



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

WESCLEY LIRA DE SOUSA

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ADUBO ORGÂNICO
PRODUZIDO A PARTIR DE RESÍDUOS DE PESCADOS E VEGETAIS NO
DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata*
(L) Walp.)**

FORTALEZA
2015

WESCLEY LIRA DE SOUSA

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ADUBO ORGÂNICO
PRODUZIDO A PARTIR DE RESÍDUOS DE PESCADOS E VEGETAIS NO
DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata*
(L) Walp.)**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências da Disciplina Atividade Supervisionada.

Orientador:

Prof. Dr. Ronaldo de Oliveira Sales

FORTALEZA

2015

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

S698a Sousa, Wesley Lira de.

Avaliação de diferentes concentrações de adubo orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no desenvolvimento da cultura do feijão caupi (*Vigna unguiculata (L) Walp.*) / Wesley Lira de Sousa. – 2015.

64 f. : il. color.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2015.

Orientação: Prof. Dr. Ronaldo de Oliveira Sales.

1. Feijão-caupi. 2. Adubos e fertilizantes orgânicos. 3. Compostagem. I. Título.

CDD 620

WESCLEY LIRA DE SOUSA

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ADUBO ORGÂNICO
PRODUZIDO A PARTIR DE RESÍDUOS DE PESCADOS E VEGETAIS NO
DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata*
(L) Walp.)**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias
da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências da Disciplina Atividade
Supervisionada.

APROVADO em 24 / 06 / 2015

Prof. Dr. Ronaldo de Oliveira Sales (Orientador)
Professor da Universidade Federal do Ceará

Dsc. Elízita Maria Teófilo
Universidade Federal do Ceará

Prof. Ms. Pedro Zione Souza
Univerdidade Federal do Ceará

Aos meus pais Francisco Pereira de Sousa e Neirian Lira de Sousa por me dar total apoio no curso e por sempre acreditarem no meu potencial mesmo quando eu mesmo duvidava de mim.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará por possibilitar que meu sonho tornasse uma realização;

Ao meu orientador Prof. Dr. Ronaldo de Oliveira Sales, pelo incentivo, auxílio, orientação, apoio e confiança em mim depositada para realização deste trabalho;

Ao Eng. Agrônomo, Dr. João Batista Santiago de Freitas, por sua grande contribuição e conhecimentos, ensinamentos e orientação no desenvolvimento deste trabalho;

A Dra Elizita Maria Teófilo pela disponibilidade em me receber e passar parte dos seus conhecimentos e pela total disponibilidade do Laboratório de Sementes para realização do trabalho;

Aos Professores que contribuíram com minha vida acadêmica, em especial, os Professores Ronaldo Sales, Carmem Dolores, José Carlos;

À minha amada família, meus pais: Francisco Pereira de Sousa e Neirian Lira de Sousa, e aos meus irmãos: Wesley Lira de Sousa e Suellen Lira de Sousa pelo apoio, paciência, amor, compreensão, consideração e por sempre acreditarem em mim;

À minha tia/madrinha Eleuma de Sousa Lira, à minha avó Ana Borges, a minha tia Arian Braga e aos meus tios: Claudio de Sousa Lira e Neudo de Sousa Lira (Muga);

À Francisca Pereira de Sousa, Luisa Helena, Paulo Roberto e Maria Helena de Melo Lima (in memorian) que apesar de não serem da minha família, mas os tenho como parte dela;

À minha namorada Roana Diniz Alves pelo amor, dedicação e confiança no meu potencial, e por sempre me encorajar e apoiar as minhas tomadas de decisões;

Aos grandes amigos e parceiros de longas datas, Marcondes Barros, Ronaldo Rodrigues, Bruno Barros, Thiago Portela e ao casal José Paulo (Baresi) e Stela pela verdadeira e sincera amizade, onde pudemos compartilhar momentos de alegrias e dificuldades, em especial ao Pedro Henrique, Claudio Henrique, Ximenes Bonifácio,

Giancarlo Porfírio que sempre foram próximos a mim e me ajudaram em tudo e sempre estiveram do meu lado.

Aos integrantes do Projeto MISMEC 4 Varas pela oportunidade de estágio aumentando mais ainda os meus conhecimentos na área em especial a Fabiana e ao Valdecy que receberam de braços abertos.

À Deus e Meishu Sama acima de tudo, por estar presente todos os dias e minutos em minha vida, me energizando e dando-me força, saúde e alegria semestre a semestre;

E todos que de alguma forma contribuíram para o sucesso deste trabalho.

*“Aquele que ensina com cortesia,
sem distinção da posição que as
pessoas ocupam, está de acordo com
a Vontade de Deus.”*

Meishu Sama

RESUMO

A reciclagem de resíduos orgânicos, cujos descartes indevidos podem causar impactos negativos ao ambiente, como é o caso dos resíduos de pescado provenientes da indústria pesqueira e vegetais apresentam-se como uma importante ferramenta para minimizar o déficit de fertilizantes orgânicos para sistemas produtivos ecológicos. Nesse sentido, este estudo analisa as diferentes concentrações de adubo orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no desenvolvimento da cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Foram avaliadas as seguintes variáveis: Comprimento da vagem(cm), número de vagem por planta, número de grão por vagem, peso de cem grãos(g) e rendimento por planta(kg/ha). Para esta pesquisa foram testados sete tratamentos (0g, 400g, 800g, 1200g, 1600g, 2000g, 2400g) com 3 repetições, totalizando 21 tratamentos. Os resultados revelaram grande potencial deste composto para sua utilização no feijão caupi, os tratamentos que tiveram o melhor desempenho na cultura foram os tratamentos T2 (400g) e T7 (2400g) em termos de rendimento por planta, porém estatisticamente os tratamentos não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Palavras-Chave: Reciclagem de resíduo, Compostagem, Fertilizante orgânico

ABSTRACT

The recycling of organic waste, whose improper disposal may cause negative impacts on the environment, as in the case of fish waste from the fishing industry and vegetables are presented as an important tool to minimize the deficit of organic fertilizers for ecological production systems. Thus, this study analyzes the different concentrations of organic fertilizer produced from fish waste and vegetables in the development of cowpea crop (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) The following variables were evaluated: pod length (cm), number of pods per plant, number of grain per pod, weight of hundred grains (g) and yield per plant (kg / ha). For this research were tested seven treatments (0g, 400g, 800g, 1200g, 1600g, 2000g, 2400g) with three repetitions, totaling 21 treatments. The results revealed great potential of this compound for use in cowpea, treatments that performed best in culture were the T2 treatments (400g) and T7 (2400g) in terms of yield per plant, but statistically treatments do not differ at 5% significance level.

Keywords: Waste Recycling, Composting, Organic Fertilizer

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Conteúdo de Cálcio na silagem de elaborada com vários resíduos de peixe.....	21
TABELA 2. Conteúdo de fósforo em silagens elaboradas com vários resíduos de peixe.....	22
TABELA 3. Teores de N, P, K, Ca, K ₂ O, P ₂ O ₅ , Mg, Fe, Cu, Zn e Mn no composto orgânico a base de resíduos de pescados e vegetais.....	48
TABELA 4. Resultados obtidos a partir da aplicação de diferentes concentrações de adubo produzido à base de resíduos de pescado e vegetais.....	50
TABELA 5. Tabela de análise de variância para variável produção por planta.....	51
TABELA 6. Teste de Tukey para FV Tratamento na produção por planta.....	51

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Fermento biológico à base de pescados.....	41
FIGURA 2. Resíduos de pescados moído.....	42
FIGURA 3. (a) Mistura do fermento e da silagem; (b) Colocação das camadas alternadas folhas/mistura/húmus.....	43
FIGURA 4. (a) Preparação da pilha do composto orgânico; (b) Pilha feita com 60 cm de altura com (2mx1m).....	44
FIGURA 5. Composto orgânico a base de resíduos de pescado.....	44
FIGURA 6. Pesagem e ensacagem das amostras.....	45
FIGURA 7. Foto da área experimental no dia do plantio.....	46
FIGURA 8. Fermento biológico utilizado para produção do adubo.....	60
FIGURA 9. Coleta da folhagem utilizada no processo de fabricação do composto.....	60
FIGURA 10. Colocação da primeira camada da leira com a folha seca.....	61
FIGURA 11. Colocação da segunda camada com a mistura do resíduo de pescado com o fermento biológico.....	61
FIGURA 12. Colocação da terceira e ultima camada com húmus.....	62
FIGURA 13. Rega após as três camadas serem colocadas.....	62
FIGURA 14. Lona plástica utilizada para controlar o nascimento de ervas daninha nos canteiros.....	63
FIGURA 15. Germinação das sementes de feijão.....	63

FIGURA 16. Diferentes estádios da planta.....	64
FIGURA 17. Planta com vagens bem desenvolvidas pouco antes da colheita.....	64
FIGURA 18. As vagens na câmara de secagem para deixá-las com a umidade ideal.....	65
FIGURA 19. Câmara de secagem do laboratório de sementes/UFC.....	66

Sumário

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ	1
AGRADECIMENTOS	6
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 SILAGEM DE PESCADO.....	15
2.1.1 Histórico	15
2.1.2 Aproveitamento e formas de utilização de resíduos de pescado	17
2.1.3 Princípios e métodos de elaboração da silagem de pescado	18
2.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE PEIXE	19
2.3 DISPONIBILIDADE DE MINERAIS NA SILAGEM DE PEIXE	20
2.3.1 Cálcio.....	20
2.3.2 Fósforo	21
2.3.3 Magnésio	22
2.3.4 Ferro	22
2.3.5 Manganês.....	22
2.3.6 Outros minerais.....	23
2.4 FERMENTO BIOLÓGICO A BASE DE PESCADOS E VEGETAIS	23
2.5 COMPOSTAGEM	24
2.5.1 Definição de Compostagem.....	25
2.5.2 Objetivos da compostagem	25
2.5.3 Métodos de Compostagem	26
2.5.4 Processo de compostagem	26
2.5.5 Fatores que influenciam na velocidade de compostagem.....	28
2.6 AGRICULTURA ORGÂNICA	29
2.6.1 Composto orgânico na agricultura.....	29
2.6.2 Vantagens da agricultura orgânica.....	31
2.6.3 Desvantagem do sistema orgânico.....	31
2.6.4 Resíduos Sólidos Orgânicos	31
2.7 MATÉRIA ORGÂNICA	33
2.7.1 Importância na agricultura	33
2.7.2 Características da matéria orgânica	36
2.7.3 Efeito da matéria orgânica no solo	36

3. FEIJÃO CAUPI	37
4. MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1 MATERIAL	40
4.2 ELABORAÇÃO DO FERMENTO BIOLÓGICO	40
4.3 PREPARO DA SILAGEM BIOLÓGICA DE RESÍDUOS DE PESCADO (SBRP)	41
4.4. PREPARAÇÃO DA COMPOSTAGEM	42
5.1 ÁREA EXPERIMENTAL	45
5.1.4 Preparação dos canteiros e adubação	45
5.4. Delineamento experimental e tratamentos	46
5.1.4 Variáveis avaliadas	46
5.2 COLETA DE DADOS	47
6. RESULTADO E DISCUSSÕES	48
7. CONCLUSÕES	52
8. BIBLIOGRAFIA.....	52

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de resíduos numa indústria de alimentos, incluídos nesta denominação todos os subprodutos e sobras do processamento, cujo volume depende, entre outros fatores, da qualidade da matéria-prima, do tipo de processamento adotado, e do produto final, faz com que medidas especiais sejam tomadas quanto ao destino que lhes é reservado.

Em termos quantitativos, o volume de resíduos sólidos gerado pelas indústrias processadoras de pescado, à exceção das produtoras de farinha de peixe, oscila entre 30,0 a 80,0% do volume recebido, a depender do sistema de produção. Grande parte das tecnologias conhecidas para utilização destes resíduos não se mostra atrativa, devido à escassez de material e em vista do elevado investimento inicial. Os aterros sanitários e lagoas de tratamento de efluentes também não são alternativas recomendáveis, devido ao impacto ambiental que provocam nas áreas costeiras ou de águas interiores, além de comprometer o uso destas áreas como pólos de turismo e lazer. Por outro lado, o desenvolvimento da biotecnologia permitiu relativa facilidade na utilização de enzimas e microrganismos adaptados para degradar biomassas, disponibilizando tecnologia e processos que permitem o manejo do resíduo com fluxo contínuo e com menores investimentos. O descarte dos resíduos da industrialização do pescado pode ser direcionado para vários tipos de aproveitamento e divididos em quatro categorias: alimentos para consumo humano, ração para animais (*pet food*), fertilizantes ou produtos químicos. Outras opções que se configuram são a silagem de pescado e a compostagem com outros materiais ou resíduos industriais, com produção de subprodutos de alto valor comercial.

