resultados também mostram o quanto a cultura do milho é suscetível aos efeitos da seca.

No entanto, o padrão observado anteriormente tem duas exceções. Entre os anos de 2008 e 2009, o aumento na pluviosidade foi de 27,9%, e o na produção foi de 14%. Já entre os anos de 2008 e 2011, o aumento na pluviosidade foi de 16%, enquanto o aumento na produção foi de apenas 1,5%. Ou seja, quando comparamos um ano com chuvas dentro da média local (1.096 mm), com anos com pluviosidade acima da média, o aumento na produção não acompanha o aumento na pluviosidade.

Dessa forma, observamos que aumentos na pluviosidade, causam um acentuado aumento da produtividade de grãos, aqui analisados independentes dos sistemas de produção, ou aporte de adubações, como visto nos anos de 2009 e 2011. Da mesma forma, queda brusca na pluviosidade também compromete seriamente a produção de grãos, como podemos observar nos anos de 2010 e 2012, respectivamente.

Os dados da produção de grãos de milho estão de acordo com os divulgados pelo IBGE, e ficam entre as médias estadual e regional/local,. Nos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011, as médias se aproximam mais das médias estaduais, de 1.114, 754, 317 e 1.261 Kg/ha aproximadamente. Por outro lado, os valores de produção divulgados para o município de Bela Cruz pelo IBGE estão abaixo daqueles observados experimentalmente.

A maior produtividade no Ceará e menor no Litoral de Camocim e Bela Cruz, deve-se provavelmente a diferentes sistemas produtivos adotados. No primeiro caso, são sistemas mais tecnificados, com maior utilização de insumos externos, como fertilizantes, defensivos, e até irrigação. Além de serem provavelmente cultivos em monoculturas adensadas. Já os cultivos no litoral norte e Bela Cruz, são sistemas tradicionais, com menores níveis tecnológicos, por isso apresentam menores produtividades. Nesse sentido, observa-se que os dados do SAF experimental aproximam-se mais da média estadual, o que mostra que suas

médias estão acima das médias locais, podendo classificar tal sistema como muito produtivos dentro o contexto local.

Quadro 1. IBGE– Rendimento (kg/ha) da produção de milho no Ceará, Litoral norte e Bela Cruz..

Local/Ano	2008	2009	2010	2011
Ceará	1.114,5	754,813	316,9	1.261
Litoral de Camocim e Acaraú - CE	597	396,9	134,9	626
Bela Cruz - CE	540	198,5	43,9	503

Informações: IBGE: Levantamentos Agropecuários - <http://www.sidra.ibge.gov.br> (2012)

Em relação a experimentos na área das agrárias, Brito *et al* (2007) cultivaram milho com uma pluviosidade de apenas 322,8 mm e conseguiram uma pluviosidade de 606 Kg/ha, utilizando um sistema de captação *in situ* por sulcos barrados, que aumenta

Já Brito *et al* (2009) trabalharam com a variedade de milho chamada BRS-Catingueiro, que foi desenvolvido pela EMBRAPA para as condições semiáridas brasileira e tem ciclo precoce de 90 dias. A pluviosidade no ano de estudo foi de apenas 320 mm e o cultivo de sequeiro obteve uma produção de 1.808 Kg/ha. Ou seja, mesmo com uma pluviosidade abaixo da média regional, essa variedade de milho consegue ter boas produtividades, e com valores de 6 a 7 vezes maior dos que os obtidos no SAF experimental (em condições similares de pluviosidade). Já o cultivo no qual foi realizado uma irrigação de salvação (de 24 mm, sendo realizadas oito vezes, no momento em que o solo próximo do pé do milho estava seco, totalizando 512 mm totais), a produção subiu para 3.982 Kg/ha, mais que o dobro da condição de sequeiro.

Esse estudo é importante por dois motivos. Primeiramente pela a questão da importância de ter variedades de milho adaptada às condições edafoclimáticas (solo e clima) do semiárido, que sejam produtivas mesmo em épocas de estiagem ou dos chamados veranicos. As elevadas produtividades obtidas com o milho BRS-Catingueiro devem-se, provavelmente, aos efeitos das técnicas de manejo utilizadas, que potencializaram as características genéticas desta variedade, que apresenta potencial genético para a produtividade de até 5.000 kg ha⁻¹, com média de 2.000 a 3.000 kg ha⁻¹ para as condições semiáridas (Carvalho *et al.* 2004). Em segundo lugar, por apresentar uma técnica de

convivência com o semiárido que é capaz de aproveitar o recurso mais limitante da região, a água. Dessa forma, utiliza com mais eficiência e melhor os recursos naturais disponíveis, e aumenta a produção de alimentos.

Agora iremos estudar o efeito dos diferentes tratamentos, incluindo o manejo tradicional da região, sobre a produtividade de grãos do milho, independente do fator ano. A Tabela 3 mostra o efeito dos diferentes tratamentos sobre a produtividade de grãos de milho

Tabela 2. – Efeito dos diferentes tratamentos sobre a produtividade de grãos de milho,

Tratamento	Médias
T – Testemunho Regional	240,0
A – Testemunho Experimental	250,9 d
B – Esterco	477,9 c
C – Bagana	856,3 b
D – Esterco + Bagana	1.111 a

As médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si. DMS = 94,2

A tabela 3 acima mostra as médias de produção considerando os anos de 2008 até 2012, no entanto, a análise estatística foi realizada apenas nos três últimos anos. Mas as médias consideradas na tabela são de 2008 à 2012. O Testemunho Regional (T) Não fez parte da análise estatística, e sua média foi utilizada apenas para comparação na tabela.

Na análise isolada dos tratamentos, podemos observar um aumento progressivo nas médias, do tratamento Testemunho Regional ao tratamento D, com todos os tratamentos experimentais diferindo estatisticamente entre si. Em reação ao tratamento Testemunho Regional, pela proximidade entre sua média e a do tratamento A, é mais provável que os dois não diferiram estatisticamente entre si. As médias desses tratamentos foram, do tratamento T ao D, respectivamente, 240, 250,9, 477,9, 856,3 e 1.111 Kg/ha. A DMS nessa análise foi de 94,2

Para uma melhor compreensão do aumento na produtividade ocasionado pela adição dos diferentes compostos orgânicos, iremos estudar os aumentos percentuais entre os diferentes tratamentos. O aumento verificado entre AB, foi de 90,5%, valor maior, daquele observado entre o CD, de 29,7%. Nessas duas comparações, o diferencial foi a adição do esterco, com o detalhe que o tratamento A não tinha bagana e o C tinha bagana. De alguma forma, a adição de esterco entre CD não causa o mesmo aumento que AB, pois a presença de bagana no

tratamento C já aumenta sensivelmente a produtividade, o que leva ao efeito do esterco não ser tão perceptível. Nessa linha, percebemos que entre AC, ou seja, adição apenas de bagana no testemunho, o aumento foi de 241,3%, valor bem mais expressivo do que os aumentos discutidos anteriormente. Quando comparamos BC, ou seja, o tratamento com esterco e outro com bagana, o aumento foi de 79,2,8%. Então, a adição de bagana ao invés do esterco, eleva a produtividade mais de três vezes mais do que apenas a adição do esterco, se comparados ambos ao tratamento testemunho (A). Por outro lado, quando comparamos BD, tratamento com esterco e outro com esterco+bagana, o aumento é de 132,5%, mostrando que a adição da bagana em tratamentos que já dispõe da adição de esterco, ainda aumenta substancialmente a produtividade. Porém, o maior aumento percentual de produtividade entre os diferentes tratamentos deu-se entre AD, que foi de 342,8%. Com relação ao Testemunho Regional (T), como esse obteve uma média bem próxima ao do tratamento testemunho (A), a comparação daquele com os outros tratamentos seria bastante similar às comparações feitas entre o tratamento A e os outros tratamentos.

Esses resultados mostram que a adição de esterco, nas condições do SAF discutido, aumenta a produtividade de grãos de milho do sistema. Porém, o maior aumento de rendimento é observado nos tratamentos com a adição de bagana. No caso da combinação entre a adição do esterco e da bagana, o aumento da produtividade é ainda mais acentuado.

Outra vantagem dessa análise, é que podemos verificar a quantidade média, e principalmente, a regularidade na oferta de alimentos que cada tratamento diferente proporciona, pois os resultados mostram uma média na produção dos últimos cinco anos, nos diferentes sistemas de produção. Nesse sentido, podemos perceber um padrão crescente na regularidade da produção, do tratamento T e A (testemunhos regional e experimental) passando pelos tratamentos B e C, e atingindo os melhores resultados no tratamento D. Por isso, podemos afirmar que o tratamento D é o que proporciona uma maior segurança alimentar à família camponesa.

Porém, para compreender melhor as interações entre os fatores discutidos isoladamente, iremos agora analisar os resultados integrados dos diferentes tratamentos durante os anos de 2008 à 2012. A tabela 4 sumaria os resultados do efeito dos diferentes tratamentos sobre a produtividade do milho, nos diferentes anos, de 2008 à 2012, sobre diferentes condições de pluviosidade.

Tabela 4. Produção de grãos – Teste T

Ano/ Trat	T – Test. Regi.	A – Test.	B - Esterco	C - Bagana	D – Est+Ba	Pluvi. (mm)
2008	450 a C	470 a C	880 a B	1.170 b A	1.250 c A	1.151
2009	280 a D	310 a D	710 ab C	1.360 a B	1.920 a A	1.472
2010	90 b B	71 b B	168 c B	337,4 c A	466,7 d A	425
2011	380 a D	401,1 a D	621 b C	1.228,8 ab B	1.575,2 b A	1.336
2012	0 b B	2,5 b B	10,5 c B	135,3 d B	343,2 d A	301

Letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, C.V = 25,49% (DMS da interação = 163,1).

A primeira informação relevante sobre os dados acima, é que existe uma interação positiva entre os diferentes fatores de variação, no caso, os fatores ano e tratamento. Isso que dizer que os valores de um dos fatores são influenciados pelos valores do outro fator.

Na análise do fator ano isolado, vimos que surgiram quatro grupo estatísticos, com 2009; 2008 e 2011; 2010; e 2012. No entanto, os diferentes tratamentos influenciaram diferentemente na distribuição desses grupos estatísticos dos diferentes anos.

No Testemunho Regional, a análise integrada resultou na formação de apenas dois grupos estatísticos, o primeiro formado pelos anos de 2008, 2011 e 2009, com as respectivas médias, 450, 380 e 280 Kg/ha e que não diferiam entre si. O outro grupo foi dos anos 2010 e 2012, com as médias, 90 e 0 Kg/ha.

O tratamento A (testemunho experimental), obteve resultados similares ao tratamento T, com formação dos mesmos dois grupos estatísticos distintos, 2008, 2011 e 2009, com as respectivas médias, 470, 401,1, 3010 Kg/ha e 2010 e 2012, com as médias 71 e 2,5 Kg/ha.

Os tratamentos T e A obtiveram comportamentos semelhantes no decorrer dos anos, com o tratamento A apresentando médias um pouco acima do tratamento T. Esses resultados são, provavelmente, devido às condições mais favoráveis presentes no SAF do que no sistema tradicional de cultivo, como a proteção do solo, maior eficiência na utilização dos recursos hídricos, ciclagem dos nutrientes, etc. A exceção deste padrão foi o ano de 2010, quando o tratamento T foi superior ao A. Nos anos de menor pluviosidade, esses tratamentos tem uma grande redução da produção do milho, como em 2010, que não chegaram a produzir nem 100 kg/ha. No ano da maior seca, 2012, esses tratamentos tiveram praticamente perca total da

produção. Esses números demonstram vulnerabilidade dos agricultores diante dessas situações de seca e o comprometimento de sua soberania alimentar.

Já no tratamento B, temos a formação de três grupos estatísticos, o primeiro com os anos de 2008 e 2009, com as médias 880, 710 Kg/ha. Sendo que o ano de 2008 diferiu de todos os outros anos, enquanto o ano de 2009 não diferiu do ano de 2011, que teve a média de 621 Kg/ha e diferiu dos outros tratamentos. O outro grupo é composto pelos anos de 2010 e 2012, que não diferiram entre si e tiveram as seguintes médias, 168 e 10,5 Kg/ha.

O tratamento B apresentou melhores médias do que as dos tratamentos A e T em todos os anos analisados, o que mostra que a adição de esterco aumentou realmente a produção do milho. Essa tendência é mais explícita nos 3 anos de maior pluviosidade, quando, inclusive chega a compor um grupo estatístico distinto e superior ao tratamento A. Por outro lado, nos 2 anos de menor pluviosidade, o tratamento B permanece no mesmo grupo estatístico que o tratamento A, mostrando que o mesmo também sofreu impacto considerável da seca. Destaca-se o ano de 2012, no qual o tratamento B praticamente teve uma perda total da produção, comprometendo bastante o agricultor que utilizasse tais técnicas de manejo.

