

LILIANE DA CRUZ PINHEIRO

**VIABILIDADE AGRONÔMICA DO SISTEMA DE PLANTIO CIRCULAR EM
CONDIÇÕES DE CLIMA SEMIÁRIDO NA AGRICULTURA FAMILIAR**

Dissertação apresentada á Universidade
Federal Rural de Pernambuco, como parte
dos requisitos para obtenção do Título de
Mestre em Engenharia Agrícola,

Orientador: Prof. Dr. Marcus Metri Corrêa

RECIFE

MARÇO, 2011

LILIANE DA CRUZ PINHEIRO

**VIABILIDADE AGRONÔMICA DO SISTEMA DE PLANTIO CIRCULAR EM
CONDIÇÕES DE CLIMA SEMIÁRIDO NA AGRICULTURA FAMILIAR**

RECIFE

MARÇO, 2011

Ficha catalográfica

P654v Pinheiro, Liliane da Cruz
em Viabilidade agrônômica do sistema de plantio circular
em condições de clima semiárido na agricultura familiar / Liliane da Cruz Pinheiro. -- 2011.
66 f.: il.

Orientador: Marcus Metri Corrêa.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Tecnologia Rural, Recife, 2011.
Referências.

1. Agroecologia 2. Sistema de plantio 3. Adubação
orgânica I. Corrêa, Marcus Metri, orientador II. Título

CDD 630

**Viabilidade Agronômica do Sistema de Plantio Circular em Condições de
Clima Semiárido na Agricultura Familiar**

LILIANE DA CRUZ PINHEIRO

Dissertação defendida e aprovada em 31 de março de 2011 pela Banca
Examinadora:

Orientador:

Marcus Metri Corrêa, Prof. Dr.
DTR/UFRPE

Examinadores:

Valdinete Lins da Silva, Prof^a. PhD.
DEQ/UFPE

Enio Farias e França Silva, Prof. Dr.
DTR/UFRPE

Jorge Luiz Schirmer de Mattos, Prof. Dr.
DE/UFRPE

Aos meus pais Gilberto da Cruz Pinheiro e Maria do Carmo Pinheiro (ambos *in memoriam*) com todo amor.

OFEREÇO

A minha família e amigos
pelo apoio, compreensão e
incentivo em todos os
momentos,

DEDICO

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pela presença constante na minha vida, por me confortar nas horas mais difíceis, e pela sua misericórdia.

Aos meus irmãos, Lindinalva, Lenilda, Laércio e Lamartine, pelo incentivo, apoio, acreditar e orar.

Agradeço especialmente a minha irmã Lindinalva por me ajudar nos momentos mais difíceis da pesquisa.

A todos os amigos, em especial a Lívia, Quesia, Cleyton, Hilda, Marcos, Jakeline, Carlos, Jerlisnipo, Hugo, Vânicas, Thais, entre outros, por acreditar em mim, incentivar, apoiar e me suportar.

Ao meu orientador, o professor Marcus Metri Corrêa, pela oportunidade, confiança, orientação, compreensão e acima de tudo a amizade.

À banca examinadora, composta pelos professores: Profa. Dra. Valdinete Lins da Silva, Prof. Dr. Enio Farias e França Silva, Prof. Dr. Jorge Luiz Schirmer de Mattos, pelas contribuições e aceite do convite.

Agradeço a todos os professores que se colocaram a disposição para me ajudar, tirando dúvidas, e aos professores que disponibilizaram laboratórios, equipamentos, entre outras ferramentas;

Aos colegas de pós-graduação, Adriana Guedes, Alexandre, Bianca, Caetano, Carmem, Cléoma, Eduardo, Gledson, Irenilson, José Francisco, José Marcelo, Francimar, Lúcio, Marcela Luna, Mércia, Matheus, Patrícia, Rogério, Samuel, Sonivagno, Thais Fernanda, Uilka e Valdemir, pelo convívio e amizade.

Em especial as amigas: Patrícia, Uilka, Adriana Guedes, Marcela Luna, Thais Fernanda, por sempre oferecerem apoio e me suportar por tanto tempo.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao Programa de Pós -
Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade;

A todos os professores do programa de Pós-Graduação em Engenharia
Agrícola;

Aos funcionários do DTR, Lulinha, Edinalva, Sônia e Junior Granja pela ajuda
sempre que solicitado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco
(FACEPE) pela concessão de bolsa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
pelo auxílio financeiro à Pesquisa - Projeto "**MAND'ÁGUA**, um oásis no sertão:
estudo da viabilidade sócio-ambiental de plantio circular no semi-árido de
Pernambuco", /Processo 503876/2003-8.

A todas as mulheres que participaram do projeto Mandágua, e as pessoas do
Município de Ibimirim-PE, que me auxiliaram para o desenvolvimento da
pesquisa em campo.

Ao coordenador da Estação de Agricultura Irrigada de Ibimirim (EAIL-Ibimirim),
pelo apoio no desenvolvimento do projeto.

Em fim, a todos que acreditaram realmente em mim para mais uma realização
de um objetivo.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1. Modernização Agrícola e Crise Agroecológica.....	16
2.2. A Agroecologia.....	18
2.3. Os desafios da Agroecologia.....	21
2. 4. Sistema Agrícolas Sustentáveis	22
2.4.1. Agricultura Familiar.....	23
2.4.2. Sistema de Plantio Circular.....	25
2.4.3. Adubação Orgânica.....	27
2.5. Espécies vegetais envolvidas no estudo.....	29
2.5.1. Coentro (<i>Coriandrum sativum</i> L.).....	29
2.5.2. Alface (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	31
2.5.3. Couve-Manteiga (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> DC).....	32
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1. Área de Estudo.....	34
3.2. A Unidade Experimental.....	35
3.3. Estudo da Viabilidade Agronômica dos Sistemas de Plantio.....	35
3.3.1. Coletas de Amostras de Solo para Análises Físicas e Químicas.....	35
3.3.2. Adubação.....	36
3.3.3. Semeio.....	37
3.3.4. Manejo da Irrigação.....	38
3.3.5. Culturas.....	40
3.4. Parâmetros Avaliados no Experimento	40
3.5. Análise Estatística.....	41

4. RESULTADOS E DISCUSSÃOS.....	42
4.1. Desempenho do sistema de irrigação.....	42
4.2. Ocorrência da precipitação na área do experimento.....	42
4.3. Temperatura Máxima e Mínima nos Sistemas de Plantio Circular e Retangular	43
4.4. Desenvolvimento Vegetativo entre os Sistemas de Plantio Circular e Retangular	45
4.5. Desenvolvimento vegetativo com adubação organica e mineral.....	53
4.6. Crescimento Vegetativo entre os Sistemas de Plantio Circular e Retangular com Adubação Orgânica e Mineral.....	55
5. CONCLUSÕES.....	57
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

LISTA DE FIGURAS

Páginas

Figura 1. Desenho esquemático de uma plantio circular	26
Figura 2. Vista parcial da cultura do coentro.....	29
Figura 3. Vista parcial da cultura da alface lisa	31
Figura 4. Vista parcial da cultura da couve manteiga.....	33
Figura 5. Localização do município Ibimirim – PE.....	34
Figura 6. Croqui do delineamento experimental da área.....	35
Figura 7. Distribuição da precipitação ao longo do experimento.....	42
Figura 8. Temperatura do sistema de plantio circular e retangular.....	44
Figura 9. Umidade do ar no sistema de plantio circular e retangular.....	44
Figura 10. Parâmetros analisados na cultura do coentro.....	47
Figura 11. Altura do cultivo coentro no sistema de plantio circular e retangular.....	47
Figura 12. Parâmetros analisados na cultura do alface.....	49
Figura 13. Altura e diâmetro da cabeça do cultivo Alface no sistema de plantio circular e retangular.....	50
Figura 14. Parâmetros analisados na cultura do coentro	51
Figura 15. Altura e diâmetro da cabeça do cultivo couve no sistema de plantio circular e retangular.....	52
Figura 16. Altura e diâmetro da cabeça da alface com aplicação do adubo orgânico e mineral.....	55
Figura 17. Altura nos sistema de plantio com aplicação do adubo orgânico e mineral.....	56

LISTA DE TABELAS

Páginas

Tabela 1. Resultados da análise de química e fertilidade do solo da área experimental.....	36
Tabela 2. Característica Física do solo.....	36
Tabela 3. Quantidades de fertilizantes aplicados nos plantios.....	37
Tabela 4. Avaliação do sistema de irrigação localizada em gotejo.....	42
Tabela 5. Temperatura máxima e mínima, umidade do sistema circular e retangular.....	43
Tabela 6. Médias dos parâmetros fenológicos no sistema de plantio circular e retangular para o cultivo coentro.....	45
Tabela 7. Médias dos parâmetros fenológicos no sistema de plantio circular e retangular para o cultivo alface.....	46
Tabela 8. Médias dos parâmetros fenológicos no sistema de plantio circular e retangular para o cultivo Couve.....	50
Tabela 9. Médias dos parâmetros fenológicos com adubação orgânica e mineral para o cultivo coentro.....	53
Tabela 10. Médias dos parâmetros fenológicos com adubação orgânica e mineral para o cultivo couve.....	53
Tabela 11. Médias dos parâmetros fenológicos com adubação orgânica e mineral para o cultivo alface.....	54

RESUMO

As tecnologias de convivência com o semiárido, de baixo custo, são experiências de transição de sistemas produtivos tradicionais para agroecossistemas. O sistema de plantio circular é uma tecnologia alternativa que vem sendo bastante empregada no Semiárido Brasileiro, como forma de melhorar as condições socioeconômicas das famílias rurais. Objetivou-se com este trabalho estudar a viabilidade agrônômica do sistema de plantio circular em condições de semiárido. Para isso foi realizado um ensaio experimental na Estação de Agricultura Irrigada (EAI) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) localizado no Município de Ibimirim-PE. O experimento foi conduzido em campo, em delineamento blocos casualizados em parcela subdividida, com três repetições, onde as parcelas foram os canteiros circulares e retangulares e as subparcelas dois tipos de adubações (orgânica e mineral). Avaliou-se neste experimento o desenvolvimento dos cultivos de alface, coentro e couve. Os resultados obtidos demonstraram que o sistema de plantio circular apresentou-se recomendável para o processo produtivo de pequenos agricultores, especialmente aqueles localizados nas regiões semiáridas. A temperatura e a umidade relativa do ar se mantiveram, durante a condução do experimento, em patamares inferiores aos observados no plantio retangular. Já para as culturas estudadas, os parâmetros fenotípicos observados permitiram concluir que as culturas do coentro, da couve e a alface apresentaram melhores desenvolvimentos. Não foram observadas diferenças significativas entre os tipos de adubações empregadas.

Palavras-chaves: Agroecologia, sistema de plantio, adubação orgânica.

ABSTRACT

Living strategies with the semi-arid technologies, which are inexpensive, are experiences of transition from traditional to agroecosystems productive systems. The circular planting system is an alternative technology that has been highly used at Brazilian semiarid, as a way of improving social and economical conditions of rural families. The aim of this work was to study the agronomical viability of the circle planting system in semi-arid conditions. In order to do so, an experimental trial was performed at Estação de Agricultura Irrigada (EAI), which belongs to the Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), located in Ibimirim-PE. The experiment was carried out in field, using randomized complete blocks with three repetitions in split-plots, where the plots were circular and rectangular beds and the split-plots were two kinds of fertilization (organic and mineral). The development of lettuce, coriander and kale were evaluated. The results demonstrated that circular planting system has showed recommended to the productive process of small producers, particularly those located in semi-arid regions. Temperature and relative humidity have remained the same, during the experiment, in lower levels than those observed in rectangular planting. On the other hand, for the crops, the observed phenotypic parameters permitted the conclusion that lettuce, coriander and kale crops showed better development. It wasn't observed significant differences between both kinds of fertilization.

Key-words: Agroecology, planting systems, organic fertilization

1. INTRODUÇÃO

Atualmente há o consenso da necessidade de fortalecer um novo paradigma agrícola, em que os fundamentos são abordados na inovação e criação de novas tecnologias, que não só considera a produção, como também, a preservação dos recursos naturais e a produção mundial de alimentos. As tecnologias de convivência com o semi-árido, de baixo custo, são experiências de transição de sistemas produtivos tradicionais para agroecossistemas.

As agriculturas denominadas de “alternativas” ou “ecológicas” não se limitam somente ao questionamento dos aspectos técnicos e econômicos no meio rural, mas também, reúne nas discussões e práticas dimensões sociais e políticas que interferem na sustentabilidade do sistema (SCHULTZ, 2007). Trata-se de algo novo no meio acadêmico que surgiu a partir de conhecimentos tradicionais, e de práticas agrícolas de modo mais sustentáveis, com o advento de tecnologias adaptadas aos pequenos e médios produtores rurais que constituem a agricultura familiar.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por ocasião do Censo Agropecuário de 2006, no Brasil, os agricultores familiares representam 84,4% dos estabelecimentos rurais e ocupam 24,3 % da área total cultivada e são responsáveis por 38% da produção do setor agropecuário e 70% da produção de alimentos da geração de empresas no campo. O nordeste é a região que possui maior percentual distribuição do número de estabelecimento com 50% e da área de estabelecimento com 35% da agricultura familiar. Logo, a agricultura familiar situa-se como um setor fundamental para o desenvolvimento humano, no contexto da procura por uma sustentabilidade. A EMBRAPA (2002) considera que a produção familiar é viável e rentável desde que, as tecnologias sejam adotadas adequadamente à realidade sócio-ambiental.

Uma tecnologia alternativa, que vem sendo bastante empregada no Semiárido Brasileiro como forma de melhorar as condições socioeconômicas das famílias rurais é o de sistema de plantio circular, também conhecido por Mandala ou Produção Agro-ecológica Integrada e Sustentável (PAIS).

O sistema de plantio circular baseia-se em princípios ecológicos para o manejo dos agroecossistemas, que consistem na diversificação de culturas e reciclagem de nutrientes e também se baseia na permacultura que possui uma visão ampla (EHLERS, 1994).

O plantio circular básico difundido no nordeste compõe-se de um reservatório hídrico central e, ao redor dele, são formados canteiros concêntricos onde são cultivadas as plantas. Os três primeiros círculos servem ao plantio de hortaliças, para alimentar as famílias. Os outros cinco círculos são destinados para diversas culturas, dependendo das necessidades de mercado e/ou interesse do produtor ou produtores, caso o cultivo seja feito coletivamente. O último canteiro é destinado à proteção ambiental: cercas-vivas ou plantas de porte alto, para controlar a infestação de insetos danosos e evitar ventos excessivos.

Segundo seus idealizadores, neste formato de plantio criam-se condições para o estabelecimento de um microclima mais ameno, com elevação da umidade relativa do ar estabelecendo-se condições mais favoráveis para a produção agrícola. No entanto, até o momento não há estudos científicos que comprovem a melhoria das condições de desenvolvimento das plantas.

Diante do exposto, o presente trabalho avaliou a viabilidade agrônômica do sistema de plantio circular em condições de semiárido, verificando se há melhorias ambientais e no desenvolvimento das culturas da alface (*Lactuca sativa* L), coentro (*Coriandrum sativum* L.) e couve (*Brassica oleracea* L.), plantas amplamente cultivadas no sistema de produção agrícola familiar do Brasil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Modernização Agrícola e Crise Agroecológica

A agricultura moderna surgiu nos séculos XVIII e XIX, em diferentes regiões da Europa, na ocasião em que houve a adoção de sistemas de cultivo que resultaram em significativos aumentos da produtividade (HESPANHOL, 2008).

No Brasil, o processo de modernização tecnológica da agricultura, também chamada Revolução Verde, ocorreu principalmente nas décadas de 1960 e 1970, teve resultados semelhantes dos outros países que se submeteram ao mesmo processo. A Revolução verde promoveu juntamente com a ampliação da produção agrícola para exportação, um modelo excludente, altamente poluente e concentrador (PASSINI, 1999).