Uma alternativa viável para a região Nordeste é o aproveitamento de resíduos do processamento de pescado e das perdas da despesca através da elaboração de silagem, forma bastante econômica de aplicação destes resíduos, podendo ser produzida em pequena escala, na área de abrangência dos açudes, piscigranjas, pesque-pague, ou industrialmente, nos maiores centros urbanos.

Trata-se de um produto líquido, obtido pela ação de ácidos ou por fermentação microbiana, podendo ser elaborada a partir do pescado inteiro ou de material residual. A liquefação é conduzida pela atividade de enzimas proteolíticas naturalmente presentes nos peixes, e/ou adicionadas (KOMPIANG, 1980). A preservação do pescado por meio do processo de silagem é muito antiga, e tem sido utilizada, sobretudo em comunidades

carentes de tecnologia, com abundância de produtos pesqueiros e de subprodutos provenientes do beneficiamento industrial.

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), também conhecido como feijão-macassar ou feijão-de-corda, é uma espécie de ampla distribuição mundial, principalmente nas regiões tropicais, em virtude de estas apresentarem condições edafoclimáticas semelhantes às do seu provável berço de origem: a África (BRITO et al. 2009).

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão, consumindo toda a sua produção, e ainda importa quantidades complementares a sua demanda, fato que o torna um importador líquido desse produto. O feijão-caupi é a cultura que produz mais na região Nordeste, com área correspondente a aproximadamente 60% da área total de feijão. A área colhida, a produção e a produtividade oscilam muito de ano para ano, em virtude, principalmente, das variações climáticas. Estimativas apontam para a safra de 2010-2011 produção de 3.732,000 toneladas de grãos, com produtividade de 935 kg ha⁻¹, para safra de 2011-2012 produção de 2.906,500 toneladas de grãos, com produtividade de 889 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012).

O feijão-caupi é muito disseminado na região nordeste pelo ótimo comportamento da cultura na faixa de temperatura característica da região. O caupi é uma alternativa de alimento aos agricultores de pequenas áreas pelo seu alto valor nutritivo, pode ser cultivado na forma grãos secos ou verdes. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a aplicação de diferentes quantidades de adubo orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no desenvolvimento da cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), tomando como referência o comprimento da vagem, número de vagem, número de grão por vagem e produção por planta a fim de avaliar os resultados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Silagem de pescado

2.1.1 Histórico

Foram os romanos os primeiros a converterem subprodutos da pesca para algo semelhante ao que hoje é conhecido como silagem de pescado, um molho de peixe espesso, conhecido como “garum”, mencionado por volta de

525 a.C.. Era um preparado de guelras e vísceras de uma grande variedade de espécies de peixes, onde as sobras eram acondicionadas compactamente em recipientes lacrados hermeticamente, e deixados para decompor completamente (MANDELLI, 1972). As vísceras do peixe forneciam uma potente fonte de enzimas proteolíticas para a autólise. A decantação do licor autolisado deixava um resíduo conhecido como “alec”, ao qual eram adicionados mais peixe e salmoura para produzir uma substância semi-sólida chamada “putrilage”. Ambos, “garum” e “putrilage”, tornaram-se iguarias que eram exportadas do sul da Itália para todo o Império Romano (MANDELLI, 1972).

Alguns povos do Sudeste asiático, notadamente os Indochineses, complementavam a sua ração rizícola com concentrados protéicos obtidos da autólise da carne e vísceras de certos clupeídeos de origem marinha. Os anamidas, entre outras tribos da Indochina, preparavam aqueles autolisados que receberam o nome local de “mans” quando de peixes e “nuocman” quando de camarões, sendo a mistura sal e pescado mantida por meses e agitada ocasionalmente no período inicial da preparação. Tais “mans” são encontrados tanto na forma líquida quanto semilíquida e pastosa, tendo os líquidos densidade em torno de 1,1 a 1,2 e pH 5 a 7 (MANDELLI, 1972).

A silagem de peixe surgiu nos países escandinavos, sendo a Suécia o primeiro país a produzir silagem de pescado em 1936, em experimentos com a utilização de misturas de ácido sulfúrico, clorídrico, fórmico e adição de outros ingredientes, como o melão (DISNEY & JAMES, 1980).

Desde a década de 40, a silagem tem sido produzida em muitos países, incluindo o Canadá (FREEMAN & HOOGLAND, 1956), Reino Unido (TATTERSON & WINDSOR, 1974), Austrália (BATTERMAN & GORMAN, 1980), Noruega e Alemanha (STROM & EGGUM, 1981), mas foi somente na Dinamarca, Polônia e Noruega que o processamento da silagem prosseguiu em escala comercial. Na Dinamarca, a produção de silagem de peixe pelo uso de uma mistura de ácido fórmico e ácido sulfúrico aumentou de 16.000 para 25.000 toneladas entre 1969 e 1972 (RAA & GILDBERG, 1982). No mesmo país, atingiu, em 1980, a produção anual de 46.000 toneladas (JOHNSEN, 1981). Posteriormente, houve um esforço substancial no sentido de se implantar a silagem de peixe nos países do Sudeste asiático, como forma de

aproveitamento das perdas de captura e do pescado de baixo valor comercial.

2.1.2 Aproveitamento e formas de utilização de resíduos de pescado

Um método simples e de baixo custo para o aproveitamento desses resíduos é a elaboração de silagem.

O termo resíduo refere-se a todos os subprodutos e sobras do processamento dos alimentos, que são de valor relativamente baixo. No caso do pescado, o material residual pode se constituir de aparas na fase de toaleta do filetagem, sobras da preparação da matéria-prima para o enlatamento, carne escura, camarões fora do tamanho para descasque manual ou mecânico, cabeças, carcaças. Geralmente as partes com boa qualidade sanitária são aproveitadas em forma de polpa de pescado para consumo humano.

Nos estados americanos de Minnesota, cerca de 50,0% da pesca recreativa representam resíduos. Estudos utilizando compostagem desses resíduos mostram resultados promissores, e no Estado de Michigan, para transformação industrial das carcaças e resíduos indesejáveis nelas deixados, foi adotada a silagem, que se mostrou plenamente satisfatória. Em Wisconsin se produz compostagem de resíduos de pescado com pó de serra, mas a finalização deste processo leva dois anos, tempo necessário para decomposição da madeira sob as condições utilizadas e, embora não deixe de ter atratividade como negócio, a compostagem mostra-se economicamente desvantajosa em escala industrial, em função do custo do transporte a grandes distâncias dos volumes utilizados.

No Brasil, há relatos de algumas pesquisas com elaboração e utilização de subprodutos de pescado. Nunes *et al.* (1996), elaborou silagem utilizando ácido acético em substituição a outros ácidos; Vieira *et al.* (1992), avaliaram biologicamente o hidrolisado preparado com subprodutos da lagosta, visando obter peptona; Sales (1995) observou a qualidade protéica e dietética, bem como os efeitos da complementação protéica da dieta comercial com silagem de tilápia; Espíndola Filho (1997; 1998), com aproveitamento do resíduo sólido de peixe, camarão e bivalves como fertilizante marinho e ingrediente de ração para aquicultura; Lustosa Neto (1994) com a bioconversão das aparas do processamento dos Lutjanideos e Maia Jr (1998) desenvolveu estudos da adequação do processamento de silagens de resíduos de tilápia

(*Oreochromis niloticus* Linnaeus): caracterização química e funcional da fração seca em pó e lipídeos.

As formas usuais de recuperação e utilização de resíduos do pescado, conforme Green; Mattick (1977) são destacadas a seguir:

- **Silagem de pescado:** Também chamado de pescado liquefeito, é o produto resultante da autólise de pescado inteiro triturado ou de resíduos mantidos sob determinadas condições de acidez. O processo é relativamente simples, sendo necessária apenas a trituração do material, adição de ácidos (fórmico, propiônico, sulfúrico) ou enzimas e um recipiente para misturar. O investimento de capital é mínimo; podendo ser realizado em pequena ou grande escala, e o produto final é digerido com solubilidade de 60,0 a 80,0 %. A fração lipídica por aquecimento pode ser extraída entre 60,0 e 70,0° C, com posterior decantação ou centrifugação. Pode ser utilizada como alimento líquido para porcos, gado, aves e, e, uma vez seco, resiste à estocagem por tempo prolongado para utilização em rações para animais.
- **Compostagem aeróbica:** Trata-se de um processo de baixo custo, apropriado para grandes e pequenos volumes de material residual. O tempo de processo está na faixa de uma a duas semanas, resultando um produto estável e inodoro. Na presença de carboidratos, acelera-se a degradação. As pilhas devem ser viradas frequentemente para permitir a oxigenação do material e reduzir odores. Observa-se uma redução de 20,0 a 40,0 % do conteúdo de sólidos na medida em que o carbono é convertido para formação do gás carbônico. O conteúdo de nitrogênio e cinzas cresce com a matéria seca. Adubos de pescado têm alto teor de nitrogênio, sendo adequados para fertilização. A compostagem aeróbica também pode ser usada na alimentação animal.
- **Compostagem para fertilização:** Os resíduos de pescado podem ser utilizados para compostagem destinada à produção de cogumelos. A adição de nitrogênio orgânico e óleos vegetais poliinsaturados à mistura aumentam o rendimento da produção de cogumelos, notadamente com utilização de óleos de pescado e solúveis de pescado.
- **Compostagem anaeróbica:** Digestão sem oxigênio. Destinado à produção de metano (CH₄) combustível e alimento de uso animal.
- **Fertilizantes:** O pescado liquefeito pode ser usado como fertilizante de baixo custo.

2.1.3 Princípios e métodos de elaboração da silagem de pescado

O material autolisado se caracteriza por uma degradação do material

protéico original do produto da pesca, a estado de peptídeos, oligopeptídeos e aminoácidos, em maior ou menor grau, dependendo da técnica empregada na sua elaboração (MEINKE & MATTIL, 1973), degradação essa que resulta num aumento no nível dos componentes nitrogenados não protéicos (tais como, aminoácidos livres, amônia, mono e dimetilaminas) (BACKHOFF, 1976).

Dentre os principais métodos utilizados na produção de silagem de pescado, um faz uso da adição de ácidos minerais ou orgânicos (silagem química), tais como fórmico, sulfúrico, clorídrico, propiônico e acético ao pescado inteiro triturado (WIGNALL & TATTERSON, 1976; DISNEY & JAMES, 1980). O outro método é obtido pela utilização de microrganismos produtores de ácido láctico adicionados ao pescado (LINDGREN & PLEJE, 1983; STROM & EGGUM, 1981; RAA & GILDBERG, 1982; XIMENES CARNEIRO, 1991). Este produto é conhecido como silagem biológica de pescado, podendo ser obtido com resíduos de diferentes espécies, fontes de carboidratos e microrganismos produtores de ácido láctico.

Dentro do conceito de industrialização, diversos autores têm mostrado que o sucesso na produção de silagem de peixe requer certos cuidados. O material para silagem deve ser picado ou moído, resultando em partículas de 3 a 4 mm de diâmetro. O ácido (sulfúrico) deve ser bem misturado com o peixe picado para evitar acúmulo de material sem tratamento onde as bactérias deterioradoras possam permanecer. A agitação periódica é necessária para facilitar a rápida liquefação com a temperatura da silagem devendo ser mantida acima de 20 °C, pois abaixo deste valor, a liquefação acontece lentamente (DISNEY & HOFFMAN, 1978).

2.2 Composição química da silagem de peixe

Diferentes tipos de pescado, como também a parte constituinte a ser utilizada para silagem (peixe inteiro, cabeça, resíduos, etc.), podem ser os fatores responsáveis pela variabilidade observada nos valores de teor protéico dessas silagens.

TATTERSON & WINDSOR, 1974, trabalhando com ácido fórmico em extratos protéicos de bacalhau (*Gadus morhua*), a pH 4,0, encontraram os seguintes resultados: umidade 77,8%, proteínas 15,8%, lipídios 3,78%, e cinzas 3,45%.