No tratamento C, já são formados quatro grupos estatísticos, o primeiro com os anos de 2009 e 2011, que tiveram as médias, 1.360 e 1.228,8 Kg/ha, sendo que 2009 diferiu de todos os outros tratamentos, enquanto 2011 não diferiu do ano de 2008, que teve a média 1.170 Kg/ha. O segundo grupo é formado por 2011 e 2008. O terceiro grupo é formado apenas pelo ano de 2010, com média de 337,4 Kg/ha e que diferiu dos outros tratamentos. O ano de 2012 forma, sozinho, o quarto grupo, com média de 135,3 Kg/ha.

Para o tratamento D, são formados novamente quatro grupos estatísticos, o primeiro apenas com o ano de 2009, com média de 1.920 Kg/ha e que diferiu dos outros tratamentos. O ano de 2011, com média de 1.575,2 Kg/ha, forma, sozinho, um grupo estatístico, diferindo dos outros tratamentos. O outro grupo é formado apenas pelo ano de 2008, com média de 1.250 Kg/ha. O quarto grupo é formado pelos anos de 2010 e 2012, que não diferiram entre si e tiveram as respectivas médias, 466,7 e 343,2.

Um detalhe interessante dessa análise é que nos tratamentos T, A e B, as maiores médias foram no ano de 2008, ou seja, ano de implantação do SAF. Como houve uma queimada para implantação do SAF os nutrientes que estavam na vegetação foram transformados em cinzas e uma parte desses ficou logo disponível para as culturas. Por esse motivo, o primeiro ano de cultivo costuma ser o mais produtivo e essa produtividade vai progressivamente diminuindo com o tempo. Então esses dados estão de acordo com essa

lógica. Por isso, mesmo que o ano de 2009 tenha sido 28% mais chuvoso (que 2008), esse aumento na pluviosidade não foi capaz nem de manter a produtividade do ano anterior nesses referidos tratamentos. Por outro lado, nos tratamentos C e D as maiores médias foram no ano de 2009, o ano da maior pluviosidade. Existem algumas explicações para esse fato. Nesses tratamentos, a bagana foi utilizada para incorporar as cinzas ao solo, e assim, dessa forma, uma porção menor de cinzas foi carregada pelo vento, o restante permaneceu no solo. Esse processo de manter as cinzas no solo possibilita que sua fertilidade seja mantida além do primeiro ano de cultivo, pois esses nutrientes são metabolizados pela fauna do solo e voltam para o ciclo dos nutrientes, onde estes serão disponibilizados para as culturas. A bagana também age mantendo a umidade do solo, evitando a evaporação da água da superfície. Isso ajuda com que a disponibilidade de água seja maior nesses tratamentos do que aquela disponível para outras culturas sem utilização da bagana. Essa maior disponibilidade de água faz com que a produtividade aumente e ultrapasse a produção do primeiro ano de cultivo.

Esses resultados corroboram com a discussão anterior sobre a questão da soberania alimentar e fixação da agricultura proporcionados pelo modelo de SAF proposto, principalmente nos tratamentos com utilização da bagana de carnaúba.

Com essas análises, podemos perceber também que o fator Tratamento influenciou de maneira efetiva sobre a distribuição estatística dos diferentes anos de experimento. Nos tratamentos T e A, as diferenças anuais de precipitação, foram suficientes para formar apenas dois grupos estatísticos distintos. Esse resultado indica que apesar das grandes diferenças na pluviosidade dos diferentes anos, essas não impactaram significativamente na produção de grãos dos diferentes anos, pelo menos não suficientemente para a formação de novos grupos estatísticos intermediários.

Por outro lado, no tratamento B, já foram formados 3 grupos estatísticos. Nesse caso, existe um grupo estatístico intermediário, entre as máximas e mínimas pluviosidades, com pluviosidade e produção de grãos medianas. Por isso, percebemos que mudanças na pluviosidade (mesmo que não tão acentuadas) já causam efeitos significativos na produção de grãos de milho.

Nos tratamentos C, podemos observar quatro grupos estatísticos distintos. Aqui, o ano de 2010 e 2012, que obtiveram as menores médias de pluviosidade, forma, cada um, um grupo estatístico distinto. De forma que podemos perceber que o sistema de produção, nesse tratamento especificamente, responde mais sensivelmente às variações pluviométricas, tanto

resistindo melhor aos efeitos da seca, como aumentando a produção em caso de aumentos de pluviosidade.

Finalmente, o tratamento D, também forma quatro grupos estatísticos, porém os anos de maior pluviosidade (2008, 2009 e 2011) formam grupos estatísticos sozinhos e que diferem entre si, enquanto os anos de menor pluviosidade (2010 e 2012) forma um grupo estatístico juntos, diferindo dos outros tratamentos.

Podemos perceber por essas análises, que o tipo de tratamento, tem uma interação sobre a produtividade nos diferentes anos. De forma que os tratamentos com a bagana são mais sensíveis às flutuações na pluviosidade, enquanto nos tratamentos T e A, esse efeito dos anos sobre a produtividade de grãos do milho é menos perceptível. Nesse sentido, o tratamento B apresenta um comportamento intermediário entre T, A, e C,D.

Para o produtor, esses resultados são muito importantes, pois é o fator tratamento é justamente no qual existe um controle. É desejável que o sistema de produção utilizado seja sensível aos aumentos de pluviosidade e, ao mesmo tempo, resistentes aos efeitos da seca. Então, o tratamento com bagana de carnaúba, principalmente combinada com esterco, pode ajudar ao produtor conseguir essas duas metas. Nesse sentido, nos anos de maior pluviosidade, a produção dos tratamentos com bagana é maior do que a observada nos outros tratamentos, em especial o T e A.

Por outro lado, nos anos de estiagem, os tratamentos sem bagana apresentam médias de produção abaixo daquelas observadas nos tratamentos com adição da bagana, inclusive perdendo toda a produção, como no ano de 2012. Outra questão é que a produção do tratamento D em anos de seca é próximo à média de produção dos tratamentos A e B em anos de pluviosidade normais (dentro da média). Em 2012, com 301 mm, o tratamento D produziu 343 Kg/ha. Já em 2009, com 1472 mm, o tratamento T e A obtiveram apenas 280 e 310 Kg/ha, respectivamente. Esses resultados mostram o grande potencial do tratamento D de produzir grãos em condições normais de pluviosidade e principalmente de absorver os efeitos da seca.

Com esses resultados, também podemos perceber que a produção nos tratamentos T e A vão diminuindo, relativamente, com o tempo. Em 2009, por exemplo, apesar de uma pluviosidade maior do que 2008, os tratamentos T, A e B apresentaram médias de produção abaixo do valor verificado em 2009. Assim, nessas condições de cultivo, o solo não está mantendo suas potencialidades, pois pode estar sofrendo algum tipo de degradação (física,

química ou biológica). Nos tratamentos com adição de bagana não há esse decréscimo a produção, e sim um acréscimo e manutenção da produtividade com o tempo.

Outro tema que tem uma ligação com essa diminuição da produtividade com o tempo, diz respeito ao uso e ocupação da terra. Quando temos um sistema produtivo que mantém a produtividade ao longo do tempo, o produtor não precisa abrir novas áreas de cultivo para continuar tendo boas produções, pois pode continuar cultivando o mesmo lote de terra. Desse modo, existe um melhor aproveitamento de sua propriedade como um todo, pois abre a possibilidade de diversificar a produção, utilizando outras áreas para cultivos diferentes. Por outro lado, quando adotados manejos não conservacionistas, nos quais a produtividade do sistema ao longo do tempo vai diminuindo, o produtor é obrigado a abrir novas áreas de cultivo para que consiga manter sua produção. Essa necessidade de novas áreas para implantação de áreas de cultivo é responsável pelo desmatamento de áreas antes conservadas, aumentando os níveis de desmatamento do Bioma Caatinga. Quando o produtor não tem áreas novas disponíveis, acaba tendo que utilizar uma área que já foi cultivada a poucos anos e ainda não conseguiu recuperar a fertilidade natural do solo, o que acarreta em produções abaixo das médias esperadas.

O tratamento T, testemunho regional, é uma prova dessa prática de constante abertura e abandono de áreas de cultivo, pois o produtor só cultiva a terra por dois anos e segue a abertura de novas áreas de cultivo. Como visto anteriormente, o tempo mínimo para o pousio de uma área, nas condições dos nossos solo e climática semiáridos, é de aproximadamente 40 anos

Vamos agora analisar a influência dos diferentes tratamentos sobre os anos.

No ano de 2008, a pluviosidade média foi de 1.151 mm, e a maior produtividade se deu no tratamento D, com uma média de 1.250 Kg/ha e seguido pelo tratamento C, com 1.170 Kg/ha, sendo que esses tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. O tratamento B apresentou uma medi intermediária, de 880 Kg/ha, e este diferiu de todos os outros tratamentos. As menores médias foram observadas nos tratamentos A e T, que foram, 470 e 450 Kg/ha, respectivamente, sendo que estes não diferiam entre si e diferiam dos outros tratamento. A adição do esterco, somado as condições do SAF, aumentou a produtividade do tratamento B, que foi 87,23% superior em relação ao tratamento A.

No ano de 2009, a pluviosidade média foi de 1.472 mm, e a maior produtividade se deu, novamente, no tratamento D, que teve uma média de 1.920 Kg/ha. Esse diferiu estatisticamente de todos os outros tratamentos. A segunda maior produtividade foi no

tratamento C, seguidos pelos tratamentos B e A, que obtiveram as respectivas médias, 1.360, 710 e 310 Kg/ha. Todos estes diferiram entre si estatisticamente. O testemunho regional (T) obteve 280 Kg/ha, sendo que este não diferiu do tratamento A.

No ano de 2010, com pluviosidade média de 425 mm, a maior produtividade de milho foi no tratamento D, com média de 466,7 Kg/ha, seguido do tratamento C, que apresentou 337,4 Kg/ha. Esses tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, mas diferiram dos outros tratamentos. A terceira produtividade foi no tratamento B, com 168 Kg/ha, seguido dos tratamentos A e T, que tiveram as médias, 71 e 90 Kg/ha, respectivamente, sendo que esses tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, mas diferiram dos outros tratamentos.

No ano de 2011, novamente o tratamento D obteve a maior média de produtividade, 1.575,2 Kg/ha, sendo que esse diferiu estatisticamente dos outros tratamentos. A segunda maior média foi observada no tratamento C, com 1.228,8 Kg/ha, sendo que esse também diferiu estatisticamente dos outros tratamentos. O tratamento B obteve uma média de 621 Kg/ha, sendo que esse diferiu estatisticamente dos outros tratamentos. Os tratamentos A e T apresentaram as menores médias, de 401,1 e 380 Kg/ha, respectivamente, sendo que esses não diferiram estatisticamente entre si, mas diferiram dos outros tratamentos.

No ano de 2012, novamente a maior média foi observada no tratamento D, com 343,2 Kg/ha, sendo que esse diferiu estatisticamente de todos os outros tratamentos. A segunda maior foi observada no tratamento C, de 135,3 Kg/ha, seguidos dos tratamentos B, A e T, que apresentaram as médias, 10,5, 2,5 e 0 Kg/ha, respectivamente, sendo que esses tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, mas se diferenciaram do tratamento A.

Com essas análises, podemos perceber que o fator ano (pluviosidade) influenciou positivamente a distribuição estatística dos diferentes tratamentos. Nos anos de menor pluviosidade temos a formação de um menor número de grupos estatísticos, com apenas dois grupos, enquanto nos anos de maior pluviosidade são formados quatro grupos estatísticos distintos.

Nesse sentido, nos anos de 2010 e 2012, com as menores pluviosidades, houve a formação de dois grupos estatísticos, no entanto, em 2010 os tratamentos C e D ficaram no mesmo grupo estatístico, enquanto em 2012 o tratamento D ficou em um grupo estatístico isolado. Esses resultados são interessantes, pois mostram os limites pluviométricos nos quais ainda é possível o cultivo do milho nessas condições. Além disso, em anos de maior seca, a inclusão apenas do esterco ou da bagana, apesar de aumentarem isoladamente a produção de grãos, esse aumento não chega a ser estatisticamente expressivo, como em 2012. Em 2010,

com um a pluviosidade um pouco mais elevada do que em 2012, já há a diferenciação do tratamento C, que passa a fazer parte do grupo estatístico do tratamento D. Nessas condições, a aplicação apenas do esterco não chega a elevar substancialmente a produção de grãos, enquanto à adição da bagana isolada consegue tal aumento.

Assim, alguns manejos realizados pelos produtores, como adubação, verde ou com esterco e cobertura do solo, podem não apresentar os efeitos desejados no aumento da produtividade do sistema. Isso acaba gerando o aumento dos gastos, pela compra e realização do manejo, e não gera o aumento dos benefícios esperados.

