

**UTILIZAÇÃO AGROECOLÓGICA DE FIBRA DE COCO (*Coccus*
nucifera L.) VERDE PARA MELHORIA DA PRODUÇÃO DE
ALFACE (*Lactuca sativa* L.) cv. RAFAELA**

LEVY GERALTE DA SILVA

**São Luís
2007**

**UTILIZAÇÃO AGROECOLÓGICA DE FIBRA DE COCO (*Coccus*
nucifera L.) VERDE PARA MELHORIA DA PRODUÇÃO DE
ALFACE (*Lactuca sativa* L.) cv. RAFAELA**

LEVY GERALTE DA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação da UEMA, para obtenção do grau de mestre em Agroecologia.

**São Luís
2007**

**UTILIZAÇÃO AGROECOLÓGICA DE FIBRA DE COCO (*Coccus
nucifera* L.) VERDE PARA MELHORIA DA PRODUÇÃO DE
ALFACE (*Lactuca sativa* L.) cv. RAFAELA**

LEVY GERALTE DA SILVA

Aprovada em 20/09/2007

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alessandro Costa da Silva (UEMA)
Orientador

Prof. Dr. Eduardo Ferreira Rodrigues (UEMA)

Prof. Dr. Luiz Fernando Carvalho Leite (EMBRAPA)

AGRADECIMENTOS

Às considerações dos Doutores Alessandro e Ozelito (orientador e co-orientador), para meu desenvolvimento acadêmico e científico, pelas suas paciências com minhas múltiplas lacunas, falhas e incertezas, solucionado-as e sempre incentivando em todo este percurso acadêmico.

Às companheiras de jornada Gilvânia (bióloga) e Ceália (geógrafa), com quem foi possível concretizar a interdisciplinaridade proposta pelo Programa de Pós-Graduação.

A Lázaro Ramos e Graça Soares, agricultores-orgânicos experimentadores, proprietários do sítio Natural Bosque, onde o experimento foi realizado.

Ao Sr. Marcelino Silva, empreendedor ativo e entusiasmado, que gentilmente cedeu o material de pesquisa e incentivou a visão geral da reciclagem dos subprodutos.

Aos docentes do Programa, pelas colaborações e interações enriquecedoras, em especial aos Drs. Altamiro Souza F^o., Christoph Gehring, Eduardo Ferreira e Moisés Rodrigues. Igualmente aconteceu com pesquisadores de outros Centros e Instituições, como os Drs. Ângelo Ottati, Teresa dos Santos, Victor Mouchereck, Solano Rodrigues e Eny Maria Vieira.

In memoriam, ao Dr. José Magno Martins Bringel, que soube participar do processo de formação mesmo sem ser docente de nenhum crédito, tornou-se amigo, conversou sobre a vida e chegou a ceder sua própria casa aos pesquisadores iniciantes. Estará sempre em nossas preces.

Aos bolsistas, sempre entusiasmados e prestativos: Marconiel Silva, Nirany França, Delineide Pereira, Ricardo e Vitor.

Aos funcionários do Programa, nos laboratórios e casas de vegetação, indispensáveis nas rotinas para realização dos experimentos.

A Mara, pela colaboração e inteligentes observações sobre diversas partes do experimento.

À Vilmar Geralte da Silva e Luzia Targueta da Silva (*in memoriam*).

“O socialismo ruiu porque não permitiu que os preços falassem a verdade econômica. O capitalismo poderá ruir porque não permite que os preços falem a verdade ecológica.”
Oyestein Dale, presidente aposentado da Esso.

OM AH HUM VAJRA GURU PEDMA SIDHI HUM

SUMÁRIO

	LISTA DE FIGURAS	p. vii
	LISTA DE TABELAS	viii
	RESUMO	ix
	ABSTRACT	x
1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	Coco d'água (<i>Coccus nucifera</i> L.).....	13
2.1.1	A fibra do coco.....	15
2.1.2	Uso da fibra de coco na agricultura.....	17
2.2	Alface (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	19
2.2.1	Características e produção.....	19
2.2.2	Cultivo da alface.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	Material utilizado nos experimentos.....	23
3.2	Caracterização dos experimentos.....	23
3.2.1	Casa de vegetação.....	23
3.2.2	Experimento de campo.....	26
3.3	Caracterização da matéria orgânica.....	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	Análise da matéria orgânica.....	33
4.1.1	Solo, fibra de coco e adubo orgânico.....	33
4.1.2	Análise da fibra de coco.....	36
4.2	Resultados do experimento em casa de vegetação.....	40
4.3	. Resultados do experimento em campo.....	46
4.4	Considerações finais.....	53
5	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS	56

LISTA DE FIGURAS

	p.
1 O fruto do coqueiro.....	14
2 Subproduto descartado após consumo da água.....	14
3 Produção de alface.....	20
4 Produção de alface (Maranhão e regiões).....	20
5 Vista interna da casa de vegetação	24
6 Vista geral dos tratamentos na casa de vegetação.....	24
7 Mapa de localização do sítio “Natural Bosque” (experimento de campo)....	26
8 Desenho experimental.....	27
9 Delineamento de cada canteiro do experimento.....	28
10 Canteiros preparados para receber as mudas.....	28
11 Mudas em início de crescimento.....	29
12 Mudas para transplântio.....	29
13 Canteiros com 1 DAP (dia após plantio).....	29
14 Modelo estrutural para ácidos húmicos.....	37
15 Tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente, aos 18 DAP.....	45
16 Tratamentos 4, 5 e 6, respectivamente, aos 18 DAP.....	45

LISTA DE TABELAS

	p.
1 Composição de fibras oriundas de cultivo principal e de subprodutos da agricultura.....	16
2 Análise da fibra de coco verde, adubo orgânico e solo.....	33
3 Classificação textural do solo.....	34
4 Análise elementar das substâncias extraídas da fibra de coco pela metodologia IHSS.....	38
5 Massas frescas da parte aérea das plantas.....	40
6 Massas secas da parte aérea das plantas.....	42
7 Áreas foliares totais das plantas.....	43
8 Diâmetros das plantas.....	44
9 Massas frescas da parte aérea das plantas.....	46
10 Massas secas da parte aérea das plantas.....	47
11 Áreas foliares totais das plantas.....	48
12 Áreas foliares do terço inferior das plantas.....	49
13 Áreas foliares dos terços médios das plantas.....	50
14 Áreas foliares dos terços superiores das plantas.....	51
15 Diâmetros das plantas.....	52

RESUMO

Cultivo orgânico de alface (*Lactuca sativa* L.), com fibra de coco (*Coccus nucifera* L.) verde, *in natura*. Esse subproduto agrícola é fator de degradação ambiental, em função de sua distribuição difusa e alto tempo de decomposição. A fibra de coco processada com trituradora foi adicionada ao esterco de galinha (4% v/v), nas proporções de 0, 10, 20 e 30%, em comparação com o solo puro e o solo com 20% da fibra, até a profundidade de 20 cm, com quatro repetições de cada tratamento, para verificar possível melhoria nas variáveis massa fresca, massa seca, área foliar e diâmetro das plantas. O experimento foi realizado em duas etapas: (i) em casa de vegetação da UEMA, em vasos de 4L, e (ii) em condições de campo, num sítio do município de Paço de Lumiar, MA, em canteiros de 36 plantas cada. Desse sítio foi proveniente o solo dos dois experimentos. O solo do sítio, classificado como argissolo, não teve nenhum cultivo anterior ao experimento, apresentou 36 g dm^{-3} de matéria orgânica (MO) e soma de bases (SB) de 30,4, baixo teor de potássio ($0,035 \text{ g kg}^{-1}$), e teores médios de cálcio ($0,38 \text{ g kg}^{-1}$) e magnésio ($0,12 \text{ g kg}^{-1}$), e valores críticos de fósforo (2 mg dm^{-3}), para a textura entre franco e franco-siltosa apresentada. O pH de 5,4 é classificado como bom e pode ter sido ligeiramente acidificado pela água de irrigação com pH 4,6. Os baixos teores de minerais explicam a baixa condutividade elétrica, de $0,06 \text{ mS cm}^{-1}$. Esse solo foi enriquecido pelo esterco de galinha com alta concentração de MO ($483,5 \text{ g kg}^{-1}$) e relação C/N 12,5, e pela fibra de coco verde com expressivas quantidades de cálcio, magnésio e potássio (4,58; 2,21 e $1,27 \text{ g kg}^{-1}$). De modo geral, os tratamentos com 20% e 30% de fibra obtiveram melhores resultados, em ambos os casos. O delineamento estatístico usado foi inteiramente casualizado, sendo usado o teste DMS a 5% de probabilidade. Conclui-se que a incorporação da fibra de coco verde ao solo é um fator de otimização para o cultivo de alface em condições orgânicas.

Palavras-chave: agroecologia, subprodutos agrícolas, biomassa, alface.

ABSTRACT

Organic culture of lettuce (*Lactuca sativa L.*) with green coconut fiber (*Coccus nucifera L.*), *in natura*. This agricultural by-product is an ambiental degradation as a result of its diffuse distribution and high decomposition time. The coconut fiber was processed in a crushing machine and added with hen manure (4% v/v) in the ratios of 0, 10, 20 and 30% by comparing it with the pure soil and the soil with 20% of fiber until the depth of 20 cm, each one with four repetitions to verify a possible improvement of the fresh mass, dry mass, the foliar area and the diameter of the plants. The experiment was carried through in two stages: (i) in the greenhouse of UEMA, in vases of 4L, and (ii) under field conditions, in a small farm in the city of Paço de Lumiar, Maranhão, in seedbeds of 36 plants each. The two experiments soils were from this small farm. This soil which has not been submitted to any previous culture is classified as oxysoil, presented 36 g dm^{-3} of organic matter (OM) and bases addition (BA) of 30,4, low potassium rate ($0,035 \text{ g kg}^{-1}$), and reasonable rates of calcium ($0,38 \text{ g kg}^{-1}$) and magnesium ($0,12 \text{ g kg}^{-1}$), and critical values of phosphorus (2 mg dm^{-3}), for the texture between loam and silty-loam presented. The pH value of 5,4 is classified as good and may have been slightly acidified by the irrigation water with a pH of 4,6. The low mineralization rates explain the low electrical conductivity, of $0,06 \text{ mS cm}^{-1}$. This soil was enriched with hen manure with a high concentration of OM ($483,5 \text{ g kg}^{-1}$) and C/N relation of 12,5, and with green coconut fiber with expressive amounts of calcium, magnesium and potassium (4,58; 2,21 and $1,27 \text{ g kg}^{-1}$). In general, the treatments with 20% and 30% of fiber had better results in both cases. The statistical design employed was the DMS (minimum difference significative) with 5% of probability. We conclude that the utilization of the green coconut fiber is a factor of optimization for the culture of lettuce in organic conditions.

Keywords: agroecology, agricultural by-products, biomass, lettuce.

1 INTRODUÇÃO

Os primeiros movimentos de Agricultura não-convencional ou Alternativa (AA) surgiram no Brasil na década de 70 do século XX, tendo como marcos conceituais a ênfase no ambiente, maior equidade social e a sustentabilidade dos sistemas de produção, mantendo (ou recuperando) a biodiversidade dos agroecossistemas (AQUINO e ASSIS, 2005).

Do ponto de vista conceitual, os movimentos de AA podem ser vistos como uma reação à Revolução Verde, e surgem como uma mudança de paradigmas nas ciências naturais. Enquanto a Revolução Verde tem suas bases metodológicas na própria origem da ciência moderna, sustentando-se nos métodos analíticos e especializados, priorizando maximização de resultados e fatos matematicamente observáveis, estes movimentos de AA propõem considerações sistêmicas mais holísticas e abordagens interdisciplinares, incorporando elementos de síntese, unificação e integração, cujas metodologias, terminologias e técnicas de avaliação ainda estão por se concretizar, como todas as novas áreas do conhecimento (ALTIERI, 1999).

As principais linhas de AA têm convergido na chamada Agroecologia, que propõe: reduzir a dependência de insumos comerciais e energia utilizando recursos renováveis e localmente disponíveis; evitar ao máximo as perdas de nutrientes e introduzir espécies que criem diversidade funcional no ambiente, desenhando, dessa forma, sistemas capazes de aproveitar ao máximo os microambientes; manter a continuidade espacial e temporal da produção e conservar e resgatar a diversidade genética local, com amplo uso dos conhecimentos e cultura locais (GLIESSMAN, 2001; AQUINO e ASSIS, 2005).

Deve-se ressaltar, no conceito de agroecossistema, a dimensão da ação humana, e, portanto, que o conjunto de ações propostas está fortemente imbricado com as variáveis sociais. Se estas levam a compreender a entropia da deterioração dos recursos naturais nestes sistemas, também a partir daí se pode conhecer (e atuar) sobre as formas de dependência e exploração que as bases políticas atuais provocam nos pequenos agricultores (NEBEL e WRIGHT, 1996; BROWN, 2003; AQUINO e ASSIS, 2005).

O manejo dos rejeitos sólidos pode contribuir para os princípios agroecológicos propostos, e estes rejeitos podem ser considerados uma grande preocupação ambiental da atualidade, pelo seu volume, possibilidade de contaminação de solos e lençóis d'água e veiculação de doenças. Estes fatores demandam alto custo para sua solução e indicam necessidade de orientação de pesquisas para desenvolvimento de estratégias de melhor aproveitamento dos subprodutos nos ciclos de produção (EVANGELISTA e ÁVILA, 2006).

Entre os principais subprodutos agrícolas, temos os provenientes de: coco, pinheiro, trigo, arroz, milho, sorgo, cevada, cana-de-açúcar, banana e cítricos (ROSA *et al.*, 2002; SENHORAS, 2003; APAOLAZA *et al.*, 2005; PASSOS, 2005; REDDY e YANG, 2005). A utilização destes subprodutos pode amenizar os impactos ambientais de sua disposição e desenvolver econômica e socialmente grupos de trabalhadores que podem se incorporar às cadeias produtivas de seu processamento (CORREIA *et al.*, 2003; APAOLAZA *et al.*, 2005; DIDONET, 2006). O uso dos subprodutos do coco (*Coccus nucifera* L.) verde pode fazer circular a fertilidade intrínseca da natureza, princípio básico da agroecologia. Tudo aquilo que faz circular a fertilidade pode ser chamado de mediador de fertilidade, e qualquer material produzido num determinado local, mas não vendido nem consumido, pode ser um subproduto importante, e sendo bem manejado pode contribuir para manter ou recompor a fertilidade do solo (PAULUS, 2001; CORREIA, 2002; MEIRELLES, 2005; MUTUANDO, 2005).