No início dos anos 70 houve a instalação de indústrias de máquinas e insumos agrícolas, exigindo da agricultura a criação de mercado consumidor para esses produtos. No mesmo período, o estado planejou políticas, acelerando o processo de incorporação de tecnologias pelos produtores rurais, resultando em um modelo excludente, com crescente integração da agricultura ao sistema industrial, caracterizado pela constituição dos Complexos Agroindustriais (CAI's) (SILVA, 2001).

Para Muller (1989), a industrialização do campo foi parcial, variando segundo o produtor, as regiões e o extrato de produtores, beneficiando apenas uma parcela deste setor. Contudo seus impactos foram sentidos em todas as organizações de produção e não apenas naquelas que se modernizaram.

No Brasil, o esgotamento deste modelo começou a mostrar sinais ainda no final da década de 70 e início dos anos 80, junto com a crise mais geral que afetou a economia mundial e, principalmente, a economia brasileira (LUZZI, 2007).

Com a redução drástica do crédito subsidiado no início dos anos 80 ocorreu uma queda substantiva do consumo e também da produção interna destes insumos modernos ou pacote tecnológico, além disso, a crise econômica cooperou para o questionamento do modelo de desenvolvimento,

que iniciava a apresentar problemas sociais e ambientais cada vez mais evidentes, beneficiando a discussão de propostas alternativas (LUZZI, 2007).

Apesar das altas taxas de produtividade proporcionadas pelo modelo, tiveram como contrapartida grave consequências sócio-econômicas como: a pobreza, o êxodo rural e crescimento descontrolado das metrópoles. Apenas, em anos recentes que se reconhece o impacto ambiental desse tipo de desenvolvimento como: a deterioração dos solos produtivos, a contaminação das vertentes hídricas, a devastação das florestas, os problemas de saúde pública e desertificação dos solos (GUIVANT, 1998).

As críticas ao processo de modernização da agricultura começaram a ganhar força no Brasil no mesmo período do esgotamento, influenciadas pelas discussões e movimentos de oposição ao padrão tecnológico moderno que ocorria desde a década de 60, em diferentes partes do mundo. As primeiras críticas brasileiras foram organizadas por intelectuais, através de publicações que passaram a denunciar os impactos das agriculturas moderna, e por categorias profissionais, em especial, os engenheiros agrônômicos que contribuíram significativamente na luta contra os agrotóxicos e o avanço do debate da agricultura alternativa no país (LUZZI, 2007)

Segundo Sargs (1981), a agricultura alternativa foi definida no I Encontro Brasileiro de Agricultura Alternativa (EBAA), como uma nova maneira diante da agricultura, através de um conjunto de técnicas aplicadas às produções vegetais e animal.

Tais técnicas são capazes de: gerar alimentos de alta qualidade biológica, respeitando a natureza, por meio de um ciclo autárquico de produção, quer em nível de propriedade, quer de país, num balanço energético equilibrado; Manter a fertilidade do solo com a generalização da policultura e da integração lavoura e criação, realizando assim o controle da erosão e a preservação da água potável, com o uso ponderado de fertilizante e sem colocação de agrotóxicos poluidores de alimentos e do ambiente; Criar soluções adequadas com vistas a atingir as causas e não os sintomas; E tem como objetivo social a maior valorização do homem e de seu trabalho (SARGS, 1981),

Segundo Luzzi (2007), houve vários EBAA's para debater o tema da

agricultura alternativa, aonde se chegou ao consenso que o movimento de agricultura alternativa teve grande importância nas denúncias sobre as consequências ambientais, econômicas e sociais do padrão tecnológico dominante. Essas EBAAAs conseguiram reunir pessoas e instituições com objetivos e motivações bastante diferentes, em volta do tema da agricultura alternativa, destacando-se por um lado, as diversas correntes e experiências produtivas existentes na agricultura alternativa, e do outro lado, uma diversidade de instituições públicas, privadas, e movimentos sociais que batalhavam por mudanças mais intensas na sociedade.

A crise agrícola-ecológica, em grande parte do Terceiro Mundo, resultou-se do fracasso do paradigma dominante de desenvolvimento. As estratégias de desenvolvimento convencionais revelaram fundamentalmente limitadas em sua capacidade de gerar um desenvolvimento equânime e sustentável (ALTIERI, 2004).

No entanto, fez-se necessário buscar alternativas que procurem amenizar alguns problemas criados pela modernização da agricultura através de políticas públicas, incentivos financeiros e novas formas de integrar a agricultura familiar nas esferas econômica, em contextos sociais e ambientais sustentáveis. Dentre estas alternativas destacamos a Agroecologia, uma ciência ou campo do conhecimento, cujos princípios orientam a produção agrícola de forma a não agredir o ambiente e proporcionar um desenvolvimento qualitativo ao produtor.

2.2 A Agroecologia

No Brasil, o surgimento da Agroecologia aconteceu na década de 1970 com a junção da agronomia, da ecologia e política, com práticas e processos ecológicos para uma agricultura sustentável, como resposta ao modelo de desenvolvimento no baseado na Revolução Verde (SANTOS, 2009).

O debate em relação Agroecológico inicialmente se limitou a um pequeno grupo de profissionais, principalmente das ciências agrárias, e se concentrou nas críticas ao padrão tecnológico moderno e na busca de tecnologia alternativas (LUZZI, 2007).

A Agroecologia sugere alternativas sustentáveis para substituição das práticas predadoras da agricultura capitalista e à violência em que o solo manejado, pois há uma incorporação do funcionamento ecológico necessário para uma agricultura sustentável, no mesmo tempo em que apossa de princípios de equidade na produção, de forma que suas práticas permitam um acesso igualitário aos meios de vida. A agroecologia vista como um instrumento do desenvolvimento sustentável se constitui nas experiências produtivas da agricultura ecológica, para elaboração de propostas de ação social e coletiva que encaram a lógica depredadora do modelo produtivo agroindustrial hegemônico, para substituir por outro, que orienta para a construção de uma agricultura socialmente justa, economicamente viável e ecologicamente sustentável (LEFF, 2002).

A Agroecologia é deduzida como um enfoque científico que dedica a apoiar a transição dos modelos atuais de desenvolvimento rural e de agricultura convencionais para estilos de desenvolvimento rural e de agriculturas sustentáveis (CAPORAL e COSTABEBER, 2004).

Segundo Jacintho (2007), a Agroecologia reúne uma percepção ecológica dos processos produtivos aos conceitos da ciência agrônomicos. Esta ciência ou campo do conhecimento em construção transmite uma abordagem transdisciplinar, que tem em vista complementar sua própria evolução, fundamentado na inclusão dos saberes empíricos tradicional das populações.

Agroecologia se trata de uma ciência cuja contribuição vai além de aspectos meramente tecnológicos ou agrônomicos da produção, que incorpora dimensões mais amplas e complexas, incluindo tanto variáveis econômicas, sociais e ambientais, como também culturais, políticas e éticas da sustentabilidade (CAPORAL e COSTABEBER, 2004).

O conceito de ecossistema é uma base principal da agroecologia, que define como um sistema funcional de relações complementares entre organismos vivos e seu ambiente, delimitado por bordas elegidas arbitrariamente, que no espaço e no tempo parecem manter um equilíbrio estável, porém dinâmico (ODUM, 1988).

A abordagem agroecológica, que traz um conhecimento mais intenso da

ecologia de sistemas agrícolas tem indicado que agroecossistemas produtivos e sustentáveis tem a capacidade de ser ao mesmo tempo, econômica, ambiental e socialmente viáveis. E contribuindo na gestão de uma agricultura sustentável, pautada na busca pela segurança alimentar e energética em níveis familiares, regionais e nacionais. Esse enfoque vem sendo consolidado nas práticas agroecológicas, onde os ecossistemas agrícolas são manejados com a mínima dependência de produtos químicos agrícolas e de energia, destacando culturas complexas nas quais as interações ecológicas e as sinergias entre componentes biológicos proporcionem mecanismos para que os sistemas favoreçam sua própria proteção de fertilidade do solo e de produtividade (ALTIERI, 2004; JACINTHO, 2007).

Altieri (2000) menciona que a Agroecologia promove o desenvolvimento de agroecossistemas com a integração da biodiversidade de plantas e animais, onde aumenta as complexas interações e sinergismos, e otimiza as funções e processos do agroecossistema, tais como: a regulação biótica de organismos prejudiciais, a reciclagem de nutrientes e a produção e acumulação de biomassa, que permite assim, o agroecossistema sustentar seu próprio funcionamento.

Segundo Guzmán (2001), na agroecologia se estuda e analisa o agroecossistema, como se relacionam os sistemas agrários com o ambiente. O mesmo autor informa que há duas formas de influência do homem na natureza do ponto de vista agrário. Uma delas é a praticada pela ação do homem com as práticas agrícolas e pecuárias, as quais muitas vezes geram grandes danos ao meio ambiente e aos estoques dos recursos naturais e a outra é tipicamente a do caçador e extrativista feita de maneira controlada sem causar danos ao ecossistema natural.

Segundo Negrini (2007) vários autores destacam que as agriculturas orgânica, biológica, biodinâmica, “ecológica” e a permacultura estão entre as alternativas para o modelo convencional de produção, que estão inseridos no contexto agroecológico, e tais tipo de agricultura têm em comum a busca pela produção ecológica, sustentável e regenerativa.

2.3 Os desafios da Agroecologia

Sem dúvida nenhuma, a transição da agricultura convencional para uma agricultura sustentável é um grande desafio.

O processo evolutivo para a conversão dos agroecossistemas em sistemas agrícolas de sustentabilidade possui duas fases distintas: 1) melhoria da eficiência do sistema convencional, com a substituição dos insumos e práticas agrícolas, aonde vem sendo trabalhada de forma relativamente organizada, com a redução do uso de insumos, controle e manejo integrado, técnicas de cultivo mínimo do solo, prevenção de ocorrência de pragas e doenças, controle biológico, variedades adequadas, integração de culturas, cultivos em faixa ou intercalados, desenvolvimento de técnicas de aplicação que visem apenas o alvo e conscientização dos consumidores, entre outros; 2) redesenho dos sistemas agrícolas, há a necessidade de se conhecer a estrutura e o funcionamento dos diferentes sistemas, seus principais problemas e, conseqüentemente, desenvolver técnicas limpas para resolvê-los (Edwards, 1989 apud MICHEREFF e BARROS, 2001).

Conforme Assad e Almeida (2004), a forma de praticar a agricultura mais sustentável, apresenta alguns desafios, como:

a) *Desafio ambiental* – ao considerar que a agricultura é uma prática causadora de impactos ambientais, decorrentes da substituição de uma vegetação naturalmente adaptada por outra que exige a contenção do processo de sucessão natural, visando ganhos econômicos, o desafio consiste em buscar sistemas de produção agrícola adaptados ao ambiente, de forma que seja mínima a dependência de insumos externos e de recursos naturais não renováveis.

b) *Desafio econômico* – ao considerar que a agricultura é uma prática capaz de gerar, em curto, médio e longo prazo, produtos de valor comercial, o desafio consiste adotar sistemas de produção e de cultivo que minimizem as perdas e desperdícios e que apresentem produtividade compatível com os investimentos feitos, e estabelecer mecanismos que assegurem a competitividade do produto agrícola no mercado interno e/ou externo, garantindo a economicidade da cadeia produtiva e a qualidade do produto.

c) *Desafio social* – ao considerar a capacidade da agricultura tem em gerar empregos diretos e indiretos e de contribuir para a contenção de fluxos migratórios, onde favorece a urbanização acelerada e desorganizada, esse desafio consiste em adotar sistemas de produção que garantam geração de renda para o trabalhador rural e que este disponha de condições dignas de trabalho, com remuneração compatível com sua importância no processo de produção.

d) *Desafio territorial* – ao considerar que a agricultura tem um potencial de prática capaz de se integrar a outras atividades rurais, esse desafio consiste na busca da viabilização de uma efetiva integração agrícola com o espaço rural, por meio da pluriatividade e da multifuncionalidade desses espaços.

e) *Desafio tecnológico* – ao considerar que a agricultura dependente de tecnologias para o aumento da produção e da produtividade, e que muitas tecnologias, sobretudo aquelas intensivas em capital, causam impactos ao ambiente, faz-se necessário que se desenvolvam novos processos produtivos nos quais as tecnologias sejam menos agressivas ambientalmente, mantendo-se adequada relação produção/produtividade.

Os desafios citados são tanto maiores e mais complexos quanto maior for o número de limitações impostas pela natureza e, para que se possa superar, é necessário um conhecimento intenso sobre o meio, tanto em seus aspectos físicos e biológicos quanto em seus aspectos humanos. Portanto, não são poucos, os desafios e enfrentamentos na direção de uma agricultura e de um desenvolvimento mais sustentáveis.

2.4 Sistemas Agrícolas Sustentáveis

Agricultura sustentável é aquela que reconhece a natureza sistêmica da produção de alimentos, forragens e fibras, equilibrando, com equidade, preocupações relacionadas à saúde ambiental, justiça social e viabilidade econômica, entre diferentes setores da população, incluindo distintos povos e diferentes gerações (GLEISSMAN, 2000). Quando se fala de agricultura sustentável está se falando de estilos de agricultura de base ecológica que atendam a requisitos de solidariedade entre as gerações atuais e destas para

as futuras gerações, o que alguns autores chamam de uma “ética da solidariedade” (CAPORAL e COSTABEBER, 2004).

Em contraste com a agricultura convencional, os sistemas alternativos buscam obter vantagens das interações de ocorrência natural. Os sistemas alternativos dão ênfase ao manejo das relações biológicas, como aquelas entre praga e predadores e processos naturais, como a fixação biológica do nitrogênio ao invés do uso de métodos químicos. O objetivo é aumentar e sustentar as interações biológicas nas quais a produção agrícola está baseada, ao invés de reduzir e simplificar essas interações (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989).

O desenvolvimento tecnológico tem colaborado para a adoção de sistemas mais sustentáveis, pois muitas dessas tecnologias foram desenvolvidas considerando prioritária a sustentabilidade e a preservação do ambiente. (MICHEREFF e BARROS, 2001).

As práticas agroecológicas resultam culturalmente compatíveis com a racionalidade produtiva camponesa, pois se constroem sobre o conhecimento agrícola tradicional, combinando este conhecimento com elementos da ciência agrícola moderna (LEFF, 2002).

2.4.1 Agricultura Familiar

A agricultura familiar tem um papel fundamental no que se refere à função ambiental da agricultura, por apresentar diversas razões tem melhores condições para um desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental, além que, agricultura continua sendo essencial para o crescimento da economia mesmo em países majoritariamente urbanizados, e estabelece várias relações com a segurança alimentar (SOARES, 2001).

Segundo Wanderley (1996), o conceito de agricultura familiar, é entendido como aquela em que a família, ao mesmo tempo em que é proprietária dos meios de produção, assume o trabalho no estabelecimento produtivo. O mesmo autor diz que o fato de uma estrutura produtiva associar família - produção - trabalho tem consequências fundamentais para a forma como ela age econômica e socialmente.

De acordo com Felício (2006), o fruto do desenvolvimento tecnológico e do avanço capitalista no campo, é desde a década de 1990, onde diversos trabalhos acadêmicos objetivando diferenciar o camponês do agricultor familiar como dois sujeitos distintos. Concebem o primeiro como representante do velho, do atraso e do arcaico, enquanto que o segundo representa o progresso, o novo e o moderno. O autor destaca que os conceitos de agricultor familiar e de camponês são concebidos pelos dois paradigmas de forma distinta: no paradigma do capitalismo agrário a diferença entre eles está em dois aspectos, e no paradigma da questão agrária não há diferença entre agricultor familiar e camponês, pois, ambos são assim definidos por terem a família e o trabalho familiar por característica.