Alguns autores, em estudo do valor nutricional do músculo do pescado, relataram que a parte comestível contém de 15 a 24% de proteína bruta e que o teor de lipídios é extremamente variável, podendo variar de 0,1 a 22%, influenciado pela espécie, estado de maturação, estação do ano e pela alimentação no caso dos peixes pelágicos (ALLEN et al., 1981). Essa variação se reflete principalmente nos lipídios,

onde geralmente há um aumento progressivo do teor de gordura da carne a partir da cauda para a cabeça, sendo que o teor de lipídios do fígado mostra grandes flutuações sazonais ditadas pela variação na alimentação e mudanças metabólicas no peixe durante o ciclo reprodutivo (STONE & HARDY, 1986).

2.3 Disponibilidade de minerais na silagem de peixe

Como alimento animal, a silagem de peixe é considerada boa fonte de vários minerais, incluindo, cálcio, fósforo, magnésio, ferro, manganês, potássio, zinco e cobre. Os minerais, geralmente, estão menos biodisponíveis nas fontes vegetais do que nas fontes animais.

2.3.1 Cálcio

O teor de cálcio e fósforo no processo de silagem é devido principalmente à porção óssea do pescado, sendo que estes elementos estão na forma de fosfato tricálcico e carbonato de cálcio, em teores relativamente altos. Além disso, durante o processamento das farinhas de grãos oleaginosos, os complexos de minerais de proteínas, tendem a se formar, reduzindo a biodisponibilidade de cálcio, zinco, cobre, manganês, molibdênio, e possivelmente, ferro (SMITH, 1977).

O teor de cálcio na silagem de peixe feito de várias fontes de subprodutos de pesca aparece na Tabela 1. STONE & HARDY (1986), avaliaram o teor de cálcio de algumas espécies de peixes, e concluíram que é extremamente variável entre as espécies. O peixe inteiro tem um teor muito mais alto de cálcio do que na carne ou vísceras, porque a riqueza de cálcio é associada com o esqueleto e as escamas, os quais ambos contêm fosfato tricálcico e carbonato de cálcio (KOMPIANG et al., 1980).

KOMPIANG (1980) confirmaram a importância das escamas como fonte de cálcio descobrindo que a sardinha continha 4,6% de cálcio no peixe inteiro, e somente 2,5% de cálcio quando as escamas eram removidas.

Tabela 1 - Conteúdo de Cálcio na silagem de elaborada com vários resíduos de peixe.

Silagem de peixe	CÁLCIO (%)	Referência
Capturado na Tailândia	7,0	STONE & HARDY (1986)
Capturado na Costa Oeste USA	5,0	TIBBETTS et al.(1981)
Branco (principalmente bacalhau)	3,8	SMITH (1977)
Arenque (Inteiro)	2,1	SMITH (1977)
Resíduos de Sardinha (Cabeça, caudas e vísceras)	8,5	KOMPIANG et al.(1980)
Atum(in natura e vísceras)	0,7	DISNEY et al. (1978)

2.3.2 Fósforo

STONE & HARDY (1986), citam quantidades de fósforo no pescado fresco variando aproximadamente entre 1,1 a 2,5% na carne de cavala, e 0,8 - 1,4% na carne de linguado fresco. Essas flutuações estão associadas com numerosos fatores incluindo idade e sexo do peixe, como também o teor de cálcio na água (SMITH, 1977). O mesmo autor relata que as vísceras do pescado contêm entre 0,17 e 0,32% de fósforo na matéria seca, sendo que no peixe inteiro contém mais fósforo do que a carne ou nas vísceras, em razão da presença de ossos, ricos nesse elemento (Tabela 2).

Tabela 2 - Conteúdo de fósforo em silagens elaboradas com vários resíduos de peixe.

<i>Silagem de Peixe</i>	FÓSFORO (P₂O₅)	<i>Referência</i>
Capturado na Tailândia	1.1	STONE & HARDY (1986)
Capturado na Costa Oeste, USA	1.5	TIBBETTS et al.(1981)
Branco (principalmente bacalhau)	1.9	SMITH (1977)
Arenque (inteiro)	1.6	SMITH (1977)
Resíduos de sardinha (cabeça, cauda e vísceras)	2,0	KOMPIANG et al. (1980)
Atum (fresco e vísceras)	0,5	DISNEY et al. (1978)

2.3.3 Magnésio

O magnésio ativa a fosfatase alcalina e outras enzimas, incluindo as que utilizam ATP ou catalisam a transferência de fosfato, sendo também um ativador do sistema que usa pirofosfato de tiamina como coenzima. Todas as funções do ATP, como transporte através de membranas, ativação de aminoácidos, síntese de proteínas, ácidos nucleicos, gorduras, coenzimas, geração e transmissão dos impulsos nervosos, contração muscular e fosforilação oxidativa, são dependentes do magnésio.

2.3.4 Ferro

O ferro tem grande número de funções como componente principal envolvido com enzimas como oxidases, hidroxilases, desidrogenases e citocromos.

2.3.5 Manganês

O manganês ativa a fosforilação oxidativa, sendo necessária para a formação dos mucopolissacarídeos, utilização da glicose, síntese e metabolismo dos lipídios, incluindo o colesterol, e para o desenvolvimento normal do pâncreas, contração muscular, prevenção de defeitos ósseos e da esterilidade em algumas espécies o

mangânês acumula-se no fígado (DE ANGELIS, 1979).

2.3.6 Outros minerais

Existe pouca literatura disponível sobre o teor de outros minerais tanto na silagem, quanto no peixe inteiro ou resíduos. O teor da maioria dos minerais no peixe integral ou nas sobras de peixes (cabeça, cauda e vísceras), ser maior do que o da carne ou nas vísceras por causa da alta concentração desses minerais nos ossos, muito embora alguns elementos também se concentre em partes nas vísceras, como por exemplo, as ovas do badejo que são ricas em ferro e cobre (MEDINA et al., 1956) e zinco (KOMPIANG et al., 1980).

2.4 Fermento biológico a base de pescados e vegetais

O fermento biológico a base de pescados e vegetais é uma alternativa de baixo custo ao uso de ácidos orgânicos para a quebra de proteínas, hidrolisando a partir de enzimas vegetais, formando pequenas unidades solúveis, tornando o produto numa forma semilíquida.

A liquefação é causada por enzimas proteolíticas do peixe e é grandemente acelerada pelo ácido, que também ajuda a digerir os ossos e impedir o desenvolvimento de bactérias putrefativas.

Segundo DISNEY & JAMES (1979), o ácido produzido pela fermentação é responsável pela preservação impedindo a putrefação bacteriana. As enzimas proteolíticas presentes no músculo do peixe fazem o produto tornar-se mais líquido.

STONE & HARDY (1986) postularam que o ensilado de pescado é produzido quando é adicionado ácido sobre o peixe triturado ou resíduos de peixe. O ácido evita a deterioração bacteriana, enquanto a autólise da proteína do peixe aumenta por ação das enzimas do próprio peixe ou por enzimas adicionais oriundas de fonte vegetal ou de microorganismos.

Além das enzimas proteolíticas do próprio peixe, existem ainda as enzimas de origem vegetal e dos microorganismos contaminadores. O valor de sucos de plantas para o amolecimento de carnes e para fermentação de peixe tem sido reconhecido através dos séculos. A bromelina do suco de abacaxi tem sido muito usada para digerir peixes (CHEVEY; AMANO; MANNAN, apud MACKIE *et al.*, 1971), a papaína do leite do mamão e a ficina do figo são também largamente usadas no amolecimento de carnes.

As enzimas de interesse para a hidrólise das proteínas são produzidas por microorganismos tais como: fungos (*Aspergillus oryzae*), bactérias (*Baillus subtilis*), actinomicetes (*Streptomyces griseus*) e leveduras (*Saccharomyces ssp*), e todas elas são potentes enzimas proteolíticas (MACKIE *et al.*, 1971). Estas enzimas são excretadas pelos microorganismos. Logo, a decomposição que se instala no pescado pode ser produzida por enzimas proteolíticas do próprio pescado, pode ser resultado da atividade bacteriana ou consistir na combinação de dois processos.

2.5 Compostagem

O processo de compostagem foi muito usado na antiguidade, sobretudo pelos orientais que faziam uso intensivo de compostos orgânicos na produção de cereais (LIMA, 1995). As técnicas usadas eram totalmente artesanais, onde formavam montes de resíduos e os revolviam eventualmente. Quando terminava o processo de fermentação, o composto produzido era incorporado no solo. Essa incorporação favorecia o crescimento das plantas.

Em 1920, foram iniciadas as primeiras tentativas de sistematizar o processo de compostagem. Albert Howard foi o pioneiro, desenvolvendo o processo em Indore, na Índia, que consiste numa pilha de material orgânico, construída alternando-se uma camada de 15 cm de material vegetal verde e seco, cobertura com 5 cm de esterco e uma pequena quantidade de farinha de sangue, de ossos ou de chifre ou mesmo um pouco de terra. A pilha era umedecida até adquirir um teor de umidade semelhante a uma esponja espremida. Eram cavados orifícios de ventilação com o uso de bastão comprido. Esses orifícios tinham que atingir o solo na base da pilha. Giovane Becari, dois anos mais tarde, projetou um sistema que reduzia o período de fermentação de 180 dias para 40 dias. A partir daí, foram surgindo inúmeros processos modificadores desses, com o intuito de otimizar e sistematizar o processo de compostagem (CAMPBELL, 1999). No Brasil, um país de origem essencialmente agrícola, há pouca tradição na produção de composto orgânico, existindo um número reduzido destes sistemas instalados (LIMA, 1995).

Segundo D'ALMEIDA (2000) dá-se o nome compostagem é o processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida de restos de origem animal ou vegetal tendo como resultado final um produto – composto orgânico – que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características sem ocasionar riscos ao meio ambiente.

Lindenberg (1992) fala que os primeiros relatos sobre compostagem datam da antiguidade. Os índios Maias, na América por exemplo, ao se plantar milho, colocavam um ou mais peixes no fundo da cova oferecendo aos deuses e com isso realizavam, sem saber, uma adubação orgânica com matéria prima de fácil decomposição e rica em nutrientes. Já no Oriente, a compostagem se dava pela restituição ao solo dos restos de cultura e pela incorporação de esterco de animais.

Kiehl (1985), Já no Brasil, essa prática começou a ganhar espaço a partir do Instituto Agrônomo de Campinas em 1888 com o incentivo aos produtores a produzirem os fertilizantes classificados como “estrumes nacionais” em substituição aos fertilizantes minerais que eram todos importados. A partir daí surgem outros trabalhos como, por exemplo, a produção de matéria orgânica em fazendas de café.

2.5.1 Definição de Compostagem

Pereira Neto (1996) define compostagem como um processo biológico aeróbico e controlado de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos para produção de húmus. Já KIEHL (1985), define a compostagem como uma técnica idealizada para se obter mais rapidamente, e em melhores condições, a desejada estabilização da matéria orgânica. Em outra definição, DIAZ *et al.* (1993) citam que a compostagem é uma decomposição biológica de resíduos consistindo em substâncias orgânicas de origem animal ou vegetal, sob condições controladas, para um estado suficientemente estável para estocagem e utilização. Portanto, há várias definições de compostagem na literatura, logo todas têm o mesmo fundamento.

2.5.2 Objetivos da compostagem

Sabe-se que uma das funções do composto é fornecer nutrientes e isso depende, basicamente, dos materiais aplicados no seu preparo. Caso o material empregado for pobre, conseqüentemente, o composto terá baixo valor fertilizante; por outro lado o valor fertilizante será alto quando o material usado for rico, e o composto poderá suprir de forma adequada às necessidades das plantas (PEREIRA, 1985).

Todavia é importante lembrar que o papel dos adubos orgânicos, no sentido mais restrito, e da matéria orgânica, no “lato senso”, vai além do fornecimento de nutrientes às plantas. Em verdade, como fonte direta de nutrientes é pequena a importância da matéria orgânica. Uma das grandes funções, quiçá a maior, é de fornecer energia aos microorganismos da camada superficial terrestre.

2.5.3 Métodos de Compostagem

O mecanismo básico ocorrente durante a compostagem é a composição ou estabilização da matéria orgânica, conduzida por uma população diversificada de bactérias, fungos e actinomicetos (PEREIRA NETO, 1996). Nesse sentido, Gomes & Pacheco (1988) relatam que as bactérias e fungos são os principais grupos de microorganismos que fazem a decomposição de matéria orgânica.