Por outro lado, nos anos de maior pluviosidade, podemos perceber melhor a diferença na produção de grãos entre os diferentes tratamentos. Nos anos de 2011 e 2009, anos com as maiores pluviosidades, são formados quatro grupos estatísticos distintos, um grupo para cada tratamento experimental distinto, com o Testemunho Regional inserido no mesmo grupo estatístico que o tratamento A. Ou seja, nessas condições, a aplicação isolada de esterco ou de bagana, ou da combinação desses, eleva a produção suficientemente para formação de grupos estatísticos distintos.

Assim, em anos com pluviosidade acima da média, alguns manejos realizados pelos produtores podem elevar substancialmente a produtividade do sistema, seja uma adubação verde, com esterco ou cobertura do solo. Nesse contexto, a compra e aplicação de insumos seriam de certa forma, mais seguro para os produtores, pois a compra e aplicação do insumo seriam acompanhadas do aumento na produção.

Nos anos com chuva dentro da média regional, com em 2008, podemos perceber a formação de três grupos estatísticos distintos. Os tratamentos com bagana ficam juntos no grupo com maior média e separados dos outros tratamentos. Já os tratamentos testemunhos, regional e experimental, ficam juntos no grupo com menor média e separados dos outros. O tratamento B fica num grupo isolado num grupo estatístico intermediário entre os tratamentos C/D e T/A. Nessas condições, o sistema responde de forma intermediária à realização de manejos com adição de resíduos orgânicos.

Uma análise interessante nesse contexto é estudar, nos diferentes anos, os incrementos na produção ocasionados pela aplicação dos diferentes insumos. Essa análise pode ressaltar para os produtores, qual o custo/benefício da utilização dos diferentes insumos, além de explicitar as diferenças de produtividade entre os diferentes tratamentos experimentais.

Nos anos com maior pluviosidade, 2008, 2009 e 2011, comparativamente ao tratamento A, a adição apenas do esterco eleva a produção entre 54 até 129%, enquanto a adição apenas

da bagana eleva a produção de 148 até 338%, e a adição de esterco com bagana eleva a produção de 160 até 519%. Já nos anos com baixa pluviosidade, comparados ao tratamento A, o tratamento B teve um aumento de 301 a 425%, enquanto o tratamento C obteve 136 a 302% e o tratamento D obteve aumento de 375 a 5.300%. Esses aumentos percentuais são substancialmente maiores do que aqueles observados, numa mesma análise, em anos de alta pluviosidade.

Ou seja, apesar de nos anos com pluviosidade acima da média haver a formação de uma maior número de grupos estatísticos, a diferença percentual de produtividade entre esses grupos não é tão acentuada quanto nos anos de seca, onde há um menor número de grupos estatísticos, e uma grande diferença percentual entre estes grupos.

Quanto à questão da regularidade e quantidade, podemos perceber a formação, basicamente de 4 grupos, pois tomaremos como base os anos, com maior seca dos anos estudados (2012) e outro com as chuvas dentro da média regional (2008). Essa escolha é justificada pela discussão quanto à regularidade que mostrou um “ponto de estrangulamento” justamente nesses anos. O primeiro formado pelos tratamentos T e A, são os que apresentam uma menor quantidade e regularidade na produção de grãos. Vale ressaltar o ano de 2012, quando os dois tratamentos não tiveram valores apreciáveis de produção. Pois uma produção de apenas 2,5 Kg/ha não torna viável nem a colheita desse milho. Essa situação torna a agricultura bastante vulnerável, e conseqüentemente diminui bastante seus níveis de sustentabilidade. O segundo grupo é formado apenas pelo tratamento B, que apesar de ter apresentado níveis de produção apreciáveis nos anos com pluviosidade próximo ou acima da média, o tratamento não se mostrou tão resiliente aos efeitos da seca. No ano de 2012, a produção obtida nesse tratamento foi de apenas 10,5Kg/ha, mais uma vez um valor de produção que nem chega a compensar o trabalho de colhê-lo. Por isso, caso um produtor adotasse esse tratamento, o mesmo ficaria sem produção neste ano. Ou seja, apesar deste tratamento já apresentar melhores níveis de sustentabilidade, devido às maiores produções, durante a maior estiagem essa sustentabilidade da produção estaria comprometida. O terceiro grupo é formado pelo tratamento C. Esses tratamentos tanto apresentaram bons níveis de produtividade no decorrer dos anos, como inclusive teve uma boa resiliência quanto aos efeitos da seca. Nesse sentido, esse tratamento já oferece uma maior segurança à família camponesa, pois apesar da pouca produção durante o ano de 2012, o sistema obteve uma produção suficiente pelo menos para suprir as necessidades de alimentação da família. Conseqüentemente, esse tratamento apresenta maior nível de sustentabilidade do que os

anteriores, pois consegue resistir melhor aos efeitos da seca. Porém, o tratamento que obteve os melhores resultados, tanto em produções anuais de grãos, como uma maior regularidade dessa produção, e resistência ao efeitos das secas, foi o tratamento D, que pode ser considerada a opção mais vantajosa para pequenos e médios agricultores, nas condições do semiárido nordestino. Por esses motivos, podemos considerar também que esse tratamento é o que apresenta os melhores níveis de sustentabilidade.

4.2.4. Produção De Feijão

Para a análise da produção do feijão, foram utilizadas apenas as médias de produtividade de cada tratamentos, e por isso, não foi possível a realização de uma análise estatística específica nesses dados. Também não foi possível estipular as produções do feijão nos sistemas de produção locais (tratamento testemunho regional), pois os agricultores entrevistados não cultivavam esse grão.

O Tabela 4 sumaria as médias de produção de feijão nos diferentes tratamentos, de 2008 à 2012. De forma geral, podemos perceber os mesmos padrões de produção do que os vistos na produção do milho e de forragem. Ou seja, uma produção menor e mais sensível à estiagem nos tratamentos Testemunho (A) e Esterco (B) e um aumento progressivo desses tratamentos até os tratamentos com utilização de bagana (C) e com a combinação desses resíduos (D).

Tabela 4. Produção de feijão (Kg/ha) no SAF experimental nos diferentes tratamentos, de 2008 à 2012.

Ano/trat	A – Test.	B - Esterco	C - Bagana	D – Es+Ba	Média	Pluvi.(mm)
2008	12	60	355	380	201,7	1.151
2009	30	95	380	430	233,7	1.472
2010	1,0	4	127	150	70,5	425
2011	16	80	360	410	216,5	1.336
2012	0	1,5	100	120	55,4	301
Média	11,8	48,1	264,4	298	191,5	937

Fonte: Elaboração própria

Vamos primeiramente analisar o efeito dos diferentes anos (pluviosidade) sobre a produção de grãos no feijão, nas condições do SAF, considerando todos os tratamentos conjuntamente. A maior média foi observada no ano de 2009, com 233,7 Kg/ha, e uma pluviosidade de 1.472 mm. Já nos anos de 2011 e 2008, que apresentaram uma pluviosidade de 1.336 e 1.151 mm, as médias foram de 216 e 201,7 Kg/ha, respectivamente, com as médias sendo bem próximas nesses dois anos. No ano de 2010, foi verificada a segunda menor média, que foi de 70,5 Kg/ha, um valor bem abaixo dos outros anos analisados anteriormente. Por fim, o ano de 2012 apresentou uma produção de apenas 55,4 Kg/ha, a menor de todos os anos. A média de produção considerando os 5 anos foi de 191,5 Kg/ha.

No sistema descrito anteriormente, desenvolvido pela Embrapa- CNPC, o feijão obteve uma produção média de 250,0 kg/ha/ano (CARVALHO FILHO et al., 1994). Esses valores se aproximam dos observados experimentalmente no SAF proposto.

Podemos perceber o impacto das diferentes pluviosidades sobre a cultura do feijão, que variou de 233Kg/ha com uma pluviosidade de 1.472 mm, até 55,4 Kg/ha, com uma pluviosidade de 301 mm.

Porém, a análise que mais interessa aos produtores, é justamente os efeitos dos diferentes sistemas de produção sobre a produtividade de grãos, avaliando a média entre os diferentes anos, considerando todos os anos, desde os com pluviosidade acima e abaixo da média local. Nesse sentido, podemos observar claramente o efeito dos diferentes tratamentos experimentais sobre a produtividade do feijão. O tratamento A apresentou a menor média de todos, com apenas 11,8 Kg/ha. O tratamento B apresentou uma média 307% maior do que o tratamento A, com 48,1 Kg/ha. O tratamento C apresentou uma média de 264,4 Kg/ha, valor 2.140% maior do que o tratamento A. O tratamento D obteve a maior média de todos os tratamentos, com 298 Kg/ha, sendo que esse valor foi 2.425,4% maior do que no tratamento A.

Com essas análises, podemos perceber, novamente, níveis crescentes na regularidade da produção, e na segurança alimentar, dos tratamentos A e B, passando pelo C e finalizando no D, que teve os melhores resultados.

Agora iremos analisar os dados integrados, dos quatro tratamentos nos seus cinco anos de produção de feijão. Primeiramente iremos focar nos diferentes anos, verificando as produtividades obtidas nos diferentes tratamentos em cada ano. Foram observadas médias crescentes, do tratamento A ao D, em todos os anos.

No ano de 2008, as médias foram de 12, 60, 355 e 389 Kg/ha para os tratamentos A, B, C e D, respectivamente. Em 2009, as médias foram de 30, 95, 380, 430 Kg/ha para os tratamentos A, B, C e D, respectivamente. Em 2010 os tratamentos A, B, C e D apresentaram as respectivas médias: 1, 4, 137 e 150 Kg/ha. No ano de 2011, as médias foram de 16, 80, 360 e 410 Kg/ha para os tratamentos A, B, C e D, respectivamente. Em 2012 os tratamentos A, B, C e D apresentaram as respectivas médias: 0, 1,5, 100 e 120.

Podemos observar que a adição do esterco nos diferentes anos aumentou a produtividade da cultura do feijão em todos os anos analisados. No entanto, a adição da bagana foi responsável por um aumento na produtividade do feijão bem mais apreciáveis do que a adição do esterco, sendo esses aumentos explicitados mesmo sem a utilização da ferramenta estatística. Porém, a adição do esterco combinado com a bagana foi o responsável pelos maiores aumentos na produção de grãos. Esses resultados indicam a grande potencialidade da combinação desses dois resíduos para utilização com insumo agrícola, especialmente nas condições do solo e clima do SAF proposto.

Iremos analisar agora focar nos diferentes tratamentos, observando as variações de produtividade nos anos de maior e menor pluviosidade, ou seja, 2012 e 2009, respectivamente. No tratamento A, com as menores médias, a produção variou de 0 Kg/ha até 30 Kg/ha. Já no tratamento B, a variação foi de 1,5 até 95 Kg/ha. O tratamento C teve produções variando de 100 até 380Kg/ha. Já o tratamento D, com as maiores produções, variou de 120 até 430 Kg/ha

Com essas análises fica evidente os níveis de produtividade mínimos e máximos, possíveis de serem alcançados pelos diferentes sistemas de manejo utilizados. E assim, podemos analisar a potencialidade e fragilidade de cada tratamento. Nesse sentido, observamos níveis crescentes de produtividade e regularidade na produção dos tratamentos A e B até os tratamentos C e D, que obtiveram os melhores indicadores. Podemos afirmar que o tratamento D se caracteriza como o melhor sistema de produção para a produção de feijão, nas condições edafoclimáticas do litoral norte do ceará.

4.3. ANÁLISE DE ECONÔMICA

A aplicação dos critérios de análise econômica na área florestal (Agrária e Sistemas Agroflorestais) é fundamental para se decidir qual o melhor projeto e, ou, alternativa de manejo a serem adotados. Assim, a determinação da idade econômica de corte, o

espaçamento, a adubação, a época e a intensidade de tratamentos silviculturais, e a espécie, dentre outras decisões, podem ser tomadas de forma mais segura quando feitas as simulações baseadas nos critérios técnico-econômicos (LOPES, 1990).

Muitos trabalhos têm sido feitos sobre análise econômica de projetos florestais, a maioria deles utilizando os principais critérios dessa análise econômica: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Razão Benefício/Custo (B/C), Valor Anual Equivalente (VAE) e Custo Médio de Produção (CMP). Todos esses critérios levam em conta a variação do capital no tempo, mas cada um aponta diferentes aspectos relacionados aos projetos (NAUTIYAL, 1988; SILVA et al., 1999; REZENDE e OLIVEIRA, 2001).

Nesse contexto, aqui serão feitas as análises econômico-financeiras da produção agroflorestal e tradicional de milho, incluindo os quatro tratamentos, durante os cinco anos de pesquisa, por meio do Valor Presente Líquido (VPL), da relação benefício/custo (B/C) e da taxa interna de retorno (TIR), obtidas a partir dos fluxos de custos e de receitas (benefícios), a um custo de oportunidade de 12% ao ano.