Conforme Altafin (2007), a delimitação legal do conceito de agricultura familiar combina como critérios o tamanho da propriedade, predominância familiar da mão-de-obra e de renda, e gestão familiar da unidade produtiva, tal delimitação abrange a diversidade de situações existentes no país. Conforme a lei no - 11.326, de 24 de julho de 2006, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais (BRASIL, 2006),

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por ocasião do Censo Agropecuário de 2006, no Brasil, os agricultores familiares representam 84,4% dos estabelecimentos rurais e ocupam 24,3 % da área total cultivada e são responsáveis por 38% da produção do setor agropecuário e 70% da produção de alimentos da geração de empresas no campo. O nordeste é a região que possui maior percentual distribuição do número de estabelecimento com 50% e da área de estabelecimento com 35% da agricultura familiar.

Bonadio *et al* (2005) afirma que, a agricultura familiar fortalecida tem o potencial de geração de emprego local qualificado à medida que passa a ser realizada de forma planejada, além de ter grande importância como propulsora a geração de emprego e renda, segurança alimentar, desenvolvimento local e desenvolvimento do agronegócio brasileiro.

No 2º Congresso do Departamento Estadual de Trabalhadores Rurais do Rio Grande do Sul (DETR-RS) em 1992, já implicavam em alguns indicativos

para um projeto Alternativo de Desenvolvimento que garantiam a viabilização da Agricultura Familiar, são eles: a) um novo modelo tecnológico que leve em conta as questões sociais e ecológicas da produção agrícola; b) novas formas de organização da produção, comercialização, beneficiamento da produção e abastecimento; c) construir as bases culturais de um desenvolvimento alternativo, resgatando valores como a solidariedade, a cooperação e estabelecendo uma nova relação homem-natureza; d) entre outros.

De acordo com EMBRAPA, (2002) a produção familiar é viável e rentável, desde que sejam adotadas tecnologias adequadas.

Segundo Nunes (2007), A agricultura familiar passa a ser apresentada como alternativa e em contraposição ao grande negócio agrícola, em virtude de possuir uma racionalidade mais voltada à reprodução social em lugar da reprodução do capital.

2.4.2 Sistema de Plantio Circular

A sustentabilidade de um agroecossistema depende de práticas de manejo que levem à otimização da disponibilidade e equilíbrio no fluxo de nutrientes, proteção do solo, preservação da biodiversidade e exploração da adaptabilidade e complementaridade dos recursos genéticos vegetais e animais, resultando em sistemas agrícolas complexos onde as interações ecológicas e sinergismos melhoram a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas (MACHADO et al., 2007).

O sistema de plantio circular baseia-se em princípios ecológicos para o manejo dos agroecossistemas, que consistem na diversificação de culturas e reciclagem de nutrientes e também se baseia na permacultura que possui uma visão ampla, de não só cuidar dos agroecossistemas, mas cuidar também das pessoas que fazem parte dele, compartilhando os excedentes, quer seja dinheiro, tempo ou informação (EHLERS, 1994).

O Plantio circular consiste de um sistemas de canteiros concêntricos formados ao redor de uma fonte d'água, geradores de trabalho e renda (Figura 1). O suprimento hídrico é um dos fatores limitantes para as comunidades, sendo a gestão deste um ponto crucial para o sucesso de qualquer projeto de

produção agrícola na região (BARRETO e LEPRUN, 1994). De acordo com Souza et al. (2006) a compreensão da necessidade de manejo adequado dos recursos hídricos, por parte das famílias das comunidades rurais presentes no semi-árido, é condição fundamental para a eficácia de funcionamento e efetividade da sustentabilidade hídrica rural.

O Sistema de plantio circular consiste no consórcio de produção agrícola e é bastante difundido em pequenas comunidades rurais. O objetivo principal do sistema é diversificar as atividades agrícolas com a finalidade de melhorar o padrão alimentar das famílias e aumentar a renda através da introdução de tecnologia apropriada de baixo custo de produção. O sistema de plantio circular foi desenvolvido para viabilizar a produção de alimentos de maneira sustentável em regiões semiáridas. (ABREU et al., 2010).

Conforme Bezerra (2001) há plantios circulares implantados nos sertões paraibanos, pernambucano e baiano, onde comprovadamente estão ajudando a reativar a economia local de forma solidária.

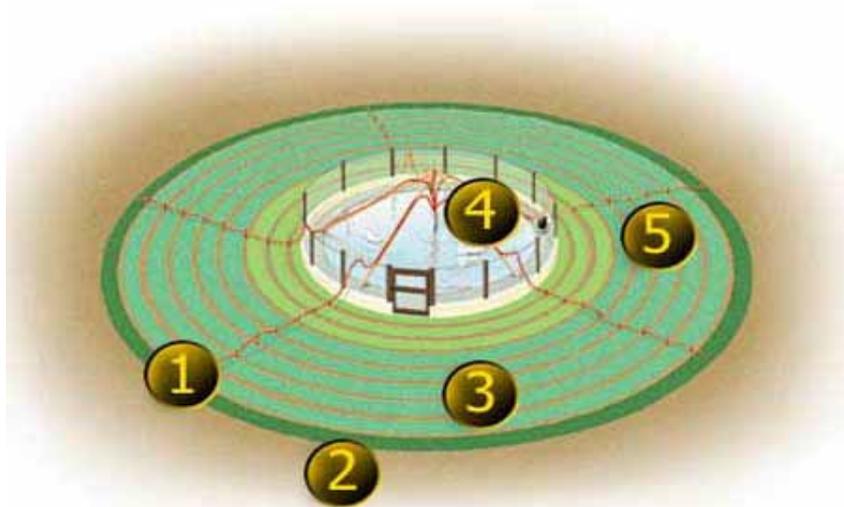


Figura 1. Desenho esquemático de uma plantio circular (BEZERRA, 2001), com a definição dos círculos concêntricos com: (1) pivôs de irrigação, (2) área de proteção ambiental, (3) área para a produção agrícola comercial, (4) reservatório d'água central e (5) a área destinada a agricultura voltada para o sustento da família.

O objetivo da construção de um sistema circular de plantio é obter a interação entre os elementos, cada um deles influenciando o outro em uma

pequena área obtendo o máximo de produção das culturas plantadas, utilizando-se de formas adequadas de manejo, o mínimo de energia, ou então uma forma alternativa dela, promovendo o envolvimento de toda a comunidade de forma que tudo que se produza seja consumido e nada se perca sempre trabalhando com a natureza e não contra ela (SANTOS, 2009). No entanto, na agroecologia ocorre a ótima produção e não máxima produção.

2.4.3 Adubação Orgânica

Os adubos orgânicos são caracterizados pelos elevados teores de matéria orgânica e de nutrientes, inclusive o nitrogênio (MALAVOLTA, 1981). A riqueza de um adubo orgânico em nutriente depende da origem do material e de seu manuseio. (RAIJ, 1996).

A matéria orgânica consiste em uma fonte alternativa importante de nutrientes para as plantas, que por sua vez, necessitam de cerca de dezesseis elementos químicos essenciais para se nutrir, que se subdividem em duas classes, os macronutrientes e os micronutrientes. Todos, sem exceção, podem ser obtidos da matéria orgânica, além disso, ela exerce importantes efeitos benéficos sobre as propriedades do solo contribuindo substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas (KIEHL, 1985).

A matéria orgânica beneficia o solo de três maneiras principais: em primeiro lugar, melhora as características físicas do solo, notadamente a porosidade e a capacidade de retenção de água, em segundo promove uma ação benéfica sobre os organismos do solo e, em terceiro, serve como fonte de nutrientes minerais para as culturas (JORGE, 1983).

O fornecimento de matéria orgânica para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, é um papel fundamental e de grande importância que os adubos orgânicos possuem, além de fornecer nutrientes. Nesse caso, o efeito é o condicionador de solo, considerando a matéria orgânica como um produto químico que melhora as propriedades físicas do solo (RAIJ, 1991). No entanto, os adubos orgânicos promovem benefícios na melhoria da fertilidade e conservação do solo e maior aproveitamento dos recursos existentes na propriedade (GALVÃO et al., 1999).

A presença de adubação orgânica aumenta os estoques de carbono orgânico (C) e nitrogênio total (N), em relação aos sistemas de produção com adubação mineral ou mesmo sem adubação, o que a posiciona como uma estratégia de manejo importante para a conservação da qualidade do solo (LEITE et al., 2003). A adubação orgânica, ao longo dos anos, promove incremento do carbono orgânico total, aumenta a estabilidade dos agregados do solo em água, fornece maiores teores de fósforo (P) e de N nas diferentes camadas, e diminui a relação C/N e C/P (MATOS et al., 2008).

A adubação orgânica não só incrementa a produtividade, mas também proporciona a obtenção de plantas com características qualitativas distintas das cultivadas exclusivamente com adubos minerais (SANTOS et al., 1994).

Segundo Santos et al. (2001), a adoção da adubação orgânica no cultivo de hortaliças tem crescido nos últimos anos, devido, principalmente, aos efeitos benéficos do material orgânico sobre as características físicas e químicas do solo, pelo custo elevado dos adubos minerais solúveis e ao marketing realizado em torno da produção orgânica de alimentos.

No entanto, Silva et al. (2008), encontraram os resultados que pesquisa evidenciam a necessidade de estudos sobre o uso de adubação orgânica para produção de hortaliças nas diferentes condições ambientais de cultivo.

De acordo com Santos et al. (2009), o aproveitamento de adubos orgânicos de origem animal 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.

Os esterco de animais são os mais importantes adubos orgânicos, pela sua composição, disponibilidade relativa e benefícios da aplicação (MARQUES, 2006).

Segundo Araújo et al. (2010), o esterco caprino e ovino é um produto valioso e a sua utilização prevê tanto a possibilidade de recuperação de terrenos degradados e importante alternativa de fonte de renda dos produtores.

O uso de esterco caprino é uma alternativa amplamente adotada para o suprimento de N e P nos solos da região semi-árida. No entanto, devido à

pequena disponibilidade de esterco nas propriedades, comumente os agricultores necessitam comprar esterco de regiões circunvizinhas (MENEZES et al., 2002; SILVA et al., 2007).

2.5 Espécies Vegetais Envolvidas no Estudo

2.5.1 Coentro (*Coriandrum sativum* L.)

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma hortaliça que possui um considerável valor e importância em diversas regiões do Brasil, especialmente nas regiões Nordeste e Norte do país, por ser utilizada como condimento na culinária regional (Figura 2). Praticamente em toda a região Nordeste utiliza-se a cultivar “Verdão” (BARROS JÚNIOR et al., 2004).

O coentro se adapta bem a regiões de clima quente e se mostra intolerante a baixas temperaturas podendo ser semeada ao longo do ano em baixa altitude. É pouco exigente em relação ao solo e tolerante à acidez (FILGUEIRA, 2002). Por ser uma cultura rústica, o coentro apresenta poucas doenças de importância econômica (PEDROSA et al., 1984).

O cultivo do coentro é predominante nas zonas periféricas das cidades, em hortas comunitárias, exclusivamente para a produção de biomassa verde, sendo comercializada em molhos, constituindo uma boa fonte de vitamina C, pró-vitamina A, cálcio e ferro (HAAG e MINAMI, 1998).



Figura 2. Vista parcial da cultura do coentro.

O coentro é amplamente consumido no Brasil e grande número de produtores está envolvido com sua exploração, tornando-a, conseqüentemente, uma cultura de grande importância socioeconômica (PEREIRA e NASCIMENTO, 2003).

Em diversos estados do Nordeste, o cultivo do coentro é uma atividade de evidente alcance social, chegando a se constituir na principal fonte de renda de várias comunidades rurais (VASCONCELOS, 2008).

O estado líder na produção de coentro, sendo reconhecido nacionalmente pela qualidade, tanto na produção de folhas como de semente para o plantio, é Pernambuco. O município de Vitória de Santo Antão é considerado o maior produtor de coentro do Brasil (KANEKO, 2006).

Os principais produtores mundiais de coentro incluem membros da antiga União Soviética (Hungria, Polônia, Romênia, República Tcheca, Eslováquia), Marrocos, Canadá, Índia, Paquistão, Iran, Turquia, Guatemala, México e Argentina (LÓPEZ et al., 2008).

A cultura possui um ciclo precoce, de 45 a 60 dias, garante retorno rápido do capital investido, aumentando a renda das famílias envolvidas na exploração, possibilitando a utilização da mão-de-obra familiar ociosa, tornando-se uma espécie de notável alcance social (HAAG e MINAMI, 1998).

Segundo Grangeiro et al. (2008) e Oliveira et al. (2005), o cultivo é tradicionalmente praticado por pequenos produtores, em hortas domésticas, escolares e comunitárias, e não objetiva apenas a produção de biomassa verde, comercializada em feiras livres e supermercados, mas também a produção de frutos, utilizados nas indústrias alimentícias e cosméticas.

Em 2006, o censo agropecuário definiu que o Nordeste encontra-se em primeiro lugar no ranking com 80,58% da produção total de coentro vendido no Brasil.

2.5.2 Alface (*Lactuca sativa* L.)

A alface (*Lactuca sativa* L.) originou-se de espécies silvestres, ainda atualmente encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental (FILGUEIRA, 2003).

Segundo Abreu (2008) a alface pertence a família Asteraceae, tribo cichiriceae, uma planta muito delicada com caule diminuto, não ramificado, ao qual prende as folhas (Figura 3). Estas são muito grandes, lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de uma cabeça.



Figura 3. Vista parcial da cultura da alface lisa.

As plantas apresentam folhas de coloração verdes, e que podem conter até 30 vezes mais pró vitaminas A que as folhas internas. O sistema radicular é muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 0,25m do solo, quando a cultura é transplantada. Em sementeira direta, a do sistema radicular pivotante pode atingir até 0,60m de profundidade (FILGUEIRA, 2003).

A alface é a mais popular das hortaliças folhosas, sendo cultivada em quase todas as regiões do globo terrestre. Pode ser considerada uma boa fonte de vitaminas e sais minerais, destacando-se seu elevado teor de vitamina A, além de conter vitaminas B1 e B2, vitaminas C, cálcio e ferro (FERNANDES et al., 2002). Entretanto, o seu cultivo apresenta limitações, principalmente em

virtude de sua sensibilidade às condições adversas de temperatura, umidade e chuva (GOMES et al., 2005). A alface é uma planta que se adapta às condições de menor fluxo de energia radiante pelo fato da intensidade de luz afetar diretamente o crescimento e desenvolvimento das plantas (BEZERRA NETO et al., 2005). As temperaturas do ar mais favoráveis ao crescimento e produção de plantas de alface de boa qualidade situam-se entre 15 e 24 °C, sendo a mínima de 7 °C (KNOTT, 1962; SEGOVI et al., 1997).

Quanto às desvantagens do seu cultivo, destaca-se a dificuldade de conservação e transporte pós-colheita, fato que limita sua produção aos cinturões verdes das grandes cidades, obrigando os produtores a obter o máximo de aproveitamento da produtividade (SANTOS, 2001).

Conforme o censo agropecuário de 2006, a produção vendida de alface na região do nordeste brasileiro ficou em terceiro lugar com 10,34% no ranking da produção total vendida em todo o Brasil.

2.5.3 Couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C.)

A família Brassicaceae (Divisão Magnoliophyta, Classe Magnoliopsida) é composta por várias espécies vegetais sendo as de maior importância olerícola a *Brassica oleracea* var. *capitata* L. (repolho), *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. (couve-flor), *Brassica oleracea* var. *italica* L. (brócolis), (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C. (couve-manteiga) e *Brassica pekinensis* L. (couve-chinesa) (FILGUEIRA, 2000).

O mercado de hortaliças orgânicas está em crescente expansão destacando-se, dentre elas, a couve-manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala* cv. Georgia) uma folhosa de grande importância na tradição culinária brasileira e que apresenta alto valor nutricional, sendo rica em ferro, cálcio, vitamina A e ácido ascórbico (FRANCO, 2002; SOUZA e RESENDE, 2003). As Brássicas são hortaliças originalmente de clima temperado (FILGUEIRA, 2003; FONTE, 2005).