Segundo PENTEADO (2000) são três os métodos de compostagem:

- Compostagem aeróbia: caracteriza-se pela presença de ar no interior da pilha, altas temperaturas decorrentes da liberação de gás carbônico, devido à degradação dos compostos de carbono pelos microorganismos anaeróbios, vapor de água e rápida decomposição da matéria orgânica. Nesse processo ocorre a eliminação de organismos e sementes indesejáveis, como também evita mau cheiro e moscas.
- Compostagem anaeróbia: Processo mais lento em comparação ao aeróbio ocorrendo sob menores temperaturas e ausência de oxigênio devido à fermentação. Neste processo ocorre desprendimento de gases como o metano e sulfídrico, que exalam mau cheiro, não há isenção de microorganismos e sementes indesejadas.
- Compostagem mista: a compostagem é submetida a uma fase aeróbia e outra anaeróbia.

O método de compostagem mais usado e considerado mais rápido eficiente é o aeróbico, onde prevalecem os microorganismos aeróbicos (que requerem O₂), mesófilos (ativos a temperaturas de 20-45°C) e termófilos (ativos a temperaturas de 45-65°C).

2.5.4 Processo de compostagem

A compostagem é um processo usualmente envolvido no tratamento de larga variedade de resíduos orgânicos. Conseqüentemente tem sido extremamente difícil precisar todas as mudanças bioquímicas que ocorrem durante o processo. Porém a degradação biológica pode ser descrita, em aspectos gerais, segundo um paralelo feito entre a atividade microbiológica e a temperatura, que governa uma fase particular do processo (PEREIRA NETO, 1989).

O processo de compostagem é iniciado a partir do período de adaptação dos microorganismos ao ambiente em que estão inseridos (fase latente). Após esse período,

que é curto, segue a fase de degradação ativa, considerada como a primeira fase do processo, onde a temperatura deve ser controlada a valores termofílicos (45-65°C).

Durante o processo de compostagem deve ser feito, periodicamente, o reviramento do material em decomposição. A literatura indica que o ciclo de reviramento satisfatório deve ser a cada três dias, pois se esses ciclos forem mais espaçados, não atenderão a demanda mínima de oxigênio requerido pelos microorganismos para estabilização da matéria orgânica. Esse reviramento tem duas funções básicas: propiciar aeração da massa e dissipar altas temperaturas (>65°C) desenvolvidas na fase ativa de degradação (PEREIRA NETO, 1996). Ocorrendo fermentação na ausência de ar, haverá perda de nitrogênio, odores desagradáveis e problema de proliferação de moscas (OLIVEIRA, LIMA & CAJAZEIRA, 2004).

Segundo PEREIRA NETO (1996), nesse controle de temperatura é um dos requisitos básicos, uma vez que somente por meio desse controle é que se pode conseguir o aumento da eficiência do processo, ou seja, o aumento da velocidade de degradação e a eliminação dos microrganismos patogênicos. As temperaturas termofílicas deverão permanecer durante toda a primeira fase (degradação ativa) do processo, e ao final da mesma as temperaturas deverão atingir valores inferiores a 45°C. Essas temperaturas, consideradas mesofílicas, indicam o início da segunda fase do processo, chamada de maturação ou cura, quando ocorre a humificação da matéria orgânica previamente estabilizada na primeira fase. Na maturação a temperatura deve continuar na faixa mesofílica, ou seja, menor que 45°C. Com a estabilização completa do composto, a temperatura baixará mais ainda, mantendo-se próxima ou igual a do ambiente; nesse ponto atingiu-se a estabilização total do composto quando a matéria orgânica estará umidificada. Se o processo de compostagem registrar temperatura entre 40° e 60°C no segundo ou terceiro dia, é sinal que o ecossistema está bem equilibrado e que a compostagem tem todas as chances de ser bem sucedida (MAIA *et al.*, 2003).

À medida que é feito o reviramento, deve-se também fazer a correção da umidade, através da distribuição uniforme de água sobre o material em decomposição para repor a perda de água no sistema, pois, durante o reviramento, o calor é liberado para o meio na forma de vapor de água. Segundo LIMA (1995) e PEREIRA NETO (1996) a faixa de umidade ideal varia entre 40 e 60%. Teores de umidade abaixo de 40% retardam o processo por inibir a atividade biológica e acima de 60% torna o meio anaeróbio, reduzindo a eficiência do processo. Uma forma simples de avaliar a umidade

é apertar fortemente entre os dedos uma amostra, sentindo-a úmida, porém não podendo escorrer nenhum líquido.

2.5.5 Fatores que influenciam na velocidade de compostagem

Para MAIA et al. (2003) a aeração, temperatura, umidade, relação carbono/nitrogênio (C/N), estrutura e pH, são fatores que influenciam na velocidade de compostagem.

- Aeração: sabe-se que a compostagem é um processo de fermentação em que a presença de ar é indispensável. Daí o motivo de se fazer, periodicamente, o reviramento que é, geralmente, a cada três dias como mostrado anteriormente.
- Temperatura: com o aumento da temperatura até 65°C, há uma elevação na ação dos microorganismos sobre o material em decomposição e eliminação dos microorganismos patogênicos. Porém, acima desse valor o calor limita as populações aptas, havendo uma queda na atividade biológica.
- Umidade: pode-se verificar, na prática, que o teor de umidade depende também da eficácia da aeração e das características físicas do material (estrutura, porosidade).
- Relação Carbono/Nitrogênio (C/N): é considerado o fator que melhor caracteriza o equilíbrio do substrato. Tanto a falta de nitrogênio como a falta de carbono limitam a atividade microbiana. Se a relação C/N for muito baixa pode ocorrer grande perda de nitrogênio pela volatilização da amônia. Caso seja muito elevada, os microorganismos não encontrarão N suficiente para uma síntese de proteínas e terão seu desenvolvimento limitado. Assim, procura-se misturar o resíduo pobre com o rico em nitrogênio, o que irá proporcionar uma decomposição rápida, porém, sem perda de nitrogênio.
- Estrutura: o tamanho das partículas dos resíduos também interfere na velocidade de compostagem, pois quanto mais fina é a granulometria maior é a área exposta à atividade microbiana, o que promove o aumento das reações bioquímicas. Recomenda-se que o tamanho médio das partículas seja entre 25 e 75 mm
- pH: é o fato conhecido que níveis de pH muito baixo ou muito altos reduzem ou até inibem a atividade microbiana. Mas, de qualquer forma, e se principalmente a relação C/N da mistura for satisfatória, o pH geralmente não é um fator crítico,

visto que os microorganismos são capazes de produzir subprodutos ácidos ou básicos em função da necessidade do meio.

2.6 Agricultura Orgânica

Na década de 70, começaram a surgir no comércio da Europa os primeiros produtos orgânicos. O movimento se solidificou no final da década de 80, tendo seu maior crescimento em meados dos anos 90, com o programa instituído pelo Council Regulation da Comunidade Comum Européia (CEE) no documento 2092/91, de 24 de junho de 1991, que estabeleceu as normas e os padrões de produção, processamento, comercialização e importação de produtos orgânicos de origem vegetal e animal nos seus estados membros. Tal documento vem sendo alterado com a frequência para incorporar os avanços nas práticas de produção, processamento e comercialização de produtos.

Em 1972, foi fundada em Versalhes, na França, a International Federation on Organic Agriculture (IFOA). Logo de início a IFOA reuniu cerca de 400 entidades “Agro ambientalistas” e foi a primeira organização criada para fortalecer a agricultura alternativa. Suas principais atribuições passaram a ser a troca de informações entre entidades associadas, a harmonização internacional de normas técnicas e a certificação de produtos orgânicos (EHLRS, 2000).

Os primeiros movimentos em favor de sistemas orgânicos guardam pouca ligação com a agricultura orgânica praticada hoje, pois inicialmente não havia padrões, regulamentos ou interesse em questões ambientais e de segurança alimentar. Contudo, Altieri (1998), relata que a ciência e a prática da agroecologia têm a mesma idade da agricultura.

Portanto, a agricultura orgânica tem como princípios e práticas encorajar e realçar ciclos biológicos dentro de um sistema de agricultura para manter e aumentar a fertilidade do solo, minimizar todas as formas de poluição, evitar o uso de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, manter a fertilidade genética do sistema de produção, considerar o amplo impacto social e ecológico de sistema produção de alimentos, e produzir alimentos de boa qualidade em quantidades suficientes (IFOAM).

2.6.1 Composto orgânico na agricultura

De um modo geral, qualquer resto orgânico vegetal ou animal, pode ser utilizado na fabricação de composto orgânico. É importante saber que quanto maior a variedade

de materiais (resíduos orgânicos) existentes no composto, maior será a chance de se obter um composto equilibrado, pois, dessa forma, serão garantidos o equilíbrio nutricional e a flora microbiológica diversificada, o que resulta em falta eficiência do processo.

O resíduo para ser compostável deve possuir apenas duas características: ser biodegradável e conter elementos úteis e disponíveis aos microorganismos (CAMPBELL, 1999). PEREIRA NETO (1996) recomenda que a matéria-prima a ser compostada deva estar em condições ótimas para o processo, ou seja, estar livre de materiais inertes; ter partículas com tamanho entre 10 a 50 mm para se obter melhor homogeneização da massa, menor compactação, maior capacidade de aeração, entre outros fatores; umidade satisfatória (55%), concentração adequada de nutrientes e uma relação carbono/nitrogênio entre 30 a 40:1, pois a concentração e disponibilidade biológica de ambos afetam o desenvolvimento do processo.

Portanto, para se obter uma boa mistura para ser compostada é necessário ter material rico em C, triturar a uma granulometria que permita a aeração adequada e rica em N, pois o mesmo geralmente é, também, portador dos microorganismos necessários ao início do processo, o inóculo (MAIA *et al.*, 2003).

Araújo (2006) cita que alguns estudos têm mostrado o emprego do composto orgânico produzido a partir de caranguejo Uçá como fertilizante no cultivo do feijão caupi. O mesmo autor, avaliando seus efeitos nos tratamentos com diferentes concentrações deste adubo comparando com tratamentos com adubo químico os resultados revelaram o grande potencial deste composto orgânico para sua utilização na agricultura. Além disso, os teores de cálcio e matéria orgânica, com aproximadamente 22% e 19,5%, respectivamente, contribuindo para a valorização do produto e estímulo à realização de novas pesquisas em cima desse composto orgânico. A partir dos resultados agrônômicos apresentados na cultura estudada as melhores respostas foram obtidas nos tratamentos que continham adubo de caranguejo, proporcionando, em alguns tratamentos, uma redução da aplicação de fertilizantes químicos.

As variações dos teores de nutrientes em diferentes materiais orgânicos podem se tornar um complicador, quando é necessário definir quantidades a serem aplicadas ao solo ou misturadas em compostos. Uma maneira de reduzir tal variabilidade e determinar, para cada material, padrões de produção que facilitarão as estimativas das quantidades a serem utilizadas (LIMA *et al.*, 2002).

2.6.2 Vantagens da agricultura orgânica

- Diversificação de culturas, que implica em menores riscos à produção e ao mercado;
- Rendimentos físicos e econômicos, que podem ser até 30% maior que em uma lavoura convencional;
- Menor influência de atravessadores;
- Agricultura familiar: pequenas áreas produzem com rentabilidade suficiente para manter a família com dignidade.

2.6.3 Desvantagem do sistema orgânico

- Dificuldade de adquirir insumos orgânicos;
- Rejeição ou falta de credibilidade do sistema orgânico por parte dos produtores convencionais;
- Maior tempo de resposta para obtenção do ótimo biológico, se comparado ao modelo convencional.

2.6.4 Resíduos Sólidos Orgânicos

No Brasil, o interesse pela questão dos resíduos sólidos vem aumentando nos últimos anos, bem como seus reflexos no meio ambiente. Dessa maneira, a limpeza urbana assume um importante papel dentre as necessidades da sociedade brasileira, apresentando-se como uma atividade prioritária, no que se refere à problemática dos resíduos sólidos urbanos (RSU), adquirindo importância sanitária, econômico-financeira, social e estética (OLIVEIRA, 2004).