Antes das análises propriamente ditas, vamos conceituar e estudar cada um desses critérios de análise econômica.

O valor presente líquido (VPL) de um projeto de investimento pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. Em outras palavras, é a diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos (SILVA e FONTES, 2005).

A relação custo/benefício (B/C) é um indicador que relaciona os benefícios de um projeto ou proposta, expressos em termos monetários, e o seus custos, também expressos em termos monetários. Tanto os benefícios como os custos devem ser expressos em VPL (GITMAN, 2004).

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é provavelmente a técnica de orçamento de capital sofisticada mais usada. No entanto, é consideravelmente mais difícil do que o VPL para se calcular. A TIR é a taxa de desconto que iguala o valor presente de fluxos de entrada de caixa com o investimento inicial associado a um projeto. Em outras palavras, é a taxa de desconto que iguala o VPL de uma oportunidade de investimento a \$0 (GITMAN, 2004).

Para o melhor entendimento da contribuição que os indicadores, fornecidos por meio destes procedimentos, darão ao investidor, dois aspectos merecem esclarecimentos:

- a) o fluxo analisado neste item é financeiro, enfocando a ótica privada ou microeconômica do empreendimento;

- b) o valor da remuneração da mão-de-obra, que é 100% familiar, é computada tanto na linha dos custos como na das receitas, tendo em vista que não se caracteriza como uma saída de recursos do âmbito do estabelecimento. Caso houvesse custo com mão-de-obra contratada, tal valor figuraria apenas na linha dos custos;
- c) remuneração do capital investido: utilizou-se o percentual de 6% do valor dos investimentos em infraestrutura e equipamentos por tratar de pequeno agricultor. O parâmetro é a remuneração da caderneta de poupança em 2012;
- d) para a remuneração do fator terra, foi adotado o valor de 3% ao ano, conforme estudo de Camargo e Ferreira, citado por Madalozzo (2005), que indica taxas de crescimento anuais dos preços reais de terra no Brasil, para as diferentes categorias, no período de 1966 a 1986, de 4,95% ao ano para terras de campo, 4,49% ao ano para terras de lavouras, 3,68% para terras de pastagens e 2,72% para terras de matas, sendo a alíquota modal 3,0 % ao ano;

A Tabela 5 apresenta os indicadores de um fluxo de caixa financeiro, obtido pela coleta de custos e receitas referentes a cinco anos de produção dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) analisados, e, a partir dessa situação, são feitas análise econômica ou social.

. A partir dos dados da Tabela 5, analisando-se os indicadores calculados, constata-se que a situação base apresenta bons indicadores para a modalidade de atividade financeira, ou seja, $TIR = 23,13\%$ e relação benefício/custo = 1,16, mostrando uma situação confortável. Saliente-se que a taxa mínima de atratividade é de 6,47% (remuneração da poupança em 2012) e que, se a TIR fosse igual a esse percentual, o investidor seria indiferente quanto à opção de investir na agricultura ou na caderneta de poupança. Como a TIR foi de 23,13% (3,6 vezes maior do que a poupança), fica patente o acerto na decisão de investir na produção agroflorestal pelos excelentes retornos oferecidos. Através da análise benefício/custo, observa-se que, para cada real investido na atividade, há um retorno de R\$ 0,16 para o produtor. Assim, a análise destes indicadores mostra que, de forma indubitável, o projeto gera “valor econômico” para a sociedade, recomendando-se, portanto, a sua execução. Esses índices estão de acordo com os verificados por França et al. (2007).

Considerando os bons indicadores considerando a atividade agroflorestal como um todo, agora iremos analisar os quatro tratamentos experimentais, assim como o tratamento Testemunho Regional, separadamente.

Tabela 5. Fluxo de caixa financeiro dos quatro tratamentos utilizando SAF analisados, no quinquênio 2008/2012, na localidade do Cajueiro do Boi, Município de Bela Cruz/CE

Custos	2008				2009				2010				2011				2012			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Compra de sementes de gliricídia	7,50	7,50	7,50	7,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Implantação Aléias	12,50	12,50	12,50	12,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raleamento	70,00	70,00	70,00	70,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retirada de madeira útil	25,00	25,00	25,00	25,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Queima	12,50	12,50	12,50	12,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compra sementes de milho	12,00	12,00	12,00	12,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compra Esterco	-	13,95	-	13,95	-	13,95	-	13,95	-	13,95	-	13,95	-	13,95	-	13,95	-	13,95	-	13,95
Compra Bagana	-	-	75,00	75,00	-	-	75,00	75,00	-	-	75,00	75,00	-	-	-	-	-	-	75,00	75,00
Aplicação Bagana	-	-	37,50	37,50	-	-	37,50	37,50	-	-	37,50	37,50	-	-	-	-	-	-	37,50	37,50
Plantio do cajú	2,50	2,50	2,50	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manejo de rebrotas	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Capina	60,00	60,00	7,50	7,50	60,00	60,00	7,50	7,50	60,00	60,00	7,50	7,50	60,00	60,00	25,00	25,00	60,00	60,00	7,50	7,50
Compra de sementes de caju	3,13	3,13	3,13	3,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plantio de milho	-	-	-	-	-	-	-	-	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50
Colheita	-	-	-	-	-	-	-	-	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50
Remuneração da terra	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Total	228,13	242,08	288,13	302,08	83,00	96,95	143,00	156,95	108,00	121,95	168,00	181,95	108,00	121,95	73,00	86,95	108,00	121,95	168,00	181,95
Benefícios	2008				2009				2010				2011				2012			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Venda de madeira	300,00	300,00	300,00	300,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Venda de milho	29,38	55,00	73,13	78,13	19,38	44,38	85,00	120,00	4,44	10,50	21,09	29,17	25,07	38,81	76,80	98,45	0,16	0,66	8,46	21,45
Venda de forragem	-	-	-	-	-	-	-	-	9,04	13,44	20,24	25,81	24,51	32,01	62,38	66,50	0,61	1,42	12,16	21,70
Venda de feno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,25	11,25	28,13	28,13	11,25	11,25	28,13	28,13
Variação patrimonial - Ganho de peso dos animais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,00	18,00	45,00	45,00	18,00	18,00	45,00	45,00
Venda de castanha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46,90	46,90	46,90	46,90
Remuneração da M.O. familiar	202,50	202,50	187,50	187,50	80,00	80,00	65,00	65,00	105,00	105,00	90,00	90,00	105,00	105,00	70,00	70,00	105,00	105,00	90,00	90,00
Remuneração do capital investido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	196,04
Total	531,88	557,50	560,63	565,63	99,38	124,38	150,00	185,00	118,47	128,94	131,33	144,98	183,83	205,08	282,31	308,08	181,91	183,23	230,65	449,23
Fluxo Líquido (B-C)	303,75	315,43	272,50	263,55	16,38	27,43	7,00	28,05	10,47	6,99	- 36,67	- 36,97	75,83	83,13	209,31	221,13	73,91	61,28	62,65	267,28

Fonte: elaborado pelo autor. – Resultados mostrados por faixa (1/10 de hectare)

A Tabela 5 apresentada, apresenta os resultados obtidos a partir do fluxo líquido de caixa social/econômico. Como a análise do fluxo de caixa líquido é feita, neste item, sob a ótica econômica ou social, considerou-se que os tratamentos, em análise, são representativos de um grande contingente de agricultores, ou seja, a análise é feita numa perspectiva macroeconômica.

Na presente análise, as receitas, os investimentos e os custos são transformados de financeiros em econômicos, por meio da utilização de fatores de conversão (PLENA, 2005). A partir desse procedimento, os valores do fluxo líquido de caixa aumentaram, gerando novos indicadores de resultado.

A Tabela 6 sumaria a comparação dos quatro tratamentos utilizando SAF, e um modelo de produção local de agricultura itinerante, analisados durante os cinco anos de cultivo.

Tabela 6 - Comparação dos cinco tratamentos utilizando Sistemas Agroflorestais (SAFs) analisados, no quinquênio 2008/2012, na localidade do Cajueiro do Boi, Município de Bela Cruz/CE.

Tratamentos	B/C	VPL (R\$)	TIR (%)	<i>Payback (anos)</i>
Tratamento T	0,89	-106,73	4,67	3,66
Tratamento A	0,97	-21,89	9,61	3,19
Tratamento B	1,16	102,13	24,03	2,56
Tratamento C	1,11	84,46	25,26	2,76
Tratamento D	1,26	220,62	26,98	2,74

Analisando-se individualmente cada tratamento, como observado na Tabela 5, podemos perceber que os melhores indicadores se deram no tratamento D, uma vez que o mesmo apresentou uma TIR de 26,98% (4,17 vezes maior do que a poupança), um B/C de 1,26 (para cada real investido na atividade, há um retorno de R\$ 0,26 para o produtor) e um VPL de 220,62. Já o “retorno” (do investimento) se dá com 2,74 anos.

Os tratamentos C e B, também apresentaram bons indicadores econômicos, no entanto estes foram menos atrativos do que os encontrados no tratamento D. Para o tratamento C, a TIR foi de 25,26 (3,9 vezes maior do que a poupança), um B/C de 1,11 (retorno de R\$ 0,11 para cada R\$ 1,00 investido) e um VPL de 84,46. Já o “retorno” foi calculado em 2,76 anos. Considerando o tratamento B, o TIR foi de 24,03 (3,71 vezes maior do que a poupança), um VPL de 102,13 e um “retorno” de 2,56. Percebemos que a TIR desse dois tratamentos foram

bem próximas, apesar do tratamento C ser 5% maior do que no tratamento B. Já para os outros indicadores, o tratamento B ficou com melhores resultados. Essa diferença pode estar associada ao relativo alto custo da aplicação da bagana, que apesar de proporcionar elevados aumentos na produção, relativamente bem maiores do que a aplicação apenas do esterco, ao ser aplicada isolada (a bagana) não tem seu retorno proporcional ao investimento. Por outro lado, apesar da adição do esterco não aumentar a produtividade tanto quanto a aplicação isolada da bagana, o baixo custo na sua compra e utilização fazem com que os indicadores, neste caso, sejam melhores.

Em relação ao “retorno” nos tratamentos B, C e D, apesar de numericamente serem diferentes, o tempo prático de retorno é o mesmo, ou seja, final do terceiro ano de produção. Os valores mais baixos do “retorno” nos tratamentos B e C se devem aos custos de instalação e manejos associados serem mais baixos.

Considerando apenas os tratamentos experimentais (A-D), os piores indicadores foram observados no tratamento A. Apesar de ter uma TIR de 9,61 (305 maior do que a poupança), esse tratamento não é viável do ponto de vista econômico, pois sua relação B/C foi de 0,97 e sua VPL foi de -21,89 (negativo). O que significa que o dinheiro investido não é retornado, ou seja, não há lucro. Esses resultados mostram que o cultivo apenas nas condições do SAF ainda não são suficientes para garantir um retorno financeiro ao agricultor. Uma vantagem desse tratamento é conseguir fixar a agricultura numa mesma área, e ainda ter uma produtividade maior do que as obtidas no tratamento Testemunho Regional, porém, esse não conseguiu se mostrar viável do ponto de vista econômico. Conseqüentemente esse tratamento apresenta os mais baixos níveis de sustentabilidade, entre os tratamentos com SAF.

No entanto, quando estudamos o conjunto dos cinco tratamentos, os piores indicadores foram os resultantes do tratamento T (Testemunho Regional). Nesse caso, a TIR foi de 4,67 (próximo ao rendimento da poupança), o C/B de 0,89 (custo maiores que os benefícios) e o VPL de -106,73 (negativos). Nesse caso, esse tratamento apresentou maus indicadores econômicos, demonstrando que tal prática, além de trazer impactos negativos ao ambiente (pelo desmatamento e queimadas constantes na caatinga), ainda causa prejuízo financeiro ao produtor. Nesse sentido, esse tratamento é o que apresenta o menor nível de sustentabilidade, considerando todos os tratamentos.

Esses prejuízos considerados nos tratamentos A e T devem ser entendidos de forma relativa. Pois apesar de mostrarem-se economicamente não viável, com prejuízos, esses sistemas de produção são socialmente praticados. Isso acontece, pois quando o agricultor vai

vender sua produção, seja de milho ou feijão, ele acaba por não ser remunerado por todo o conjunto de atividades relacionadas ao plantio, cultivo e venda. Assim, o preço do produto final não internaliza todos os custos associados. Dessa forma, o agricultor acaba desenvolvendo algumas atividades que não serão remuneradas. Ao vender o produto, ele tem o lucro da venda dos grãos, no entanto, o valor adquirido com a venda não seria suficiente para pagar todo o conjunto de atividades relacionadas ao cultivo, caso essas fossem “terceirizadas”.