No caso do coco verde ou coco d'água, cuja venda é feita no comércio varejista, em grande número de pontos e onde raramente há coleta integral dos descartes, forma-se alta quantidade de subproduto, que representa um grande problema operacional e ambiental. Mesmo quando transportado para os aterros sanitários, destino final dos rejeitos sólidos urbanos, seu longo tempo de decomposição e grande volume diminuem o tempo de vida útil destes, e nos pontos onde não foi coletado, causa poluição visual e entupimento de córregos, bueiros e vias públicas, além de ser abrigo para proliferação de vetores de doenças como a dengue (FONTENELLE e COUTINHO, 2004; ROCHA e AVILA, 2006).

Este trabalho teve por objetivo a melhoria de sistemas de produção agrícola sustentável de alface (*Lactuca sativa* L.), a partir do subproduto de coco verde. Isso pode possibilitar a geração de trabalho e incremento de renda para comunidades de baixo poder aquisitivo, e minimização de impactos ambientais. Procurou-se caracterizar física e quimicamente a fibra de coco verde triturada, e utilizá-la na produção de alface (*Lactuca sativa* L.), espécie escolhida pelo seu ciclo curto, fácil cultivo e importância econômica regional.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Vasta literatura foi encontrada para o uso de fibras de coco, maduro e verde, com aplicações tanto industriais como agrícolas, a maioria dessas em situações de experimentação convencional, e muito poucas em condições orgânicas. Foram encontrados alguns relatos de uso agrícola de fibras de coco verde, *in natura*, mas somente para testes como substratos de sementeiras. Tendo em vista a quantidade desse material disponível, seus riscos ambientais e as possibilidades aventadas de melhoria de renda para populações de baixa escolaridade, ressalta-se a inexistência atual de outros estudos com o mesmo enfoque.

2.1 Coco d'água (*Coccus nucifera* L.)

Entre as palmeiras tropicais, uma das mais difundidas em todos os continentes é o *Coccus nucifera* L. O gênero pertence à sub-família *Cocoideae*, família *Palmae*, da ordem *Palmales*, classe *Monocotyledoneae*. A provável origem da espécie é a região asiática de maior produção, mas não há consenso entre os autores, principalmente pelo fato do fruto, altamente protegido (Fig. 1), poder ser conduzido por grandes distâncias através dos oceanos sem danos significativos e permanecer em condições de reprodução. A chegada ao Brasil provavelmente ocorreu em 1553, trazido pelos portugueses das Ilhas de Cabo Verde (FERREIRA *et al.*, 1998; SENHORAS, 2003).

O fruto do coqueiro tem sua estrutura formada por um interior oco, onde se encontra o albúmen líquido (“água de coco”), que vai progressivamente se transformando em albúmen sólido. Este é envolvido por um endocarpo (parte mais dura), a que se sucede o mesocarpo - que constitui a maior parte do fruto e é a parte mais abundante em fibras - e finalmente um fino exocarpo, a parte mais externa. Esta estrutura, por suas características físicas e químicas, apresenta alto tempo de decomposição natural, entre 10 e 12 anos (ROSA *et al.*, 2001; ROSA *et al.*, 2002; CARRIJO *et al.*, 2002; CARRIJO *et al.*, 2004).

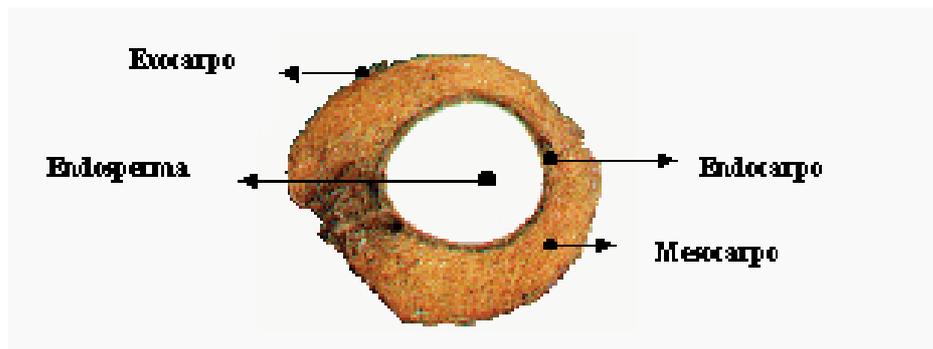


Figura 1: O fruto do coqueiro.

Fonte: SILVA, V.S., 2002.

De modo geral, o fruto é descartado após o consumo de sua água, com apenas a perfuração feita para a retirada desta. Em ambientes tropicais, como do nordeste brasileiro, sem destino adequado, pode se constituir em ambiente favorável para proliferação de vetores de doenças de ampla veiculação, como dengue, sendo por isso sério problema de saúde pública (EVANGELISTA e AVILA, 2006).



Figura 2: Subproduto descartado após consumo da água.

Fonte: SILVA, V.S., 2002.

Segundo Cruz (2001), mais de cem produtos podem ser obtidos a partir do fruto do coqueiro de praia. No Brasil, os principais alimentos industrializados derivados do fruto maduro são o leite de coco (engarrafado) e o coco ralado desidratado (albúmen sólido). A água, além de consumida diretamente do fruto, pode também ser acondicionada em garrafas de polipropileno, que vem a se constituir em mais um resíduo derivado dessa relação de consumo (DEY *et al.* 2003; MAGALHÃES, 2005).

A produção mundial de coco em 2006 foi de 55 milhões de toneladas, colhidas em quase 11 milhões de hectares. Os três principais produtores asiáticos - Indonésia, Filipinas e Índia, concentraram 73% dessa produção, ficando o Brasil em 4º lugar, com cerca de 3 milhões de toneladas (FAO, 2007). Segundo Silveira *et al.*, cerca de 85% desse total refere-se a coco seco, o restante sendo de coco verde, do qual 80% são fibras.

A produção brasileira aumentou de cerca de 730 milhões de frutos, em 1990, para quase 2 bilhões em 2006, embora a área plantada tenha aumentado somente de 215 mil ha para 290 mil ha, evidenciando os grandes ganhos de produtividade da cultura. A região nordeste é a maior produtora, passando de quase 620 milhões de frutos em 1990, para 1,32 bilhões em 2006 (66% do total para este ano, em 80% da área plantada). Entre os estados da região, a Bahia é o maior produtor, com 630 milhões de frutos em 2006, seguido pelo Ceará com 245 milhões de frutos. O estado do Maranhão, neste ano, foi o penúltimo produtor, superando somente o Piauí, com 6,5 milhões de frutos, quantidade praticamente igual a produção de 1990, em área cultivada também igual, de cerca de 2 mil ha. As regiões Norte e dos Lençóis Maranhenses produziram em 2006 70% desta quantidade. Do meio milhão de frutos produzidos na Grande São Luís neste ano, o maior município produtor é Paço de Lumiar (IBGE, 2007).

As fibras desta produção podem tornar-se fonte de matéria-prima potencial para as utilizações estudadas. Além disso, maior quantidade é oriunda de outros estados do nordeste, principalmente Ceará (NUNES, 2004).

2.1.1 A fibra do coco

Dentre as diversas possibilidades de subprodutos agrícolas, a fibra de coco é abundante na região, e causa problemas ambientais, principalmente pelo grande volume gerado. Suas características de composição química e propriedades físicas têm sido largamente testadas para opções industriais e agrícolas. Na composição química básica da fibra de coco, em comparação com diversos outros subprodutos agrícolas, pode-se notar os altos teores de celulose e principalmente de lignina, este o maior entre todos os tipos de subprodutos citados (Tabela 1).

Tabela 1: Composição de fibras oriundas de cultivo principal e de subprodutos da agricultura.

Fonte de fibra	Celulose (%)	Hemicelulose (%)	Lignina (%)	Pectina (%)	Cinza (%)	Água (%)
Casca de coco	36–43	0,15–0,25	20–45	3,0	2,7–10,2	10-12
Algodão	82,7	5,7	–	5,7	NA	10,0
Juta	64,4	12,0	11,8	0,2	NA	10,0
Linho	64,1	16,7	2,0	1,8	NA	10,0
Rami	68,6	13,1	0,6	1,9	NA	10,0
Sisal	65,8	12,0	9,9	0,8	NA	10,0
Fragem de milho	38–40	28	7–21	NA	3,6–7,0	9
Folha de abacaxi	70–82	18	5–12	NA	0,7–0,9	10-13
Bagaço de cana	32–48	19–24	23–32	NA	1,5–5	8,8
Folha da bananeira	60–65	6–8	5–10	NA	4,7	10-15
Palha de trigo	33–38	26–32	17–19	NA	6–8	10
Palha de arroz	28–36	23–28	12–14	NA	14–20	6,5
Talo de sorgo	27	25	11	NA	–	8-12
Palha de cevada	31–45	27–38	14–19	NA	2–7	8-12

Fonte: PASSOS, 2005.

De acordo com os estudos de ROSA *et al.* (2002), as fibras de coco seco, resíduos da indústria de alimentos, são usadas na manufatura de cordoalhas, tapetes e esteiras, entre outros, restando ainda fibras de tamanho menor (“coir pith” ou “coir dust”), que estão sendo pesquisadas em diferentes partes do mundo como substrato ecologicamente correto. Do processamento do coco seco para obtenção das fibras, há formação de pó, com extensa lista de pesquisas para uso como substrato agrícola, basicamente para produção de mudas. Este processamento forma aproximadamente 2 kg de pó e fibras curtas para cada 1 kg de fibras longas produzida. A fibra do fruto do coqueiro, obtida por dilaceração, moagem e secagem do mesocarpo, pode ser matéria-prima para produção de materiais estruturais (vasos, mobiliários, cascos de embarcações, agregação com cimento, filtros para estações de tratamento de água,

entre outros), fonte de matéria-prima das indústrias química, farmacêutica e alimentícia ou para uso agrícola (REBELLO, 2000; VAN DAM *et al.*, 2004a; VAN DAM *et al.*, 2004b; RAGHAVENDRA *et al.*, 2005; REDDY e YANG, 2005).

Segundo Passos (2005), a fração de matéria orgânica no lixo é de cerca de 75% de sua composição total, e o percentual de casca de coco em relação à fração orgânico-celulósica seria de 4,5%. Isso representou cerca de 2 milhões de toneladas de casca de coco verde em 2000 para o país, com projeção para 5 milhões de toneladas em 2012.

A casca de coco triturada apresenta as seguintes propriedades físico-químicas (valores médios): pH= 5,4; condutividade elétrica (CE) = 1,8 dS m⁻¹; CTC (capacidade de troca catiônica) = 92; relação carbono/nitrogênio C/N = 132; capacidade de aeração= 45,5% e água facilmente assimilável = 19,8%. Sendo usada como substrato agrícola, estas propriedades garantem ao material uma boa qualidade, e as altas porcentagens de lignina (35 a 45%) e celulose (23 a 43%) dão durabilidade ao substrato, pois são de difícil decomposição natural (CARRIJO *et al.*, 2002).

2.1.2 Uso da fibra de coco na agricultura

Substratos com pó de casca de coco verde foram testados, em tubetes, para produção de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. Usada na proporção de 2:5: 3 (v/v), com casca de arroz carbonizada e folha de carnaubeira (triturada e decomposta), deram bons resultados nos testes agrônômicos de altura, diâmetro do caule no ponto de enxertia, número de folhas, peso seco da parte aérea, peso seco da raiz e agregação do substrato às raízes. Desta forma, este substrato pode substituir o solo e constitui possibilidade de uso adequado dos subprodutos do coco (CORREIA, 2003).

Bezerra e Bezerra (2001) e Bezerra e Rosa (2002) estudaram o efeito da utilização de cinco substratos na produção de mudas de dois tipos de melão e de alface, sendo que o mais promissor foi aquele composto por pó de coco, relacionando este fato à maior retenção de umidade e maior teor de nutrientes nesse substrato, que contribui para melhor desenvolvimento das plântulas.

Como 80 a 85% do peso bruto do fruto imaturo são cascas, o volume desse material representa um grande problema nas megalópoles, onde o material é de difícil descarte. Após dilaceração, moagem e secagem, esse material está sendo testado como substrato (material distinto do solo, que colocado puro ou em mistura permite o desenvolvimento da planta), para produção de mudas de hortaliças. A composição e propriedades pode variar muito em função

da época do ano e quantidade de chuva . A caracterização química da casca de coco verde revelou N, P, K, Ca, Mg e Na nas concentrações em g kg⁻¹ de 6,52; 1,42; 11,5; 6,80; 1,79 e 12,5 respectivamente. Em relação a Fe, Cu, Zn e Mn em mg Kg⁻¹, as concentrações encontradas foram de 1973,0; 6,6; 31,8 e 23,3 respectivamente. A condutividade elétrica (CE) mostrou-se alta, em torno de 4,7 dS m⁻¹, mas esse problema pôde ser contornado com lavagem com água pois as quantidade de sódio e potássio podem ser facilmente lixiviadas, bem como o teor de taninos fitotóxicos que inibem o crescimento das pontas das raízes (ROSA *et al.*, 2002). O estudo desses autores para produção de mudas de alface testou pó da casca de coco verde, associado com húmus de minhoca ou não, e com e sem fertirrigação. Os melhores resultados foram obtidos quando se usou só pó da casca de coco verde associado com solução nutritiva. Embora não se tenha observado diferença significativa entre os tratamentos testados, o melhor resultado foi obtido com a solução nutritiva menos concentrada, o que significa um menor custo para o agricultor.

Segundo APAOLAZA *et al.* (2005), o substrato de fibra de coco apresenta pH em torno de 5,5 a 6,0, elevado teor de matéria orgânica, em torno de 80%, e, de modo geral, alta condutividade elétrica (CE), em torno de 13,43 dS cm⁻¹. Esta última característica, que poderia ser altamente prejudicial, não afetou o crescimento de coníferas, por provável efeito de solubilização dos sais pelas regas, durante a estação de crescimento, e um possível efeito tampão da matéria orgânica abundante.

SOUZA (2004) utilizou mesocarpo de coco verde triturado, como tutor (suporte) para cultivo de plantas ornamentais (*Syngonium angustatum* Schott), demonstrando que este forneceu todos os nutrientes necessários ao longo do período de produção (150 dias), embora ressaltando que os teores desses nutrientes – em especial sódio e cloro - podem variar em função da origem e condições de coleta.