A couve-manteiga apresenta um caule vertical que sempre emite novas folhas em seu ápice, bem como numerosos brotos laterais, que se originam nas axilas das folhas. As folhas constituem a parte comestível, apresentam um

limbo muito desenvolvido e arredondado, com pecíolo longo e nervuras bem destacadas (figura 4). É uma cultura típica de outono-inverno se desenvolvendo melhor em temperaturas mais amenas (16 a 22°C), apresentando certa tolerância ao calor podendo, em alguns locais, ser plantada ao longo de todo ano (FILGUEIRA, 2000). Pode permanecer produtiva por vários meses, mas é altamente exigente em água (HUSSAR et al., 2004).



Figura 4. Vista parcial da cultura da couve manteiga.

Em 2006, o censo agropecuário definiu que o Nordeste encontra-se em segundo lugar no ranking com 21,31% da produção total vendida da cultura da couve no Brasil, ficando a região sudeste como a maior produção vendida de couve.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na Estação de Agricultura Irrigada de Ibimirim (EAI) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) localizado no município de Ibimirim-PE, microrregião do Sertão do Moxotó, situado na zona semiárido brasileiro, a 320 km da capital Recife, com coordenadas geográficas de 8°32'15" e 37°41'30" de latitude e longitude, respectivamente, 431m de altitude (Figura 5).

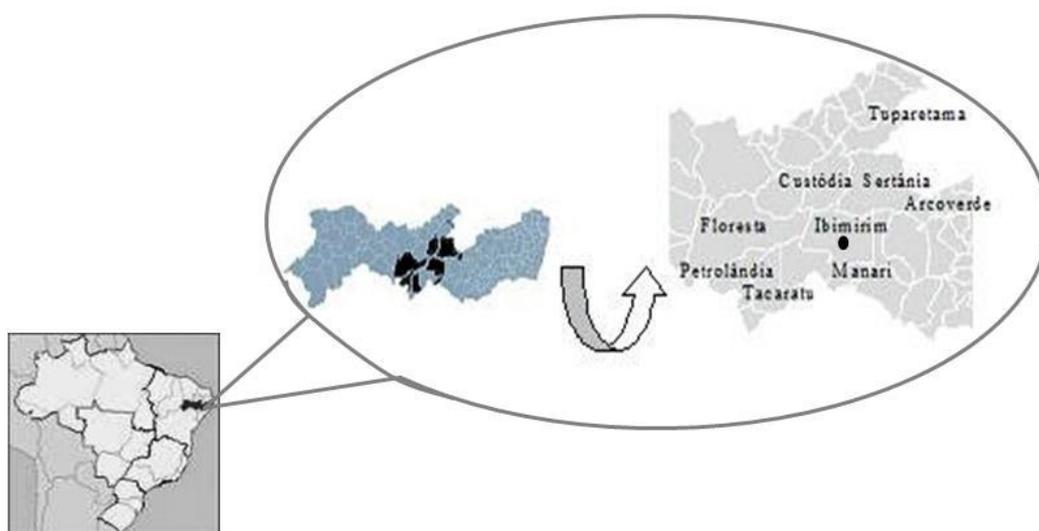


Figura 5. Localização do município de Ibimirim – PE

O clima é do tipo B'Swh', semi-árido muito quente tipo estepe (classificação de Köppen), respectivamente, com precipitação pluvial e temperatura média anual de 420 mm e 25°C, (BEZERRA et al., 2004). Os meses de novembro e dezembro são os mais quentes do ano, possuindo registros de temperatura máxima entre 35° e 40°C, enquanto que a temperatura mínima são aproximadamente 23°C, nos meses de julho e agosto (SILVA, 2006).

Trata-se de uma região com classe de solos Bruno não cálcico ((Luvisolos Crômicos), que sucede em áreas semiáridas do nordeste (OLIVEIRA, 2007).

A unidade experimental

O experimento foi conduzido em condições de campo, utilizando-se um delineamento com dois blocos casualizados, em arranjo de parcela subdividida, onde estas as parcelas compreenderam o formato do sistema de plantio (circular e retangular) e as subparcelas tipo de adubações (orgânica e mineral), com três repetições, e quatro testemunha (ausência de adubo) totalizando 28 unidades experimentais.

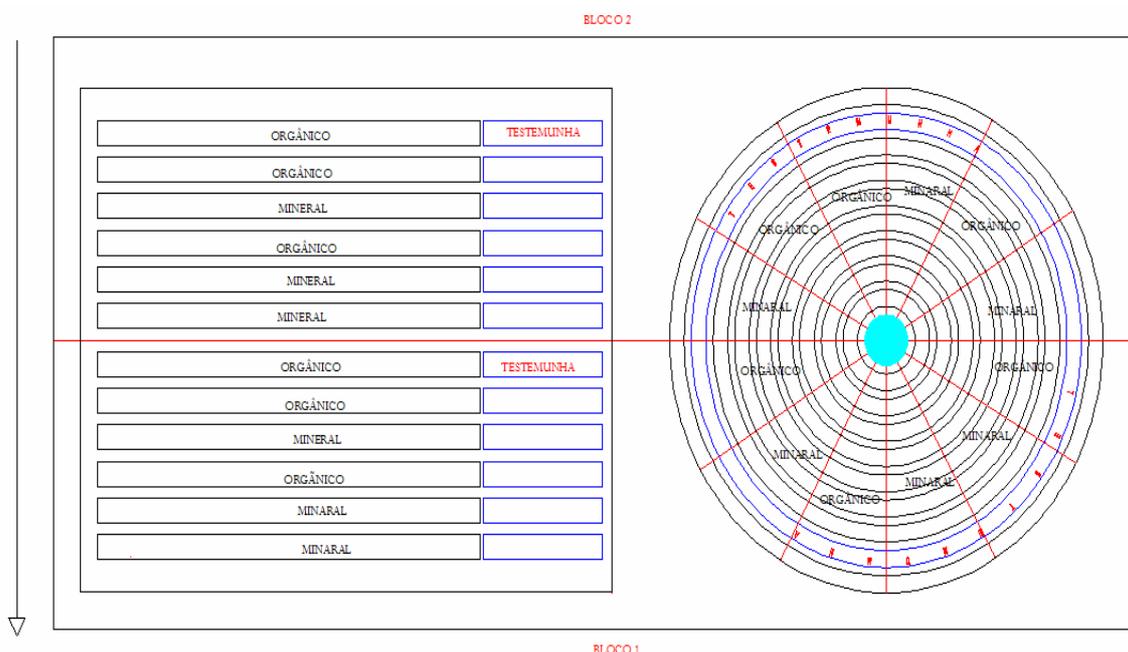


Figura 6. Croqui do delineamento experimental da área.

3.2 Estudo da Viabilidade Agronômica dos Sistemas de Plantio

3.2.1 Coleta de Amostras de Solo para Análises Físicas e Químicas

As análises de solo foram provenientes de amostras composta, obtidas no local de estudo, coletadas nos primeiros 20 cm da camada superficial, e analisadas em suas características química e física, de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997), realizado pelo laboratório AGROLAB - Análises Ambientais LTDA, cujos resultados iniciais se encontram nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Resultados da análise de fertilidade do solo da área experimental

Prof. cm	pH H ₂ O	N mg dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K -----	Na -----	Ca -----	Mg cmol dm ⁻³	SB -----	CTC -----	M.O %
0 - 20	8,0	1,5	1011	0,49	1,13	4,06	1,52	7,2	7,2	3,7

* a presença de Al⁺³ e (H + Al⁺³) não foram registrado no solo

Tabela 2. Característica Física do solo

Profundidade cm	Atributos					Classe Textural
	Areia grossa -----	Areia Fina -----	Silte -----	Argila -----	Ds g cm ⁻³	
0 - 20	419	243	234	104	2,64	FAR

Ds = Densidade Real
FAR = Franco Arenosa

3.2.2 Adubação

As adubações orgânicas (esterco caprino) e minerais (NPK) foram realizadas, para a cultura do coentro, 24 horas antes da semeadura. A adição dos adubos foi realizada em forma de sulcos longitudinais, distanciados em 20 cm, com uma profundidade de aproximadamente 2,0 cm, aplicado em fundação.

Para as culturas da alface e couve as adubações foram realizadas 24 horas antes do transplante das culturas. Foram abertos berços de plantio, com 30 e 60 cm de distância, respectivamente, para alface e couve, nas linhas e entrelinhas, com profundidade de aproximadamente 15 cm, os adubos foram adicionados em fundação. Para essas culturas foi feita uma nova adição de adubo, em cobertura, 15 dias após o transplante.

A composição em nitrogênio, fósforo, e potássio do esterco caprino fora, respectivamente, 0,97%, 0,48% e 0,65%, conforme a EMBRAPA Ovinos e Caprinos (2010). Quanto ao fertilizante é do tipo fosfatados, granulado com teor 16%,16%,16%, respectivamente para o nitrogênio, fósforo, e potássio.

As quantidades aplicadas foram baseadas nas recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) (CAVALCANTI et al., 2008), com base na fertilidade do solo

da área de estudo (tabela 3).

Tabela 3. Quantidades de fertilizantes aplicados nos plantios

Fonte	Adubação Mineral			Adubação Orgânica		
	Alface (g. cova ⁻¹)	Coentro (Kg. 4,45m ⁻²)	Couve (g. cova ⁻¹)	Alface (g. cova ⁻¹)	Coentro (Kg. 4,45m ⁻²)	Couve (g. cova ⁻¹)
Fundação	1,7	0,084	9	42	2,054	221,54
Cobertura	2,25	-	18	37	-	296,91

3.2.3 Semeio

As sementes do coentro foram da variedade “verdão”, foram distribuídas em 12 subáreas de 4,45 m² que totaliza uma área de 53,4 m², semeadas em 29 de junho 2010, em sulcos longitudinais, distanciados em 20 cm, a uma profundidade de 2,0 cm. A colheita foi realizada 30 dias após o plantio quando as plantas estavam prontas para o consumo humano.

Para o cultivo da couve utilizou-se a cultivar “manteiga” plantada em 12 subáreas de 5,24 m² que totaliza uma área de 62,83 m², distribuídas em covas, com espaçamento 0,6 m x 0,6 m. O plantio foi realizado no dia 21 de maio 2010 e o transplântio ocorreu no dia 27 dias de junho de 2010, coletando-se 74 dias após o plantio, quando foi observado que a cultura estava pronta para o consumo.

As sementes da cultura da alface cultivar “liso” foram semeadas em 12 subáreas de 3,67 m² que totaliza uma área de 43,98 m², distribuídas em covas, com espaçamento 0,3m x 0,3 m, respectivamente, linhas e entrelinhas. O semeio ocorreu no dia 18 de agosto de 2010, e após 15 dias o transplântio. A coleta 44 dias após o plantio, quando as plantas estavam prontas para o consumo humano.

3.2.4 Manejo da Irrigação

Os plantios foram desenvolvidos sob um sistema de irrigação localizada por gotejo, utilizando nas linhas laterais do sistema um emissor modelo Dripnet Pc 16250, auto-compensante, com vazão de 1,6 L h⁻¹ por planta, com o

espaçamento entre emissores de 1,0m x 0,6m x 0,6m.

O manejo de irrigação foi realizado de forma que as aplicações das lâminas de água foram em dias alternados a partir do plantio de coentro, utilizando os dados climáticos fornecidos por uma estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada apenas a 20m do local do experimento. Para o cálculo da demanda hídrica, adotou-se coeficiente de cultivo (k_c) de valor igual a 1,00, referente a evapotranspiração de referência (ET_0). A água de irrigação utilizada foi proveniente do Açude Eng. Francisco Sabóia (Poço da Cruz) localizado nas proximidades da área experimental.

Foi realizado um teste de uniformidade de distribuição de água para o sistema de irrigação instalado na área experimental. A metodologia adotada foi baseada na proposta por Merriam e Keller (1978), modificada por Deniculi et al. (1980), que consiste na obtenção da vazão dos gotejadores em quatro linhas laterais, ao longo da linha de derivação, e em oito pontos ao longo de cada linha lateral. A vazão dos gotejadores foi obtida através da divisão do volume de água coletado em cada gotejador em função do tempo de coleta. A análise da uniformidade de distribuição do sistema foi realizada utilizando-se o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e a eficiência de aplicação (EA), obtidos pelas seguintes equações:

$$CUC = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^N |q_i - \bar{q}|}{N * \bar{q}} \right] * 100 \quad (1)$$

Em que;

CUC= coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

N = número de emissores.

q_i = vazão de cada emissor, L h⁻¹

\bar{q} = vazão média dos emissores, L h⁻¹

$$CUD = 100 * \frac{q_n}{q} \quad (2)$$

Em que;

CUD= coeficiente de uniformidade de distribuição, (%);

q_n = média de 25% das vazões com menores valores;

q= média de todas as vazões coletadas.

$$EA = 0,9 * CUD \quad (3)$$

Em que;

EA= eficiência de aplicação, (%).

A determinação da evapotranspiração de referência foi feita através do modelo evoluído de Penman conhecido como Penman-Monteith. Segundo Allen et al (1998), é recomendado pela FAO como método-padrão, e incorpora os aspectos aerodinâmicos e termodinâmicos, inclui na sua dedução a resistência ao fluxo de calor sensível e vapor da água e a resistência da superfície a transferência de vapor da água.

$$E_{to} = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34U_2)} \quad (4)$$

Em que;

ET₀ = evapotranspiração de referência mm d⁻¹;

R_n = saldo de radiação líquida, MJ m⁻² d⁻¹;

G = fluxo de calor no solo, MJ m⁻² d⁻¹;

T = temperatura do ar a 2 m de altura, °C;

U₂ = velocidade do vento a 2 m de altura, m s⁻¹;

e_s = pressão de saturação de vapor, kPa;

e_a = pressão de vapor atual do ar, kPa;

(e_s - e_a) = déficit de pressão de vapor, kPa;

Δ = declividade da curva de pressão de vapor de saturação, kPa °C⁻¹;

γ = constante psicrométrica, kPa °C⁻¹.

De posse da evapotranspiração de referência, obtida por meio do método de Penman-Monteith (PM) foi possível determinar a evapotranspiração da cultura (ET_c). Para a irrigação localizada Bernardo *et al* (2006) descreve a seguinte equação para ET_c.

$$ET_g = ET_c * KI \quad (5)$$

Em que;

ET_g = evapotranspiração da cultura, mm dia⁻¹;

ET_c = evapotranspiração de referencia, mm dia⁻¹;
k_l = coeficiente de localização.

O coeficiente de localização (K_l) foi determinado pela equação de Keller e Bliesner (1990) por ser comumente usado para cultura com plantio mais adensado, como as olerícolas.

$$ET_{pc} = ET_0 * K_c \quad (6)$$

Em que;

ET_{pc} = evapotranspiração da cultura, mm dia⁻¹;
ET₀ = evapotranspiração de referencia, mm dia⁻¹;
k_c = coeficiente de cultura.

3.2.5 Culturas

As culturas envolvidas no sistema de plantio circular e retangular foram: milho, pimentão, pimenta de cheiro, couve-manteiga, coentro, alface, beterraba e cenoura. Para o presente estudo, a cultura analisada foi à couve-manteiga, coentro e alface.

3.3 Parâmetros Avaliados no Experimento

a) Parâmetros Climatológicos

Para verificar se houve alguma diferenciação climática entre os sistemas de plantio avaliados, os parâmetros climatológicos analisados nas duas áreas em estudo foram às temperaturas máximas e mínimas e a umidade relativa do ar, utilizando-se, para isso, um psicrômetro digital e termômetros de máxima e mínima

b) Parâmetros Fenológicos

Os parâmetros fenológicos avaliados foram altura da planta, diâmetro da cabeça, diâmetro do coleto, n^o de folhas, comprimento do sistema radicular e

do caule, biomassa fresca e seca da parte aérea, biomassa fresca e seca da do sistema radicular e biomassa fresca e seca do caule.