Mesmo nesse contexto de internalização de algumas atividades sem a devida remuneração, os tratamentos T e A apresentam baixos níveis de sustentabilidade econômica, pois os mesmos não são viáveis e não apresentam retorno ao investimento realizado.

Nesse contexto, vamos definir o Custo de Oportunidade e relacionar com a situação acima. Segundo DICKEY (1967), custo de oportunidade é a medida do benefício previsto como resultado da rejeição de uma alternativa do uso de recursos. Já GRAY & JOHNSTON (1977) afirmam que "um custo de oportunidade é o lucro que poderia ter sido conseguido se um conjunto de recursos tivesse sido aplicado num certo uso alternativo". Podemos entender o custo de oportunidade como a possibilidade de um ganho ou perda onde exista mais de uma opção, ou seja, é aquilo que você pode deixar de ganhar em uma transação por escolher uma determinada opção. Pode se dizer que se existe um Recurso R, e duas opções A e B, o custo de oportunidade de usar o R para A é B, e o de usar o R para B é A.

Nesse sentido, o agricultor poderia deixar de praticar agricultura para vender sua força de trabalho em outra propriedade. Pois ao decidir cultivar, o agricultor perde essa oportunidade de vender sua força de trabalho e ser remunerado por todas e quaisquer atividades que chegue a desenvolver. O que não acontece caso o agricultor utilize as técnicas tradicionais de manejo ou mesmo as do tratamento A.

5. CONCLUSÃO

Relembrando Conway (1985), a estabilidade de um sistema de produção tem sido definida como a constância da produção sob um conjunto de condições ambientais, econômicas e de manejo.

O SAF proposto se adequou as condições do litoral norte cearense, pois obteve êxito em fixar a agricultura e sustar a degradação ambiental (pela manutenção da Caatinga Raleada e pela falta de necessidade de abertura de novas áreas de cultivo), gerando maiores níveis de sustentabilidade para esses sistemas de produção.

Considerando o tratamento T como referência, os tratamentos experimentais (SAF) conseguiram aumentar a produtividade geral do sistema de produção, elevando a produção de grãos (milho e feijão), com níveis crescentes do tratamento A até o D, e ainda garantindo uma maior diversidade de produtos (pedúnculo e castanha do caju, feno de gliricídia, etc.). O tratamento D foi o que obteve as maiores produções, tanto de milho quanto de feijão, em todos os anos estudados, principalmente nos anos de maior seca. O tratamento D também foi o que apresentou a melhor constância na produção de grãos.

Os tratamentos T e A não são economicamente viáveis, resultando em prejuízos na sua adoção. Já os tratamentos B, C e D apresentaram viabilidade econômica, com um tempo de retorno dos investimentos no final do 3º ano. Porém o tratamento D foi o que obteve os melhores indicadores econômicos, tanto no Benefício/Custo, VLP e TIR, resultando em maiores níveis de sustentabilidade financeira.

Por esse conjunto de indicadores, de produtividade e econômicos, podemos afirmar seguramente que o tratamento D é o sistema de manejo mais adequado para as condições de solo e clima do litoral norte do Ceará.

6. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. Nordeste sertanejo: a região semiárida mais povoada do mundo. 1999. **Estudos Avançados** Vol.13 no.36, São Paulo Maio/Agosto, 1999
- AB'SÁBER, A.N. O Domínio **Morfoclimático Semi-Árido das Caatingas Brasileiras**. Instituto de Geografia / USP, São Paulo, (Série Geomorfologia, 43), 1974.
- AGROFLORESTA no Sertão Central Cearense. **Agrofloresta**. v. 1, n.1, p. 04-07, 2007.

AGUIAR, M. I.; VALE, N. F. L.; OLIVEIRA, T. S.; CAMPANHA, M. M. Produção De Serrapilheira e Ciclagem de Nutrientes em Sistemas Agroflorestais. In: VI Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação – CONNEPI. **Anais: Congresso...** p. 99-107. 16 a 18 de dezembro de 2011, Natal - Rio Grande do Norte.

AKANDE, S.R. Genotype by environment interaction for cowpea seed yield and disease reactions in the forest and derived savanna agro-ecologies of south-west Nigeria. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, v.2, p.163-168, 2007.

ALMEIDA, A. C. S. de; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, M. V. F.; SILVA, J. A. A.; LIRA, M. A. Caracterização de produtores e propriedades rurais em três municípios do estado de Pernambuco. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 4, p.323-332, 2006.

ALMEIDA, J.A.; BERTOL, I.; LEITE, D.; AMARAL, A.J. & ZOLDAN JÚNIOR, W.A. Propriedades químicas de um Cambissolo Húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. *R. Bras. Ci. Solo*, 29:437-445, 2005.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**. Bases científicas para una agricultura sustentable. 4 ed. Montevideo: Nordan Comunidad, 1999, 315 p.

ALTIERI, M. A. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989.

ALTIERI, M. A. Entrevista. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, v.2, n.2, p.5- 11, jul./dez. 1995.

ALTIERI, M. **Biotecnologia agrícola: Mitos, Riscos Ambientais e Alternativas**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Edição especial preparada pela ASCAR-EMATER/RS, 2002

ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; PALÁCIO, H. de A. Q. O semiárido cearense e suas águas. . In: Eunice Maia de Andrade; Omar Jesus Pereira; Francisco Éden Rocha Dantas. (Org.). **O SEMIÁRIDO e o manejo dos recursos naturais**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2010, cap. 3, p. 71-94.

ARAÚJO FILHO, J. A & SILVA, N.L.da. **Sistema de Produção Agrossilvipastoril**. Sobral, CE: EMBRAPA, 2008 3p. (Comunicado Técnico, 89). ISSN 1676-7675. Acessado em:

10/08/2011.

Disponível

em:

<<http://www.cnpc.embrapa.br/admin/pdf/01001001210020.cot89.pdf>>

ARAÚJO FILHO, J. A. ; SILVA, N. L. ; FRANÇA, F. Mavignier. C ; CAMPANHA, M. M. ; SOUSA NETO, J. M. **Sistema de Produção Agrossilvipastoril no Semiárido do Ceará.** Fortaleza, CE: Governo do Estado do Ceará - Secretaria de Recursos Hídricos, 2010 (Cartilhas temáticas).

ARAÚJO FILHO, J. A. de; CARVALHO, F. C. de. **Desenvolvimento Sustentado da Caatinga.** Sobral: EMBRAPA – CNPC, , Circular Técnica, 13, 1997. 19p.

ARAÚJO FILHO, J. A. Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris. Sobral, CE: EMBRAPA-CNPC. 18p. (EMBRAPA-CNPC. Circular Técnica, 11). 1992

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. de. **Sistemas de produção agrossilvipastoril para o Semi-Árido Nordestino.** In: CARVALHO, M. M., ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J. C., Sistemas Agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite –; Brasília: FAO, 2001. p.101-110.

ARAÚJO FILHO, J. A.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; SILVA, N. L. da; SOUSA, F. B. de; FRANÇA, F. M. **Sistema agrossilvipastoril Embrapa Caprinos.** In: LIMA, G. F. da C.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; MACIEL, F. C.; BARROS, N. N.; AMORIM, M. V.; CONFESSOR JÚNIOR, A. A. (Org.). Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte: orientações para viabilidade do negócio rural. Natal: EMATER-RN; EMPARN; Embrapa Caprinos, 2006.

ARAÚJO FILHO, J. A.; VALE, L. V.; ARAÚJO NETO, R.B.DE. **Dimensões de parcelas para amostragem do estrato herbáceo da caatinga raleada.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 268, 1986.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Caatinga: Agroecologia Versus Desertificação.** Ciência Hoje, 30:44-45, 2002.

ARAÚJO FILHO, J.A. de; BARBOSA, T.M .L. **Sistemas Agrícolas Sustentáveis Para Regiões Semi-Áridas.** Sobral: Embrapa Caprinos, (Circular Técnica, 20), 1999.

ARAÚJO FILHO, J.A. Manejo agroflorestal da caatinga: uma proposta de sistema de produção. In: OLIVEIRA, T. S. de; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Ed.). Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 47-57.

ARAÚJO FILHO, J.A.; CAMPANHA, M. M.; FRANÇA, F. M. C.; SILVA, N. L. da; SOUSA NETO, J. M. Sistema de produção agrossilvipastoril no semiárido do Ceará. In: International Conference: Climate, Sustainability And Development In Semi-Arid Regions - ICID+18, 2., 2010, Fortaleza.

ARAÚJO, E. A.; RIBEIRO, G. A. Impactos do fogo sobre a entomofauna do solo em ecossistemas florestais. *Natureza & Desenvolvimento*, v. 1, n. 1, p. 75-85, jan./fev. 2005.

ARCO-VERDE, M. F. **Sustentabilidade Biofísica e Socioeconômica de Sistemas Agroflorestais na Amazônia Brasileira**. 2008. 188 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

ATTA-KRAH, A.N. Alley farming with *Leucaena*: effect of short grazed fallows on soil fertility and crop yields. **Experimental Agriculture**, v.26, p.1-10, 1990.

BARGHINI, A. O milho na América do Sul Pré-Colombiana: uma história natural. *Revista Pesquisas, Série Antropologia*, nº 61 170p. 2004.

BARRETO, A.C. e FERNANDES, F.M. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria do solos dos tabuleiros costeiros. *Pesq. Agropec. Bras.*, 36:1287-1293, 2001.

BARROS, L.M.; PIMENTEL, C.R.M.; CORREA, M.P.F.; MESQUITA, A.L.M. **Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro anão precoce**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1993. 65p. (EMBRAPA - CNPAT. Circular Técnica, 1).

BAYER, C.; BERTOL, I. **Características químicas de um Cambissolo Húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica**. *Revista Brasileira de Ciência de Solo*, v. 23, n. 3, p. 687-694, 1999. Acessado em 22/12/2010. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/915/915>>.

BELIK, W. Perspectivas para segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Saúde e Sociedade** v.12, n.1, p.12-20, jan-jun. 2003.

BENTES GAMA, M. M., DA SILVA, M. L., VILCAHUAMÁN, J. M., LOCATELLI, M. Análise Econômica de Sistemas Agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho d'Oeste – RO. **Revista Árvore**, vol.29, nº.3, Viçosa – MG, Maio/Junho, 2005.

BERG, B.; LASKOWSKI, R. Advances in ecological research. Litter decomposition: A guide to carbon and nutrient turnover. 421 p. Vol. 38,2006. Elsevier Academic Press, San Diego, California, USA.

BERTOL, I.; COGO, N. P.; SCHICK, J.; GUDAGNIN, J.C.; AMARAL, A. J. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 1, p. 133-142, 2007.

BEZERRA, M. C. L.; VEIGA, J. E. **Agricultura sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio Museu Emílio Goeldi, 2000. 190 p.

BLAIR, G.J. LEFROY, R.D.B., LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Aust. J. Agric. Res.*, 46: 1459-1466, 1995.

BLOC, A.F.R. **Viabilidade financeira da produção de ovinos em sistemas agroflorestais pecuários no semi-árido cearense**. 2008. 35p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, 2008.

BORGES, M. M.; OLIVEIRA, F. L.; FRAGOSO, D. B. Estabelecimento inicial de cobertura viva permanente de solo em pomar de cajueiro. In: 13ª Jornada de Iniciação Científica da UNITINS. Anais: Iniciação Científica: Despertar Vocações para a Inovação. pag 48 a 53. Editora Etnias. 23 e 24 de novembro de 2006, Palmas – TO.

BRASIL, Lei nº6.894, de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá outras providências. Diário Oficial da União, de 16 de dezembro de 1980.

BREMAN, H.; KESSLER, J.J. The potential benefits of agroforestry in the Sahel and other semi – arid regions. **European Journal of Agronomy**, v. 7, p. 25-33, 1997.

BRITO, F.E.M. **O admirável mundo sombrio anunciado pela Monsanto**. O Olho da História, Salvador (BA), julho de 2009.

BRITO, L T. L.; CAVALCANTI, N. B.; PEREIRA, L. A. Efeito da irrigação de salvação na produtividade do milho (*Zea mays* L.). In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola: Planejamento da bacia hidrográfica e o desenvolvimento da agricultura: **Anais...** 2 a 6 de agosto 2009, Juazeiro (BA)/Petrolina (PE).

BRITO, L. T. L.; ANJOS, J. B.; CAVALCANTI, N. B.; PEREIRA, L. A.; LEITE, W. M. Influência do preparo do solo nas perdas de água de chuva na cultura do milho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 6., 2007, Belo Horizonte. Água de chuva: pesquisas, políticas e desenvolvimento sustentável: **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2007. 1 CDROM.

BURGUER, D.; BRASIL, E.C.; FLOHRSCHUTZ, G.H.H.; LENTHE, H.R.; STOLBERG-WERNIGEROD, A.G.Z.; WOLLERSEN, T. **Aproveitamento de capoeira como fonte de adubo orgânico para a utilização e conservação do solo da Amazônia**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU/GTZ, 1986. p.203-221. (Relatório Final do Convênio).