CORREIA *et al.* (2003) estudaram substratos para mudas enxertadas de cajueiro anão precoce, observando teores de K, Ca e Mg (mmol_c dm³) no substrato de casca de arroz carbonizada + folha de carnaubeira + pó de casca de coco verde de 30,50; 24,56 e 18,29 respectivamente, o de Mn e P (mg dm³) de 41,32 e 277,90 (P pelo método de resina) e matéria orgânica (g dm³) de 267,64. Já para o substrato de casca de arroz carbonizada + folha de carnaubeira + pó de casca de coco maduro estes teores foram de 20,50; 26,34; 17,44; 35,52; 174,85 e 174, 24, respectivamente. Sua conclusão é que o pó de casca de coco pode ser um bom componente para substrato de produção de mudas deste tipo.

Para o processamento das fibras de coco, Carrijo *et al.* (2002) sugerem a utilização de fibras de cocos, preferencialmente de mesma origem, sem deformações e doenças visíveis,

que podem ser picadas com facão e trituradas em forrageiras com peneira de três ou quatro milímetros, sendo lavadas em água de boa qualidade e armazenadas em local limpo e higienizado. Este material deve ser compostado por 90 dias e enriquecido com nutrientes, sendo então usado em canteiros para hortaliças ou produção de flores em vasos.

2.2 Alface (*Lactuca sativa* L.)

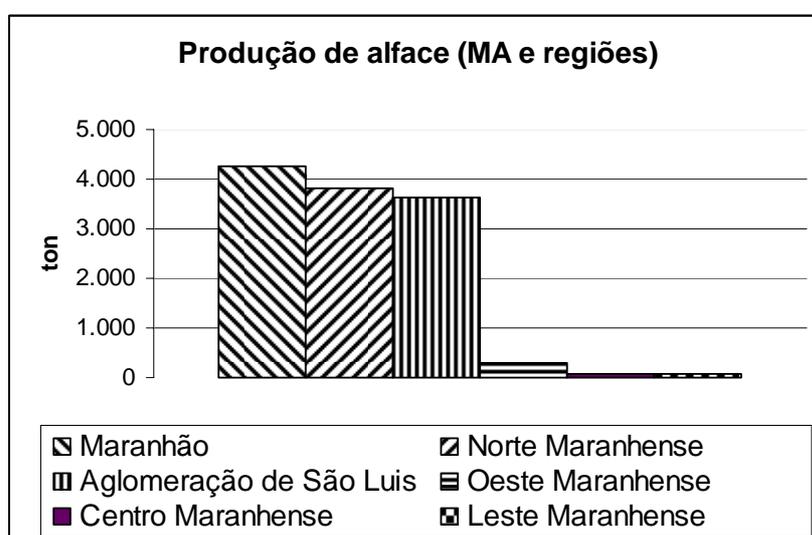
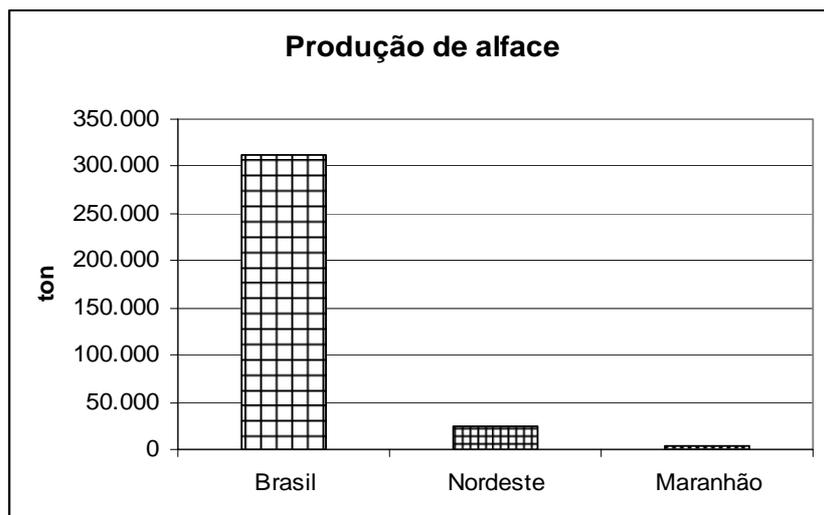
2.2.1 Características e produção

A alface é uma das poucas hortaliças consumidas exclusivamente *in natura*. É indispensável na composição de saladas, sanduíches e como complemento de diversos pratos. Por isso, só é suplantada em uso pela batata, tomate e cebola, tanto em área ocupada de cultivo quanto massa produzida e valor das produções (MELLO *et al.*, 2003). Sua massa fresca aérea (parte comestível crua) varia de 200g até mais de 1000g, num diâmetro de até 25 cm, dependendo da variedade, das condições ambientais de cultivo (principalmente temperatura) e do manejo utilizado (LIMA *et al.*, 2004). É rica em sais minerais e vitaminas A, C, tiamina, niacina e riboflavina (PORTO *et al.*, 1999; MEDEIROS *et al.*, 2001).

A espécie pertence a família *Cichoriaceae*, e tem como centro de origem a região Asiática. Ao redor do ano 4.500 a.C. já era conhecida no antigo Egito e chegou ao Brasil no século XVI, através dos portugueses (TRANI *et al.*, 2005).

Além das formas de consumo já mencionadas, a alface vem sendo crescentemente comercializada já processada, para maior comodidade do consumidor. Esta forma é denominada tecnicamente de minimamente processada, trazendo o produto já lavado, cortado, descascado ou fatiado, embalado cru e armazenado em recipientes adequados sob refrigeração (GUILHERME, 1999; BERBARI *et al.*, 2001; LUIS LOPES, 2001; MAISTRO, 2001; MELLO *et al.*, 2003).

Na região nordeste, há baixa produção, cerca de 23700 ton, o que não chega a 8% em relação ao total nacional, sendo o Maranhão responsável por somente 4277 ton do total produzido no país - o equivalente a 1,37% da produção nacional. Desse montante, a maior parte, 85% ou cerca de 3600 ton, são produzidas na área denominada “Aglomeração Urbana de São Luís”, que se considera como os municípios da Ilha do Maranhão (São Luís, Rosário, Paço de Lumiar e São José de Ribamar) (Fig. 4) (IBGE, 2006).



Figuras 3 e 4: Produção de alface (ton)

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário, 1996.

2.2.2 Cultivo da alface

Embora se possam alcançar altas produtividades da alface com o uso de adubos químicos e agrotóxicos, este tipo de produção da planta folhosa tem sido questionado, pois omite aspectos qualitativos importantes na produção vegetal, entre os quais se podem citar a redução da biodiversidade, a contaminação da produção e dos trabalhadores agrícolas e a poluição da água do ambiente (TEIXEIRA *et al.*, 2004).

Porto *et al.* (1999) obteve a melhor produtividade em condições orgânicas de cultivo com 80,0 Mg ha⁻¹ (equivalente a 800,00 g m⁻²) de esterco de galinha. Segundo estes autores, este resultado ocorreu provavelmente pelo efeito da matéria orgânica melhorando as propriedades, resultando no maior crescimento e desenvolvimento das plantas.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta terrestre do tipo homeoídrica, não suportando mudanças bruscas no grau de hidratação. Necessita de um potencial hídrico que mantenha o equilíbrio entre o seu ponto de murcha permanente (PMP) e a capacidade de campo (CC) num solo. De um lado a deficiência hídrica podendo causar a desidratação das células, ocasionando a plasmólise, e de outro, o excesso hídrico pode conferir prejuízos na oxigenação em nível radicular. Dessa forma, pode-se constatar que valores médios entre os pontos críticos dos parâmetros citados (PMP e CC) são determinantes no bom desempenho das culturas agrícolas (LARCHER, 2000).

Dias longos e com altas temperaturas aceleram o pendoamento das plantas, embora esses fatores difiram entre as diversas cultivares da espécie. O melhor desenvolvimento se dá entre 15 e 20° C. Se as temperaturas noturnas estiverem baixas, as plantas podem suportar por alguns dias temperaturas entre 26,6 e 29,4 ° C (YURI *et al.*, 2004).

O crescimento radicular adequado depende de elevado espaço de aeração, alta capacidade de retenção de água, alta capacidade de troca catiônica (CTC) e baixa condutividade elétrica (CE). Para a produção de alface, a melhor CE situa-se entre 1,4 e 1,6 mS cm⁻¹, o que revela não haver alta concentração de sais nos espaços de absorção de nutrientes. Os cultivos tradicionais de hortaliças podem causar diversos danos ao solo, entre os quais, destacam-se a proliferação de patógenos das espécies cultivadas, uso excessivo de nutrientes que causa a salinização do solo, e o desperdício de água. Em condições de cultivo protegido há tendência à salinização pelo acúmulo de nutrientes na superfície do solo, causando desequilíbrio na oferta de nutrientes, inclusive com antagonismo entre estes, o que leva a problemas no desenvolvimento das plantas do cultivo (ARAÚJO, 1999; COSTA, 2002; CARON *et al.*, 2004).

Se matéria orgânica fresca é disposta no solo, esta será decomposta pela microbiota aí existente, resultando na produção de intermediários metabólicos. Alguns desses intermediários não são compatíveis com o crescimento normal das plantas. O principal requisito para a aplicação segura de um composto no solo é o seu grau de estabilidade ou maturidade, o que implica num conteúdo estável de matéria orgânica e a ausência de compostos fitotóxicos e patógenos animais ou vegetais (LEE *et al.*, 2003).

FERRAZ JR. *et al.* (2003) estudaram a possibilidade de substituir a adubação orgânica, feita com esterco de galinha, por lodo de esgoto (LE) de cervejaria, no cultivo de alface, utilizando no experimento para solos arenosos e de baixa fertilidade típicos da Ilha do Maranhão a cultivar Babá de Verão. Seus resultados não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos com LE e esterco de galinha, tanto para as concentrações de nutrientes

proporcionados à cultura quanto nas massas de matéria fresca obtidas nas plantas, mas o LE pode efetivamente ser usado como substituto do esterco, pois os teores de elementos-traço tóxicos estão abaixo dos limites estabelecidos pelas legislações internacionais.

TEIXEIRA *et al.* (2004) estudaram diversos tipos de produção orgânica de alface, com implementação da produção com adubação orgânica isolada e em conjunto com algas marinhas em diversas proporções. Foram observadas diferenças estatísticas de crescimento aos 50 DAT (dias após o transplante), para massa verde, com adubação orgânica associada à mineral.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material utilizado nos experimentos

A fibra de coco utilizada foi proveniente da trituração de cocos verdes (após consumo da água), do comércio varejista da cidade de São Luís-MA, por meio de máquina patenteada por SILVA (2002). Esta máquina, já disponível para comercialização, é equipada com três navalhas ajustáveis, para obter maior ou menor fragmentação do material fibroso, sendo capaz de processar até 1800 frutos hora⁻¹. Está descrita em sua patente da seguinte forma: “Trata a presente invenção de triturador de coco após a extração da água, tendo como objetivo transformar o coco descartado em bagaço fibroso útil”.

As sementes utilizadas foram da alface tipo americana, variedade Rafaela, da marca FELTRIN.

3.2 Caracterização dos experimentos

3.2.1 Casa de vegetação

Foram utilizados vasos de 4 L, com seis tratamentos e quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado, em casa de vegetação do Núcleo de Tecnologia Rural, da Universidade Estadual do Maranhão, coordenadas 2°35'32 40” S, 44°12'40 76” W, com solo do tipo argissolo coletado em área não cultivada do Sítio Natural Bosque, localizado no povoado Mojó, município de Paço de Lumiar-MA, coordenadas S 02°30'04 90”, W 44°04'2 28”, altitude 4 m.



Figura 5: Vista interna da casa de vegetação do Núcleo de Tecnologia Rural da Universidade Estadual do Maranhão.



Figura 6: Vista geral dos tratamentos na casa de vegetação.

Os seis tratamentos testados em estufa estão descritos a seguir:

TRATAMENTOS EM ESTUFA

- T 1 =TESTEMUNHA (SOLO)
- T 2= SOLO + 20% FIBRA DE COCO
- T 3= ADUBAÇÃO ORGÂNICA + 0 % DE FIBRA DE COCO
- T 4= ADUBAÇÃO ORGÂNICA + 10% DE FIBRA DE COCO
- T 5= ADUBAÇÃO ORGÂNICA + 20% DE FIBRA DE COCO
- T 6= ADUBAÇÃO ORGÂNICA + 30% DE FIBRA DE COCO

Obs: adubação orgânica = 4 % v/v de esterco de galinha

A semeadura das mudas utilizadas desse experimento foi realizada em canteiro, no sítio, em 19 de setembro de 2006, sendo o transplântio realizado em 9 de outubro de 2006 e a colheita em 1 de novembro de 2006. Foram realizadas regas uniformes entre os tratamentos durante o período do experimento, de acordo com a necessidade da cultura. O experimento foi realizado em condições de agricultura orgânica desde a fase de semeadura, usando-se como adubo somente esterco de galinha, e sem nenhum uso de defensivos químicos.

Na colheita da alface da casa de vegetação, foi analisada a parte aérea de quatro plantas, tomadas aleatoriamente, de cada tratamento, obtidas por secção abaixo da inserção da última folha basal, como apresentada usualmente no comércio. A colheita foi realizada pela manhã, sendo medida imediatamente a massa fresca da parte aérea, em balança GEHAKA-BG-400, divisão de 0,001 g. Em seguida foram realizadas as medidas de área foliar pelo programa Microsoft Image Tool® versão 3.00, com scanner devidamente calibrado. As plantas foram então levadas para estufa FANEM- Modelo 320-SE, com temperatura controlada entre 60 e 70°C, por 48 h, para desidratação até massa constante, sendo então medidas as massas secas no mesmo tipo de balança. A medida do diâmetro médio das plantas foi realizada tomando duas ortogonais, em sua dimensão máxima, com régua milimetrada.

3.2.2 Experimento de campo

Foram preparados 24 canteiros em área não cultivada do Sítio Natural Bosque, localizado no povoado Mojó, município de Paço de Lumiar-MA, coordenadas 02° 30' 04 90" S, 44° 04' 22 8" W, altitude 4 m (Figura7).