Os resíduos sólidos podem ser classificados em função de sua origem da seguinte forma: residencial, industrial, comercial, serviços de saúde, feiras e variações (PESSIN, MANDELLI E SLOMPO, 1991). No Brasil, do total de resíduos sólidos produzidos, 65% são constituídos de matéria orgânica putrescível, que podem causar poluição contaminando a população mais carente que reside na periferia dos centros urbanos (PEREIRA NETTO, 1996). Contudo, os resíduos sólidos apresentam em sua constituição química um percentual de nutrientes considerável. Esse fato os torna aptos a serem tratados através dos processos biológicos sem que sejam causados maiores problemas (LUNA *et al.*, 2003).

Os resíduos sólidos urbanos constituem uma das fontes mais importantes de insalubridade, e o inadequado gerenciamento (coleta, transporte e destino final) dos mesmos, além de favorecer o desenvolvimento de vetores e germes causadores de diversas doenças, favorecem a formação de gases que causam odor e afetam seriamente a paisagem (TORRES, BARBA E RIASCOS, 1997).

Resíduos sólidos urbanos, quando depositados de forma desordenada, podem trazer sérios riscos ao homem e ao ambiente, tais como: formação de ácidos orgânicos, chorume e gases tóxicos, poluição no solo, do ar e das águas, proliferação de vetores e veiculação de microorganismos patogênicos (PEREIRA NETO, 1998). Segundo o autor a melhor forma de tratar os resíduos orgânicos, que compõe até cerca de 65% do total dos resíduos sólidos urbanos produzidos é transformá-los em fertilizante orgânico (conforme a legislação brasileira, a transformação de resíduos orgânicos em composto recebe a denominação final de fertilizante orgânico).

O percentual de matéria orgânica do lixo no Brasil é elevado, sendo grande parte desse resíduo proveniente do desperdício de alimentos, resultante do péssimo hábito que as pessoas têm de jogar comida fora, tanto em suas residências, como em restaurantes e refeitórios (VITORINO, SOBRINHO E SOUZA, 2001). O desperdício se dá em todas as fases da produção de alimentos, desde seu plantio e colheita, até o consumidor final. Calcula-se que hoje, no Brasil, 20% de toda sua produção agrícola se perde durante a colheita e que outro tanto se perde durante o transporte ou devido a embalagens inadequadas. Do total de desperdício no Brasil, 10% ocorre durante a colheita; 50% no manuseio e transporte de alimentos; 30% nas centrais de abastecimento e os últimos 10% ficam diluídos entre supermercado de consumidores (DIAS, 2003). Esses valores podem representar um descarte em torno de 7,5 a 10 milhões de toneladas por ano. Estes dados são particularmente importantes quando se trata de alimentos, pois envolve aspectos econômicos, sociais e até morais (SENAC/DN, 2004).

A fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos é fonte satisfatória de aminoácidos, vitaminas, proteínas, sais minerais, macro e micro nutrientes essenciais à boa atividade de oxidação do processo de compostagem (PEREIRA NETO, 1989). Em trabalho de pesquisa empregando o processo de compostagem aeróbica dos resíduos sólidos urbanos, constatou-se que foram necessários 52 dias de monitoração das leiras de compostagem, para bioestabilizar a matéria orgânica e da relação carbono/nitrogênio (JAHNEL, MELLONI E ELKE, 1999).

O composto orgânico produzido pela compostagem do resíduo sólido orgânico tem como principais características a presença de húmus e nutrientes minerais, onde a sua qualidade é função da maior ou menor quantidade destes elementos (MONTEIRO, 2001).

Para LIMA (1995), o composto produzido a partir dos resíduos orgânicos não representa, necessariamente, uma solução final para os problemas da escassez de alimentos ou do saneamento ambiental, mas pode contribuir significativamente como um elemento redutor dos danos causados pela disposição desordenada do lixo no meio urbano, além de propiciar a recuperação de solos agrícolas exauridos pela ação de fertilizantes químicos aplicados indevidamente.

Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), o município de Fortaleza - CE possui uma população de 2.374.944 habitantes, sendo, atualmente, apontada como uma das capitais brasileiras mais procuradas como ponto turístico (SETUR, 2012). Contudo, isso também vem causando preocupação devido a crescente produção de lixo neste município, sendo contabilizado pela prefeitura 930.145,60 tonelada de lixo em 2012 (EMLURB, 2012).

De acordo com dados levantados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2012), Fortaleza absorve aproximadamente 75 toneladas de caranguejo por mês, principalmente pelas barracas de praia localizadas no bairro da Praia do Futuro, dentre outros estabelecimentos comerciais. No entanto, o maior problema está no tipo de lixo gerado, somente no bairro da Praia do Futuro, segundo a Ecofor Ambiental S/A, o que tem trazido problemas para o município de Fortaleza, no que se refere ao recolhimento, e para aos moradores da área, que reclamam dos odores insuportáveis.

2.7 Matéria Orgânica

2.7.1 Importância na agricultura

A matéria orgânica é um importante constituinte do solo, sendo um componente chave na qualidade dos sistemas agrícolas em razão de seu conteúdo e sua qualidade serem os mais importantes fatores que mantêm a fertilidade dos solos e a sustentabilidade dos agrossistemas (DIAS, 2005 apud REEVES, 1997), sendo também importante devido a sua influência sobre muitas características do solo. Assim,

conforme SOUZA (2005), entre as propriedades do solo, a matéria orgânica influi sobre:

- Cor do solo, tornando-a mais escura;
- A formação de agregados através de substâncias que formam bioestrutura estável à ação das chuvas;
- O fortalecimento de ácidos orgânicos e alcoóis, durante sua decomposição, que servem de fonte de carbono aos microorganismos e vida livre, fixadores de nitrogênio, e possibilitam, portanto, sua fixação;
- O fornecimento de possibilidades de vida e microorganismos, especialmente os fixadores de nitrogênio, que produzem substâncias de crescimento, como triptofano e ácido indolacético, com efeitos muito positivos sobre o desenvolvimento vegetal;
- O aumento da capacidade de retenção de água; grande aumento da CTC;
- O aumento da capacidade de troca aniônica (CTA), especialmente fosfatos e sulfatos;
- A disponibilidade de N, P e S, através dos processos de mineralização;
- A menor variação do pH, devido a um aumento na capacidade tampão;
- A participação em processos pedogenéticos, devido a suas propriedades de peptização, coagulação, formação de quelatos, etc.

Embora, o homem conheça há séculos o valor da matéria orgânica, sempre é bom lembrar a importância de sua manutenção e conservação, por meio da melhoria das práticas de manejo. Atualmente com o melhor conhecimento dos solos, aumenta a preocupação de preservar a vida, através da eficiência do manejo da matéria orgânica (PAVAN & CHAVES, 1998).

A importância da matéria orgânica na agricultura vem sendo destacada pela FAO, tanto que já em 1974 – portanto, antes da atual crise energética – esse organismo promoveu um seminário internacional denominado “Use of Organic Matter in Agriculture”, com a participação de especialistas de alto nível, e do qual resultou, como recomendação final, a intensificação de pesquisas no sentido de investigar os efeitos de adubos químicos na presença de adubos orgânicos, incluindo adubo verde (MIYASAKA & OKAMOTO, 1992).

De modo geral, os resultados benéficos da matéria orgânica na agricultura são mais significativos em solos mais pobres quimicamente e naqueles com textura mais grosseira (textura média ou arenosa).

Nas últimas décadas, a preocupação com a rápida degradação dos solos agrícolas no mundo, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais, onde as elevadas temperaturas e umidade são mais propícias à decomposição da matéria orgânica do solo (MOS), despertou grande interesse pela qualidade do solo e pela sustentabilidade da exploração agrícola. O teor da MOS está intimamente relacionado ao manejo adotado (adubação, preparo do solo, método de controle de invasoras, etc.), sendo por esta razão, utilizada para monitorar a qualidade do solo em sistemas agrícolas para que intervenções sejam realizadas a tempo de evitar sua degradação. Portanto, a manutenção dos teores de MOS, quer seja através de aplicação de adubos orgânicos, quer seja através de outras práticas de manejo, torna-se indiscutivelmente necessária à recuperação e/ou manutenção de potencial produtivo de qualquer sistema agrícola. Dentre as várias fontes de matéria orgânica para os solos, podem ser citadas as aplicações de adubos ou insumos orgânicos, entre os quais se pode citar como um dos mais importantes, os compostos orgânicos.

A agricultura é definida como um conjunto de atividades humanas que procura direcionar e acelerar, para o proveito do homem, as manifestações da natureza no campo agropastoril e florestal (MIYASAKA E OKAMOTO, 1992)

Sabe-se que o princípio de reciclagem de recursos naturais predominou na agricultura até o surgimento da “Revolução Industrial”, que ocorreu na Europa no século XVIII. A partir daí, processa-se uma modernização contínua da agricultura, mudando rapidamente a base tecnológica desse princípio para o uso intensivo de insumos industrializados. Essa modernização gerou grande aumento da produção agropecuária, porém também trouxe problemas, como, por exemplo, a diminuição da capacidade produtiva do solo (resultante da erosão e da perda de matéria orgânica), a tendência de degradação do meio ambiente, entre outros.

Na agricultura convencional, o uso de adubos químicos favorece, com o passar do tempo, uma redução na atividade biológica do solo. E adicionando-se a ele matéria orgânica, pode-se obter modificações químicas, físicas e biológicas, altamente favoráveis às plantas, conseguindo-se produtos de boa qualidade sem degradar o solo.

2.7.2. Características da matéria orgânica

Devido à composição da matéria orgânica ser extremamente variável e dependente do material original, torna-se necessário conhecer sua origem. Portanto, para a produção de um composto orgânico de boa qualidade é necessário que a matéria orgânica seja de origem segura e não esteja contaminada com substâncias tóxicas.

A matéria orgânica se caracteriza por ser muito porosa. Suas partículas possuem grande superfície específica, inclusive muito maior que da argila, pois dão coloidais. De acordo com TORRALBA (2007), a sua capacidade de troca dos cátions lhe permite agregar partículas e minerais em forma de grumos ou flocos, o que gera a ocorrência de poros maiores que propiciam a aeração, o aumento de atividade microbiana e o aumento na permeabilidade.

O autor ainda cita que a matéria orgânica possui água adsorvida, e uma vez que ela se seca, sua reidratação é irreversível, se as partículas não são reidratáveis, serão carregadas no momento da percolação.

2.7.3 Efeito da matéria orgânica no solo

A matéria orgânica aumenta a capacidade produtiva do solo através da melhoria nas propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas.

O efeito da matéria orgânica nas propriedades físicas do solo é benéfico devido a sua ação na infiltração, na retenção de água, aeração e drenagem, temperatura, consistência, agregação, estrutura e densidade aparente do solo. Nas propriedades químicas do solo, a matéria orgânica atua como fonte de Nutrientes (N, P, K, S, B, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo), ajuda na melhoria da capacidade tampão do solo, na complexação dos quelatos, na estabilização do pH próximo a neutralidade, promove a solubilização de nutrientes e fixação dos mesmos. Age, ainda, como fonte de ligante orgânico. As propriedades físico-químicas do solo também são beneficiadas pela matéria orgânica, pois a mesma ajuda na melhor absorção de nutrientes, dando tempo ao aproveitamento dos mesmos pelas plantas, amenizando os efeitos de sua infiltração rápida para as camadas mais profundas do solo e promove a elevação da capacidade de troca de cátions (CTC). E, por fim, nas propriedades biológicas do solo a matéria orgânica tem importante papel, pois favorece uma maior atividade microbiana no solo, ajuda no processo de mineralização e diversidade de populações de flora e fauna (OLIVEIRA, LIMA & CAJAZEIRA, 2004; PAVAN & CHAVES, 1998). Todos esses efeitos da

matéria orgânica não atuam de forma isolada, mas agem mutuamente para melhorar a produtividade dos solos agrícolas.

3. FEIJÃO CAUPI

Família: Alliaceae

Espécie: *Vigna unguiculata*(L) Walp.

A espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp., é de origem africana (Padulosi e NG, 1997). Steele & Mehra (1980) e Ng & Maréchal (1985) citam o Oeste da África como centro primário de diversidade da espécie. No que se refere a sua introdução no Brasil os relatos de Gandavo (2001), Souza (1974) e Barracloug (1995) fornecem fortes evidências de que a mesma ocorreu no estado da Bahia, na segunda metade do século XVI, por meio dos colonizadores portugueses. Esses relatos estão de acordo com as opiniões de Corrêa (1952); Krutman et al.(1968) e Freire Filho (1998).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), também conhecido por feijão-macassar ou feijão-de-corda é uma das alternativas de alimento para a população de baixa renda da região Nordeste do Brasil, os maiores produtores nessa região são: Ceará, Piauí, Bahia e Maranhão (CONAB, 2008), esses estados juntamente com o Amazonas e Rio Grande do Norte representam de 95% a 100% do total das áreas plantadas com a planta (Maia, 1996; Sousa, 2002) Pelo seu alto valor nutritivo, o feijão-caupi é cultivado principalmente para a produção de grãos, secos ou verdes, para consumo humano. A cultura é uma das mais cultivadas no Estado do Piauí, ocupando uma área de aproximadamente 210 mil hectares (IBGE, 2006). Entretanto, baixos níveis de produtividade têm sido observados nas áreas produtoras do Estado e uma das principais causas é a baixa disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente nitrogênio (N) (XAVIER et al.,2007). Segundo Oliveira & Carvalho (1998), a faixa de temperatura mais adequada para o desenvolvimento do feijão-caupi é de 20 °C a 30 °C. Altas temperaturas durante o florescimento pode ser prejudiciais ao feijoeiro e temperaturas abaixo dos 20 °C pode levar a paralisação do crescimento da planta

O N é um dos nutrientes exigidos em maior quantidade pela cultura do feijoeiro. Segundo MALAVOLTA & LIMA FILHO (1997), para atingir a produtividade de 1,5Mg ha⁻¹ de grãos, são necessários 100kg ha⁻¹ de N. A adubação mineral é a

principal forma de fornecimento de N às plantas. No entanto, a aplicação de N mineral em solos tropicais normalmente apresenta baixa eficiência de recuperação pelas plantas, sendo, segundo DUQUE et al. (1985), normalmente inferior a 50%, podendo, em determinadas situações, em solos arenosos, não superar entre 5% e 10%, devido às grandes perdas por lixiviação e volatilização (OSINAME et al., 1983).

Uma característica importante que as leguminosas, tais como o feijão-caupi, possuem é a capacidade de, em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, realizar a fixação biológica do N² (FBN) que, segundo FRANCO et al. (2002), é uma das formas de aumentar a produtividade de leguminosas e substituir os adubos nitrogenados minerais. A FBN é reconhecidamente eficiente em feijão-caupi que, quando bem nodulado, pode atingir altos níveis de produtividade (RUMJANEK et al., 2005). Por um lado, o suprimento de N via fertilização mineral influencia o processo de FBN em leguminosas, uma vez que as plantas podem absorver diretamente o N presente no solo (OLIVEIRA et al., 2004). Por outro lado, o processo pode ocorrer com eficiência em condições de baixa disponibilidade de N no solo (FRANCO & NEVES, 1992), embora seja recomendado o uso de pequenas doses de N aplicadas no plantio (HUNGRIA et al., 1994) para melhorar o crescimento das plantas e promover efeito sinérgico sobre nodulação (TSAI et al., 1993).

O feijão-caupi pode ser consumido na forma de vagem verde e na forma de grão, verde ou seco, para o consumo da vagem verde é necessário colher quando elas estiverem bem desenvolvidas, porém com baixo teor de fibra. Para o consumo do feijão na forma de grão a colheita já se torna diferente, para o grão verde a colheita é no início da maturação e o seco as vagem são colhidas somente quando estiverem secas, no ponto de maturação de campo (Vieira et al., 2000). Outra utilidade do feijão-caupi é a forragem verde, feno, ensilagem e farinha para a alimentação animal ou a adubação verde através da cobertura do solo.

Considerando que o consumo médio é de 20kg/ano por pessoa, ele pode abastecer a mesa de 27,5 milhões de nordestinos e pode gerar 2,4 milhões de empregos de acordo com levantamentos feito pela CONAB em 2012. Esses dados são de suma importância pois refletem a participação direta da cultura na geração de emprego e na produção de alimentos no país. O feijão-caupi em sua composição possui uma excelente fonte de proteína (23-25% em média) e apresenta todos os aminoácidos essenciais,

carboidratos (62%, em média), vitaminas e minerais além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixas quantidade de gordura (teor de óleo de 2%, em média) e não contem colesterol. Representa um alimento básico para as populações de baixa renda do Nordeste brasileiro. Apresenta ciclo curto, baixa exigência hídrica e rusticidade para desenvolver em solos de baixa fertilidade (ANDRADE JÚNIOR, 2000).

Estudos desenvolvidos sobre a ecologia da polinização pela Embrapa Semi-Árido no município de Petrolina-PE mostraram que as flores do feijoeiro são completas com corola papilionácea, apresenta cinco pétalas de coloração violeta, contendo um estandarte, duas asas e a quilha ou carena, a qual envolve os grãos sexuais, masculinos e femininos os protegendo. A quilha recurvada para baixo serve para proteger a parte reprodutiva, a planta possui dez estames, sendo nove concrecidos e um livre, os concrecidos formam um tubo estaminal. O estilete termina com um estigma recurvado, úmido e coberto por pêlos com a finalidade de aderir melhor os grãos de pólen.

O ovário é estreito e alongado, com óvulos distribuídos em linhas. A antese floral é diurna, normalmente nas primeiras horas do dia e ocorre de forma gradual, esses fatores auxiliam a polinização que se dá predominantemente através de insetos (Teófilo et al., 1999). O sistema radicular do feijão-caupi é pivotante, alcançando até 0,80m de profundidade, assim como outras leguminosas a planta possui a capacidade de fixar nitrogênio do ar.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A parte experimental deste trabalho foi desenvolvida no Laboratório de carnes e Pescados do Departamento de Tecnologia de Alimentos com a moagem do pescado e no Departamento de Fitotecnia no Laboratório de Sementes com a aquisição das sementes e posteriormente análise das variáveis do trabalho, seguida da montagem do experimento na área experimental localizada no setor de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (CCA/UFC), durante o período de Setembro de 2014 a Fevereiro de 2015.

4.1 Material

Para elaboração do fermento biológico utilizou-se, repolho (*Brassica oleracea*); mamão (*Carica papaya*), farinha de trigo, vinagre de vinho tinto e sal de cozinha, adquiridos no CEASA e a silagem biológica (S.B.) utilizou-se: resíduos de pescado classificados como refugos provenientes das indústrias de pesca de Fortaleza-Ce.

4.2 Elaboração do fermento biológico

Para obtenção do fermento biológico utilizou-se: 3kg mamão e 3kg repolho que foram triturados e homogeneizados, e misturados com farinha de trigo, sal e vinagre, segundo a formulação de LUPIN (1983), foi utilizado 5kg da junção desses ingredientes para a composição da porcentagem a baixo, para obter as quantidades, basta fazer uma regra de três simples, para o repolho por exemplo: $\frac{5kg}{x} = \frac{100\%}{41\%}$, $x = 2,05kg$, esse calculo foi utilizado para todos, no caso do vinagre, além desse calculo foi utilizado também uma outra regra de três simples para transformar quilograma em mililitro, para esse caso atribuímos que 1kg possui 1000ml tomando por base a densidade da água a 4 °C de 1g/ml.

Repolho	41 %
Mamão	31 %
Farinha de trigo	17 %
Sal de cozinha	3%
Vinagre	8 %

Após homogeneização, foi acondicionado em um saco plástico vedado por um nó e conservado a sombra para propiciar condições anaeróbias e evitar a influência de luz. O produto foi incubado durante 2 dias à temperatura ambiente ($\pm 30^{\circ}\text{C}$). Figura 1.



Figura 1. Fermento biológico à base de vegetais

4.3 Preparo da silagem biológica de resíduos de pescado (SBRP)

Antes do preparo da silagem biológica, os 20kg de resíduos foram descongelados, triturados em moinho picador de carne, equipado com placa de furos de 0,8 mm de diâmetro e misturado mediante agitação mecânica obtendo-se uma polpa fina e homogênea, quase pastosa. Figura 2



Figura 2. Resíduos de pescado moído

A silagem biológica de resíduos de pescado foi preparada a partir da adição do fermento biológico aos resíduos de pescado, que foram misturados obtendo-se uma polpa homogênea e semipastosa, apresentando coloração clara e 25kg de peso Figura 3 (a). A mistura foi homogeneizada manualmente com uma espátula de madeira.

As proporções de ingredientes utilizados para a preparação da silagem biológica de resíduos de pescado foram: Resíduos de pescados 80%, Fermento biológico 20%.

4.4. Preparação da compostagem

Para a preparação do composto orgânico foi utilizado os 25kg da mistura (Fermento biológico + pescado moído), 25kg de folhas secas e 25kg de húmus. Foram colocados em campo camadas com esses materiais, onde a primeira camada foi de folha seca, a segunda de ensilagem de resíduo de pescado e a terceira de húmus.



Figura3. (a) Mistura do fermento e da silagem, (b) Colocação da camada de húmus

Para dar oxigênio à massa, foi feito o reviramento da leira sempre que a mesma estivesse com a superfície com baixa umidade de modo que permitisse a aeração do processo acelerando assim de desmobilização do material a partir de microorganismos (bactérias e fungos), mantendo-se uma temperatura entre 40 e 50°C, molhando sempre que necessário.

A verificação da umidade pelo método visual consistia em verificar se a massa da leira tinha um aspecto “úmido” ou seco, ou se estava com mau cheiro. A leira não poderia estar muito encharcada, pois afetaria a porosidade dificultando a aeração, favorecendo a anaerobiose.

Foi realizada ainda a medição da temperatura, pois a mesma influenciava na umidade, se a temperatura baixasse durante a fase ativa do processo poderia ser um sinal de que a umidade estava baixa e o processo de decomposição tinha cessado, essa medição era manual, pegava-se um punhado no centro da leira e apertando verificava-se se a temperatura estava próximo ou superior a do corpo, caso contrário o processo não estaria sendo executado, outro método era colocando uma barra de ferro(vergalhão) no centro da leira e a cada dia que for verificar a temperatura retirar e tocando com a palma da mão, se a temperatura for suportável o processo encontra-se normal, se for insuportável faz-se necessário o revolvimento se estiver muito úmido ou umedecimento se estiver muito seco, pois há excesso de temperatura.

Ao final de cinquenta dias todo o material foi recolhido e sujeiras como pedras e sementes das arvores do local onde foi feito o composto foram retirados, tornando desta forma o composto pronto para o uso. Figura 5.



FIGURA 4. (a) Finalização da pilha do composto orgânico com a colocação do húmus; (b) Pilha feita com 60 cm de altura com (2mx1m).

Para avaliação nutricional do composto orgânico foi feita análise química dos macros e micros nutrientes no Laboratório de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará.



FIGURA 5. Composto orgânico a base de resíduos de pescados.

5.1 Área Experimental

5.1.4 Preparação dos canteiros e adubação

Os canteiros foram preparados de maneira simples para a cultura com a utilização de uma enxada, o solo foi empilhado com 1m de comprimento por 1m de largura, dimensões de (1m x1m), com 30cm de altura.

Uma semana após a germinação foi feito o desbaste das plântulas que tiveram o menor desenvolvimento dentre as 3 que foram semeadas, deixando apenas 1 por canteiro.

A adubação com o composto orgânico foi aplicada na superfície ao redor da plântula uma semana após o desbaste, onde cada quantidade e local de cada tratamento foi feito seguindo de um sorteio, para que os resultados posteriormente não se tornassem tendenciosos, o adubo foi pesado e separado de acordo com cada tratamento (0g, 400g, 800g, 1,2 kg, 1,6 kg, 2,0 kg e 2,4 kg), totalizando 7 tratamentos com três repetições.

Todas as amostras foram pesadas e ensacadas como mostra a figura 6, e em seguida foi feita a adubação por superfície para cada tratamento.



FIGURA 6. Pesagem e ensacagem das amostras.

O plantio foi feito no período da tarde após as 15hs. A semeadura do feijão caupi foi realizada colocando-se 3 sementes por cova.



FIGURA 7. Foto da área experimental no dia do plantio.

5.4.Delineamento experimental e tratamentos

Foram empregados no estudo, sete tratamentos distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com três repetições, totalizando assim 21 parcelas. Os tratamentos se diferenciavam entre si de acordo com as respectivas concentrações de composto a base de resíduos de pescado lançados nos canteiros na superfície em diferentes dosagens e os cálculos foram feitos com o auxílio do SISVAR.