CAMARGO, F.A.O., SANTOS, G.A., GUERRA, J.G.M. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G.A., CAMARGO, F.A.O. eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais. 1 ed. Porto Alegre, 1999. P. 27-39.

CAMBARDELLA, C.A. & ELLIOTT, E.T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 56: 777-783, 1992.

Campanha, M. M.; Aguiar, M. I.; Maia, S. M. F.; Oliveira, T. S.; Mendonca, E. S.; Araujo Filho, J. A. Perdas de solo, água e nutrientes pela erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo agroflorestais no Semi-árido cearense. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 14p. 2008 (Embrapa Caprinos e Ovinos. Circular Técnica, 37).

CAMPANHA, M. M.; GUIMARÃES, V. P.; BOMFIM, M. A. D. Sistema Agrossilvipastoril caprinos e ovinos: reunião técnica. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2010. (Embrapa Caprinos e Ovinos. Documentos, 97)

CAMPANHA, M.M et al. **Perdas de Solo, Água e Nutrientes pela Erosão Hídrica em Diferentes Sistemas de Manejo Agroflorestal no Semi-árido Cearense**. Sobral, CE: EMBRAPA, 2008, 14p (Circular Técnica, 37). ISSN 1676-7667. Acessado em: 10/08/2011. Disponível em: <<http://www.cnpc.embrapa.br/admin/pdf/03534410012414.ct37.pdf>>.

CAMPOS, ROBERIO TELMO. **Tipologia dos Produtores de Ovinos e Caprinos do Estado do Ceará**, Fortaleza: Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, 2001. 80 p.

CAPORAL, F. R. **A Extensão Agrária do Setor Público diante os Desafios do Desenvolvimento Sustentável: o Caso de Rio Grande do Sul, Brasil**. (Tese) Programa de Doctorado en Agroecología, Campesinado e Historia, ISEC-ETSIAN, Universidad de Córdoba, España, 517p. 1998.

CAPORAL, F. R. **A Extensão Agrária do Setor Público diante os Desafios do Desenvolvimento Sustentável: o Caso de Rio Grande do Sul, Brasil**. (Tese) Programa de Doctorado en Agroecología, Campesinado e Historia, ISEC-ETSIAN, Universidad de Córdoba, España, 517p. 1998.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004. 24p.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. Brasília, DF: MADA: SAF: DATER-IICA, 2004 24 p EMBRAPA. **Marco referencial em agroecologia**. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2006. 70p.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. **Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável**. Brasília, DF: [s.n.], 2006. 25 p.

CAPORAL, F. R; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia. Enfoque científico e estratégico. Agroecol.e Desenv.Rur.Sustent**.Porto Alegre, v.3, n.2, abr./junh.2002

CAPORAL, F.R. COSTABEBER, J.A; PAULUS, G. **Agroecologia: Matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável**. Brasília, 2006. 25p.

CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J.A. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável: perspectivas para uma Nova Extensão Rural. **Agroecol. e Desenv. Rur. Sustent.**, v. 1, n. 1, jan/mar. Porto Alegre, 2000.

CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V.Q. Desempenho agrônômico do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamento entre linhas e densidade de plantas sob regime de sequeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, p.102-105, 2006.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. Rio de Janeiro: Melhoramentos, 1962. 305 p.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE**, Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricas, 372p, 2010.

CEDDIA, M. B. et al. Sistemas de colheita da cana-de-açúcar e alterações nas propriedades físicas de um solo Podzólico Amarelo no Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 8, p. 1467-1473, ago. 1999.

CERRI, C.C. & CERRI, C.E.P. Agricultura e aquecimento global. *B. Inf. SBCS*, 23:40–44, 2007.

CERRI, C.E.P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W.E.; MELILLO, J.M. & CERRI, C.C. Tropical agriculture and global warming: Impacts and mitigation options. *Sci. Agric.*, 64:83-99, 2007.

CHAN, K.Y., HEENAN, D.P., OATES, A. Soil carbon fractions and relationship to soil quality under different tillage and stubble management. *Soil & Tillage Research.*, 63: 133-139, 2002.

CHAN, K.Y., HEENAN, D.P., OATES, A. Soil carbon fractions and relationship to soil quality under different tillage and stubble management. *Soil & Tillage Research.*, 63: 133-139, 2002.

CLEMENTS, F. E. *Plant Succession*. , Carnegie Institution, Publication 242, Washington, DC. 1916.

CONCEIÇÃO P. C.; AMADO T. J. C.; MIELNICZUK J. & SPAGNOLLO E. **Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos**

relacionados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 29:777-788, Viçosa. Set./out. 2005.
Acessado em 22/12/2010. Disponível em:
<<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1802/180214037013.pdf>>

CORREIA, M.E.F; ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.) Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais. 2. ed. rev. e atual. – Porto Alegre: Metropole, 2008. cap. 10, p.137-158.

CORWIN, D. L.; LESCH, S. M. Application of soil electrical conductivity to precision agriculture: theory, principles, and guidelines. Agron. J., Madison, v. 95, n. 3, p. 455-471, 2003.

COSER, T.R. ; FIGUEIREDO, C.C.; RAMOS, M.L.G.; JANNUZZI, H.; MARCHÃO, R.L. Recuperação de carbono obtida por três métodos em frações da matéria orgânica de Latossolo, sob consórcio milho-forrageiras, no Cerrado. Biosci. J., v. 28, Supplement 1, p. 91-97, 2012.

COSTANTIN, A.M. **Introdução aos sistemas agroflorestais.** Disponível em: <http://paraiso.etfto.gov.br/docente/admin/upload/docs_upload/material_87f61a9be7.PDF>. Acesso em: 13 jun. 2013.

COX, G. W. **Vegetation Analysis.** In Laboratory Manual of General Ecology. Ed. WCB, USA. 7ª ed. 88-97 pp. 1996.

D`ANDRÉA, A.F., SILVA, M.L.N., CURI, N., SIQUEIRA, J.O., CARNEIRO, M.A.C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. R. Bras. Ci. Solo., 26: 913-923, 2002

De Schutter, O. Agroecology and the right to food. **Report of the Special Rapporteur on the right to food to the 16th session of the Human Rights Council.** A/HRC/16/49/Add.1. March 2011. Geneva, Human Rights Council.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de; FRANCO, A.A. Adubação verde: Parâmetros para avaliação de sua eficiência. In: CASTRO FILHO, C. de; MUZILLI, O., eds. **Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas.** Londrina: IAPAR/SBCS, 1996. p.225-242.

DEPONTI, C. M. **Indicadores para a avaliação da sustentabilidade em contextos de desenvolvimento rural local**. 2001. 155 p. Monografia (Especialização) - UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, Porto Alegre, 2001.

DICKEY, Robert I. Accountants cost handbook New York, Ronald Press• 1967. p.1.11.

DING,X.; HAN ,X.; LIANG, Y.; QIAO, Y.; LI, L.; LI, N. Changes in soil organic carbon pools after 10 years of continuous manuring combined with chemical fertilizer in a Mollisol in China. Soil & Tillage Research,v. 122, p.36-41, 2012.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Roma, FAO, 1979. 193p.il. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A. eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-22. (Publication Number, 35)

DUARTE, E. M. G. Ciclagem de nutrientes por árvores em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica. Universidade Federal de Viçosa, 2007. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: UFV, 2007, 115p

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. v. 1. Rio de Janeiro: REBRAAF/Fundação FORD, 1996. 228p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: 1997. 21p

EMBRAPA. **Marco referencial em agroecologia**. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2006. 70p.

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

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

ESTEVA, G. **Development**. In: SACHS, W. (ed.). The development dictionary: a guide to knowledge as power. London: Zed Books Ltd., 1996, (versão traduzida).

EVENSEN, C.I.; DIEROLF, T.; YOST, R. Alley farming on highly weathered soils: cumulative effects on field and soil properties. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY, 83, Denver, EUA, 1991. **Proceeding...** Madison, EUA: American Society of Agronomy, 1991. 66p.

FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.3, p.416-424, 2001

FEIDEN, A. **Conceitos e Princípios para o Manejo Ecológico do Solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 21p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 140).

FERNANDES, C. A. F. **Os agricultores, os mediadores sociais e a sustentabilidade**: um estudo na APA Itacaré Serra Grande. 2005. 60 p. (Monografia – Especialização em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Itapetinga - BA: UESB.

FERNANDES, E.C.M.; DAVEY, C.B.; NELSON, L.A. Alley cropping on an acid soil in the upper Amazon: much, fertilizer, and hedgerow root pruning effects. In: American Society of Agronomy (ed.). **Technologies for sustainable agriculture in the tropics**. Madison, EUA., ASA, 1993. p.77-96. (Special Publication, 56).

FRANÇA, F. M. C.; HOLANDA JUNIOR, E. V. e SOUSA NETO, J. M. Modelo de exploração de ovinos e caprinos para agricultores familiares do semiárido por meio do sistema agrossilvipastoril. In: 7º CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: 2007, CD ROM.

FRANCHINI, J. C.; GONZALEZ-VILA, F. J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Rapid transformations of plant water-soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisol. *Plant Soil*, v.31, p.55- 63, 2001

FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; RIBEIRO, V.Q. **Feijão caupi**: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005a. 519p.

FREIRE, M.B. dos S.; RUIZ, H.A.; RIBEIRO, M.R.; FERREIRA, P.A.; ALVAREZ, V.H.; FREIRE, J.F. Condutividade hidráulica de solos de Pernambuco em resposta à condutividade elétrica e RAS da água de irrigação. Campina Grande: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.45-52, 2003.

GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo-Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Gênese, 1999. p. 227-244.

GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A., CAMARGO, F.A.O (Eds.). Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais. 1ed. Porto Alegre, 1999. P. 227-243.

GARRITY D.P. Agroforestry and the achievement of the Millennium development goals. New vistas in Agroforestry, A compendium for the 1st World Agroforestry Congress 2004. **Kluwer Academic Publishers**, Netherlands, 2004.

GITMAN, L. J.Princípios da Administração Financeira. 10 ed. São Paulo: Pearson Education, 2004.

GLENN-LEWIN, D. C., Peet, R. K. & Veblen, T. T. *Plant Succession; theory and prediction*. Chapman & Hall, London. 1992.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**. Processos ecológicos em agricultura sustentável. 3ed., Porto Alegre, UFRGS, 2005. 653 p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora Da UFRGS, 2000. 654 p.

GNADLINGER, J. **Tecnologias de captação e manejo de água de chuva em regiões semi-áridas**. In: Küster, A.; Melchers, I.; Marti ,J. F. (Org.). Tecnologias apropriadas para terras secas. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2006, v. 1, p. 103-122.

GNADLINGER, João. A Contribuição da Captação de Água de Chuva para o Desenvolvimento Sustentável do Semi-árido Brasileiro, in: **O Nordeste quer Dignidade**. São Paulo: CUT, Contag e ASA, 2001.

GOMES, J. C. C. & BORBA, M. F. S. Limites e possibilidades da agroecologia como base para sociedades sustentáveis. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 29, p. 5-14, jul./dez. 2004.

GÓMEZ, M.E. & PRESTON, T.R. Ciclaje de nutrientes en um banco de proteína de mata *Gliricidia sepium*. Liv. Res. Rural Develop., 8:6, 1996. ESQUIVEL, J.; IBRAHIM, M.; JIMENEZ, F. & PEZO, D. Distribución de nutrientes en el suelo en sociaciones de poró (*Erytrina berteroana*), madero negro (*Gliricidia sepium*) e *Arachis pintoii* con *Brachiaria brizantha*. R. Agrofor. la Am., 5:39-43, 1998.

GRAY, Jack & JOHNSTON, Kenneth. Contabilidade e administração SI. Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1977. p.162.

GREGORICH, E.G., GREER, K.J., ANDERSON, D.W., LIANG,, B.C. Carbon distribution and losses: erosion and deposition effects. Soil & Tillage Research., 47: 291-302, 1998.

GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C.M. e ELLERT, B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Can. J. Soil Sci., 367-375, 1994.

GUERRA, J. G. M. & SANTOS, G. A. de. Métodos Químicos e Físicos. In: Santos, G. A. & Camargo, F.A.O. (Eds) . Fundamentos da matéria orgânica do solo ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Ed. Gênese.1999, 49p.

GUZMÁN CASADO, G; GONZÁLES DE MOLINA, M.; SEVILLA GUZMÁN, E. **Introducción a la Agroecología como Desarrollo Rural Sostenible**, Madrid: Mundiprensa, 2000, 534p.

HANZI, M. **O sítio abundante**: co-criando com a natureza. 2 ed. Lauro de Freitas,2003. 48 p.