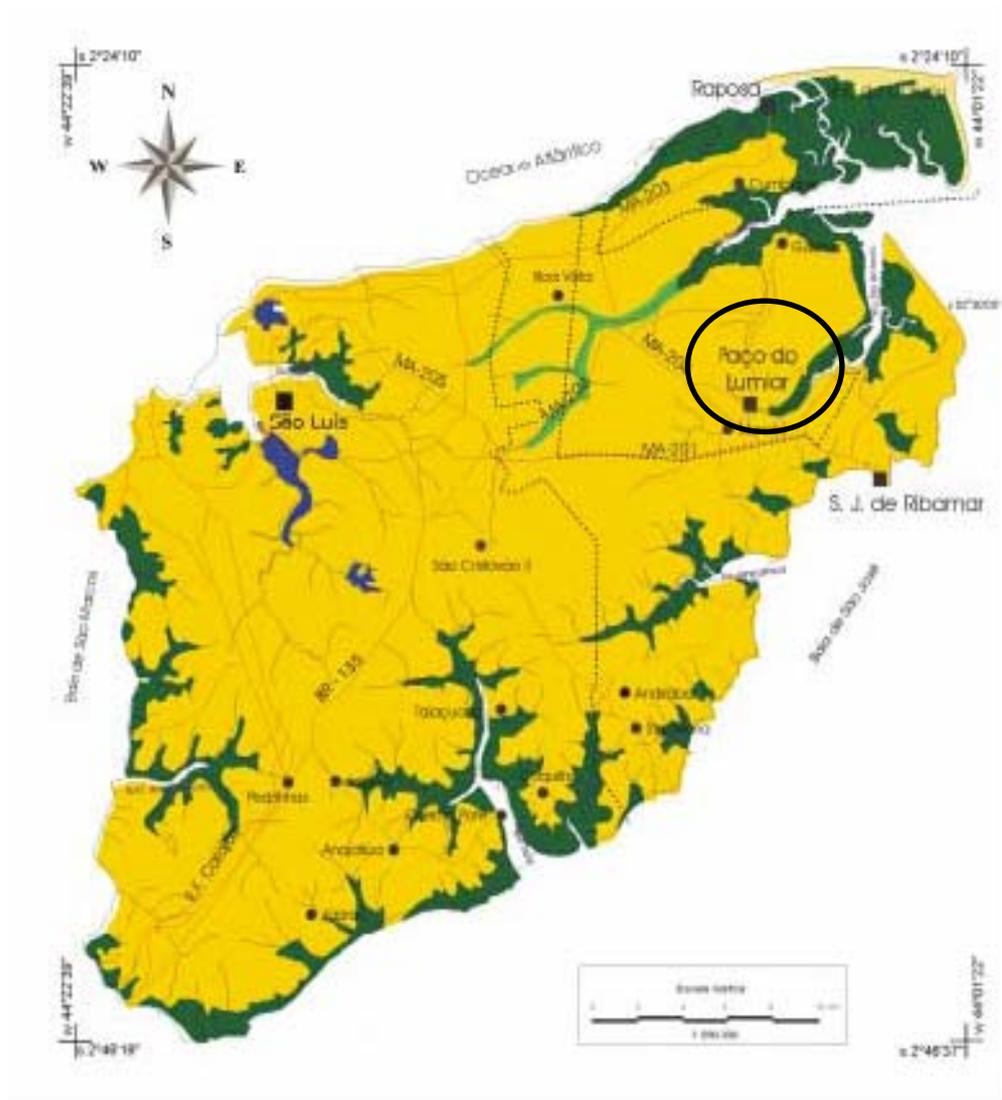


Figura 7: Mapa de localização do sítio “Natural Bosque” (experimento de campo).

Fonte: ARAUJO *et al.*, 2005.

Os canteiros foram distribuídos na área de estudo de forma totalmente casualizada, com quatro repetições de cada tratamento (Figura 8). Para melhor entendimento do esquema a

seguir, por exemplo, T6 2 é a posição relativa do canteiro da segunda repetição do sexto tratamento.

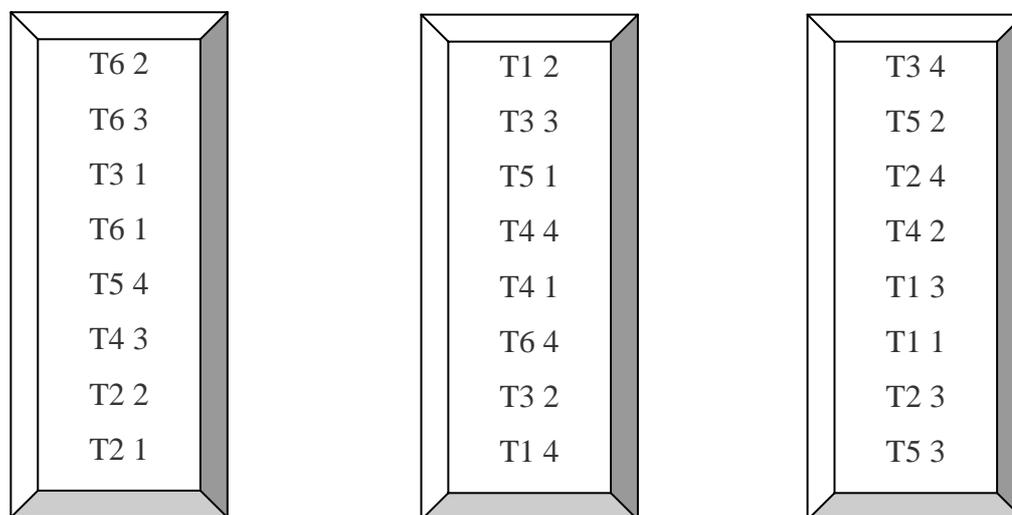


Figura 8 – Desenho experimental.

Cada canteiro media 1,80 X 0,80 m, com quatro linhas de nove plantas cada uma, totalizando 36 plantas por canteiro, em espaçamento entre linhas de 20 cm e entre plantas também de 20 cm, seguindo esquema usual praticado pelo produtor orgânico do sítio. Foram consideradas plantas sob efeito de borda as duas linhas laterais e as duas linhas das extremidades do canteiro, sendo, portanto, utilizadas para as medidas do experimento, aquelas 14 plantas das duas linhas interiores de cada canteiro. Isso vem a ser uma área útil de 0,56 m² em cada canteiro, ou 38% das mudas transplantadas. As figuras 9,10,11 e 12 a seguir, apresentam o diagrama dos canteiros, os canteiros na área de pesquisa, e as mudas em início de crescimento e no dia do transplântio, respectivamente.

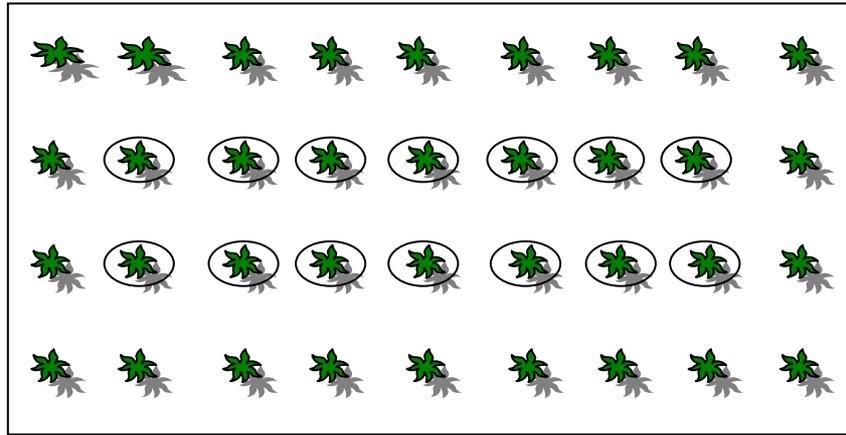


Figura 9 - Delineamento de cada canteiro do experimento (plantas úteis marcadas com círculos).



Figura 10: Canteiros preparados para receber as mudas.



Figura 11: Mudanças em início de crescimento **Figura 12:** Mudanças para transplante

Foram utilizados todos os recursos disponíveis no ambiente, tais como a proteção contra a excessiva exposição solar proporcionada pelas folhas dessa palmeira, muito espinhenta e considerada praga na região, pelo seu difícil manejo (figura 13).



Figura 13: Canteiros com 1 DAP (dias após plantio). (A proteção das folhas de palma foi eficiente em relação à intensa radiação solar da época do experimento)

Os tratamentos testados em campo foram os mesmos usados na casa de vegetação, para permitir o tratamento estatístico comparativo:

TRATAMENTOS EM CAMPO

- T 1 =TESTEMUNHA (SOLO)
- T 2= SOLO + 20% FIBRA DE COCO
- T 3= ADUBAÇÃO ORGÂNICA + 0 % DE FIBRA DE COCO
- T 4= ADUBAÇÃO ORGÂNICA + 10% DE FIBRA DE COCO
- T 5= ADUBAÇÃO ORGÂNICA + 20% DE FIBRA DE COCO
- T 6= ADUBAÇÃO ORGÂNICA + 30% DE FIBRA DE COCO

Obs.: adubação orgânica = 4 % v/v de esterco de galinha

A semeadura para obtenção das mudas ocorreu no dia seis de outubro de 2006, sendo estas transplantadas para os canteiros no dia 19 de outubro, entre 16h e 18h 30 min, e colhidas no dia 25 de novembro. Durante o experimento, todos os canteiros receberam a mesma irrigação, de acordo com a necessidade da cultura, no período matinal entre 6h e 7h, e no período da tarde entre 16h e 18h.

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é tipo Aw tropical, com predominância de chuvas nos meses de janeiro a abril. A temperatura média anual oscila em torno de 28° C (ARAUJO *et al.*, 2005). Segundo os dados da Plataforma de Coleta de Dados mais próxima, houve 28,75 mm de precipitação acumulada no período, com episódios de chuva no dia 11 de outubro e sete e 22 de novembro. A temperatura variou geralmente entre um mínimo de 25 ° C (entre 0h e 6h), e um máximo no turno da tarde (entre 14h e 18h) de 35 °C. A umidade relativa do ar variou tipicamente no período, entre um mínimo em torno de 45% (pico entre 16h e 18h), e um máximo geralmente próximo de 85%, num intervalo mais longo a noite (entre 0h e 6h). Os canteiros também receberam as mesmas adubações de cobertura, com exceção do tratamento testemunha, que não as recebeu. O experimento foi realizado em condições de agricultura orgânica desde a fase de semeadura, usando-se como adubo somente estrume de galinha, e sem nenhum uso de defensivos químicos.

A colheita das plantas de alface em experimento de campo seguiu a mesma metodologia anteriormente descrita para a casa de vegetação, sendo analisada a parte aérea de quatro plantas, tomadas aleatoriamente de cada tratamento, obtidas por secção abaixo da

inserção da última folha basal, como apresentada usualmente no comércio. A massa fresca da parte aérea foi medida imediatamente após a colheita matinal. Em seguida, foram realizadas as medidas de área foliar pelo programa Microsoft Image Tool versão 3.00. A seguir, as plantas foram postas em estufa para desidratação, com temperatura entre 60 e 70 ° C, por 48 h, após o que foram medidas as massas secas. O diâmetro médio foi tomado em duas ortogonais, como descrito anteriormente.

3.3 Caracterização da matéria orgânica

Para controle dos fatores experimentais, nos experimentos em casa de vegetação e em campo, foram analisados os seguintes dados:

1. Análise do solo: matéria orgânica (MO), C, P, K, Ca, Mg, Na, Al, Al + H, pH (CaCl₂), condutividade elétrica (CE) e textura.
2. Análise do adubo orgânico: MO, C e N.
3. Análise da fibra de coco verde, *in natura* : MO, C, Ca, K, N, Mg, P, Na, condutividade elétrica, pH (água) e densidade aparente.
4. Análise elementar (C, H, N, O) das substâncias húmicas (ácidos húmicos e fúlvicos), da fibra de coco verde, *in natura*, e dos mesmos ácidos obtidos de material comercial de fibra de coco compostada, visando comparação.

As análises nº. 1, 2 e 3 foram realizadas nos Laboratórios do Núcleo de Tecnologia Rural da Universidade Estadual do Maranhão. A análise nº. 4 foi realizada no Núcleo de Análise de Resíduos de Pesticidas da Universidade Federal do Maranhão e no Instituto de Química da Universidade de São Paulo. Os teores de sódio e potássio foram determinados em espectrofotômetro marca DIGIMED (DM 61) e os de cálcio e magnésio foram determinados por absorção atômica em aparelho SPECTRA 100/200 Report. O teor de fósforo foi determinado segundo BATAGLIA (1983), pelo mesmo instrumento. O teor de nitrogênio segundo o mesmo BATAGLIA (1983), em titulação ácida. O teor de carbono, de acordo com a norma do IAC (2000), bem como a condutividade elétrica. O pH foi medido segundo SILVA (1997), e a densidade do solo foi aferida segundo GUERRINI (2004). A extração das substâncias húmicas da fibra de coco foi realizada segundo metodologia da International Humic Substances Society (IHSS, 2000).

Para o experimento em campo, foram também analisados:

1. Análise física, química e microbiológica da água de irrigação: de acordo com a Resolução CONAMA n°. 357/ 2005.
2. Precipitação acumulada durante o período do experimento.
3. Temperatura durante o período do experimento.
4. Umidade relativa do ar durante o período do experimento.

A análise química da água foi realizada no Laboratório de Controle de Qualidade da CAEMA (Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Maranhão), e a análise microbiológica foi realizada no Departamento de Química do CEFET-MA (Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão). Com exceção do pH ligeiramente ácido (4,58, em comparação com o limite de 6,0 estabelecido pela norma), revelou-se dentro dos parâmetros da Classe Especial, que se destina, entre outros, “ao consumo humano e à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao chão e que sejam ingeridas cruas, sem remoção de películas” (CONAMA, 2005). Essa água foi utilizada para a irrigação dos canteiros de alface e das sementeiras, em sistema de micro-aspersão.

Os dados de precipitação acumulada, temperatura e umidade relativa do ar foram coletados no Posto de Coleta de Dados (PCD) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) mais próximo, situado a cerca de 15 km.

A análise estatística foi realizada pelo programa SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genéticas), com teste DMS (diferença mínima significativa) a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da matéria orgânica

4.1.1 Solo, fibra de coco e adubo orgânico

Foram analisados os constituintes dos canteiros onde se desenvolveram as mudas de alface, usadas para testar a hipótese de melhoria das condições de cultivo desta espécie com fibra de coco verde, *in natura*. Os resultados das análises química e física para a média de três amostras de fibra de coco verde, o adubo orgânico de esterco de galinha e do solo do sítio, utilizados tanto no experimento de campo quanto da casa de vegetação, estão apresentados, em comparação com resultados da literatura (Tabela 2).

Tabela 2: Análise do solo, fibra de coco verde e adubo orgânico.