Na cultura do coentro, as medidas de altura da planta realizaram-se ao longo do ciclo, com o auxílio de uma trena graduada em centímetros e tomando como referência superior o ápice do ramo mais alto e como referência inferior a superfície do solo. O comprimento do sistema radicular foi realizado ao final do ciclo verificando-se nos molhos com 15 plantas efetivas, com auxílio de uma trena graduada em centímetros. Ao finalizar o ciclo produtivo, determinou-se separadamente a biomassa verde da parte aérea (folha + caule) e do sistema radicular, utilizando-se, para isso, balança de precisão. Logo após, a biomassa verde foi colocada em sacos de papel com a finalidade de protegê-la dos fatores externos durante a locomoção até o local de secagem. As partes foram acondicionadas em estufa com ventilação forçada, a uma temperatura de 65°C e alcançado o equilíbrio determinou-se a biomassa seca da parte aérea e do sistema radicular. Na cultura da alface e couve, além dos parâmetros de avaliação descritos para a cultura do coentro, foi realizado também o monitoramento do diâmetro da cabeça da planta, ao longo do ciclo, com o auxílio de uma trena graduada em centímetros. Ao final do ciclo produtivo, além dos comprimentos de do sistema radicular e caule, foram realizadas medidas do diâmetro do coleto, com auxílio de um paquímetro em unidade de centímetros. O número de folhas foi feito pela contagem manual.

3.5 Análise Estatística

Os dados analisados foram submetidos à análise de variância, utilizando o Programa Estatístico SAS. As variâncias com diferenças significativas pelo teste F foram submetidas à análise de comparação de média pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os dados (X) relativos aos parâmetros fenológicos da alface e coentro foram transformado para \sqrt{x} e da couve $\text{Log}_{10}(x)$, conforme SANTOS e GHEYI (2003). Tal transformação visou à redução dos coeficientes de variâncias, que estavam apresentando valores acima de 20%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho do sistema de irrigação

Na Tabela 4 estão os valores dos índices avaliados e a classificação da uniformidade de aplicação do sistema de irrigação implantado na área experimental. De acordo com Bernardo et al. (2006), o limite mínimo de CUC aceitável em um sistema de irrigação por gotejamento é de 80%. Para Merriam e Keller (1978), o valor do CUD é considerado bom quando varia entre 80% e 90%. Keller e Bliesner (1990) recomendam valores em torno de 80% para a eficiência de aplicação (EA).

Tabela 4. Avaliação do sistema de irrigação localizada em gotejo.

Sistema	CUC (%)	CUD (%)	EA (%)	Classificação
Retangular	90,7	87,9	79,14	Bom
Circular	93,5	91	81,9	Bom

4.2 Ocorrência da precipitação na área do experimento

A distribuição das chuvas ocorridas ao longo do experimento, entre os meses de maio a outubro, indicou que os maiores picos foram nos meses de junho e outubro, na ordem de 48,4 e 54,2 mm, respectivamente. Durante o experimento a precipitação total registrada foi de 173,2 mm.

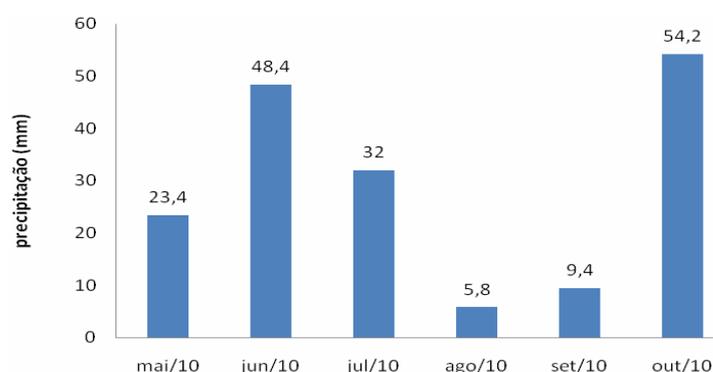


Figura 7. Distribuição da precipitação ao longo do experimento

4.3 Temperatura Máxima e Mínima nos Sistemas de Plantio Circular e Retangular

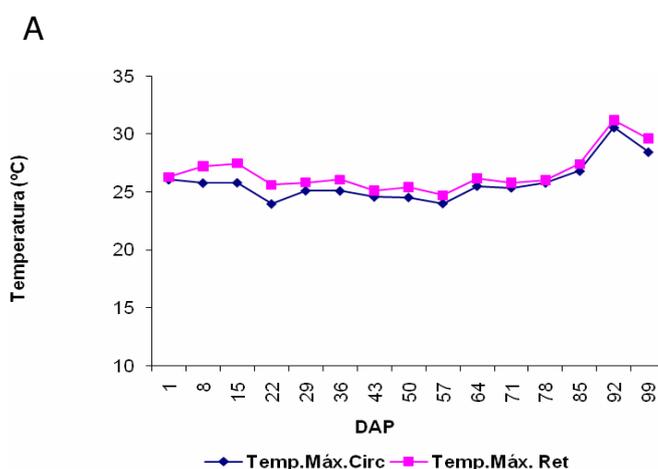
Aplicando o teste Tukey para comparar a média da temperatura máxima e mínima e na média umidade relativa do ar, constatou-se que não houve efeito significativo ($P < 0,05$), para os sistemas de plantio circular e retangular (Tabela 5).

Tabela 5. Média da Temperatura máxima, mínima e umidade relativa no sistema de plantio circular e retangular

SIST	Parâmetros Climáticos		
	Tmáx (°C)	Tmím (°C)	UR (%)
Circ	25,82a	23,17a	67,41a
Ret	26,65a	24,34a	63,84a
CV (%)	6,6	9,2	9,5

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); Parâmetros: TMáx: Temperatura Máxima; TMín: Temperatura Mínima; UR: Umidade Relativa do ar; CV: Coeficiente de variância

A variação da temperatura durante o ensaio experimental pode ser observado na Figura 8. Os dados obtidos nos sistemas indicam que os valores da temperatura máxima e mínima foram menores no plantio circular, quando comparados aos valores observados de temperatura máxima e mínima do plantio retangular, respectivamente. A variação entre os sistemas de plantio foi de 0,2 a 1,7 °C nas temperaturas máximas e 0,3 a 2,3 °C para as temperaturas mínimas.



B

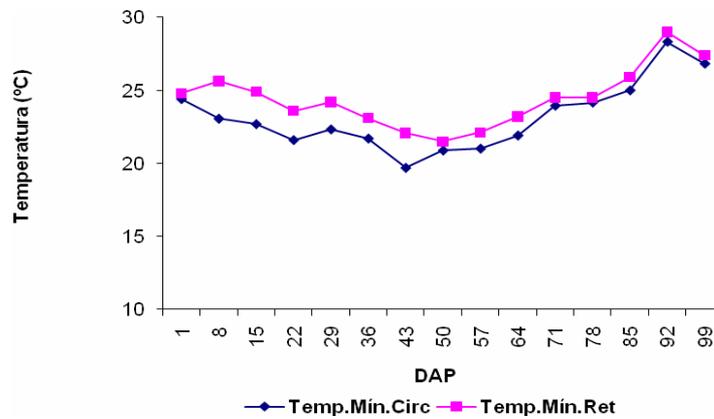


Figura 8. Temperatura do sistema de plantio circular e retangular.(A.) Temperatura Máxima. (B.) Temperatura mínima

A umidade relativa do ar nos dois sistemas de plantio manteve-se semelhante na maior parte do experimento, diferenciando apenas nas primeiras semanas, devido à ocorrência significativa de precipitação na região onde foi realizado o estudo. Apesar da semelhança, percebeu-se que no plantio circular ocorreu uma leve elevação da umidade do ar em relação ao plantio retangular (Figura 9).

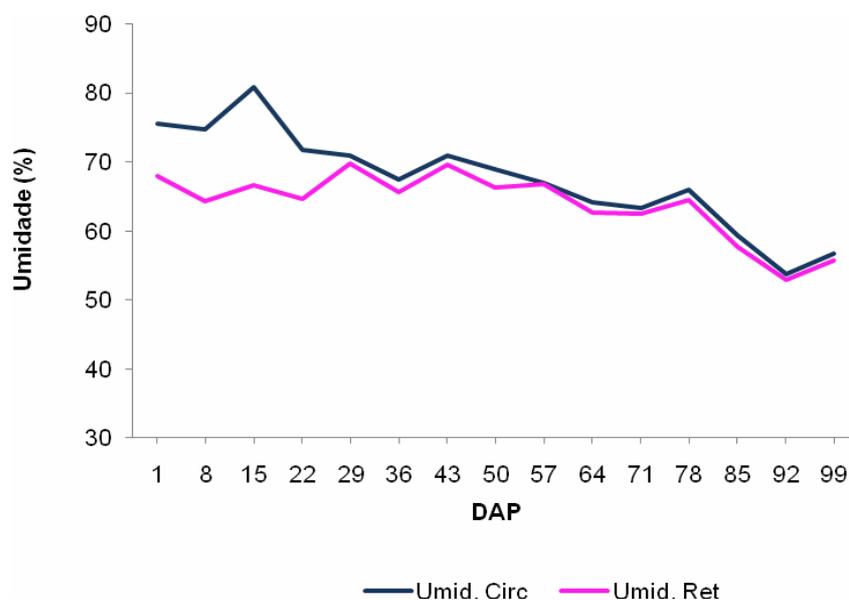


Figura 9. Umidade do ar no sistema de plantio circular e retangular

A ocorrência de diminuição da temperatura máxima e mínima, e o aumento percentual da umidade do sistema circular quando comparado ao retangular pode estar, possivelmente, relacionado à presença de um espelho d'água no centro do sistema circular, e presença de cultivo de culturas de maior porte formando de uma barreira de proteção contra o excesso de vento, e originando um microclima no local. Neste sentido, Dorigan e Simões (1987) afirma que a utilização de quebra-ventos promove uma redução nas perdas de água do solo por processos fisiológicos (evapotranspiração) da cultura, aumento de temperatura do ar e do solo durante o dia, redução nos danos causados pelo o vento às culturas e controle da erosão eólica.

4.4 Desenvolvimento Vegetativo entre os Sistemas de Plantio Circular e Retangular

A média de todos os parâmetros adotados neste trabalho, para o sistema de plantio circular e retangular referentes ao cultivo do coentro e alface, de acordo com o teste Tukey identificou a ausência do efeito significativo ($P < 0,05$), ou seja, do ponto de vista estatístico, o sistema de plantio circular não se diferenciou do sistema de plantio retangular para o desenvolvimento dessas culturas, a um nível de probabilidade de 95%. Contudo, o sistema circular pode se constituir em mais uma alternativa para os pequenos agricultores no contexto dos sistemas agroecológico. (Tabelas 6, 7).

Tabela 6. Média dos parâmetros fenológicos no sistema de plantio circular e retangular para o cultivo Coentro

SIST	Parâmetros Fenológicos				
	ALT	CR	MSA	MSR	MST
Circ.	27,55a	5,55a	4,72a	0,0269a	4,75a
Ret.	22,34a	5,46a	2,54a	0,0160a	2,55a
CV (%)	14,65	8,51	12,14	18,9	18,81

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); Parâmetros: ALT (cm): Altura; CR (cm): comprimento do sistema radicular; MSA (g.molhos^{-1}): biomassa seca da parte aérea; MSR (g.molhos^{-1}): biomassa seca da do sistema radicular; MST (g.molhos^{-1}): biomassa seca total; CV (%): Coeficiente de variância

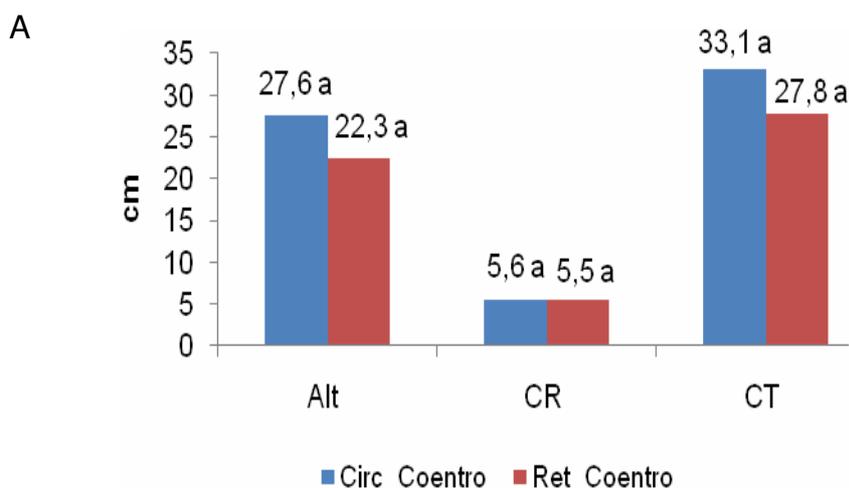
Tabela 7. Média dos parâmetros fenológicos no sistema de plantio circular e retangular para o cultivo Alface

SIST	Parâmetros Fenológicos								
	ALT	DCAB	NF	CR	DC	MSF	MSC	MSR	MST
Circ.	16,14a	31,91a	45,86a	10,66a	1,70a	10,51a	2,22a	2,08a	14,80a
Ret.	14,18a	27,6a	41,79a	10,32a	1,59a	9,24a	1,66a	1,68a	12,58a
CV (%)	4,54	5,12	9,48	4,72	5,25	13,10	14,19	15,19	13,75

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); Parâmetros: ALT (cm): Altura; DCAB (cm): diâmetro da cabeça; NF (unid.): Número de folha; CR (cm): comprimento do sistema radicular; DC (cm): diâmetro do caule, MSF (g. planta⁻¹): biomassa seca foliar; MSC (g. planta⁻¹): biomassa seca do caule; MSR (g. planta⁻¹): biomassa seca da do sistema radicular; MST(g. planta⁻¹): biomassa seca total; CV (%): Coeficiente de variância

No entanto, apesar do efeito de não significância estatística dos resultados, pode-se observar que o sistema de plantio circular proporcionou maiores valores percentual nas culturas do coentro e alface (Figuras 10, 11, 12 e 13).

Para o coentro, o comprimento do sistema radicular teve um acréscimo, respectivamente, de 1,7%, a biomassa seca da parte aérea, do sistema radicular e total obteve um aumento em sua biomassa, respectivamente, 86,1%, 67,9%, 86,5% (Figura 10).



B

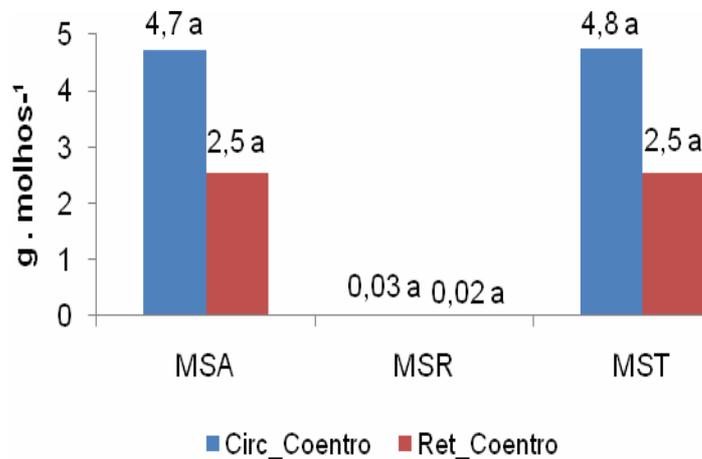


Figura 10. Parâmetros analisados na cultura do coentro. **(A.)** Altura (Alt.), Comprimento da do sistema radicular (CR) e total (CT). **(B.)** Biomassa seca parte aérea (MSA), do sistema radicular (MSR) e total (MST).

Na Figura 11 pode-se observar o comportamento da altura da planta. É fácil perceber que a partir do 13º dia após o plantio, o sistema circular proporcionou um melhor desempenho para a altura de planta, quando comparado ao sistema de plantio retangular, resultando um incremento de 23,3%.