- T₁= 0g de composto orgânico de pescado
- T₂= 400 g de Composto orgânico de pescado
- T₃= 800 g de Composto orgânico de pescado
- T₄=1200 g de Composto orgânico de pescado
- T₅= 1600g de Composto orgânico de pescado
- T₆= 2000g de Composto orgânico de pescado
- T₇= 2400g de composto orgânico de pescado

5.1.4 Variáveis avaliadas

O experimento foi monitorado através do acompanhamento e análises de algumas variáveis nas plantas de todos os tratamentos, como o comprimento da vagem, número de grão por vagem, peso de cem grãos, numero de vagem por planta, produção por planta e produção total por hectare.

5.2 Coleta de dados

Quantidade de vagem por planta

As vagens foram colhidas individualmente em cada canteiro e colocadas em sacos de papel pré marcados com cada tratamento/repetição, logo após a colheita de todas as vagens dos feijoeiros, os sacos com as vagens foram levados para secagem em estufa até as mesmas ficarem secas tanto visualmente pela vagem, onde a vagem perde toda umidade e fica “crocante”, ou pelo grão, onde o mesmo pode ser facilmente quebrado com uma mordida, as vagens ficaram espalhadas enfileiradas uma ao lado da outra e separadas de acordo com cada tratamento/repetição, logo em seguida a secagem os grãos foram levados ao LAE e contados em separado, de acordo com o seu tratamento e repetição.

Comprimento da vagem

O comprimento foi medido após as vagens terem sido secas, escolheu-se 10 vagens dentro de cada tratamento/repetição colhido e medido a partir da ponta da vagem e caminhando por toda circunferência começando pela parte convexa com o auxílio de um barbante, o processo foi feito com as dez vagens e ao final foi medido o comprimento total com o auxílio de uma trena e o comprimento total dividiu-se por dez para obter o tamanho médio.

Numero de grão por vagem

As 10 vagens que foram selecionados foram debulhadas contadas a quantidade total de grãos foi dividido por dez para obter a media de grãos por vagem, na divisão os resultados obtidos foram arredondados para melhor entendimento, os resultados cujo numero após a vírgula deram abaixo de 5 arredondou-se para baixo, e os que deram de 5 para cima, arredondou-se para cima. Ex.: $\frac{195}{10} = 19,5 \approx 20$

Peso de 100 grãos

Dentro dos grãos coletados nas dez vagens, selecionou-se 100 ao acaso e foi pesado em uma balança de precisão com quatro casas decimais.

Produção total

Ao final foram pesados todos os grãos em cada tratamento.

6. RESULTADO E DISCUSSÕES

A análise da composição mineral do composto orgânico, contendo resíduos de pescado e vegetais (macro e micro nutrientes), foi realizada no Departamento de Ciência do Solo da UFC e encontra-se na Tabela 4. Os teores de minerais de um mesmo material orgânico podem variar de acordo com a forma de como foi levado todo o processo de compostagem, assim como o material utilizado podendo vir a responder na qualidade e quantidade desses elementos no composto orgânico.

TABELA 3. Teores de N, P, K, Ca, K₂O, P₂O₅, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn no composto orgânico a base de resíduos de pescados e vegetais.

Parâmetros	Adubo a base de resíduo de pescado e vegetais
Nitrogênio (g/kg)	7,7
Fósforo (g/kg)	1,5
Potássio (g/kg)	1,3
Cálcio (g/kg)	2,7
K ₂ O (g/kg)	1,6
P ₂ O ₅ (g/kg)	3,4
Magnésio (g/kg)	0,9
Ferro (mg/kg)	1.048,0
Cobre (mg/kg)	71,8
Zinco (mg/kg)	124,9
Manganês (mg/kg)	124,1

Trabalhos de campo mostram que o feijão possui uma resposta positiva para adubação de N por superfície e o presente trabalho se mune de tal modelo de adubação. Resultados de vários estudos têm mostrado que o nitrogênio e o potássio são os elementos que o feijoeiro retira do solo em maiores quantidades. Fósforo, cálcio, magnésio e enxofre são também extraídos em quantidades consideráveis (Guedes & Junqueira Neto, 1978).

Na tabela 3 encontram-se os resultados obtidos a partir do composto à base de resíduo de pescado e vegetais em relação a diversos itens coletados, tais como: Comprimento da vagem (cm), número de grãos por vagem, número de vagens por planta, peso de 100 grãos (g), produção por planta (g) e produção total (g/ha).

De todos os parâmetros analisados o único que ficou aquém foi o peso de 100 grãos (g), que na literatura é de 19,4g e a média nas repetições R1, R2, R3 foram respectivamente (15,50g, 15,34g, 14,1g), dando uma média geral de 14,98g, mostrando que no quesito peso de 100 grãos (g) o rendimento foi baixo.

TABELA 4. Resultados obtidos a partir da aplicação de diferentes concentrações de adubo produzido à base de resíduos de pescado e vegetais.

Tratamento	Comprimento da vagem (cm)			Número de grão por vagem			Peso de 100 grãos (g)			Número de vagem por planta			Produção por planta (g)			Rendimento por planta (kg/ha)
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
T1	18,65	21,10	21,75	18	17	18	15,46	16,86	12,81	37	32	48	116,90	97,56	109,04	80,88
T2	22,30	21,90	23,10	17	18	18	15,26	14,55	14,36	16	42	103	42,86	113,60	251,56	102,01
T3	23,10	20,60	24,90	17	15	20	15,28	19,38	14,51	65	19	28	181,92	42,30	71,30	73,88
T4	23,45	22,70	22,30	18	18	17	17,01	15,34	15,69	25	57	42	54,76	157,58	117,48	82,46
T5	23,30	21,45	22,95	18	17	19	16,66	10,41	13,27	76	11	21	201,74	21,60	64,42	71,94
T6	24,70	23,20	23,20	19	12	18	14,43	14,98	14,78	36	32	29	92,33	83,48	85,44	65,31
T7	22,40	22,20	22,75	16	17	19	14,38	15,87	13,29	77	65	77	158,24	175,94	206,78	135,24

Tabela 5. Resultados da análise de variância dos dados relativos ao rendimento de grãos na cultura do feijão-caupi UFC, 2015

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	6	18.552,846448	3.092,141075	0,682	0,6678
Repetição	2	3.505,261457	1.752,630729	0,387	0,6876
erro	12	54.406,942610	4.533,911884		
Total corrigido	20	76.465,050514			
CV(%)	57,79				
Média geral	116,5157143	Número de observações: 21			

Tabela 6. Teste de Tukey para FV Tratamento na produção por planta na cultura do feijão-caupi UFC,2015

Teste de Tukey para a FV Tratamento		
Tratamentos	Médias*	Resultado do teste
T6	87,083333	a
T5	95,920000	a
T3	98,506667	a
T1	107,833333	a
T4	109,940000	a
T2	136,006667	a
T7	180,320000	a
DMS: 192,570810860415		NMS: 0,05
Média harmônica do número de repetições (r): 3		
Erro padrão: 38,8754930692289		

*médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si no teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Por causa das poucas repetições no experimento o coeficiente de variância foi elevado e por conseguinte levou o erro a tornar-se elevado também, isso fez com que as produções não diferissem entre si ao nível de 5% de significância no teste de Tukey.

7. CONCLUSÕES

Dentro das condições experimentais pode-se concluir que o processo de fabricação do composto orgânico produzido pela compostagem apresentou como principais características a presença de húmus e nutrientes minerais, onde a sua qualidade é função da maior ou menor quantidade destes elementos.

Os tratamentos que tiveram o melhor desempenho na cultura do feijão-caupi foram os tratamentos T2 com 0,4 kg do adubo orgânico e T7 com 2,4kg do adubo orgânico, mostrando-se eficientes quanto ao desenvolvimento e produção do mesmo, analisando estatisticamente os tratamentos não diferiram entre si talvez por se tratar de poucas repetições levando o resultado não ser tão preciso, essa precisão pode ser observada no erro que foi elevado, porém não desmerece a produtividade que se alcançou, em relação à composição química da compostagem o resultado foi satisfatório com bons índices de nutrientes obtidos.

A utilização da compostagem revelou-se totalmente viável no quesito aproveitamento dos resíduos de pescados como um fertilizante orgânico alternativo para a produção do feijão-caupi. A reciclagem e conseqüente produção de um adubo rico em nutrientes segue uma alternativa ecologicamente viável para estes resíduos orgânicos, sendo viável ao agricultor, possibilitando uma alternativa a utilização de adubos químicos que pode vir a causar danos ao homem. Além disso, contribuindo para o aumento da vida útil dos aterros sanitários e redução dos impactos ambientais com o descarte indevido dos resíduos.

8. BIBLIOGRAFIA

ALTIERI, M.A. Agroecologia - a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. 110 p.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. Viabilidade da irrigação, sob risco climático e econômico, nas microrregiões de Teresina e Litoral Piauiense. Piracicaba: ESALQ, 2000. 56p. Tese (Doutorado).

ARAÚJO, F.J. aplicação do composto orgânico produzido a partir de caranguejo Uçá *Ucides cordatus cordatus* no cultivo de feijão caupi *Vigna unguiculata*(l.) Walp. – Fortaleza – Ce, 2006.

ALLEN, C.E.; FOEGEDING, E.A. Some lipids characteristics and interactions in muscle foods: a review **Food Technol.** v. 35, n.5, p. 253-7, 1981.

BACKHOFF, H.P. Some chemical changes in fish silage. **J. Food Technol.**, v. 11, p. 353-63, 1976.

BARRACLOUG, G. *Atlas da história do mundo da folha de São Paulo/Times*. 4. Ed. Revista São Paulo: Folha da Manhã, 1995. P. 154-157.

BRITO, M. DE M. P.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C. DA. Marcha de absorção do Nitrogênio do solo, do fertilizante e da fixação simbiótica em feijão-caupi (*Vigna unguiculata (L) Walp.*) e feijão-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) determinada com o uso de ¹⁵N. Revista Brasileira de Ciência do solo, v. 3, p. 895 – 905. 2009.

CAMPBELL, S. Manual de compostagem para hortas e jardins: como aproveitar bem o lixo orgânico e doméstico. São Paulo: Nobel, 1999. P. 55-75.

CONAB. Oitavo levantamento de avaliação da safra 2007/2008. Brasília, 2008. 22p. Disponível em:
<<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/e16a9b413b994cb5bfd1cae9c95338c5..pdf>> Acesso em 15/06/2015

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra Brasileira: grãos, sexto levantamento, março de 2011. CONAB, 2012.

CORRÊA, M. P. *Dicionário das plantas úteis no Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1952, v. 3, p. 70-111.

D'ALMEIDA, M. L. O, VILHENA, A Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370 p.

DE ANGELIS, R.C. **Fisiologia da nutrição**. 2. ed. São Paulo, EDART, 1979. 209p.

DISNEY, J. G; HOFFMAN, A. Development of a fish silage/ carbohydrate animal feed for use in the tropics. **Tropical Sci.** v. 20, n. 2, p. 129-35, 1978.

DISNEY, J.G.; JAMES, D. (ed) **Fish silage production and its use**. Rome, FAO, 1980. 105p. (FAO Fish Rep. n. 230).

DISNEY, J.G.; TATTERSON, I.N.; OLLEY, J.; CLUCAS, I.J.; BARRANCO, A.; FRANCIS, B.J. Development of a fish silage/carbohydrate animal feed for use in the tropics. **Tropical Sci.** v. 20, n, 2, p. 129-44, 1979.

DIAS, M.C. Comida jogada fora – matéria publicada no correio brasiliense em 31 de agosto de 2003.

DIAS, B.O. Caracterização da matéria orgânica de latossolo sob aplicação continuada de lodo de esgoto. 2005. 68 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

DIAZ, L.F.; SAVAGE, G.M; EGGERTH, L.L; GOLUEKE, C.G. Composting and recycling municipal solid waste. New York: Lewis. 1993. Cap. 2, p. 7-31 (Storage and Collection).

DISNEY, J.G. & JAMES, D. Fish Silage Production and its Use. FAO. Fish Roma, 230: 105p.

ESPÍNDOLA FILHO, A. **Aproveitamento de resíduos sólidos de pescado como fertilizante marinho**. São Paulo. Tese Mestrado Universidade Mackenzie, p. 98.(1997).