Variável	Unidade	Solo do sítio	Fibra de coco	Adubo orgânico	Solo San Marino(1)	Solo p/ cultivo alface (2)
MO		36,0	216,6	483,5	67,1	20
C		20,93	125,42	280,00	38,85	11,58
Ca		0,38	4,58		1,49	0,74
K		0,035	1,27		0,005	0,15
N	g kg ⁻¹	2,08	5,76	22,40		
Mg		0,12	2,21		0,06	0,24
Na		0,12	0,50			
Al		0,04			0,020	
H + Al		0,05				
P	mg dm ⁻³	2	2,65			
CE	mS cm ⁻¹	0,06	1,38		0,2	
pH		5,4 (água)	6,94 (CaCl ₂)		3,93(água) 4,2(CaCl ₂)	5,79(CaCl ₂)

(1)Dados de Amarante Jr. (2002).

(2)Dados de Resende *et al.* (2005).

Os solos da maior parte do Maranhão têm, em geral, baixa fertilidade, decorrente da lixiviação, baixo teor de matéria orgânica quando não são argilosos e em áreas de aluviões, e tem presença de elevados teores de alumínio. A região de Mojó, onde foi realizado o experimento (Sítio Natural Bosque), faz parte da Formação Itapecuru, e seu solo é um Argissolo.

O solo estudado apresentou baixo teor de potássio ($0,035 \text{ g kg}^{-1}$), e razoáveis teores de cálcio ($0,38 \text{ g kg}^{-1}$) e magnésio ($0,12 \text{ g kg}^{-1}$), bem como valores críticos de fósforo (2 mg dm^{-3}), em especial para a textura no limite entre franco e franco-siltosa apresentada pelo solo do sítio (Tabela 3).

Tabela 3: Classificação textural do solo

Granulometria	(%)
Areia grossa (2 a 0,2 mm)	27
Areia fina (0,2 a 0,05 mm)	9
Silte (0,05 a 0,002 mm)	49
Argila (menos de 0,002mm)	15
Silte/Areia	3,26
Textura	Franco

Os baixos teores de minerais provavelmente explicam a baixa condutividade elétrica, de $0,06 \text{ mS cm}^{-1}$. A condutividade elétrica (CE) da região de absorção de nutrientes é fator relevante da produtividade de olerícolas em geral, pois se elevada compromete a absorção da água, dos macro e micro nutrientes. Este solo, que não teve nenhum cultivo anterior ao experimento, estava numa área com vegetação nativa típica. Sua análise apresentou 36 g dm^{-3} de matéria orgânica (MO) e soma de bases (SB) de 30,4, antes de ser enriquecido com a adubação orgânica. O pH desse solo foi de 5,4 (água) e pode ter sido ligeiramente acidificado pela irrigação com água em pH 4,6. Segundo Freire (2003), pH de 5,4 pode ser classificado como bom.

Para efeito de comparação, Amarante Jr. (2002) encontrou em solos da região de Urbano Santos-MA (Fazenda San Marino), utilizada para produção em larga escala de eucaliptos (gênero *Eucalyptus*), 6,71% de matéria orgânica, e teores trocáveis de cálcio, potássio, magnésio e alumínio de $1,49 \text{ g kg}^{-1}$; $0,005 \text{ g kg}^{-1}$; $0,06 \text{ g kg}^{-1}$ e $0,020 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Embora o teor de cálcio possa ser considerado muito bom, este solo mostra

baixas condições de fertilidade para os demais nutrientes minerais. A condutividade elétrica desse solo foi de $0,2 \text{ mS cm}^{-1}$, e o pH em água de 3,93. O maior teor de MO provavelmente se deve à liteira proveniente das folhagens das árvores cultivadas.

Para cultivo de alface, Resende *et al.* (2005) utilizaram solo com 20 g dm^{-3} de matéria orgânica, pH de 5,7 (CaCl_2), devidamente adubado para atingir soma de bases (SB) de 59,8 e teores de cálcio, potássio e magnésio de $0,74 \text{ g kg}^{-1}$; $0,15 \text{ g kg}^{-1}$ e $0,24 \text{ g kg}^{-1}$; respectivamente (Tabela 2).

Os teores de cálcio ($4,58 \text{ g kg}^{-1}$), potássio ($1,27 \text{ g kg}^{-1}$) e magnésio ($2,21 \text{ g kg}^{-1}$) encontrados na fibra de coco verde utilizada são relevantes como fatores nutricionais, e certamente contribuíram para o melhor desenvolvimento dos tratamentos onde foram usados.

O valor de condutividade elétrica (CE) apresentado pela fibra de coco ($1,38 \text{ mS cm}^{-1}$) encontra-se dentro dos limites da literatura e mesmo valores que ultrapassam os limites não representam em princípio grandes danos aos cultivos, pois as regas diminuem as taxas de sais, que são dissolvidos e ultrapassam a profundidade da área de absorção radicular (CARON *et al.*, 2004; APAOLAZA *et al.*, 2005). A CE da fibra de coco utilizada mostrou-se relativamente alta ($1,38 \text{ dS m}^{-1}$), mas assim como relatado na literatura revisada, não mostrou maiores problemas à cultura testada, provavelmente pela intensa irrigação necessária à época do experimento em campo (estação seca da região).

A fibra de coco verde utilizada no presente experimento apresentou uma relação C/N em torno de 22. As relações C/N de alguns dos principais subprodutos agrícolas disponíveis em nossa região podem variar de 112, para palhas de milho, até 12, para folhas de mandioca, por exemplo (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Benites *et al.* (2004), relatam uma relação C/N de 38 para aparas de grama utilizadas para experimento de compostagem, com concentrações bastante similares de magnésio e cálcio (de $1,3$ e $4,6 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente), comparáveis com os teores desses minerais na fibra de coco verde utilizada. As quantidades de cálcio, magnésio e potássio disponíveis na fibra de coco são expressivas, fortalecendo a fertilidade dos canteiros, e o valor de pH encontrado mostra-se próximo da neutralidade, não acarretando maiores dificuldades para seu uso agrícola.

O esterco de galinha, usado habitualmente pelo produtor orgânico do sítio onde foi realizado o experimento de campo, e também usado no experimento em casa de vegetação, mostrou uma relação C/N em torno de 12,5, maior que a citada por Oliveira *et al.* (2005), que encontrou relação C/N de 10, provavelmente devido a exposição às condições naturais e a perda de nitrogênio amoniacal. A matéria orgânica encontrada foi de 483 g kg^{-1} , enquanto a encontrada no esterco usado neste trabalho de pesquisa foi de 540 g kg^{-1} . Os autores citados

afirmam, também, que o esterco de galinha oferece bons teores de fósforo e potássio, e o aporte do primeiro deve ser considerado essencial, pelos baixos teores encontrados tanto no solo quanto na fibra de coco verde utilizada.

4.1.2 Análise da fibra de coco

A maior parte da constituição do material fibroso empregado é devida à celulose, e principalmente lignina, estruturas de conformação tridimensional com ligações entre suas partes de alta energia de ligação, só passível de ruptura a alguns poucos tipos de microorganismos (BARROS, 2005; PASSOS, 2005).

O aumento dos teores de matéria orgânica do solo (MOS), por meio de adubação, é essencial para garantir a sustentabilidade de qualquer programa de produção agrícola, principalmente nas condições de trópico úmido onde esta exerce funções fundamentais para a qualidade do solo (SILVA e MOURA, *in* MOURA, 2004). Os componentes básicos da MO são a celulose, hemicelulose, lignina, açúcares, ácidos orgânicos e lipídios. No caso da fibra de coco verde, celulose, lignina e água podem responder por até 98% do total da massa, certamente dependendo do estágio de maturação do fruto, condições de armazenagem e transporte, e tempo transcorrido da colheita, entre outros. A MOS pode ser dividida nas frações de substâncias húmicas e não-húmicas, sendo que as substâncias húmicas podem representar até 90% desta. Um aspecto essencial é que as substâncias húmicas estão fisicamente protegidas e em associação com as superfícies dos minerais, ou retidas dentro de agregados. Em ambos os casos são resistentes ao ataque microbiano e podem permanecer inalteradas por séculos.

As substâncias húmicas são misturas de compostos de estrutura química muito variada, formadas por ácidos húmicos (AH), fúlvicos (AF) e huminas (H), sendo os AH a fração mais estudada por se concentrar na superfície do solo (camada cultivável). Uma sugestão de modelo estrutural dos AH é apresentada na Figura 12. Segundo Stevenson (1994), uma caracterização geral dos ácidos húmicos e fúlvicos pode ser feita baseada em características como massa, composição elementar, capacidade de troca ácida e grau de polimerização. Enquanto os ácidos húmicos tendem a ser misturas de moléculas maiores (massa de até 300 000 Da) e com maior teor de carbono (até 62%), os ácidos fúlvicos geralmente apresentam menor massa (mínimo de 2000 Da), maior teor de oxigênio (até 48%, contra 30% dos ácidos húmicos), e capacidade de troca ácida de até 1400.

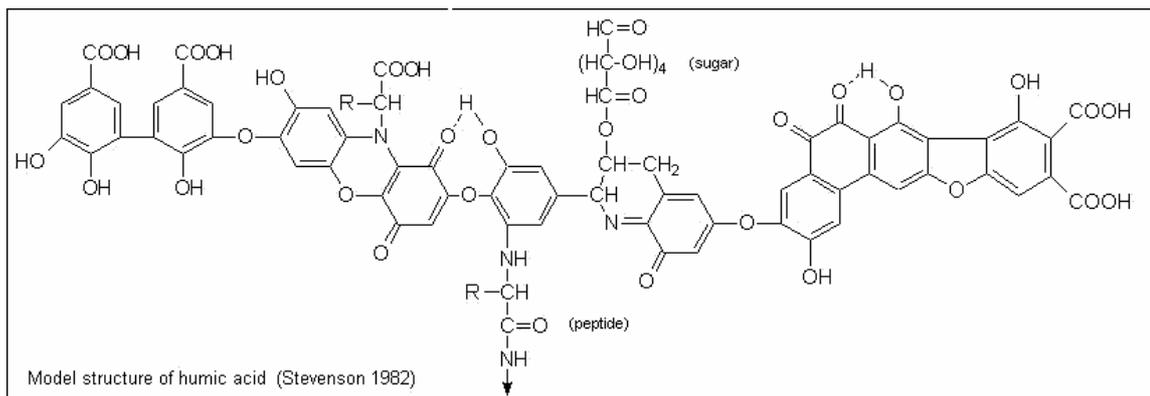


Figura 14: Modelo estrutural para ácidos húmicos (STEVENSON, 1994).

As substâncias húmicas têm alta superfície específica, o que vai resultar em grande capacidade de retenção de cátions, através da ligação das cargas positivas destes com as cargas negativas dos colóides formados. Os principais sítios ativos das substâncias húmicas são os carboxílicos, fenólicos, carbonil e amino, que além da retenção de minerais vão atuar na capacidade de tamponamento, de enorme importância nos solos tropicais. Resumindo, do ponto de vista químico, esses sítios vão atuar como bases de Lewis doadoras de elétrons aos íons metálicos. Os mecanismos de complexação envolvidos podem ser catiônicos, aniônicos, de coordenação, ligações de hidrogênio, além de ligações covalentes e interações de Van der Waals. A MOS atua em mecanismos de aumento de CTC, tamponamento de pH, agente cimentante na agregação do solo, aumento da retenção de água e de aeração do solo. Através da interação com a água por meio de ligações de hidrogênio, pode ocorrer um aumento de até seis vezes (em massa), na retenção desta (SILVA e MOURA, *in* MOURA, 2004). Esta retenção de umidade no solo é uma das possíveis causas para explicar os bons resultados obtidos nos tratamentos com maiores teores de fibra de coco, nas condições de clima estudadas, com altas taxas de evapotranspiração.

Os resultados da análise elementar do material extraído pelos procedimentos indicados pela IHSS para substâncias húmicas, da fibra de coco verde *in natura* utilizada nos experimentos de campo e da casa de vegetação, em comparação com materiais de mesmo tipo, de um produto comercial com origem em fibra de coco, encontram-se a seguir na Tabela 4.

Tabela 4: Análise elementar das substâncias extraídas da fibra de coco pela metodologia IHSS.

Material		C	H	N	O	C/H	C/N	C/O
		(%)						
Fibra de coco verde, <i>in natura</i>	Ácidos fúlvicos	42,17	3,65	1,74	52,44	11,55	24,33	0,8
	Ácidos húmicos	11,53	2,11	0,4	85,96	5,46	28,83	0,13
Produto comercial de coco	Ácidos fúlvicos	33,56	3,64	1,56	61,24	9,22	21,51	0,55
	Ácidos húmicos	48,02	4,98	2,49	44,51	9,64	19,28	1,08
Padrão IHSS	Ácidos fúlvicos (2S103F)	51,31	3,53	2,34	43,32	14,53	21,93	1,18
	Ácidos húmicos (1S103H)	56,37	3,82	3,69	37,34	14,75	15,28	1,51

O produto comercial não dispunha de informação quanto à composição do material, evidenciando somente sua origem de fibra de coco, e o aspecto visual marrom escuro levava a crer em avançado estado de compostagem. Mostrou uma menor concentração de carbono nos ácidos fúlvicos (33,56%), em relação a concentração desse elemento nos ácidos húmicos (48,02%), similar aos padrões do IHSS (Tabela 4). A amostra de coco verde *in natura* usada nos experimentos apresentou uma concentração muito baixa de carbono nos ácidos húmicos. Isso pode ser decorrente das grandes dificuldades de eliminar os sais provenientes das sucessivas acidificações e alcalinizações empregadas pela metodologia da IHSS. Por razões técnicas os teores de cinzas não foram determinados nas amostras de fibra de coco verde e do produto comercial, mas os mesmos em média raramente ultrapassam 1% nos ácidos húmicos e fúlvicos (IHSS, 2007). Fernandes *et al.* (in AMARANTE JR. *et al.*, 2006), cita valores muito maiores de teor de carbono para os ácidos húmicos (46,39%), e valores ligeiramente inferiores para ácidos fúlvicos (39,51%), extraídos no mesmo laboratório (NARP-UFMA), compatíveis com as amostras padrão IHSS. Isso pode ser decorrente de origens diferentes das substâncias húmicas analisadas, não registradas no trabalho citado.

Menores relações C/N evidenciam maior presença de grupos nitrogenados (nitrilas, aminas primárias, secundárias e terciárias, amidas etc), capazes de realizar as propriedades da MOS já mencionadas anteriormente, que melhoram as condições de cultivo. Maiores relações C/H, por seu lado, indicam presença de cadeias carbônicas maiores e possivelmente saturadas,

sem sítios ativos capazes de interação com outras substâncias, sendo reconhecidamente inertes do ponto de vista químico. Pequenos valores de relações C/O indicam alta presença de grupos hidroxila alcoólicos, fenólicos e de grupos carboxílicos, entre outros, sendo característicos nos ácidos fúlvicos.