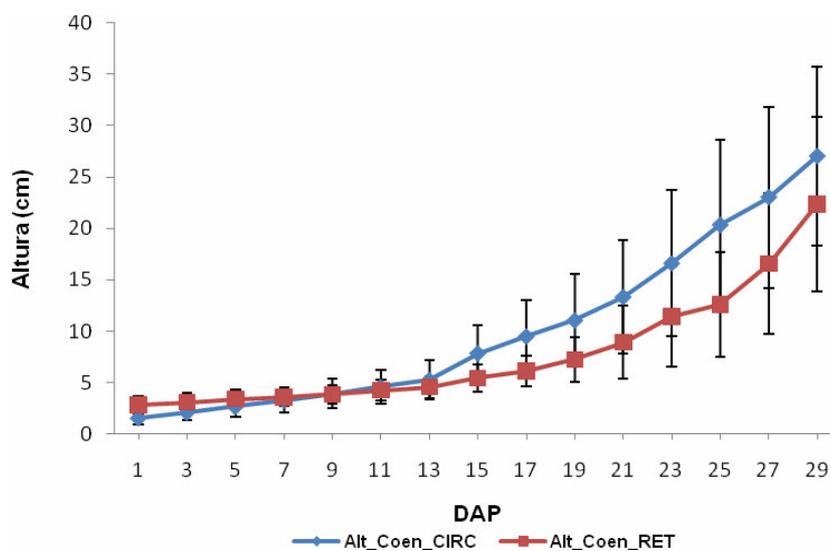
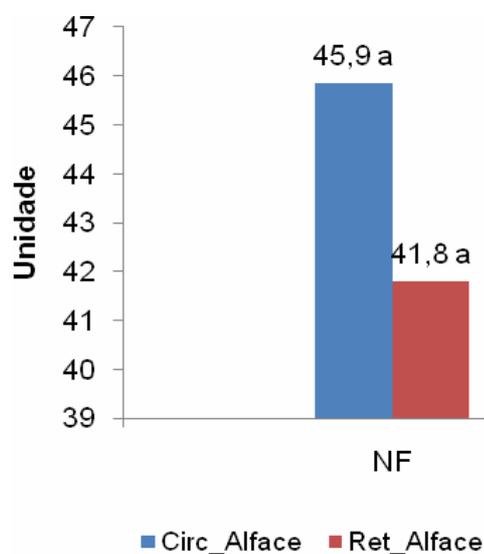


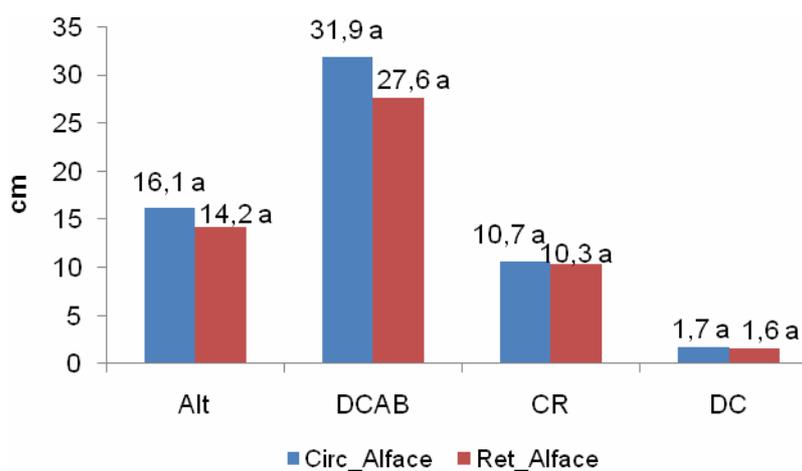
Figura 11. Altura do cultivo coentro no sistema de plantio circular e retangular. As barras verticais apresentam o desvio padrão da médias.

Para a alface, houve um acréscimo de 9,7% 13,8%, 15,6%, 3,3% e 7,2% respectivamente, para número de folha, altura, diâmetro da cabeça, comprimento da do sistema radicular e diâmetro do coleto. Também foram observados maiores valores de biomassa seca no plantio circular; a biomassa seca foliar, do sistema radicular, coleto e total obteve, respectivamente, aumentos da ordem de 13,7%, 23,7%, 33,8%, 17,7% (Figura 12).

A



B



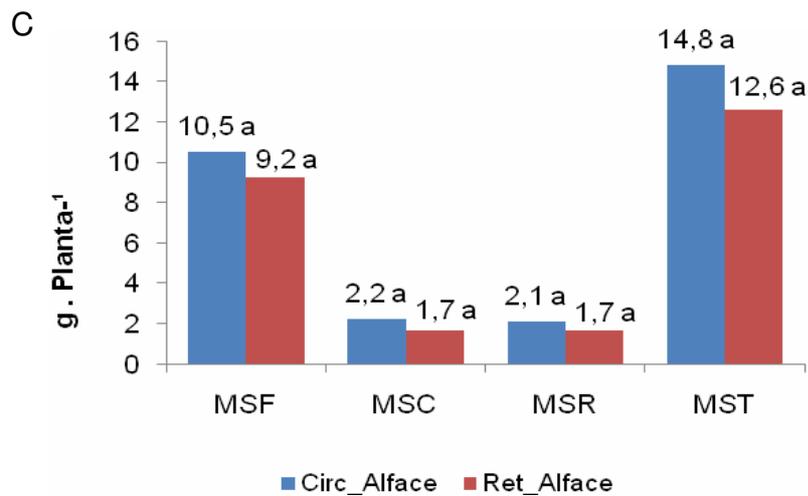


Figura 12. Parâmetros analisados na cultura da alface. **(A.)** Número de folhas (NF). **(B.)** Altura (Alt.), Diâmetro da Cabeça (DCab), Comprimento da do sistema radicular (CR), comprimento do coleto (DC). **(C.)** Biomassa seca foliar (MSF), do sistema radicular (MSR), Coleto (MSC) e total (MST).

Observando o monitoramento da alface (Figura 13), o crescimento no sistema de plantio circular manteve-se superior em todo o período de estudo em relação ao sistema de plantio retangular.

Por essas observações entende-se que se pode inferir que houve de certa forma, melhorias nas condições de cultivo no sistema de plantio circular. Do ponto de vista agrônômico, o arranjo circular dos canteiros pode ter facilitado o manejo das culturas quanto ao controle de pragas e doenças e/ou melhorado a fertilidade do solo pela uniformidade de aplicação de fertilizantes. Rocha (2006) considera essas vantagens inerentes aos agroecossistemas de produção.

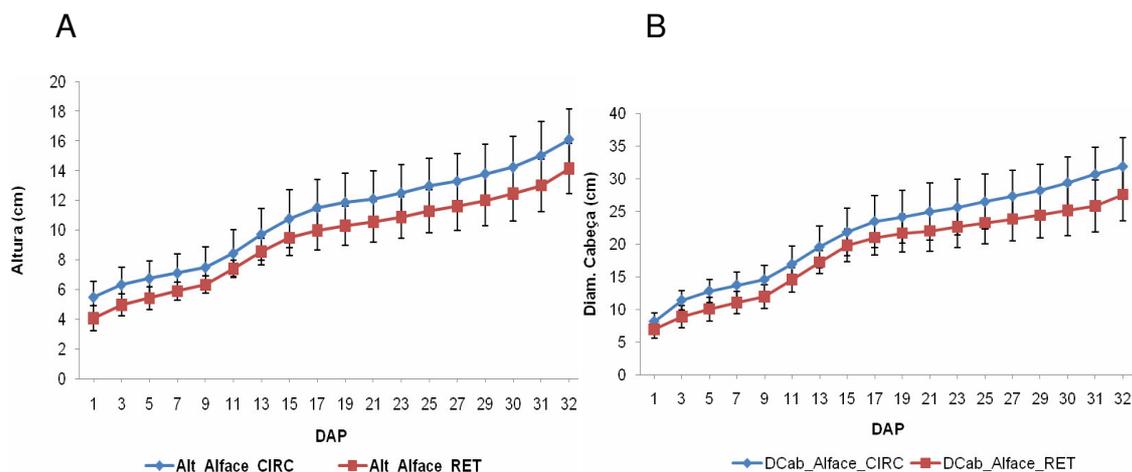


Figura 13. Altura e diâmetro da cabeça do cultivo Alface no sistema de plantio circular e retangular. **(A.)** Altura do alface. **(B.)** Diâmetro da cabeça do alface. As barras verticais apresentam o desvio padrão das médias.

Para a cultura da couve, as médias ALT, DCAB, CR, MSA, MSC, MSR, MST no sistema de plantio circular de acordo com o teste Tukey apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$), resultando assim, em influência no desenvolvimento e na biomassa seca (Tabela 8), enquanto aos demais parâmetros analisados não houve diferença significativa.

O sistema de plantio circular diferenciou-se do plantio retangular nos parâmetros da biomassa seca da folha, caule, do sistema radicular e total da couve, produzindo acréscimo de biomassa, respectivamente, na ordem de 48,8%; 65,9%; 42,9% e 49,9 %, e diferenciando-se também nos parâmetros altura, diâmetro da cabeça e comprimento do sistema radicular, proporcionado, respectivamente, acréscimo de 23,2%, 25,7% e 24,5%. Logo, para a cultura da couve, o sistema de plantio circular mostrou ser mais eficiente na produção de biomassa verde (Figura 14).

Tabela 8. Média dos parâmetros fenológicos no sistema de plantio circular e retangular para o cultivo Couve

SIST	Parâmetros Fenológicos								
	ALT	DCAB	NF	CR	DC	MSF	MSC)	MSR	MST
Circ.	58,29a	106,29a	29,64a	41,13a	2,14a	135,63a	22,39a	23,61a	181,64a
Ret.	47,31b	84,56b	22,57a	33,04b	1,7a	91,16b	13,49b	16,52b	121,17b
CV (%)	3,57	3,65	5,34	5,44	10,55	8,08	15,65	12,22	7,51

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); Parâmetros: ALT (cm): Altura; DCAB (cm): diâmetro da cabeça; NF (unid.): Número de folha; CR (cm): comprimento do sistema radicular; DC (cm): diâmetro do caule; MSF (g. planta⁻¹): biomassa seca foliar; MSC (g. planta⁻¹): biomassa seca do caule; MSR (g. planta⁻¹): biomassa seca do sistema radicular; MST(g. planta⁻¹): biomassa seca total; CV (%): Coeficiente de variância

Quanto aos demais parâmetros analisado para a couve não houve diferença significativa. No entanto, o plantio circular proporcionou acréscimos no número de folha de 31,3%, e no diâmetro do caule de 26,1 % (Figura 14).

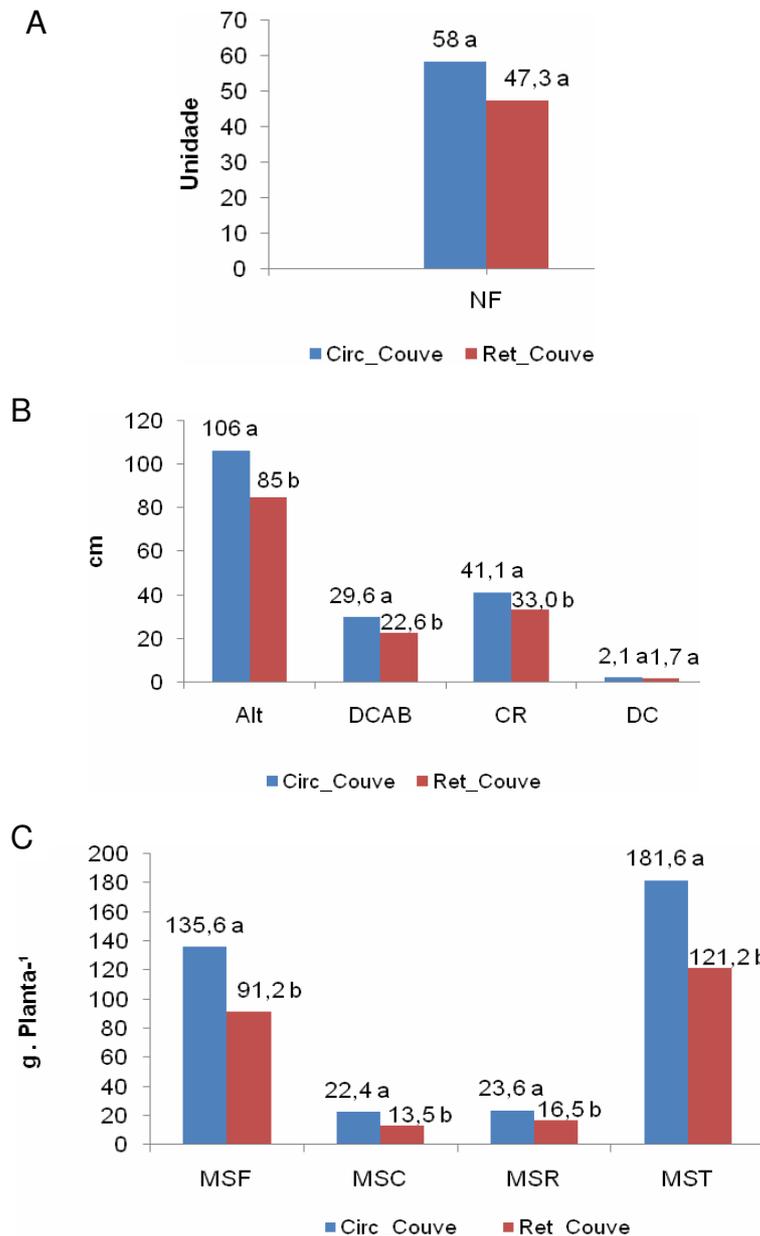


Figura 14. Parâmetros analisados na cultura da couve. **(A.)** Número de folhas (NF). **(B.)** Altura (Alt.), Diâmetro da Cabeça (DCAB), Comprimento da do sistema radicular (CR), comprimento do coleto (DC). **(C.)** Biomassa seca foliar (MSF), do sistema radicular (MSR), Coleto (MSC) e total (MST).

Em todo o período da pesquisa observou-se através do monitoramento da altura da planta e o diâmetro da cabeça que, para a cultura da couve, o sistema de plantio circular também manteve desenvolvimento superior ao sistema retangular (Figura 15). Esse comportamento pode está associado à diversificação de cultura e no manejo do solo, De fato, sempre que duas ou mais espécies cultivadas são plantadas no mesmo sistema, as interações resultantes podem ter efeitos mutuamente benéficos e reduzir efetivamente a necessidade de insumos externos (GLIESSMAN, 2000). O mesmo autor informa que, quando duas ou mais populações de diferentes culturas são plantadas juntas para formar um agroecossistema consorciado, e o rendimento resultante das populações combinadas é maior do que aquele das culturas solteiras é provável que estes aumentos sejam resultado da complementariedade das características de nicho das populações em questão.

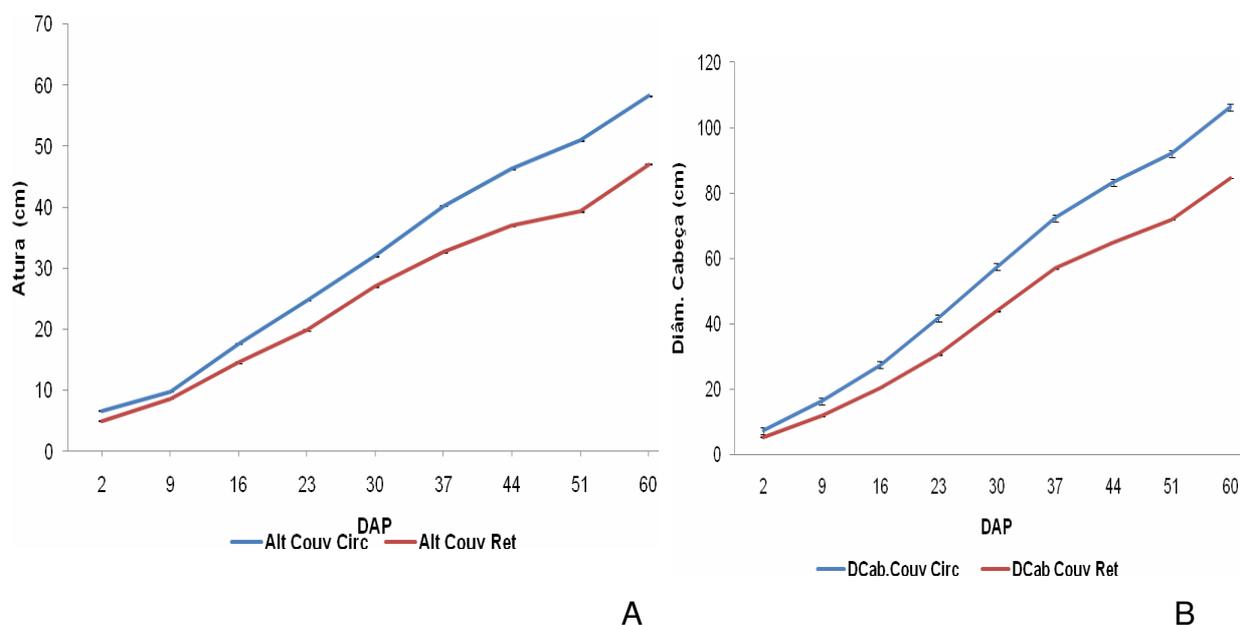


Figura 15. Altura e diâmetro da cabeça do cultivo couve no sistema de plantio circular e retangular. **(A.)** Altura da couve . **(B.)** Diâmetro da cabeça da couve. As barras verticais apresentam o desvio padrão das médias.