HAYNES, R.J. Labile organic matter fractions and aggregate stability under short-term, grass-based leys. Soil Biology & Biochem., 31: 1821-1830, 1999.

HECHT, Sussana B. A evolução do pensamento agroecológico. In: ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002.

HICKMANN JR, H. L. **Composting: Sometimes a good idea does not sell.** In: The brief history of solid waste management in the United States during the last 50 years. 2004.

HOBBELINK, H. **Biotechnology and the future of world agriculture.** London: Zed Books, 1991.

HUDSON, N. The physics of rainfall. In: HUDSON, N. Soil Conservation. 3 ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. Cap. 3, p. 55-68.

HUMPHREYS, L.R. **Tropical forages: their role in sustainable agriculture.** Essex, England: Longman Scientific & Technical, 1994. 414p.

ICID18 – Site oficial da II Conferência Internacional: Clima Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas - <http://www.icid18.org>. Acessado em 28/06/2013

ICRAF - INTERNATIONAL CENTER FOR RESEARCH IN AGROFORESTRY. Agroforestry at the service of farmers and the environment. **Annual report.** United Nations Avenue, Nairobi, 1995.

ICRAF. Resources for agroforestry diagnosis and design. Nairobi, 1998. 110p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Climate change 2007. Fourth Assessment Report on climate change impacts, adaptation and vulnerability of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University, 2007. 939p.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Básico Municipal: Bela Cruz, 2012.

JANZEN, H.H., CAMPBELL, C.A., BRANDT, S.A., LAFOND, G.P., TOWNLEY-SMITH, L. Light-fraction organic matter in soils from long-term crop rotations. Soil Sci. Soc. Am. J., 56: 1799-1806, 1992.

JOAQUIM, M.F. **Aplicação da teoria das opções reais na análise de investimentos em sistemas agroflorestais.** 2012. 116 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2012.

KANG, B.T. Alley cropping – soil productivity and nutrient recycling. **Forest Ecology and Management**, v.91, n.1, p.75-82, 1997.

KANG, B.T.; GRIMME, H.; LAWSON, T.L. Alley cropping sequentially cropped maize and cowpea with leucaena on a sandy soil in southern Nigéria. **Plant and Soil**, v.85, n.2, p.267-277, 1985.

KANG, B.T.; REYNOLDS, L.; ATTA-KRAH, A.N. Alley farming. **Advances in Agronomy**, v.43, p.315-359, 1990.

KANG, B.T.; WILSON, G.F.; SIPKENS, L. Alley cropping maize (*Zea mays* L.) and leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) in southern Nigeria. **Plant and Soil**, v.63, n.2, p.165-179, 1981.

KENNETH G.; VERGARA M.; VERGARA N.T. Introduction to agroforestry. In: MCDICKEN KG, VERGARA NT (eds) **Agroforestry classification and management**. **Wiley Interscience**, New York, pp 1–30, 1990.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1985.

KIEHL, E.J. 1979. Manual de edafologia: relações solo-planta. São Paulo, Ceres. 262p.

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

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2006.

LABARTA-CHAVARRI, R.; LANSING, E. Rentabilidade Econômica. In: Iniciativas Promissoras e Fatores Limitantes para o Desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais como Alternativa à Degradação Ambiental na Amazônia, 2005. **Memórias, Resultados e Encaminhamentos**, 2005.

LAL, R. 1996. Deforestation and land-use effects on soil degradation and rehabilitation in Western Nigeria. II. Soil Chemical Properties. In: Land degradation & development 7: p.87-98.

LAL, R. Residue management, conservation tillage and restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂- enrichment. *Soil & Tillage Research.*, 43: 81-107, 1997.

Lanza, Tomaz Ribeiro, Eduardo Francia Carneiro Campello, and Alexander da Silva Resende. "Manejo de SAF e avaliação de serrapilheira em corredor ecológico agroflorestal, Seropédica, RJ." Anais da Semana Científica Johanna Döbereiner (2010).

LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America Special Publication Number 35, 1994. p.37-51.

LEITE, L. A. de S. **A Agroindústria do Caju no Brasil: políticas públicas e transformações econômicas.** Fortaleza:[s.n], 1994. 184p.

LEITE, L.F.C. Compartimentos e dinâmica da matéria orgânica do solo sob diferentes manejos e sua simulação pelo modelo Century. Viçosa, UFV, 2002.142p. (Tese de doutorado).

LIMA, H. V.; OLIVEIRA, T. S.; OLIVEIRA, M. M.; MENDONÇA, E. S.; LIMA, P. J. B. F. Indicadores De Qualidade Do Solo Em Sistemas De Cultivo Orgânico E Convencional No Semi-Árido Cearense - **R. Bras. Ci. Solo**, **31**:1085-1098, 2007

LIMA, S. S.; LEITE, L. F. C.; AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, F. das C.; CASTRO, A. A. J. F. Estoques da serrapilheira acumulada e teores de nutrientes em Argissolo sob manejo agroflorestal no norte do Piauí. Revista *Árvore* (Impresso), v. 34, p. 75-84, 2010

LONDRES, Flavia. **Agrotóxicos no Brasil: um Guia para Ação em Defesa da Vida.** – Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.190p.

LOPES, A. S.; SILVA M. C. e Guilherme L. R. G. Acidez do solo e calagem. 3a ed. 22 p. São Paulo - SP, ANDA 1990. (Boletim Técnico, 1)

LOPES, E. P. Opções **Reais: A nova análise de investimento.** 2º edição, Lisboa: Editora Sílabo, 2001. 128p.

LOPES, H.V.S. **Análise econômica dos fatores que afetam a rotação de povoamentos de eucaliptos.** 1990. 188f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

LOURENÇO, N. **Sistemas agroflorestais**. [S.l.]: Embrapa Amazônia

MADALOZZO, C. L. **Alternativa para o desenvolvimento sustentável do semi-árido cearense: ovinocaprinocultura de corte**. 2005. Fortaleza: UFC . Centro de Ciências Agrárias, 2005. 90p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural).

MALMSTRÖM, A. et al. Dynamics of soil meso and macrofauna during a 5-year period after clear-cut burning in a boreal forest. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v. 43, n. 1, p. 61-74, sep. 2009.

MALUF, R. S.; MENEZES, F.; VALENTE, F. L. Contribuição ao Tema da Segurança Alimentar no Brasil. **Revista Cadernos de Debate**, vol. IV, p. 66-88. 1996.

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.*, 35: 1177-1182, 2000.

MARGALEF, R. *Perspectives in Ecological Theory*. Univ. of Chicago Press, Chicago. 1968.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, E. D.; SAMPAIO, E. V. S. B - Efeito Da Gliricidia *Sepium* Sobre Nutrientes Do Solo, Microclima E Produtividade Do Milho Em Sistema Agroflorestal No Agreste Paraibano. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:555-564, 2006

MARIN, A.M.P. Impactos de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo. Viçosa, UFV, 2002. 83p. (Dissertação de mestrado).

MARTINS, E.C.; FRANÇA, F. M. C.; SOUSA NETO, J. M.; Perfil agroeconômico desejável para o sistema de exploração de ovinos e caprinos praticado por agricultores familiares do semi-árido cearense. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: 2006, CD ROM.

MARTINS, E.L.; CORINGA, J.E.S.; WEBER, O.L.S.; Carbono orgânico nas frações granulométricas e substâncias húmicas de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico – LVAd sob diferentes agrossistemas. *Acta Amazonica*, v.39, n.3, p. 655 – 660, 2009.

MATHUVA, M.N.; RAO, M.R.; SMITHSON, P.C.; COE, R. Improving maize (*Zea mays*) yields in semiarid highlands of Kenya: agroforestry or inorganic fertilizers? **Field Crops Research**, v.55, n.1-2, p.57-72, 1998.

MEDRADO, M. J. S. Sistemas Agroflorestais: Aspectos Técnicos Básicos e Indicações. In: GALVÃO, A.P.M. **Reflorestamento de Propriedades Rurais para Fins Produtivos e Ambientais**: um guia para ações municipais e regionais. Colombo, PR: EMBRAPA/CNPQ, 2000.

MEIRELLES, L. R.; RUPP, L. C. diel. **Agricultura ecológica**. Princípios básicos. Secretaria de Agricultura familiar, Ministério do Desenvolvimento Agrário. Brasília, 2005. 72 p.

MENDOZA, H. N. Efeitos de sistemas de colheita dos canaviais sobre propriedades químicas e biológicas em solos de Tabuleiro no Espírito Santo. Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 113p. 1996. (Tese de Mestrado).

MENEZES R. S. C.; BAKKE, O. A.; BAKKE, I. A. Potencialidades para a implantação de sistemas agrosilvipastoris na região Semi-Árida. In: I SIMPÓSIO EM SISTEMAS AGROSILVIPASTORIS NO SEMIÁRIDO, PGZ/CSTR/UFCG, 2008. **Anais...** Campina Grande, 2008.

MENEZES, R.S.C.; SILVA, T.O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.251–257, 2008

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.1-8.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A., CAMARGO, F.A.O (Eds.). Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, 1999, p. 1-8.

MIELNICZUK, J., BAYER, C., BESAN, F.M., LOVATO, T., FERNÁNDEZ, F.F., DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N., MARQUES, J.J., GUILHERME, L.R.G., LIMA, J.M., LOPES, A.S., ALVAREZ, V.H., eds. Tópicos em ciência do solo. v. 3. 1. Ed. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. P. 209-248.

MONTAGNINI, F. **Sistemas Agroforestales**: principios y aplicaciones en los trópicos. 2.ed.rev.aum. San José, CR: Organización para Estudios Tropicales, 1992.

MONTENEGRO, A. A. T. Substituição de copas. In: BARROS, L. de M. (Ed.). Caju: produção - aspectos técnicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 108-114 p. (Frutas do Brasil, 30).

MOREIRA, F.M.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626p

MROZ, G. et al. Effects of fire on nitrogen in forest floor horizons. *Soil Science Society America Journal*, Madison, v. 44, n. 2, p. 235-242, 1980.

NASCIMENTO, A. M. **Química e Meio Ambiente: Reciclagem de lixo e química verde: papel, vidro, pet, metal, orgânico**. Secretaria de Educação: Curso Formação Continuada Ciências Da Natureza, Matemática E Suas Tecnologias, 2005.

NAUTIYAL, J.C. **Forest economics**. Principles and applications. Toronto: Canadian Scholars' Press, 1988. 851p.

NEME, A.M. Leguminosas para adubos verde e forragens. Campinas: Instituto Agrônomo, 1940. 28p. (IAC. Boletim Técnico, 109).

NORGAARD, R. B.; SIKOR, T., Metodologia e prática da agroecologia. In: **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. Miguel Altieri (org.) – Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 53-83.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. **Scientia Agrária**, v. 25, n. 01, p. 43-49, 2009.

ODUM, E. P. The strategy of ecosystem development. *Science*, 164: 262-270. 1969.

OLIVEIRA, F.N.S.; LIMA, A.A.C.; AQUINO, A.R.L.; MAIA, S.M.F. Influência da Cobertura Morta no Desenvolvimento de Fruteiras Tropicais. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 24p. (Documentos, nº49) 2002.

OLIVEIRA, T. C. de. **Caracterização, Índices Técnicos e Indicadores de Viabilidade Financeira de Consórcios Agroflorestais**. Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre – UFAC, Rio Branco – AC, 83 f., 2009.

- ORLÓCI, L. Conjectures and scenarios in recovery study. *Coenoses* 8:141-148. 1993
- PANKHURST, C.E.; LYNCH, J.M. The role of the soil biota in sustainable agriculture. In: PANKHURST, C.E.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R.; GRACE, P.R., eds. **Soil Biota: Management in sustainable farming systems**. Victoria: CSIRO, 1994. p.3-9.
- PARENTE, J. I. G.; OLIVEIRA, V. H. de. Manejo da cultura do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. de; SILVA, V. V. da. (Org.). *Cajucultura: modernas técnicas de produção*. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995.p. 203-247.
- PAULA, M. G. Florística do sistema agroflorestal implantado com a função de corredor ecológico em Seropédica, RJ. Embrapa Agrobiologia, 2009.
- PAUPITZ, J. Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no Semiárido Brasileiro. In: GARIGLIO, M. A. et al. *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga*. Brasília, DF: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 49-64.
- PAUPITZ, J. Considerações sobre a extensão florestal: perspectivas e objetivos. Natal: Projeto PNUD/FAO/BRA/87/007, 1989.8 p.(Circular Técnica, 02).
- PEIXOTO, R. T. dos G. Compostagem: princípios, práticas e perspectivas em sistemas orgânicos de produção. In: AQUINO, A. M.de; ASSIS, R. L. de. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 387-422.
- PENTEADO, S. R. **Adubação orgânica: preparo fácil de compostos orgânicos e biofertilizantes**. Campinas: Agrorganica, 2002. 50p.
- PEREIRA, J.; PERES, J.R.R. Manejo da matéria orgânica. In: *Solos de Cerrados – tecnologias e estratégias de manejo*. São Paulo: Nobel/Brasília: Embrapa- CPAC, 1986. p. 270-278.
- PEREIRA, T. F. P. D; CASTRO JUNIOR, E. Análises Físicas E Químicas Do Topo Do Solo (Horizonte A) Em Um Fragmento Florestal De Mata Atlântica Submetido A Eventos De Fogo Recorrentes Na Bacia Do Rio Macacu (Rj). In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, 2006, Goiânia.