Esses dados são compatíveis com a relação de C/O dos ácidos fúlvicos dos materiais analisados na fibra de coco verde e no produto comercial (0,8 e 0,55 respectivamente). As relações C/N dos ácidos fúlvicos e húmicos do produto comercial analisado são pertinentes com a previsão dessas características químicas e das amostras padrão IHSS (21,51 e 19,28, respectivamente), mas as mesmas relações C/N apresentadas pelo material de fibra de coco verde apresenta valores contraditórios, provavelmente devido às dificuldades do método de extração e purificação, já citados. A mesma distorção pode ser observada nas relações C/H entre ácidos fúlvicos e húmicos para o produto comercial e material da fibra de coco verde (0,96 e 2,14). A relação das amostras padrão IHSS de solo é de 0,98, para efeito de comparação.

Foi observada uma significativa concentração de substâncias extraídas pela metodologia IHSS para substâncias húmicas do material de fibra de coco verde. De uma amostra inicial de 14g foi, ao final, obtido 0,4 g de substâncias do tipo ácidos húmicos e 0,411g de substâncias do tipo ácidos fúlvicos. Isso equivale a aproximadamente 3% (m/m) do material, para cada uma dessas classes de substâncias, e mostra grande possibilidade de melhoria relevantes das condições de interação da MOS original, enriquecendo-a sobremaneira.

4.2 Resultados do experimento em casa de vegetação

As plantas para análise foram colhidas dos vasos nas primeiras horas da manhã, para evitar a perda de água, muito abundante nas folhas da alface (em torno de 95%). Os resultados mostram uma sensível melhoria da massa fresca nos tratamentos com maior concentração de fibra de coco verde. A parte aérea corresponde àquela que realmente é útil ao consumidor final, dessa forma a parte radicular e a seção basal do caule foram descartadas, até às primeiras folhas sem deformação ou outras seqüelas que impeçam seu uso imediato (Tabela 5).

Tabela 5: Médias das massas frescas da parte aérea das plantas (g)

Tratamento	Descrição	Médias
6	(Ad. Org. + 30% fibra coco)	82.4400 a
5	(Ad. Org. + 20% fibra coco)	78.9850 a
3	(Ad. Org. + 0% fibra coco)	64.3275 b
4	(Ad. Org. + 10% fibra coco)	57.0500 bc
2	(Solo + 20% fibra coco)	46.1950 cd
1	(Testemunha- solo)	44.0900 d

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si (Teste de DMS, a 5% de probabilidade).

Dms = 11,1419 CV= 16,964

Os tratamentos com 20 e 30% de fibra de coco diferenciaram-se significativamente tanto do tratamento testemunha quanto do tratamento usado habitualmente para cultivo orgânico (Ad. Org. + 0 % de fibra de coco). Os tratamentos testemunha (sem adubação e sem incorporação de fibra de coco) e com 20% de fibra de coco verde sem adubação orgânica, tiveram os menores resultados (44,09 e 46,19 g, respectivamente), obtendo massa com somente metade daquelas observadas nos tratamentos com 20 e 30% de fibra de coco verde e adubação orgânica (78,98 e 82,44 g, respectivamente), que não mostraram diferença significativa entre si pelo teste estatístico realizado.

Os tratamentos com adubação orgânica e adubação orgânica com 10% de fibra de coco não tiveram diferença significativa entre si, bem como não houve diferença entre os tratamentos do solo com adição de 20% de fibra de coco e o solo testemunha, sem adição de adubação orgânica e fibra de coco.

Os resultados desse parâmetro, encontrados na revisão de literatura, são muito variados, decorrência das várias condições de cada meio, tanto naturais quanto antrópicas. Para experimentos em casa de vegetação, as massas frescas de plantas inteiras, cultivadas em sistemas agrícolas convencionais, apresentaram os seguintes resultados: no inverno, em média, YURI *et al.*, (2002) obtiveram de 610 g a 644 g (cultivar Great Lakes e New York, respectivamente) e MAGGI *et al.*, (2006) de 210 g a 430 g. CARON *et al.*, (2004) conseguiram valores de 68 g a 324 g, no inverno, e de 139,2g a 315 g, na primavera, para o mesmo cultivar. Acredita-se que esses valores sejam, em sua maioria, superiores aos encontrados no experimento aqui relatado, principalmente em consequência de climas mais

favoráveis da região sul do país, aplicação de fertilizantes em diversas modalidades, melhor tecnologia de irrigação e combate químico a pragas e doenças.

Foram encontradas poucas citações para experimentos em condições orgânicas na revisão de literatura, com variações também foram muito maiores, tendo em vista que nessa situação os fatores externos recebem menor grau de controle humano. Teixeira *et al.* (2004) relatam massas frescas de parte aérea variando desde 230g até 1030g, enquanto Porto *et al.* (1999) citam variações entre 15g e 55g. Na rede de supermercados de São Luís, encontram-se plantas cultivadas por hidroponia, com massas médias de 200g.

Os valores das massas secas da parte aérea das plantas estão apresentados na Tabela 6. Estes resultados servem para determinar se os aumentos de massas frescas são ou não decorrentes de maior grau de hidratação das plantas. O conteúdo de água nas folhas da espécie é em torno de 95%.

Tabela 6: Médias das massas secas da parte aérea das plantas (g)

<i>Tratamento</i>	<i>Descrição</i>	<i>Médias</i>
6	(Ad. Org. + 30% fibra coco)	5.2325 a
5	(Ad. Org. + 20% fibra coco)	3.9850 b
3	(Ad. Org. + 0 % fibra coco)	3.7850 b
4	(Ad. Org. + 10% fibra coco)	3.5725 bc
1	(Testemunha- Solo)	3.4675 bc
2	(Testemunha + 20% fibra coco)	3.0150 c

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si (Teste de DMS, a 5% de probabilidade).

Dms = 0,6102 CV= 15,033

As plantas oriundas do tratamento com 30% de fibra de coco verde, adicionada à adubação orgânica, apresentaram maiores valores de massa seca da parte aérea que todos os demais. Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos com 20% de fibra de coco e a adubação orgânica, 10% de fibra de coco com adubação orgânica e o tratamento com adubação orgânica sem adição de fibra de coco. Os tratamentos testemunha, testemunha mais 20% de fibra de coco, e adubação orgânica mais 10% de fibra de coco tiveram os menores valores de massa fresca e não se diferenciaram estatisticamente entre si.

Caron *et al.* (2004), encontraram massas secas de plantas inteiras variando de 4,24g a 10,89g no inverno, e 5,34g a 9,78g na primavera, enquanto Lima *et al.* (2004), encontraram massas secas da parte aérea variando de 6,89g a 10,76g. Os melhores valores encontrados no experimento para essa variável situam-se entre os limites citados, no tratamento com adubação orgânica mais 30% de fibra de coco verde.

Embora as massas das plantas sejam valores de grande importância para observação do desenvolvimento das plantas folhosas num cultivo, o consumidor final fará a avaliação visual do produto. Por esse motivo é tão importante observar se as plantas com as maiores massas também apresentam as maiores áreas foliares. Essas foram tomadas pelo programa informatizado já referido, e não pelas fórmulas matemáticas que tradicionalmente vinham sendo utilizadas, que são aproximações geométricas para o formato médio das folhas de alface, proporcionando análises mais fidedignas.

Tabela 7: Médias das áreas foliares totais das plantas (cm²)

<i>Tratamento</i>	<i>Descrição</i>	<i>Médias</i>
5	(Ad. Org. + 20% fibra coco)	395.0150 a
6	(Ad. Org. + 30% fibra coco)	342.5775 a
1	(Testemunha-solo)	279.9750 b
3	(Ad. Org. + 0% fibra coco)	198.0075 c
4	(Ad. Org. + 10% fibra coco)	186.6050 c
2	(Solo + 20 % fibra de coco)	143.8575 c

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si (Teste de DMS, a 5% de probabilidade).

Dms = 59,3496

CV= 21,806

As plantas oriundas dos tratamentos com 20% e 30% de fibra de coco, adicionadas à adubação orgânica, tiveram maiores valores de área foliar, correspondentes aos resultados de massas frescas das mesmas partes (Tabela 7). Esses tratamentos não tiveram diferença estatística entre si, bem como os tratamentos com menores áreas foliares, que foram os de testemunha com 20% de fibra de coco, adubação orgânica com 10% de fibra de coco e o tratamento com adubação orgânica sem fibra de coco. O tratamento testemunha obteve massa foliar intermediária entre esses dois grupos de tratamento, pela análise estatística realizada.

Caron *et al.* (2004), observaram áreas foliares variando, por planta, de 0,239 m² a 0,919 m², no inverno, e de 0,389 m² a 0,721 m², na primavera, que situam-se próximos dos melhores resultados obtidos nesse trabalho, com adubação orgânica mais 20% de fibra de coco verde. As áreas foliares são resultado da extensão total das folhas, independente da mesma apresentar aspecto liso ou crespo, com muitas reentrâncias. Para um observador-consumidor menos atento, no entanto, a primeira observação será simplesmente do diâmetro médio da planta. A Tabela 8, a seguir, mostra esses resultados.

Tabela 8: Médias dos diâmetros das plantas (cm)

Tratamento	Descrição	Médias
6	(Ad. Org. + 30% fibra coco)	21.7500 a
5	(Ad. Org. + 20% fibra coco)	19.7500 b
3	(Ad. Org. + 0% fibra coco)	18.5000 c
2	(Solo + ad. Org.)	17.6250 cd
1	(Testemunha-solo)	17.2500 d
4	(Ad. Org. + 10% fibra coco)	17.2500 d

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si (Teste de DMS, a 5% de probabilidade).

Dms = 1,1186

CV= 5,667

As plantas com maior diâmetro foram aquelas cultivadas com adubação orgânica complementadas com 30% de fibra de coco, diferenciando-se de todos os outros tratamentos. Em seguida, em ordem decrescente, e também diferente dos demais tratamentos, os maiores diâmetros encontrados foram aqueles do tratamento com adubação orgânica mais 20% de fibra de coco. O diâmetro médio das plantas com adubação orgânica mais 10% de fibra de coco não se diferenciou daquelas do tratamento com adubação orgânica sem fibra de coco, bem como não se diferenciaram, para essa variável, aquelas oriundas do tratamento testemunha daquelas do tratamento com adubação orgânica sem fibra de coco.

Porto *et al.* (1999), em campo, reportam diâmetros entre 11cm e 19cm, para experimento conduzido em condições orgânicas, de tratamentos em diferentes proporções de esterco bovino e cama de galinha. Pode-se considerar então, que, de modo geral, o incremento

de 20% a 30% de fibra de coco verde, *in natura*, levou a uma melhor produtividade dos parâmetros estudados, em comparação com as plantas cultivadas habitualmente com adubação de esterco de galinha, em condições orgânicas.

As figuras 15 e 16, a seguir, apresentam os tratamentos 1, 2 e 3; e 4, 5 e 6, respectivamente, aos 18 DAP.



Figura 15: Tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente, aos 18 DAP (dias após transplântio).



Figura 16: Tratamentos 4, 5 e 6, respectivamente, aos 18 DAP.

No entanto, as condições da casa de vegetação são muito diferentes daquelas de campo, em especial para os cultivos agroecológicos pretendidos, com farta interação com elementos bióticos e abióticos. A fim de melhor testar a hipótese, foi realizado então o experimento em condições de campo, diretamente em canteiros no sítio. Se, por um lado, as

condições são quase idênticas àsquelas do cultivo praticado na região, por outro há maior dificuldade em controlar as interferências externas, e são esperados coeficientes de variação bem maiores que aqueles encontrados na casa de vegetação.

4.3 Resultados do experimento de campo

As plantas para análise foram colhidas aleatoriamente, nas primeiras horas da manhã, e imediatamente conduzidas para laboratório, para evitar a perda da grande concentração de água nas folhas, típica da espécie. Observou-se uma significativa melhoria das massas frescas da parte aérea nos tratamentos com maior concentração de fibra de coco verde. A parte aérea corresponde é aquela que realmente é útil ao consumidor final, descartando a parte radicular e a seção basal do caule, antes das primeiras folhas sem deformação ou outras seqüelas que impeçam seu uso imediato (ver Tabela 9).

Tabela 9: Médias das massas frescas da parte aérea das plantas (g)

<i>Tratamento</i>	<i>Descrição</i>	<i>Médias</i>
5	(Ad. Org. + 20% fibra coco)	115.9800 a
6	(Ad. Org. + 30% fibra coco)	96.8125 ab
4	(Ad. Org. + 10% fibra coco)	78.6000 b
3	(Ad. Org. + 0% fibra coco)	70.1750 b
2	(Solo + 20 % fibra de coco)	16.4625 c
1	(Testemunha-solo)	2.9000 c

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si (Teste de DMS, a 5% de probabilidade).

Dms = 34,8633 CV = 51,989

Os tratamentos com adubação orgânica associada a 20% e 30% de fibra de coco obtiveram os melhores resultados, tendo o tratamento com 20% de fibra de coco associada a adubação orgânica se diferenciado significativamente de todos os demais. As plantas com adubação orgânica sem fibra de coco não se diferenciaram, nesse parâmetro, daquelas dos tratamentos com adubação orgânica mais 10% e 30% de fibra de coco. As plantas dos tratamentos testemunha e testemunha com 20% de fibra de coco tiveram valores muito baixos

e não se diferenciaram entre si. O coeficiente de variação foi muito superior ao encontrado no parâmetro equivalente em casa de vegetação (51,98 e 16,96, respectivamente).

Ferraz Jr. *et al.*(2003), reporta valores de massas frescas de plantas inteiras de alface de 109g a 199g, testando adubações para lodo de esgoto de cervejaria, e Lee *et al.*,(2003) cita massas frescas de 50g a 200g, aproximadamente, para testes realizados com resíduos de alimentos humanos, resultados situados entre nossos melhores valores em campo, com adubação orgânica mais 20% de fibra de coco verde, *in natura*.

Os resultados para as massas secas da parte aérea das plantas estão apresentados na Tabela 10, sendo integralmente equivalente aos resultados encontrados para massas frescas, evidenciando que o ganho de massa foi proporcional entre água e componentes estruturais.

Tabela 10: Médias das massas secas da parte aérea das plantas (g)

<i>Tratamento</i>	<i>Descrição</i>	<i>Médias</i>
5	(Ad. Org. + 20% fibra coco)	9.9275 a
6	(Ad. Org. + 30% fibra coco)	7.6350 ab
4	(Ad. Org. + 10% fibra coco)	6.0675 b
3	(Ad. Org. + 0% fibra coco)	5.8325 b
2	(Solo + 20 % fibra de coco)	1.7875 c
1	(Testemunha- Solo)	0.5913 c

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si (Teste de DMS, a 5% de probabilidade).