De modo geral, o sistema de plantio circular para as três culturas (coentro, alface e couve) obteve maior êxito em relação ao sistema retangular, e esse efeito pode está relacionado tanto à diversidade de cultivo como a reciclagem de nutriente. Segundo Ehlers (1994), um dos princípios que o sistema circular se baseia é a diversificação de cultura e reciclagem de nutriente. Machado et al. (2007), também aponta êxito em seu trabalho com sistema circular indicando que houve desempenho superior tanto para as características de qualidade do solo, quanto para as relacionadas à sanidade dos cultivos.

4.5. Desenvolvimento vegetativo com adubação orgânica e mineral

Aplicando o teste Tukey para comparar as médias da adubação orgânica (esterco caprino) e mineral constatou-se que não houve efeito significativo ($P < 0,05$), para as culturas coentro, couve e alface (Tabelas 9, 10 e 11).

Tabela 9. Média dos parâmetros fenológicos com adubação orgânica e mineral para o cultivo coentro

ADUB	Parâmetros Fenológicos				
	ALT	CR	MSA	MSR	MST
Org	26,51a	5,85a	4,052a	0,06430a	4,0677a
Min	25,18a	5,38a	3,56a	0,02135a	3,5806a
Test	19,58a	4,87a	2,579a	0,01574a	2,5929a
CV (%)	14,65	8,51	12,14	18,9	18,81

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); Parâmetros: ALT (cm): Altura; CR (cm): comprimento do sistema radicular; MSA (g.molhos^{-1}): biomassa seca da parte aérea; MSR (g.molhos^{-1}): biomassa seca da do sistema radicular; MST (g.molhos^{-1}): biomassa seca total; CV (%): Coeficiente de variância

Tabela 10. Média dos parâmetros fenológicos com a adubação orgânica e mineral para o cultivo couve.

ADUB	Parâmetros Fenológicos								
	ALT	DCAB	NF	CR	DC	MSF	MSC	MSR	MST
Org	51,23a	93,5a	25,75a	39,18a	1,84a	115,8a	16,70a	20,91a	153,45a
Min	56,15a	100,58a	27,33a	39,9a	2,07a	120,8a	21,33a	21,22a	163,39a
Test	47,45a	87,55a	23,5a	34,05a	1,7a	83,8a	11,5a	14,06a	109,33a
CV (%)	3,57	3,65	5,34	5,44	10,55	8,08	15,65	12,22	7,51

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); Parâmetros: ALT (cm): Altura; DCAB (cm): diâmetro da cabeça; NF (unid.): Número de folha; CR (cm): comprimento do sistema radicular; DC (cm): diâmetro do caule, MSF (g. planta^{-1}): biomassa seca foliar; MSC (g. planta^{-1}): biomassa seca do caule; MSR (g. planta^{-1}): biomassa seca da do sistema radicular; MST (g. planta^{-1}): biomassa seca total; CV (%): Coeficiente de variância

Tabela 11. Média dos parâmetros fenológicos com adubação orgânica e mineral para o cultivo alface.

ADUB	Parâmetros Fenológicos								
	ALT	DCAB	NF	CR	DC	MSF	MSC	MSR	MST
Org	15,78a	30,62a	49,58a	11,23a	1,742a	11,963a	2,207a	2,171a	16,1a
Min	15,55a	30,71a	43,92a	10,43a	1,708a	9,780a	2,096a	1,900a	14,1a
Test	12,12b	24,3b	26,25b	8,55b	1,15b	3,896b	0,654b	0,938b	5,49b
CV (%)	4,54	5,12	9,48	4,72	5,25	13,10	14,19	15,19	13,75

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); Parâmetros: ALT (cm): Altura; DCAB (cm): diâmetro da cabeça; NF (unid.): Número de folha; CR (cm): comprimento do sistema radicular; DC (cm): diâmetro do caule, MSF (g. planta⁻¹): biomassa seca foliar; MSC (g. planta⁻¹): biomassa seca do caule; MSR (g. planta⁻¹): biomassa seca do sistema radicular; MST(g. planta⁻¹): biomassa seca total; CV (%): Coeficiente de variância

Este fato pode estar relacionado à fertilidade do solo da área em estudo, no entanto a área apresenta classe de solo bruno não-cálcico (Luvissolos Crômicos). O teor de fertilidade de um solo bruno não-cálcico é considerado alto (JACOMINE et al. 1975; ANDRADE e OLIVEIRA, 2004).

No entanto, no cultivo da alface, aplicando-se o teste de comparação de médias, verificou-se que as adubações orgânicas e minerais apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) em relação à testemunha (sem adubação) para os parâmetros estudados. Logo, a utilização de adubos minerais ou orgânicos em alface afeta positivamente a produção. Os dados corroboram com as afirmações de Ferreira, Castellane e Cruz (1993) que retrata de forma positiva a elevação na produtividade da alface com o emprego de esterco caprino como fonte de matéria orgânica.

Na alface, a altura e diâmetro da cabeça, com adubação orgânica ou mineral, geraram um aumento aproximado de 30% na altura e 26 % no diâmetro da cabeça, quando comparado com a testemunha. Além disso, através do monitoramento desses parâmetros foi possível observar que durante todo o experimento a altura e diâmetro da cabeça foram muito semelhantes para os tipos de adubação estudados (Figura 16).

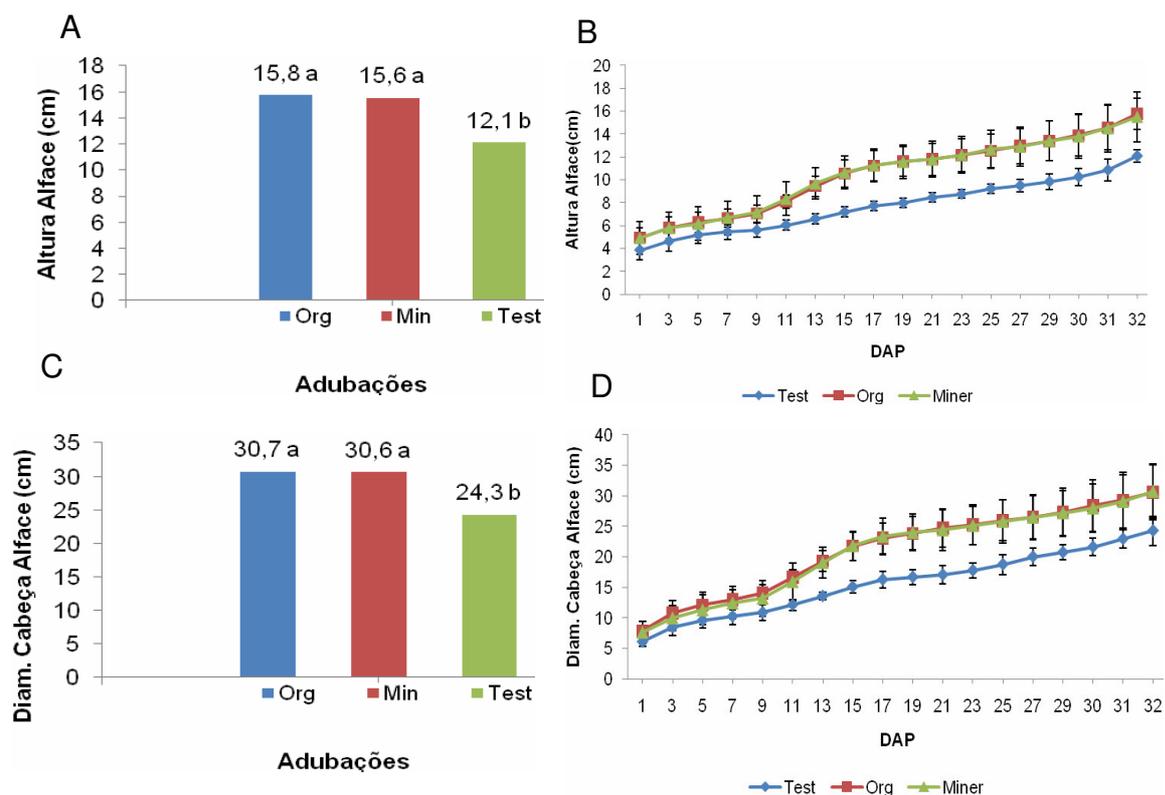


Figura 16. Altura e diâmetro da cabeça da alface com aplicação do adubo orgânico e mineral. **(A.)** Altura da alface. **(B.)** diâmetro da cabeça da alface.

4.5 Crescimento Vegetativo entre os Sistemas de Plantio Circular e Retangular com Adubação Orgânica e Mineral

Na Figura 17 é apresentado o monitoramento da variável altura da planta, considerando os sistemas de plantio estudados e os tipos de adubação. Pode-se perceber que houve um melhor desempenho da altura da planta no sistema de plantio circular, quando comparado ao sistema de plantio retangular. Neste sistema a adubação orgânica promoveu melhorias nas culturas do coentro e alface, enquanto na cultura da couve a melhor resposta foi obtida com a adubação mineral.

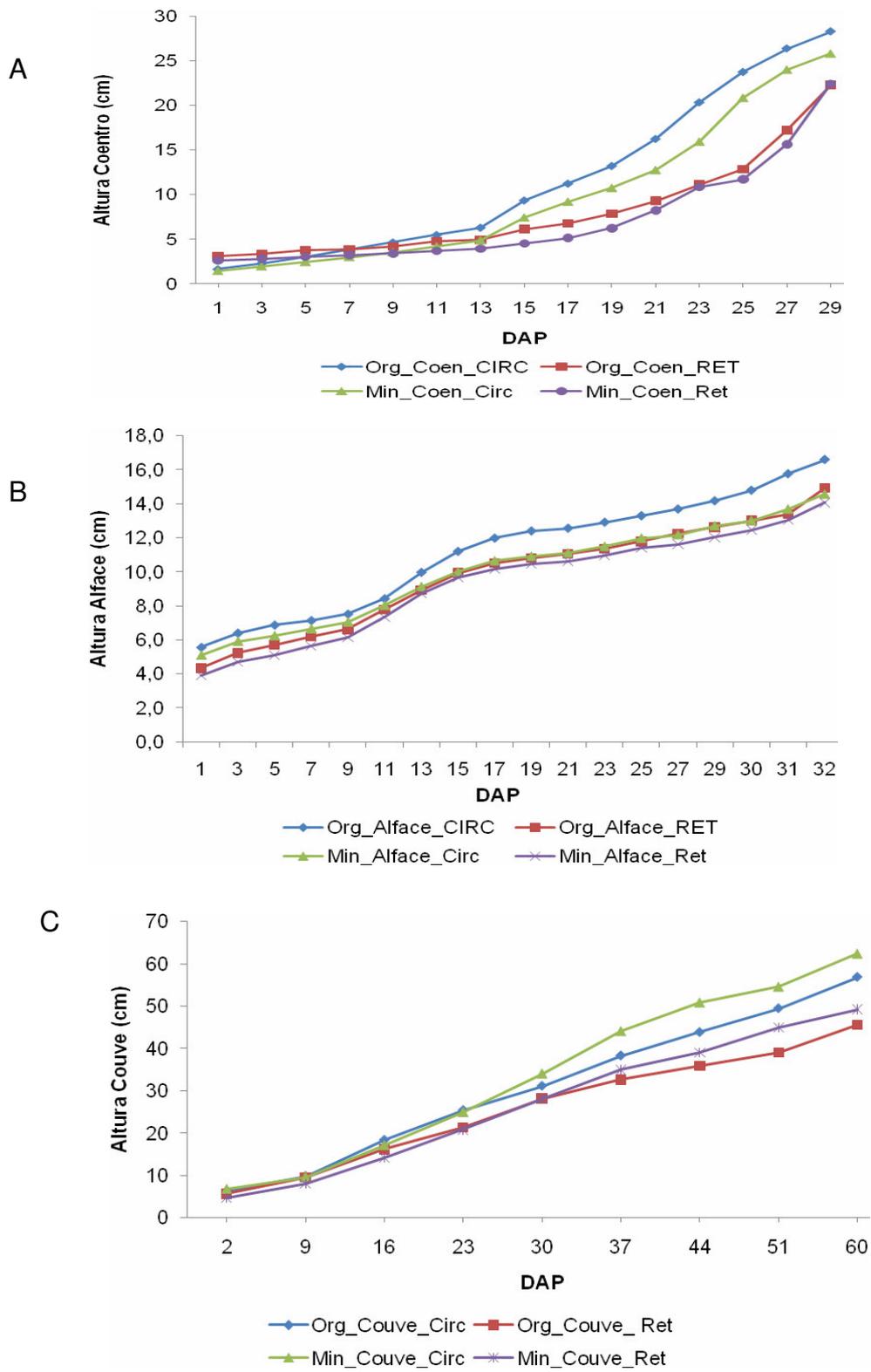


Figura 17. Altura nos sistema de plantio com aplicação do adubo orgânico e mineral. **(A.)** Estimativa da média altura do coentro **(B.)** Estimativa da média altura da alface. **(C.)** Estimativa da média altura da couve.

5. CONCLUSÃO

A análise dos dados obtidos na presente pesquisa, ancorada no referencial teórico, permitiu tecer as seguintes conclusões:

1. O sistema de plantio circular apresentou diminuição no valor da temperatura e umidade relativa do ar, quando comparado ao plantio retangular.
2. O rendimento da biomassa seca no cultivo de couve foi maior no sistema plantio circular.
3. Na cultura alface, a utilização da adubação orgânica e/ou adubação mineral proporcionou aumentos significativos nos parâmetros de produção avaliados para a cultura.
4. De modo geral, o sistema de plantio circular promoveu melhorias agronômicas, seja nas condições edafoclimáticas e/ou no manejo das culturas, o que possivelmente ocasionou a criação de condições mais favoráveis ao desenvolvimento das culturas estudadas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realidade ambiental pressupõe a presença do homem, devendo-se sempre pautar no pensamento a necessidade de conservar os recursos naturais e utilizá-lo de forma racional.

Imbuído deste pensamento a busca por formas de produzir pelo homem do campo, cada vez mais necessita de “olhares” investigadores que possam traçar caminhos pautados na sustentabilidade.

Os resultados apresentados nesta pesquisa indicam que a utilização do sistema de plantio circular é viável como processo produtivo para pequenos agricultores, especialmente aqueles localizados nas regiões semi-áridas. Este sistema proporciona produtividade de igual ou superior aos sistemas tradicionais de plantio.