PLENA. **Projeto Jacaré-Curitiba: análise econômico-financeira.** Plena Consultoria de Engenharia, Belo Horizonte, 2005.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. *Scientia Plena*, v. 7, 2011.

RADAMBRASIL, Projeto. Folhas SA-24 Fortaleza; **geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro. 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 21).

RAO, M.R.; NAIR, P.K.R.; ONG, C.K. Biophysical interaction in tropical agroforestry systems. In: NAIR, P.K.R. & LATT, C.R. (eds.). **Directions in tropical agroforestry research.** Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. p.3-50. (Forestry Sciences, 53).

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Análise econômica e social de projetos florestais.** Viçosa: Universidade Federal Viçosa, 2001. 389p.

Richards, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p. USDA Agricultural Handbook, 60.

RIGOTTO, RM et al. **Estudo Epidemiológico da População da Região do Baixo Jaguaribe Exposta à Contaminação Ambiental em Área de Uso de Agrotóxicos** -Documento síntese dos resultados parciais da pesquisa. Fortaleza, agosto de 2010.

ROSSETTI, A. G.; MONTENEGRO, A. A. T.; SOBRAL, C. A. M.; BANDEIRA, C. T.; MIRANDA, F. R. de; SÁ, F. T. de; SANTOS, F. J. de S.; BEZERRA, F. C.; CHAVES, J. C. M.; PARENTE, J. I. G.; OLIVEIRA, V. H. de. Sistemas de cultivo e alternativas de manejo para a cultura do cajueiro. In: SILVA, V. V. da. (Org.). *Caju: o produtor pergunta, a Embrapa responde.* Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1998. p. 33-63. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).

RUAS, E. D. et al. **Metodologia Participativa de extensão rural para o desenvolvimento sustentável.** Belo Horizonte, 2006. 134 p.

SÁ, I. B.; FOTIUS, G. A.; RICHÉ, G. R. **Degradação Ambiental e Reabilitação Natural do Trópico Semiárido Brasileiro**. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza: ESQUEL, 1994.

SAADI, A. Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretações preliminares. **Geonomos**, v. 1, n.1, p. 1-15. 1993.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Vértice, 1986.

SALMI, A. P.; DUERRA, J. G. M.; RISSO, J. A. M. Teores de nutrientes na biomassa aérea da leguminosa *Flemingia macropylla*. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.4, p.01013-0.01017, 2009.

SAMPAIO, E.V.S.B. & SALCEDO, I. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semi-árida. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO. Anais. Rio de Janeiro, 1997

SAMPAIO, T.F.; FERNANDES, D.M.; GUERRINI, I.A.; BOGIANI, J.C.; BACKES, C. Comparação entre métodos para determinação de Carbono orgânico em amostras de solo mensuradas por v. olume ou massa. *R. Bras. Ci. Solo*, v.36, p.517-523, 2012

SANTOS, J.F.; GRANGEIRO, J.I.T.; OLIVEIRA, M.E.C. **Adubação orgânica na cultura do milho no Brejo Paraibano**. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 6, n. 2, p. 209-216, mai /ago 2009

SANTOS, M. J. **Avaliação Econômica de Quatro Modelos Agroflorestais em Áreas Degradadas por Pastagens na Amazônia Ocidental**. 2000. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2000.

SCHROTH, G. & LEHMANN, J. Contrasting effects of roots and mulch from three agroforestry tree species on yield of alley cropepp maize. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 54:89-101, 1995.

SEVILLA GUZMÁN, E.; GUZMÁN CASADO, G.; ALONSO MIELGO, A. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Córdoba: ISECETSIAM, Universidad de Córdoba, España, 1999.

SEVILLA GUZMÁN, E.; GUZMÁN CASADO, G.; ALONSO MIELGO, A. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Córdoba: ISECETSIAM, Universidad de Córdoba, España, 1999.

SHARMA, K. L.; MANDAL, U. K.; SRINIVAS, K.; VITTAL, K. P. R.; MANDAL, B.; Grace, J. K.; RAMESH, V. Longterm soil management effects on crop yields and soil quality in a dryland Alfisol. *Soil Tillage Research*, v.83, p.246-259, 2005.

SHIVA, Vandana. *Monoculture della mente: Biodiversità, biotecnologia e agricoltura "scientifica"*. Torino: Bollati Boringheri, 1995.

SILVA, E. R.; TONUCCI, R. G.; ROCHA, J. E. da S.; CAVALCANTE, A. C. R.; SOUZA, H. A. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo cultivados em sistema agrossilvipastoril no Semiárido cearense. In: Encontro De Iniciação Científica Da Embrapa Caprinos E Ovinos, 1., 2012, Sobral. Resumos... Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012. p. 33-34. (Embrapa Caprinos e Ovinos. Documentos, 104).

SILVA, et al.; OLIVEIRA, F. L.; GALVÃO, F. S. Estabelecimento inicial de cobertura viva permanente em pomar de cajueiro. In: XII jornada de iniciação científica jic. Desafio na iniciação científica no Brasil. V 1 pag. 23 a 28 CNPq 27 e 28 de outubro de 2005, Palmas - TO.

SILVA, I. C. Viabilidade agroeconômica do cultivo do cacaueteiro (*Theobroma cacao L.*) com o açazeiro (*Euterpe oleracea L.*) e com a pupunheira (*Bactris gasipaes Kunth*) em sistema agroflorestal. **Floresta**, v. 31, n. 1/2, p. 167-168, 2000.

SILVA, J.E. & RESCK, D.V.S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M. eds. Biologia dos solos dos cerrados. Planaltina, 1997, p. 467-524.

SILVA, J.E. & RESCK, D.V.S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M. eds. Biologia dos solos dos cerrados. Planaltina, 1997, p. 467-524.

SILVA, M. L e FONTES, A. A. Discussão Sobre Os Critérios De Avaliação Econômica: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) E Valor Esperado Da Terra (VET). *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.931-936, 2005

SILVA, M.L.; FONTES, A.A.; LEITE, H.G. Rotação econômica em plantações de eucalipto não-desbastadas e destinadas a multiprodutos. **Revista Árvore**, v.23, n.4, p.403-412, 1999.

SILVA, T. O. Adubação orgânica da batata (*Solanum tuberosum* L.) com esterco e/ou *Crotalaria juncea* em um Neossolo Regolítico. Recife: UFPE, 2004. 48p. Dissertação Mestrado

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; Sampaio, E. V. S. B.; Salcedo, I. H.; Silveira, L. M. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. I. Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, n.1 p.39-49, 2007.

Silva, V. J. M. (2008) Uso de sistemas agroflorestais como viabilizadores de corredores ecológicos Monografia de pós-graduação 78 p. Universidade Federal de Lavras - MG

SINDAG - Sindicato da Indústria de Defensivos Agrícolas. **Venda de Agrotóxicos por Unidade da Federação**. – <http://www.sindag.com.br>. Acessado em 28/06/2013

SINGH, B.B.; EHLERS, J.D.; SHARMA, B.; FREIRE FILHO, F.R. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C.A.; TARAWALI, S.A.; SINGH, B.B.; KORMAWA, P.M.; TAMO, M. (Ed.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, 2002. p.287-300.

SINGH, R.P.; ONG, C.K.; SAHARAN, N. Above and below ground interactions in alley cropping in semiarid India. **Agroforestry Systems**, v.9, p.259-274, 1989.

SIQUEIRA, J.O. & FRANCO, A.A. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Brasília, Ministério da Educação e Cultura, 1988. 236p.

SIX, J., GUGGENBERGER, G., PAUSTIAN, K., HAUMAIER, L., ELLIOTT, E.T., ZECH, W. Sources and composition of soil organic matter fractions between and within soil aggregates. *European Journal of Soil Science*. 52: 607-618, 2001.

SMITH, J. L.; PAUL, E. A. The significance of soil biomass estimates. In: BOLLAG, J. M.; STOTTZKY, G., ed. *Soil Biochemistry*, 6. New York: Marcel Decker, p. 357-396. 1990.

SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S. ; MELGAR, R.J. Nitrogen supplied to corn by legumes in a Central Amazon Oxisol. **Tropical Agriculture**, London, v.68, n.4, p.366-372, 1991.

SOLOMON, D., LEHMANN, J., ZECH, W. Land use effects on soil organic matter properties of chromic luvisols in semi-arid northern Tanzania: carbon, nitrogen, lignin and carbohydrates. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 78: 203-213, 2000.

SOUSA, G. F. de; GUIMARÃES, R. R.; SOUSA, N. R.; NUNES, J. S.; LOURENÇO, J.N. P.; NORMANDO, M. C. S. **Agrossistemas alternativos para produtores de agricultura migratória em Presidente Figueiredo – AM**. Manaus, 1998 (Boletim de Pesquisa, 3, EMBRAPA-CPAA)

SOUZA, A. N. DE, OLIVEIRA, A. D. DE, SCOLFORO, J. R. S., REZENDE, J. L. P. DE, MELLO, J. M. Viabilidade Econômica de um Sistema Agroflorestal. *Cerne*, v.13, n°.1, p.96-106, Lavras – MG, jan./mar. 2007.

SOUZA, Z. M. et al. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob cultivo de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 51-58, abr. 2004.

STEVENSON, F.J. & COLE, M.A. Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. 2 ed. New York, John Wiley & Sons, 1999. 427p.

STEVENSON, F.J. Humus chemistry. 1 ed. New York, John Wiley & Sons, 1982, 443p.

Substâncias Húmicas. In: Santos, G. A. & Camargo, F.A.O. (Eds). *Fundamentos da matéria orgânica do solo ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, Ed. Genesis.1999, 49p.

SUGUIO, K.; NOGUEIRA, A. C. R. Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. *Revista Geociências*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 461-479, 1999.

SZOTT, L.T.; FERNANDES, E.C.M.; SANCHEZ, P.A. Soil – plant interactions in agroforestry systems. *Forest Ecology and Management*, v.45, n.1-4, p.127- 152, 1991.

TEIXEIRA, MM. **“A criação do conflito foi que mostrou pra sociedade o quê que estava acontecendo ali”**: agronegócio, vida e trabalho no Baixo Jaguaribe, Ce. Monografia de Graduação em Direito/UFC, 2010

TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science.*, 33: 141-163, 1982.

TÓTOLA, M.R. & CHAER, G.M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: ALVAREZ, V.H., SCHAEFER, C.E.G.R., BARROS, N.F., MELLO, J.W.V., COSTA, L.M. eds. *Tópicos em ciência do solo*. v. 2. 1. Ed. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. P. 196-275.

UNEP. United Nations Environment Programme. **World Atlas of Desertification**. Londres : UNEP/Edward Arnold, 69 p. 1992.

VAN DEN BELDT, R.J. Agroforestry in the semiarid tropics. In: MACDICKEN, K.G. & VERGARA, N.T. (eds.). **Agroforestry: classification and management**. New York, EUA: John Wiley & Sons, 1990. p.150-194.

WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excels* stand in Southwestern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 211, p. 371-384, 2005.

WANDER, M.M., TRAINA, S.J., STINNER, B.R., PETERS, S.E. Organic and conventional management effects on biologically active soil organic matter pools. *Soil Biology & Biochem.*, 58: 1130-1139, 1994.

WARDLE, D.A. Controls of temporal variability of the soil microbial biomass: A global scale synthesis. *Soil Biol. Biochem.*, v.30, p.1627-1637, 1998.

WOLF, B.; SNYDER, G.H. *Sustainable Soils: The place of organic matter in sustaining soils and their productivity*, food products Press of the Haworth press. New York, 2003.

YANG, X.M. & KAY, B.D. Impacts of tillage practices on total, loose- and occluded-particulate, and humified organic carbon fractions in soils within a field in southern Ontario. *Can. J. Soil Sci.*, 81: 149-156, 2001.

ZAMBERLAM, J.; FRONCHETI, A. **A Agricultura Ecológica: Preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Vozes, 2007

ZORATTO, A. S. **Administração Financeira**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1997.

8. APÊNDICE



Montagem: Tratamento Testemunho e área após aplicação da bagana. Fonte: Elaboração própria. Acervo pessoal



Montagem: Vista geral do SAF e tratamento D com feijão no meio das linhas do milho. Fonte: Elaboração própria. Acervo Pessoal



Foto: Espécies de réptil da Caatinga encontrado no SAF. Acervo Pessoal