Dms = 2,3472 CV= 41,874

Os tratamentos com adubação orgânica, associada a 20% e 30% de fibra de coco, obtiveram os melhores resultados. As plantas do tratamento testemunha e com 20% de fibra de coco sem adubação orgânica apresentaram valores muito baixos para o parâmetro, e se diferenciaram de todos os demais tratamentos. Os tratamentos sem associação de fibra de coco, e com 10% e 30% de fibra de coco associada não se diferenciaram estatisticamente. O coeficiente de variação foi inferior ao verificado para a análise das massas frescas, mas ainda muito superior ao encontrado no parâmetro equivalente em casa de vegetação.

Foram registrados resultados de massas secas de parte aérea de plantas, entre 6,30g e 7,72g, em experimento em condições orgânicas de cultivo (BRASIL, s/d), e de 5,34g a 9,78g em condições de cultivo convencional em casa de vegetação (CARON *et al.*, 2004).

As áreas foliares totais das plantas examinadas estão na Tabela 11. Percebe-se que as plantas oriundas do tratamento com 20% de fibra de coco, adicionada à adubação orgânica, tiveram as maiores áreas registradas, mas não se diferenciaram significativamente daquelas do tratamento com adubação orgânica mais 30% de fibra de coco e do tratamento com adubação orgânica sem fibra de coco.

Tabela 11: Médias das áreas foliares totais das plantas (cm²)

<i>Tratamento</i>	<i>Descrição</i>	<i>Médias</i>
5	(Ad. Org. + 20% fibra coco)	956.7475 a
6	(Ad. Org. + 30% fibra coco)	771.3675 ab
3	(Ad. Org. + 0% fibra coco)	758.9475 ab
4	(Ad. Org. + 10% fibra coco)	701.2475 b
2	(Solo + 20 % fibra de coco)	332.5200 c
1	(Testemunha-Solo)	110.7475 c

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si (Teste de DMS, a 5% de probabilidade).

Dms = 222,1231 CV= 34,744

Não houve diferença estatística das áreas totais dos tratamentos com adubação orgânica mais 30%, 20% e 0% de fibra de coco, nem entre os tratamentos de menores valores, que foram a testemunha e a testemunha mais 20% de fibra de coco. Foram registrados valores de área foliar total, por planta, entre 0,239 m² e 0,919 m² (CARON *et al.*, 2004).

No experimento de campo a análise estatística revelou diferenças não só na área foliar total, mas também nos terços selecionados, respectivamente, inferior, médio e superior. Esses terços representam folhas colhidas aproximadamente nos 5 cm mais baixos, nos 5 cm seguintes, e nos 5 cm da parte mais alta do caule das plantas. A análise das folhas do terço inferior das plantas, repetindo rigorosamente os resultados obtidos na tabela anterior, está apresentada na Tabela 12 a seguir.

Tabela 12: Médias das áreas foliares do terço inferior das plantas (cm²)

<i>Tratamento</i>	<i>Descrição</i>	<i>Médias</i>
5	(Ad. Org. + 20% fibra coco)	347.9675 a
6	(Ad. Org. + 30% fibra coco)	274.6475 ab
3	(Solo + Ad. Org.)	261.1150 b
4	(Ad. Org. + 10% fibra coco)	235.5650 b
2	(Solo + 20% fibra de coco)	108.7200 c
1	(Testemunha-Solo)	39.6075 c

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si (Teste de DMS, a 5% de probabilidade).

Dms = 82,6019 CV=37,016

As plantas oriundas do tratamento com 20% de fibra de coco, adicionada à adubação orgânica, tiveram as maiores áreas do terço inferior registradas, mas não se diferenciaram significativamente daquelas do tratamento com adubação orgânica mais 30% de fibra de coco e do tratamento com adubação orgânica sem fibra de coco.

Não houve diferença estatística das áreas do terço inferior dos tratamentos com adubação orgânica mais 30%, 10% e 0% de fibra de coco, nem entre os tratamentos de menores valores, que foram a testemunha e a testemunha mais 20% de fibra de coco. O coeficiente de variação também foi praticamente o mesmo.

A seguir, estão apresentadas as áreas foliares dos terços médios das plantas analisadas, na Tabela 13.

Tabela 13: Áreas foliares dos terços médios das plantas (cm²)

<i>Tratamento</i>	<i>Descrição</i>	<i>Médias</i>
5	(Ad. Orgânica + 20% fibra)	364.0150 a
6	(Ad. Orgânica + 30% fibra)	329.6575 a
3	(Ad. Orgânica + 0% fibra)	292.9775 a
4	(Ad. Orgânica + 10% fibra)	276.0350 a
2	(Solo + 20% fibra)	131.8625 b
1	(Testemunha-Solo)	45.3225 b

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si (Teste de DMS, a 5% de probabilidade).

Dms = 99,0938

CV= 39,094

Todos os tratamentos com adubação orgânica obtiveram a mesma média, dentro dos parâmetros estatísticos utilizados, mas se diferenciaram daqueles sem adubação orgânica, que por sua vez também não se diferenciaram.

As áreas foliares dos terços superiores das plantas analisadas, onde houve uma forte diferenciação para todos os tratamentos que utilizaram adubação orgânica, estão apresentadas na Tabela 14 a seguir.

Tabela 14: Médias das áreas foliares dos terços superiores (cm²)

<i>Tratamento</i>	<i>Descrição</i>	<i>Médias</i>
5	(Ad. Orgânica + 20% fibra)	244.7650 a
3	(Ad. Orgânica + 0% fibra)	204.8550 ab
4	(Ad. Orgânica + 10% fibra)	189.6475 ab
6	(Ad. Orgânica + 30% fibra)	167.0625 b
2	(Solo + 20% fibra)	91.9375 c
1	(Testemunha-Solo)	25.8175 c

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si (Teste de DMS, a 5% de probabilidade).

Dms = 73,2484

CV= 45,027

Não houve diferença significativa entre as áreas do terço superior das plantas analisadas nos tratamentos com adubação orgânica mais 0%, 10% e 20% de fibra de coco. Também não houve diferença entre as plantas colhidas nos tratamentos com adubação orgânica mais 0%, 10% e 30% de fibra de coco, bem como entre os tratamentos testemunha e solo mais 20% de fibra de coco.

Os diâmetros das plantas mostram claramente a tendência de maior desenvolvimento com a aplicação da fibra de coco, associada à adubação orgânica. Na Tabela 15, são apresentadas as médias dos diâmetros dos tratamentos pesquisados, que mostram essa tendência.

Tabela 15: Médias dos diâmetros das plantas (cm)

<i>Tratamento</i>	<i>Descrição</i>	<i>Médias</i>
5	(Ad. Org. + 20% fibra coco)	27.8750 a
6	(Ad. Org. + 30% fibra coco)	25.8750 a
4	(Ad. Org. + 10% fibra coco)	22.6250 b
3	(Solo + Ad. Org.)	22.3750 b
2	(Solo + 20% fibra de coco)	13.8750 c
1	(Testemunha-Solo)	9.0000 d

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si (Teste de DMS, a 5% de probabilidade).

Dms = 3,0637

CV= 14,309

As plantas colhidas nos tratamentos com adubação orgânica mais 20% e 30% de fibra de coco tiveram os melhores resultados, cerca de 100% maiores que as plantas dos tratamentos testemunha e testemunha mais 20% de fibra de coco. Não houve diferença estatística entre os dois tratamentos citados com melhores resultados, mas houve entre os dois com menores valores. Também não houve diferença significativa entre os tratamentos com adubação orgânica mais 20% e 30% de fibra de coco, nem entre os tratamentos com adubação orgânica sem fibra de coco e adubação orgânica mais 10% de fibra de coco.

Porto *et al.* (1999), em experimento de campo, em condições orgânicas, reportam diâmetro variando entre 11cm e 19 cm, significativamente inferiores aos nossos melhores

resultados obtidos com adubação orgânica mais 10%, 20% e 30% de fibra de coco verde, *in natura*.

Ressalte-se ser esse o parâmetro com menor coeficiente de variação, comparável aos valores de coeficiente encontrados para o experimento em casa de vegetação e citados na literatura.

Tanto os valores encontrados na casa de vegetação, quanto no experimento de campo, mostram uma tendência nítida de melhoria dos parâmetros estudados quando se adiciona fibra de coco à adubação orgânica já utilizada.

4.4 Considerações finais

A cobertura do solo por plantas vivas e resíduos orgânicos protege o solo de erosão e reduz a perda de água por evaporação, o que pode ser obtido pela incorporação de fibra de coco verde triturada. Vale lembrar que esta possível ação da fibra irá permanecer por várias safras, permitindo um efeito residual dos benefícios, tendo em vista o longo tempo de decomposição do material. Isso atende à necessidade de novas formas de manejo agrícola que diminuam ou eliminem o esgotamento dos recursos naturais por erosão, salinização, poluição das fontes de água superficiais e subterrâneas por agrotóxicos e fertilizantes e perda da biodiversidade, entre outros.

Os ecossistemas naturais podem proporcionar um fluxo permanente de matéria e energia, fruto da reciclagem nesses ambientes. Enquanto isso, os sistemas manejados pelo ser humano tendem a um curso de mão-única, altamente insustentáveis em tempo não muito longo. Nesse trabalho, procurou-se demonstrar uma possibilidade de manejo adequado de um resíduo-problema que pode vir a ser um subproduto útil numa cadeia de produção, com manejo adequado, atendendo a necessidades ambientais e sociais.

No Brasil, legislação federal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Lei nº. 10831/2003), considera a relevância da otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, associados ao respeito e à integridade cultural das comunidades rurais. O fortalecimento dos cultivos locais se justifica, portanto, mesmo quando as condições não forem as melhores possíveis para a espécie. No caso em questão, a alface necessita, em especial, de climas mais frios, com condições ótimas de desenvolvimento entre 15 e 20°C, mas sua demanda no mercado regional, a pouca distância, facilidade de cultivo e possibilidade de produção nas pequenas áreas disponíveis pelos agricultores familiares pode gerar melhores condições de vida para ponderável parcela da população local, justificando, portanto, sua

produção.

Dentre as diversas possibilidades de subprodutos agrícolas a serem incorporados ao solo no intuito de melhorá-lo para o cultivo da alface, a opção pela fibra de coco se deveu a sua abundância na região, aos problemas ambientais causados pela mesma e às possibilidades de inserção social de significativas parcelas da população a um ciclo de produção agrícola baseado em seu material processado.

A utilização do subproduto (fibra) do consumo da água de coco, garantindo o retorno de todos os elementos como nutrientes, pode ser considerada um dos princípios básicos que devem ser obedecidos para se obter a sustentabilidade. O uso da fibra de coco pode aumentar e melhorar a matéria orgânica do solo, sendo uma prática da agricultura orgânica que viabiliza o retorno dos minerais vitais, retirados pelas colheitas. Ressalte-se o baixo custo dessa forma de manutenção da fertilidade do solo.

Durante os experimentos, não foi observada incidência significativa de pragas, doenças ou outros danos ambientais ao desenvolvimento das respectivas safras, tanto no experimento de casa de vegetação quanto em campo, na área aberta do sítio. Embora não tenha sido testada estaticamente, não sendo objetivo desse trabalho, a observação visual constante (característica da agricultura orgânica), realizada tanto pelo pesquisador como pelo produtor residente no experimento de campo, revelou que os canteiros tratados com maiores proporções de fibra de coco verde (20 e 30%) tiveram menor incidência de insetos, principalmente paquinha ou grilo-toupeira (*Neocurtilla hexadactyla*), responsável por grande parte das perdas de safras na área estudada. A principal observação que se pode fazer dessa situação é que o solo, com a fibra incorporada homogeneamente, apresenta maior dificuldade de movimentação para os insetos. No entanto, outras possibilidades também podem se revelar verdadeiras, pois a fibra possui substâncias que podem ser repelentes aos insetos e outros componentes da biota dos canteiros, como os taninos. Embora esses e outros materiais provenientes da decomposição vegetal possam de alguma forma prejudicar os cultivos, com o uso da fibra de coco, não foi observado nenhum prejuízo significativo nas plantas cultivadas.

O manejo eficiente dos rejeitos das sociedades de consumo demanda altos custos financeiros e uma vontade deliberada de atuar nas questões ambientais. A fibra de coco verde, lançada no ambiente em grandes quantidades e sem maiores cuidados, surge em nossa região como uma possibilidade de realizar uma cadeia de ganho total. O material lançado causa grandes danos ambientais, que podem ser suprimidos por uma coleta efetuada por mão-de-obra de baixa escolaridade e freqüentemente desempregada, para produzir material que pode implementar a produção agrícola nas áreas suburbanas e rurais, melhorando a renda de

pequenos agricultores e evitando sua migração para a capital. O uso desse material talvez possa, também, minimizar o uso de agrotóxicos, outro fator de melhoria para as condições ambientais.

5 CONCLUSÃO

- Tanto no experimento realizado em casa de vegetação quanto naquele conduzido em campo, houve ganho significativo para as massas frescas e secas, das áreas foliares e diâmetros das plantas de alface (*Lactuca sativa* L.), variáveis importantes para a comercialização deste produto, quando 20% a 30% de fibra de coco verde, *in natura*, foi incorporada ao esterco de galinha usado como adubo orgânico;
- Os melhores resultados obtidos indicaram uma sinergia entre a adubação orgânica e a implementação com fibra de coco verde, *in natura*, pois os tratamentos cultivados somente com fibra de coco verde não obtiveram bons resultados;
- Houve maior variabilidade nas variáveis estudadas no experimento em condições reais de produção no campo, onde as variáveis nutricionais, climáticas e biológicas (principalmente ataques de pragas e doenças), são de controle muito mais difícil, em condições de produção orgânica ;
- Com os resultados obtidos, fortalecem-se as opções de ação social dentro de um ciclo de produção, envolvendo a generosa oferta de matéria-prima de fibra de coco verde disponível nessa região, mão de obra inativa, disponível para seu processamento, e necessidade de maior produtividade da espécie pesquisada na região da Ilha do Maranhão;
- Devido ao exposto, sugerem-se novos estudos para possível identificação dos mecanismos específicos que levaram aos resultados positivos encontrados nos testes com fibra de coco verde, bem como para identificar a possibilidade de proteção das culturas contra pragas e doenças por esse material.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. da Universidade UFRGS, 1999.

AMARANTE JR, O. P. **Avaliação do potencial de contaminação por herbicidas - determinação do 2,4-D e do seu principal produto de degradação em solos de campos de eucaliptos**. 125f. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Exatas. UFMA, São Luís, 2002.