No entanto, é preciso que mais informações sejam geradas sobre o sistema de plantio circular, capazes de apresentar um maior arcabouço teórico no que diz respeito à influência do sistema de plantio circular no desenvolvimento das culturas, criação de microclimas, tanto em ambiente abertos como protegido, proporcionando alternativas para este setor produtivo. O tema estudado deve continuar sendo alvo de pesquisa na busca de um desenvolvimento harmônico com a condição imposta pela natureza.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, I. M. O. **Produtividade e qualidade microbiológica de alface sob diferentes fontes de adubos orgânicos**. 69f, 2008. (Dissertação de Mestrado) – Universidade de Brasília,

ABREU, Y. V.; OLIVEIRA, M. A. G.; GUERRA, S. M. **Energia, economia, rotas tecnológicas**. Textos selecionados. Palmas-TO, Livro eletrônico, 2010.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 308 p. (Irrigation and Drainage, 56).

ALTAFIN, L. Reflexões sobre o conceito de agricultura familiar. **Texto...** Curso Regional de Formação Político-sindical da região Nordeste, 2007

ALTIERI, M.. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS. 2000. 110 p.

ALTIERI, M.. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS. 2004. 110 p.

ANDRADE, J.B. e OLIVEIRA, T.S. Análise espaço-temporal do uso da terra em parte do semi-árido cearense. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa – MG. n 28. 393-401p, 2004.

ARAÚJO, W. B. M.; ALENCAR, R. D.; MEDEIRO, E. V.; ANDRADE, R. C.; ARAÚJO, R. R. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 68-73, 2010

ASSAD, M. L. e ALMEIDA, J. Agricultura e sustentabilidade: contextos, desafios e cenários, **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 29, p. 21-22, 2004.

BARRETO, F.R.S. e LEPRUN, J.C. **Avaliação das perdas de solo e água por erosão no Nordeste brasileiro**. Brasília, Áridas, 1994.

BARROS JÚNIOR AP; BEZERRA NETO F; NEGREIROS MZ; OLIVEIRA EQ; SILVEIRA LM; CÂMARA MJT. Desempenho agrônomo de cultivares comercial de coentro em cultivo solteiro sob condições de temperatura elevada e ampla luminosidade. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN Brasil, v17, 82-86p. 2004.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Vicosá: Ed. UFV, 2006. 625 p.

BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R.C.C.; NEGREIROS, M.Z.; ROCHA, R.H.; QUEIROGA, R.C.F. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevada. **Horticultura Brasileira**,

Brasília, v.23, n.2, p.189-192, 2005.

BEZERRA, J.A. O círculo da vida. **Revista Globo Rural**, 2001. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com>. Acesso em: 17 de março de 2010.

BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; SILVA JUNIOR, J. F. ALVES, M. A.. Comportamento da pitangueira (*Eugenia uniflora* L) sob irrigação na região do vale do Rio Moxotó, Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 26, n. 1, 2004.

BONADIO, L.F.; TUPY, O.; RODRIGUES, G.S.; RODRIGUES, I.A.; CAMARGO A.C. Impacto social de inovação tecnológicas na agricultura familiar: Tecnologia para produção de leite. In: CONGRESSO DA SOBER “Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema agroindustrial”, 63, **Resumo...** Ribeirão Preto, 2005.

BRASIL, Lei 11.326, de 24 de Julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Diário Oficial da União, dia 25/07/2006.

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

CAVALCANTI, F. J. A. (Coord.) **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aprox.** 3. ed. rev. Recife: IPA, 2008. 212 p

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÁBAUT, J.T.L.; SEDIYAMA, G.C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa. v 27, n. 50, p.155-162. 1980.

Departamento Estadual de Trabalhadores Rurais do Rio Grande do Sul (DETR-RS), II Congresso, Adoção da idéia de Projeto Alternativo de Desenvolvimento. Erechim, 1992.

DORIGAN, G.; SIMÕES, J.W.; Quebra-ventos de *Grevillea robusta* A. CUNN – Efeitos sobre a velocidade do vento, umidade do solo e produção de café. **IPEF**. São Paulo, n.36, 27-34 p. 1987.

EDWARDS, C.A. The importance of integration in sustainable agricultural systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 27: 25-35p, 1989.

EHLERS, E. – **O que se Entende por Agricultura Sustentável**, 1994, (Dissertação de mestrado em ciência ambiental)- Universidade de São Paulo, São Paulo.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1997. 212p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Assessoria de Comunicação Social. **Agricultura familiar**. Brasília, DF, 2002. 44 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Ovinos e Caprinos, **O esterco caprino e ovino como fonte de renda**, Artigo técnico, Sobral, CE. 2010. Disponível em: www.cnpq.embrapa.br/artigo1.htm. Acesso em 15 de maio de 2010.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; PEREIRA, P.R.G.; FONSECA, M.C.M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, 195-200 p., junho 2002.

FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.E.; CRUZ, M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba - SP: Potafós, 1993. 487 p.

FELÍCIO, M. J. **Os camponeses, os agricultores familiares: paradigmas em questão**. Universidade Estadual de Londrina. Geografia - v. 15, n. 1, 2006

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, 2000, 402 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2002. 402p

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2ª Ed. Viçosa: UFV. 402p. 2003.

FONTES. P. C. T. R. (Ed). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV, 2005, 486 p.

FRANCO, G. Quadro de composição química de alimentos. Rio de Janeiro, **Serviço de Alimentação da Previdência Social**, 2002. 194p

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V.; SANTOS, I.C. Adubação orgânica: chance para os pequenos. **Revista Cultivar**, Pelotas, v.9, p. 38-41, 1999.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Universidade, UFRGS,2000. 653p.

GOMES, T.M.; BOTREL, T.A.; MODOLO, V.A.; OLIVEIRA, R.F. Aplicação de CO₂ via água de irrigação na cultura da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.316-319, abr-jun 2005.

GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; SANTOS, A. P.; COSTA, L. M.; SILVA, A. R. C.; LUCENA, R. R. M. Crescimento e produtividade de coentro e rabanete em função da época de estabelecimento do consórcio. **Ciência e**

Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 1, p. 55-60, jan./fev., 2008.

GUIVANT, J. S. Agricultura sustentável na ciência sociais. In VIOLA, E.J. *et all.* **Meio Ambiente, desenvolvimento e cidadania: desafios para as ciências sociais**. 2 ed. São Paulo: Cortês editora; Florianópolis; Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

GUZMÁN, E. S. La perspectiva sociológica en agroecología: una sistematización de sus métodos y técnicas. Córdoba: **ISEC**, 2001.

HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral em hortaliças**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1998.p. 28-29.

HESPANHOL, R. A. M. Agroecologia: limites e perspectivas. In: ALVES, A. F., CARRIJO, B. R., CANDIOTTO, L. Z. P. (Org). **Desenvolvimento territorial e agroecologia**. 1. ed.- São Paulo: Expressão Popular, 2008.

HUSSAR, G. J; PARADELA AL; SERRA W; JONAS TC; GOMES JPR. Efeito do uso do efluente de reator anaeróbio compartimentado na fertirrigação da couve. **Revista Ecosystema**. São Paulo, 29: 65-72 p. 2004.

Instituto Brasileiro geofereciamento e estatística (IBGE), **Censo Agropecuário**. 2006. Disponível em:
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=818&z=p&o=2&i=P>.
Acesso em 27 de dezembro de 2010.

JACINTHO, C. R. S. **A Agroecologia, a Permacultura e o Paradigma Ecológico na Extensão Rural: Uma Experiência no Assentamento Colônia I**. 2007. 139 p. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília/Centro de Desenvolvimento Sustentável. Padre Bernardo - Goiás. 2007.

JÁCOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSOAS, S.C.P. & SILVEIRA, C.O. da. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado de Alagoas, Recife, PE**. EMBRAPA – Centro de Pesquisas Pedológicas, 1975. 532p. (Brasil. SUDENE. DRN. Série Recursos de Solos, 5). (Boletim Técnico, 35).

JORGE, I. A. **Solo: Manejo e adubação**: Compêndio de edafologia. São Paulo: Nobel. 2° ed, 1983. 309 p.

KANEKO, M. G. **Produção de coentro e cebolinha em substratos regionais da Amazônia à base de madeira em decomposição (paús)**. 2006. 59p. Dissertação (Mestrado). Universidade Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília. 2006.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook,1990. 649 p.

- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo. 2° edição.: Ceres,1985.
- KNOTT, J.E. **Handbook for vegetable grovers**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1962. 245 p.
- LANA, R.M.Q.; ZANÃO JÚNIOR, L.A.; LUZ, J.M.Q.; SILVA, J.C. Produção da alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de Cerrado. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.3, p. 525-528, jul-set 2004.
- LEFF, E. **Agroecologia e saber ambiental**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v.3, n.1. 2002.
- LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J.C. L.; MACHADO, P. L.O.A. ; GALVÃO, J. C. C. Estoques Totais de Carbono Orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob Milho cultivado com adubação Mineral e Orgânica. **Revista brasileira de ciência do solo**. Viçosa. v.27, p.821-832, 2003.
- LÓPEZ, P.A.; WIDRLECHNER, M.P.; SIMON, P.W.; RAI, S.; BOYLSTON, T.D.; ISBELL, T.A.; BAILEY, T.B.; GARDNER, C.A.; WILSON, L.A. **Assessing phenotypic, biochemical, and molecular diversity in coriander (*Coriandrum sativum* L.) germplasm**. Genet Resour Crop Evol., v.55, p.247-245, 2008.
- LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; TOKURA, A. M.; COLAÇO, F. W.; VIANA, C. M. Atributos químicos e microbiológicos avaliados em sistemas de cultivos agrícolas e florestais. Resumos do 2º Seminário de Agroecologia de Mato Grosso do Sul - Manejo de Agroecossistemas Sustentáveis - **Revista Brasileira de Agroecologia** - Porto Alegre. Vol. 3 - Suplemento especial, 2008
- LUZZI, N. **O debate agroecológico no Brasil: uma construção a partir de diferentes atores sociais**. 182 p. 2007, (Tese Doutorado). Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Humana e Sociais. Rio de Janeiro. 2007.
- MACHADO, C.T.T.; REIS Jr., F.B.; ARAÚJO, E.G.M.; JOSÉ Jr., G. Estimativa da qualidade do solo e da sanidade dos cultivos através de indicadores de determinação rápida e fácil em três áreas no assentamento cunha (GO). **Revista Brasileira de Agroecologia**. Porto Alegre. v 2, n 2, 2007
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. São Paulo 3.ed.: Agronômica Ceres, 1981. 596p.
- MARQUES, L. F. **Produção e qualidade de beterraba em função de diferentes dosagens de esterco bovino**. 2006. 37p. (Monografia Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2006.
- MATOS, E. S.; MENDONÇA, E.S.; LEITE, L.F.C.; GALVÃO, J.C.C.

Estabilidade e distribuição de carbono e nutriente em argissolo sob adubação orgânica e mineral. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.43, n.9, p.1221-1230, 2008.

MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SILVEIRA, L.M.; TIESSEN, H. & SALCEDO, I.H. **Produção de batatinha com incorporação de esterco e/ou crotalária no Agreste paraibano**. In: SILVEIRA, L.; PETERSEN, P. & SABOURIN, E., orgs. Agricultura familiar e agroecologia no semi-árido: avanços a partir do agreste da Paraíba. Rio de Janeiro, AS-PTA, 2002. p.261-270..

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978. 271 p.

MICHEREFF, S.J.; BARROS R. **proteção de plantas na agricultura sustentável**. Universidade federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Recife. 368 p. 2001.

MULLER. G. **Complexos agroindustriais e modernização agrária**. São Paulo: Hucitec, 1989.

National Research Council. **Alternative agriculture**. Washington: National Academy Press, 1989. 448p.

NEGRINI, A. C. A. **Desempenho de alface (*Lactuca sativa L.*) consorciada com diferentes adubos verdes**. 2007. 113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2007.

NUNES, S. P. **O campo político da agricultura familiar e a idéia de “Projeto Alternativo de Desenvolvimento”**. 2007, 152p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007

ODUM, E. P. **Ecologia**. Traduzido por Christopher J. Tribe. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara. 214 p. 1988.

OLIVEIRA, L.B. **Mineralogia, micromorfologia, gênese e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semi-árido do Nordeste brasileiro**. 2007. 169p. (Tese de Doutorado). Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, 2007.

OLIVEIRA, E.Q.; BEZERRA NETO, F.B.; NEGREIROS, M.Z.; BARROS JÚNIOR, A.P.; FREITAS, K.K.C.; SILVEIRA, L.M.; LIMA, J.S.S. **Produção e valor agroeconômico no consórcio entre cultivares de coentro e de alface**. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.285-289, 2005.

PASSINI, J. J. **Geração e comunicação de inovações tecnológicas para a agricultura familiar**. 1999. Dissertação (Mestrado). CEFET-PR Unidade de Curitiba, 1999.

PEDROSA, J. F.; NEGREIROS M.Z.; NOGUEIRA I.C.C. **Aspectos gerais da cultura do coentro**. Informe Agropecuário, v.10, n. 120, p.75-78. 1984.

PEREIRA, R. S.; NASCIMENTO, W. M. Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, 2003.

RAIJ, B, V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ed. Ceres, 1991. 343p.

RAIJ, B. V, **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285p.

ROCHA, E. J. P. L. **Agroflorestas sucessionais no assentamento Fruta D'anta/MG: potenciais e limitações para a transição agroecológica**. 2006. 142 p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, 2006.

SANTOS, D. J. **Agroecologia através da mandala**. Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciências e tecnologia, Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidente. 2009.

SANTOS, J.W.; GHEYI, H.R.:(Ed.), **Estatística experimental aplicada: tópicos de engenharia agrícola e agrônômica**. Campina Grande: Ed. Marcone, 2003. 213p.

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

SANTOS, R.H.S. **Crescimento, produção e qualidade da alface (Lactuca sativa.) cultivada com composto orgânico**. 2001 (tese de mestrado), Viçosa-MG: UFV, 2001

SANTOS, R. H. S.; CASALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R.;MIRANDA, L. C. G. de. Qualidade de alface cultivada com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, 29-32 p., 1994.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F.; CASALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, 521-525 p., 2001.

SARGS. Sociedade de agronomia do Rio Grande do Sul. 1º Curso de Agricultura Biológica. **Anais**. Porto Alegre, 1981.

SAS Institute. The SAS system for windows. Cary, SAS Institute, 2004, CDRom

SCHULTZ, G. Agroecologia, agricultura orgânica e institucionalização das relações com o mercado nas organizações de produtores do sul do Brasil. **Revista Agrária**, São Paulo, Nº 7, 2007

SEGOVI, J. F. O., ANDRIOLO, J. L., BURIOL, G. A., SCHNEIDER, F. M. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*lactuca sativa l.*) No interior e no exterior de uma estufa de Polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.1, p.37-41, 1997

SILVA, J. G. **O que é a questão agrária**. São Paulo: Brasiliense, 2001 (Coleção primeiros passos, 18). 109 p.

SILVA, J.K.M.; OLIVEIRA, F.A.; MARACAJÁ, P.B.; FREITAS, R.S.; MESQUITA, L.X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no Desenvolvimento da rúcula. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN Brasil, v.21, n.5, 30-35 p., 2008.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S.B.; SALCEDO, H. I.; 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 Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, 39-49p, 2007

SILVA, V. B. **Diagnóstico da desertificação no município de Ibimirim - PE**. 2006. 86 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

SOARES, A. C. A multifuncionalidade da agricultura familiar. **Proposta...**, n 87. 2001

SOUZA, F.D.; CAMPOS, J.D.; REGO NETO, J. **Sistema integrado familiar de captação, manejo e gerenciamento de água de chuva**. In: Simpósio Brasileiro de captação e manejo de água de chuva. 4p, **Anais**. 2006.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil. 2003. 546p.

VASCONCELOS, L. S. B. **Desenvolvimento de plantas de coentro em função da força iônica da solução nutritiva**. 42f. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área: Ciência do Solo). Departamento de Agronomia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2008.

WANDERLEY. M. N. B. Raízes históricas do campesinato brasileiro. XX Encontro Anual da ANPOCS. Gt 17. Processos Sociais Agrários. **Anais...** Caxambu, MG. (1996)