FREEMAN, H.C.; HOOGLAND, P.L. Processing of cod and haddock viscera. I. Laboratory experiments. **J. Fish. Res. Bd. Can.** v. 13, n. 6. p. 869-877, 1956.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO J. P. P. de, WATT, E. E. *O Caupi no Brasil*. Goiânia: EMBRAPA – CNPAF/ Ibadan: ITTA, 1998. P. 26-46.

GANDAVO, P. de M. Dos mantimentos de terra. In: GANDAVO, P. de M. *Tratado da terra do Brasil*. Disponível em: <[HTTP://www.bn.br/](http://www.bn.br/)>. Acesso em: 13 de jun. 2001.

GOMES, W.R.; PACHECO, E. Composto Orgânico. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1988. (Boletim Técnico, 11)

GREEN, S. **The use of fish silage in pig nutrition**. Nottingham, 1984. 230p. Thesis (Ph.D.) University of Nottingham.

GREEN, S.; WISEMAN, J.; COLE, D.J.A. Examination of stability, and its effect on nutritive value, of fish silage in diets for growing pigs. **Animal Feed Sci. Techno.** v.21, n. 1, p. 43-56, 1988.

GUEDES, G.A.A.; JUNQUEIRA NETO, A. Calagem e adubação. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 4, n. 46, p. 21-23, 1978. HUNGRIA, M. et al. Fixação biológica do nitrogênio em soja. In: ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. (Eds). *Microrganismos de importância agrícola*. Brasília: Embrapa,1994. p.9-90.

JAHNEL, M.; MELLONI, C; ELKE, J.B.N. Maturidade de composto de lixo urbano. **Scientia Agrícola**, v.56, p. 301-304, 1999.

JOHNSEN, F. **Fish viscera silage as a feed for ruminants**. Norway, 1981. Thesis (PhD). Agriculture University of Norway, JOHNSEN, F.; SKREDE, A. Evaluation of fish viscera silage as a feed resource. **Acta. Agric. Scand.** v. 31, p. 21-8, 1981.

KIEHL, E J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1985, 492 p.

KOMPIANG. I.P.; YUSHADI, S.; CRESSWELL, D.C. Microbial fish silage: chemical composition, fermentation characteristics and nutritional value. In: DISNEY, J.G.; JAMES, D. ed. Fish silage production and its use. Rome, FAO, 1980. p. 38-43 (FAO Fish Rep. 230)

LESSI, E.; XIMENES CARNEIRO, A.R.; LUPIN, H.M. Obtencion de ensilado biologico de pescado. In: HARDY, D.E. ed. **Consulta de expertos sobre tecnologia de productos pesqueros em America Latina**, 2. Montevideo. Roma, FAO, 1989. 8pp.

LIMA, L.M.Q. **Lixo: tratamento e biorremediação**. 3.ed. São Paulo: Hemus, 1995. Cap. 04, p. 71-116.

LIMA, P.C.; MOURA, W.M.; AZEVEDO, M.S.F.R.; CARVALHO, A.F. Estabelecimento de cafezal orgânico. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 33-52, jan./abr.2002.

LINDENBERG, R. C. 60 Questões sobre a compostagem. São Paulo, 15 p., 1992.

LINDGREN, S.; PLEJE, M. Silage fermentation on fish waste products with lactic acid bacteria. **J. Sci. Food Agric.**v. 34, p. 1057-67, 1983.

LUNA, M.L.D.; LEITE, V.D.; PRASAD, S.; LOPES, W.S.; SILVA, J.V.N.S. **Comportamento de macronutrientes em reator anaeróbio compartimentado tratando resíduos sólidos orgânicos**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Vegetal, 22º, 2003, Joinville. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

LUPIN, H.M. Seminario sobre manipulo, procesamiento, mercado y distribución de los productos de la pesca continental en América latina: ensilado biológico de pescado uma proposta para la utilizacion de resíduos de la pesca continental em América Latina. In: Comision de pesca continental para América Latina (COPESCAL), México, D.F., 1983. 12p.

MAIA, C.M.B.F.; BUDZIAK, C.R.; PAIXÃO, R.E; MARGRICH, A.S. **Compostagem de Resíduos Florestais: um guia para produção de húmus através da reciclagem e aproveitamento de resíduos florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 28p.(EMBRAPA, documentos, 87).

- MAIA, E.L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; AMAYA-FARFAN, J. Proximate, fatty acid and amino acid composition of the Brazilian freshwater fish *Prochilodus scrofa*. **Food Chem.** v. 12, p. 275-86, 1983.
- MACKIE, I. M.; HARDY, R.; HOBBS, G. **Fermented fish products.** **FAO. Fish. Rep.** Roma, 100: 54p. – 1971.
- MALAVOLTA, E.; LIMA FILHO, O.F. Nutrição e adubação do feijoeiro. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Eds.). **Tecnologia da produção de feijão irrigado.** Piracicaba: ESALQ, 1997. p.22-51
- MAIA, F. M. M. **Composição e caracterização nutricional de três cultivares de *Vigna unguiculata (L.) Walp*: EPACE-10, Olho de ovelha e IPA-206.** Fortaleza, 1996. 87 p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica Vegetal), Universidade Federal do Ceará.
- MANDELLI, M.Q. A preservação ácida no aproveitamento econômico do pescado e dos resíduos de sua industrialização. **Equipisca J.** v. 44, p. 47-52, 1972.
- MARCH, B.E.; BIELY, J.; TARR, H.L.A. Nutrient composition and evolution of British Columbia whole herring meal. **J. Fish. Res. Bd. Can.** v.20, p. 229-33, 1963.
- MEDINA, S.; BLANCO, M.; NIND, A.; LARRU, F.; LOBILLO, E. Determination espectrofotométrica de hierro, manganes, cobre, molibdeno, cobalto y fosforo total en la hueva de la merluza (*Merluccius merluccius*) **Anales bromatol.** v. 8, n. 2, p.313-5, 1956.
- MEINKE, W.M.; MATTEL, K.F. Autolysis as a factor in the production of protein isolates from whole fish. **J. Food Sci.** v. 38, p. 864-7, 1973.
- MIYASAKA, S.; OKAMOTO, H. Encontro sobre Matéria Orgânica do solo: problemas e soluções. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP, 1992. P. 01-22.
- MONTEIRO, J.H.P., et al. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. p.134-143.
- OLIVEIRA, S. A de. Limpeza Urbana: **Aspectos Sociais, Econômicos e Ambientais.** 2004. 113f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba/Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, 2004.

OLIVEIRA, F.N.S.; LIMA, H.J.M.; CAJAZEIRA, J.P. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 20p. (EMBRAPA, Documentos, 89).

OLIVEIRA, IP de et al. A cultura do caupi nas condições de clima e de solo dos trópicos úmidos de semi-árido do Brasil. O caupi no Brasil. Brasília: IITA, p. 65-95, 1988.

OSINAME, O. et al. Effect nitrifications inhibitions of the fate and efficiency of nitrogenous fertilizers under simulated humid tropical conductions. **Tropical Agriculture**, v.60, p.211- 217, 1983.

PADULOSI, S.; N. G, N. Q. Origin taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: SINGH, B. B.; MOHAN RAJ, D. R.; DASHIELL, K. E.; *et al.* (Ed.) *Advances in cowpea research*. Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture; Tsukuba: Japan International Research Center for Tropical Agricultural Sciences, 1997. P. 1-12. (Second World Cowpea Research Conference, 1995, Accra, Ghana).

PAVAN, M.A., CHAVES, J.C.D. **A importância da matéria orgânica nos sistemas agrícolas**. Londrina: IAPAR, 1998. 36p. (IAPAR, Circular, 98).

PENTEADO, S.R. **Introdução à agricultura orgânica** – Normas e técnicas de cultivo. Campinas: Graf imagem, 2000. 110p.

PEREIRA, E.B. Produção de composto orgânico. Vitória: EMCAPA, 1985. 15p. (EMCAPA – Circular Técnica, 9)

PEREIRA NETO, J.T. Conceitos Modernos de Compostagem. Engenharia Sanitária, 1989, v.28, n.3, p. 104-109.

PEREIRA NETO, J.T. Manual de compostagem processo de baixo custo. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56P.

PESSIN, N; MANDELLI, S.M.C.; SLOMPO, M. **Determinação da composição física e das características físico-químicas dos resíduos sólidos domésticos da cidade de Caxias do Sul**. In: MANDELLI, S.M. DE C. Tratamento de resíduos. Caxias do sul: Ed. Do Autor, 1991. Cap. 11, p. 67-100.

RAA, J.; GILDBERG, A. Fish Silage; a review. **CRC. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** v. 16, n. 4, p. 383-419, 1982

SALES, R. O. **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em dietas**

experimentais com ratos, 1995. 174p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

SEBRAE/ SESI/ SESC/ SENAC. Rio de Janeiro: SENAC/DN, 2004. 275p.

SOUZA, G. de. Em que se apontam os legumes que se dão na Bahia. In: SOUZA, G. de. *Notícias do Brasil*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1974. P. 94-95.

SOUZA, M. S. M., **Evapotranspiração e coeficiente de cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata (L.) Walp*) obtidos em lisímetro de drenagem nas condições de Fortaleza**. Monografia – Agronomia, CCA – UFC, Fortaleza – CE, 2002

SOUZA, G. de. Em que se apontam os legumes que se dão na Bahia. In: SOUZA, G. de. *Notícias do Brasil*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1974. P. 94-95.

Vieira, R. F.; Vieira, C.; Caldas, M. T. Comportamento do feijão-fradinho na primavera-verão na zona da mata de minas gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.7, p.1359-1365,2000.

STONE & HARDY, R.W. **Nutrition value of acid stabilized silage and liquefied fish protein**. *J. Sci. Fd Agric.*, 37: 797-803. – 1986.

STROM, T.; EGGUM, B.O., Nutritional value of fish viscera silage. **J. Sci. Food Agric.** v. 32, p. 115-7, 1981.

TATTERSON, I.N.; WINDSOR, M.L. Fish Silage. **J. Sci. Food Agric.** v. 25, p. 369-79, 1974.

TORRALBA, V. **Influência do método de compactação na permeabilidade de uma mistura colúvio composto orgânico**. 2007. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC - Rio, Rio de Janeiro, 2007.

TSAI, S.M. et al. Minimizing the effect of mineral nitrogen on biological nitrogen fixation in common bean by increasing nutrient levels. **Plant and Soil**, v.152, p.131-138, 1993.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **Jornal Animal Science**. Champaign, v.26, n.1.p.119-128, 1967.

VITORINO, K.M.N.; SOBRINHO, P.P; SOUZA, C.V.A. **Resíduos sólidos gerados em refeitórios**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21º, 2001, João Pessoa. Rio de Janeiro: ABES, 2001.

WIGNALL, J.; TATTERSON, I.N. Fish silage. *Process*. **Biochem.** v. 11, p. 17-22, 1976.

XAVIER, T.F. et al. Ontogenia da nodulação em duas cultivares de feijão-caupi. **Ciência Rural**, v.37, p.572-575, 2007.

XIMENES CARNEIRO, A.R.X. **Elaboração e uso de ensilado biológico de pescado na alimentação de alevinos de tambaqui, *Collossoma macropomum* (Cuvier, 1818)**.Manaus, 1991.81 p. Tese (Mestrado) - INPA. FUA

Anexos

Anexo 1



Figura 8. Fermento biológico utilizado para produção do adubo.

Anexo 2



Figura 9. Coleta da folhagem utilizada no processo de fabricação do composto.

Anexo 3



Figura 10. Colocação da primeira camada da leira com a folha seca.

Anexo 4



Figura 11. Colocação da segunda camada com a mistura do resíduo de pescado com o fermento biológico.

Anexo 5



Figura 12. Colocação da terceira e ultima camada com húmus.

Anexo 6



Figura 13. Rega após as três camadas serem colocadas.

Anexo 7



Figura 14. Lona plástica utilizada para controlar o nascimento de ervas daninha nos canteiros.

Anexo 8



Figura 15. Germinação das sementes de feijão.

Anexo 9



Figura 16. Diferentes estádios da planta.

Anexo 10



Figura 17. Planta com vagens bem desenvolvidas pouco antes da colheita.

Anexo 11



Figura 18. As vagens na câmara de secagem para deixá-las com a umidade ideal.

Anexo 12



Figura 19. Câmara de secagem do laboratório de sementes/UFC