AMARANTE JR; O. P.; VIEIRA, E.M.; COELHO, R.S. (org.) **Poluentes orgânicos**. Vol. 1. São Carlos: Ed RiMa, 2006.

APAOLAZA, L.H.; GASCÓ, A.M.; GASCÓ, J.M.; GUERRERO, F. Reuse of waste materials as growing media for ornamental plants. **Bioresource Technology**. v. 96, p. 125-131, 2005.

AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura sustentável**. Brasília: EMBRAPA, 2005.

ARAGÃO, W. M. (ed.) **Coco: Pós-colheita**. Série Frutas do Brasil. EMBRAPA: Brasília, 2002.

ARAÚJO, E.P.; PARENTE JR., J.W.C.; ESPIG, S.A. Estudo das Unidades de Paisagem da Ilha do Maranhão: delimitação e dinâmica . **Anais XII Simpósio de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2606-2609.

BARROS, E.S. **Avaliação das características químicas da casca de coco (*Coccus nucifera* L.) verde visando alternativas de aplicação em processos industriais**. 47 f. Monografia de conclusão de curso (Química Industrial). Instituto de Química. Universidade Federal do Maranhão, 2005.

BATAGLIA, O. C. *et al.* Método de análise química de plantas. **Boletim Tecnológico Instituto de Agronomia**. Campinas, n. 78, 1983.

BENITES, V.M.; BEZERRA, F.B.; MOURA, R.O. Produção de adubos orgânicos a partir da compostagem dos resíduos da área gramada do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro. Boletim de Pesquisa nº. 90. **EMBRAPA Solos**, Rio de Janeiro, 2004.

BERBARI, S. A. G.; PASCHOALINO, J. E.; SILVEIRA, N. F. A. Efeito do cloro na água de lavagem para desinfecção de alface minimamente processada. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 21, n 2, p197-201, maio-ago. 2001.

BEZERRA, F. C. e ROSA, M. F. Utilização do pó da casca de coco-verde como substrato para produção de mudas de alface. **EMBRAPA**, Comunicado Técnico n. 71, Fortaleza, dez. 2002.

BEZERRA, F.C. e BEZERRA, G.S.S. Diferentes substratos para a formação de mudas de meloeiro. **Horticultura brasileira**. Brasília, 2001.

BRASIL. Lei nº. 10831. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Brasília: 2003.

BROWN, L. **Eco-Economia: construindo uma economia para a terra**. Salvador: UMA (Universidade da Mata Atlântica), 2003. disponível em www.uma.org.br (acesso em 12/03/2007).

CARON, B. O.; POMINEL, S.F.; SCHMIDT, D.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P. Crescimento da alface em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.3, n. 2, p. 97-104, 2004.

CARRIJO, O.A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B.; SOUZA, R. B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Hortic. Bras.** V. 22, n. 01, Brasília, jan./mar. 2004.

CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca de coco como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-540, dez. 2002.

CORREIA, D.; ROSA, M.F.; NORÕES, E.R.V.; ARAUJO, F.B. Uso do pó da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Rev. Bras. Frutic.** , Jaboticabal-SP, v. 25, n. 3, p. 557-558, dez., 2003.

CORREIA, N. M. **Palhadas de sorgo associadas ao herbicida imazamox no controle de plantas daninhas e no desenvolvimento da cultura da soja em sucessão.** 2002. 58 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

COSTA, W.B. **Nutrição e adubação da alface (*Lactuca sativa* L.).** 37f. (Monografia de Graduação) Centro de Ciências Agrárias. Universidade Estadual do Maranhão. 2002.

CRUZ, G. D. Agricultura: coco ecologicamente correto. **Revista Ecologia e Desenvolvimento.** Ed. 89, 2001.

DEY, G., SACHAN, A.; GHOSH, S.; MITRA, A. Detection of major phenolic acids from dried mesocarpic husk of mature coconut by thin layer chromatography. **Industrial crops and products.**v. 18, p. 171-176, 2003.

DIDONET ,A.D. *et al.***GRUPO DE TRABALHO EM AGROECOLOGIA.MARCO REFERENCIAL EM AGROECOLOGIA.** Brasília: EMBRAPA, fev., 2006.

EVANGELISTA, N. e ÁVILA, L. A. Unidade de tratamento de resíduos sólidos urbanos na perspectiva da gestão municipal. **Cadernos Temáticos.** nº. 10. p. 49-54. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Ministério da Educação. Brasília, 2006.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations.(www.fao.org , acesso em 20/01/2007).

FERRAZ JUNIOR, A.S.L.; SOUZA, S.R.; CASTRO, S.R.P.; PEREIRA, R.B. Adubação de alface com lodo de esgoto de cervejaria. **Horticultura brasileira,** Brasília, v. 21, n. 1 p. 60-63, março 2003.

FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil.** 2ª ed. revista e ampliada. Brasília: EMBRAPA, 1998.

FONTENELLE, A.; COUTINHO, L. O estado geral da Terra. **Revista Veja**. Edição 1885, n. 51, p. 180-213, (22 dez. 2004).

FREIRE, F.M. Interpretação de resultados de análise de solo. Comunicado Técnico 82. Brasília: **EMBRAPA**, 2003.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos em agricultura sustentável**. 2ª ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade (UFRGS), 2001.

GUERRINI, I. A. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **R. Bras. Ci. Solo**, 28: 1069-1076, 2004.

GUILHERME, A.L.F.; ARAUJO, S.M.; FALAVIGNA, D.L.M.; PUPULIM, A.R.T.; DIAS, M.L.G.G.; OLIVEIRA, H.S.; FUKUSHIGE, Y. Prevalência de enteroparasitas em horticultores e hortaliças da Feira do Produtor de Maringá-PA. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 32, n.4, p. 405-411, jul.-ago., 1999.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário- 2003. (www.ibge.gov.br, acesso em 31/8/2005).

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (www.ibge.gov.br, acesso em 31/8/2005).

IHSS. International Humic Substances Society. (www.ihss.gatech.edu, acesso em 24/2/2007).

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). Análises de Substratos. Campinas, fevereiro, 2000.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Ed. RiMa, 2000.

LEE, J.J.; PARK, R.D.; KIM, Y.W.; SHIM, J.H.; CHAC, D.H.; RIM, Y.S.; SOHN, B.K.; KIM, T.H.; KIM, K.Y. Effect of food waste compost on microbial population, soil enzyme activity and lettuce growth. **Bioresource Technology**. 2003 (article in press).

LIMA, A.A.; MIRANDA, E.G.; CAMPOS, L.Z.O.; CUZNATO JÚNIOR, W.H.; MELO, S.C.; CAMARGO, M.S. Competição das cultivares de alface Vera e Verônica em dois espaçamentos. **Hortic. Bras.**, Brasília, v. 22, n. 2, p.314-316, abril-junho, 2004.

LOPES, J.C.; RIBEIRO, L.G.; ARAÚJO, M.G.; BERALDO, M.R.B.S. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.143-147, jan.-mar. 2005.

LUIS LOPES, V., JOSÉ ROMERO, R.; FERNANDO URETA, V. Tratamientos de desinfección de lechugas (*Lactuca sativa* L.) y frutillas (*Fragaria chiloensis*). **ALAN**, v. 51, n. 4, p. 376-381, 2001.

MAGALHÃES, M.P.; GOMES, F. S.; MODESTA, R.C.D.;MATTA, V. M.; CABRAL, L.M.C. Conservação de água de coco por filtração com membrana. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25 (1): 72-77, jan.-mar. 2005.

MAGGI, M.F.; KLAR, A.E.; JADOSKI, C.J.; ANDRADE, A.R.S. Produção de variedades de alface sob diferentes potenciais de água no solo em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v. 11, nº. 3, p. 415-427, jul.-set., 2006.

MAISTRO, L. C. Alface minimamente processada: uma revisão. **Ver. Nutr.** Campinas, v. 14, n. 3, p. 219-224, set.-dez., 2001.

MARANHÃO (Estado). Secretaria de Estado de Agricultura. **Maranhão em dados**. p.25-26. 2003.

MEDEIROS, L. A. Q. M.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; BONNECARRÈRE, R. A. G. Crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) conduzida em estufa plástica com refrigeração em substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.2, p.199-204, 2001.

MEIRELLES, L.R. & RUPP, L.C. (coord.). **Agricultura ecológica- princípios básicos**. Secretaria de Agricultura Familiar. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Brasília, 2005.

MELLO, J. C.; DIETRICH, R.; MEINERT, E. M.; TEIXEIRA, E.; AMANTE, E. R. Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana minimamente processada. **Cienc. Tec. Aliment.** Campinas, v. 22, n. 3, p 418-426, set.-dez., 2003.

MOURA, E.G (org.). **Agroambientes de transição: entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil.** São Luís:UEMA, 2004.

MUTUANDO, Instituto Giramundo. **A cartilha agroecológica.** Botucatu, SP: Ed. Criação, 2005.

NEBEL, B.J. e WRIGHT, R. T. **Environmental Science: The way the world works.** 5 th. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

NUNES, M. A. S. **Caracterização da produção e comercialização do coco anão verde (*Coccus nucifera* L.) na Ilha de São Luís.** 69f. Monografia de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Faculdade de Agronomia. Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2004.

OLIVEIRA, A.M.G; AQUINO, A.M.; CASTRO NETO, M.T. Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico. Circular Técnica nº 76. **EMBRAPA.** Cruz das Almas, Dez. 2005.

ORELLANA, J. F.; LOPES FILHO, R. P. Irrigação de hortaliça no estado do Amapá. Circular Técnica **EMBRAPA** nº. 33, Macapá:2004

PASSOS, P.R.A. **Destinação sustentável de cascas de coco (*Coccus nucifera* L.) verde: obtenção de telhas e chapas de partículas.** Tese de Doutorado. 186f. COPPE- UFRJ. Rio de Janeiro: 2005.

PAULUS, G. **Agroecologia aplicada: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica.** Porto Alegre: EMATER/RS, 2001.

PORTO, V.C.N.; NEGREIROS, M.Z.; BEZERRA NETO, F.; NOGUEIRA, I.C.C. Fontes e doses de matéria orgânica na produção de alface. **Caatinga**, Mossoró-RN, 12(1/2):7-11, dez. 1999.

RAGHAVENDRA, S.N.; SWAMY, S.R.R.; RASTOGI, N.K.; RAGHAVARAO, K.S.M.S., KUMAR, S., THARANATHAN, R.N. Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: a source of dietary fiber. **Journal of food engineering**. (2005) (article in press)

REBELLO, F. K.; REALE FILHO, H. B.; FIGUEIREDO, R. N. C. **Diagnóstico e perspectiva econômica da cadeia produtiva do coco-da-baía no estado do Pará**. Belém: BASA, 2000.

REDDY, N.; YANG, Y. Biofibers from agricultural byproducts for industrial applications. **Trends in Biotechnology**. v. 23, n. 1, p.22-27. 2005.

RESENDE, B.L.A.; COSTA,C.C.; CECILIO FILHO, A.B.;MARTINS, M.I.E.G. Custo de produção e rentabilidade da alface crespa, em ambiente protegido, em cultivo solteiro e consorciado com tomateiro, Jaboticabal, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SP, v. 35, nº.7, jul. 2005.

ROCHA, N. E. P. e AVILA, L. A. Unidade de tratamento de resíduos sólidos urbanos na perspectiva da gestão municipal. **Cadernos Temáticos Nº 10**. Brasília: Ministério da Educação, Março, 2006.

ROSA, M.F. ; BEZERRA, F.C. ; CORREIA, D. ; SANTOS, F.J.S. ; ABREU, F.A.P. ; FURTADO,A.A.L. ; BRÍGIDO, A.K.L. ; NORÕES, E.R.V. Utilização da casca de coco como substrato agrícola. **EMBRAPA** (Série Documentos 52). Fortaleza, 2002.

ROSA, M.F. ; SANTOS, S.J.S ; MONTENEGRO, A.AT.; ABREU, S.A.T. ;CORREIA, D. ; ARAUJO, S.B.S. ; NORÕES, E.R.V. Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola. **EMBRAPA** (Comunicado Técnico 54). Fortaleza, 2001.

SENHORAS, E.M. **Estratégias de uma agenda para a cadeia agroindustrial do coco: transformando a ameaça dos resíduos em oportunidades eco-eficientes.** 36 f. Monografia de conclusão de curso (Graduação em Economia). Instituto de Economia. UNICAMP, Campinas, 2003.

SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. **EMBRAPA.** Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília, 1997.

SILVA, M.M.L. Patente PI 5184-5 (22). Revista da propriedade industrial. N. 1639, ano XXXI, 2002.

SILVA, V.S. **Regeneração *in vitro* de embriões de *Coccus nucifera* L.** 78f. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

SILVEIRA, E.B.; RODRIGUES, V.J.L.B.; GOMES, A.M.A.; MARIANO, R.L.R.; MESQUITA, J.C.P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 211-216, junho 2002.

SOUZA, N.A.; JASMIM, J. Crescimento de singônio com diferentes tutores e substratos à base de mesocarpo de coco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.39-44, jan-mar 2004.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions.** New York: John Wiley and Sons, Inc., 1994.

TEIXEIRA, N. T.; PAULA, E. L.; FAVARI, D.B.; ALMEIDA, F.; GUARNIERI, V. Adubação orgânica e organo-mineral e algas-marinhas na produção de alface. **Rev.Ecosistema**, v. 29, n 1, jan.-dez., 2004.

TRANI, P. E.; TRIVELLI, S. W.; PURQUERIO, L.F. V.; AZEVEDO F., J. A. Hortaliças: alface (*Lactuca sativa* L.). **Boletim do IAC** . n. 200 IAC, Campinas, ago. 2005.

VAN DAM, J.E.G.; VAN DEN OEVER., M.J.A; TEUNISSEN, W.; KEIJSERS, E.R.P.; PERALTA, A.G. Process for production of high density/high performance binderless boards from whole coconut husk. **Industrial crops and products**. v. 19 p. 207-216, 2004.

VAN DAM, J.E.G; OEVER, M.J.A.; KEIJSERS, E.R.P. Production process for high density performance binderless boards from whole coconut husk. **Industrial crops and products**. V.20, p. 97-101,2004.

YURI, J. E.; MOTA, J. H.; RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J.; RODRIGUES JR., J. C. Desempenho de cultivares de alface tipo americana em cultivo de outono no sul de Minas Gerais. **Cienc. Agrotec.** , v. 28, n. 2, p. 282-286, mar./abr., 2004.