INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA DO TRÓPICO ÚMIDO – PPGATU

USO DE RESIDUOS URBANOS PROVENIENTES DE FEIRAS E PODAS DE ÁRVORES PARA A PRODUÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE MANAUS

TIAGO DE AMORIM AYUB

Manaus, Amazonas
Agosto, 2015

TIAGO DE AMORIM AYUB

USO DE RESIDUOS URBANOS PROVENIENTES DE FEIRAS E PODAS DE ÁRVORES PARA A PRODUÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE MANAUS

Orientadora: Prof Dra SONIA SENNA ALFAIA
Coorientador: Prof. Dr. Francisco Célio Maia Chaves

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura do Trópico Úmido - PGATU do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre.

Manaus, Amazonas
Agosto, 2015

Folha de aprovação

A Banca Julgadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

TÍTULO: *"USO DE RESIDUOS URBANOS PROVENIENTES DE FEIRAS E PODAS DE PLANTAS PARA A PRODUÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS NA CIDADE DE MANAUS" do(a) aluno(a) JUCIMARA GONÇALVES DOS SANTOS"*

AUTOR:

TIAGO DE AMORIM AYUB

BANCA JULGADORA:

CRISTIAINI KANO, Dra. (EMBRAPA)
(Membro)

ARI DE FREITAS HIDALGO, Dr. (UFAM)
(Membro)

ELISA VIEIRA WANDELLI, Dra. (EMBRAPA)
(Membro)

Manaus, 25 de setembro de 2015.

Sinopse:
Estudou-se a qualidade nutricional do composto orgânico sobe efeito de dois métodos de compostagem, e seu efeito sobre as características comerciais da alface americana, na cidade de Manaus, Amazonas.
Aspectos como teor de nutrientes no composto, peso de plantas e número de folhas de alface americana foram avaliados.
Palavras-chave: Compostagem, leiras estáticas e reviradas, adubação orgânica, adubação química.

A988 Ayub, Tiago de Amorim
Uso de residuos urbanos provenientes de feiras e podas de árvores para a produção de compostos orgânicos na cidade de Manaus / Tiago de Amorim Ayub. --- Manaus: [s.n.], 2015.
52 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2015.
Orientadora : Sonia Senna Alfaia.
Coorientador : Francisco Célia Maia Chaves.
Área de concentração: Agricultura no Trópico úmido.

1. Composto Orgânicos. 2. Residuos urbanos. 3. Compostagem. I. Título.

CDD 363.7296

Dedicatória

Dedico a Deus, aos familiares e amigos, a todos que colaboraram neste trabalho e aos pequenos produtores do Amazonas.

Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, a Fapeam, Dra. Sônia Alfaia minha orientadora, Dr. Francisco Célio como coorientador, professores que proporcionaram os melhores cursos na Agronomia de Trópicos úmidos do INPA e a colaboração fundamental da EMBRAPA, agradeço a todos pelo grande trabalho levando o mais valoroso conhecimento, engrandecendo nosso país e valorizando a nação.

Gostaria de agradecer também minha parceira de todas as horas, Cristiane Ferreira Nunes, meu amigo Jaisson Miyosi Oka que esteve ao longo do tempo colaborando fortemente com esse trabalho, sem ele não seria possível concluir este documento. Aos meus amigos de curso e familiares, principalmente meu pai Wilson Ayub, que começou com composto orgânico nos anos 60 na tentativa de diminuir queimadas, fortalecer e valorizar pequenos produtores, preservando a Amazônia. A minha mãe e irmãs, por todos os incentivos e colaborações.

Agradecemos também e a empresa Natural Assessoria na Agricultura Ltda. e aos funcionários desta: Irineu Silva, Adiel, Nildo Trindade, Geam Menezes pela boa vontade e esforço.

RESUMO

O lixo orgânico produzido na cidade de Manaus – Amazonas tem se tornado um grande problema estético e ambiental para a cidade. Estes dejetos são comumente encontrados em áreas publicas principalmente no entorno de feiras, e servem como fonte de alimento para roedores e insetos que encontram neste material uma fonte fácil de alimentos. O material que é recolhido pela coleta de lixo municipal é levado ao aterro municipal, onde se torna um problema ambiental. Uma alternativa para o reaproveitamento deste material orgânico é a compostagem, que transforma em uma fonte de adubação alternativa a química que é mais utilizada na agricultura em cultivos em geral. Desta forma, tal processo poderá reduzir consideravelmente o custo de insumos utilizados para a fertilização de hortaliças como nas plantas ornamentais encontradas nos jardins e praças municipais. O presente estudo teve por objetivo avaliar a qualidade nutricional do composto orgânico produzido em leiras estáticas e reviradas, e seu efeito sobre a qualidade comercial da alface americana tipo Kaiser, e assim criar bases para pesquisas posteriores envolvendo o aproveitamento de resíduos orgânicos urbanos, visando redução de dispêndios econômicos e redução de danos ambientais.

Palavras chaves: Compostagem, leiras estáticas e reviradas, adubação orgânica, adubação química.

ABSTRACT

The organic waste produced in the city of Manaus - Amazon has become a major aesthetic and environmental problem for the city. These wastes are commonly found in public areas especially in the vicinity of fairs, and serve as a food source for rodents and insects that are in this material an easy source of food. The material is collected by the collection of municipal waste is taken to the municipal landfill, where it becomes an environmental problem. An alternative to the reuse of this organic material is composted, turning into an alternative source of fertilizer chemical that is mostly used in agriculture on crops in general. Thus, this process can greatly reduce the cost of inputs used for fertilization of vegetables as in ornamental plants found in the gardens and city squares. This study aimed to evaluate the nutritional quality of organic compound produced in static and crimped piles, and its effect on the commercial quality of American style Kaiser lettuce, and thus create the basis for further research involving the use of urban organic waste in order to reduce economic expenditures and reduce environmental damage.

Key words: *Composting, static and crimped piles, organic fertilizer, chemical fertilizer.*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL 1
OBJETIVOS 3
CAPITULO 1 4
Introdução 6
Material e Métodos 8
Resultados e Discussão 10
Conclusão 19
Referências 20
CAPITULO 2 23
Introdução 25
Material e Métodos 27
Resultados e Discussão 28
Conclusão 35
Referências 35
SÍNTENSE 39
APÊNDICE 46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Porcentagem de destinação de resíduos para aterramento, reciclagem e compostagem orgânica no ano de 2014. 2

CAPITULO I

Figura 1. (a) Restos vegetais obtidos nas feiras de Manaus-AM, descarregados para utilização nas pilhas de compostagem e (b) triturador utilizado para o processamento da casca de coco. 9

Figura 2. Teor de magnésio (Mg) nas pilhas de composto orgânico revirado e estático no período de 75 à 120 dias. 13

Figura 3. pH em água de composto orgânico no período de 75 a 120 dias de maturação das pilhas. 14

Figura 2. Teor de N total em composto orgânico no período de 75 a 120 dias de maturação das pilhas. 15

Figura 4. Teor de matéria mrgânica (g kg^{-1}) nas pilhas de reviramento e em pilhas estáticas no período de 75 à 120 dias. 16

Figura 5. Teor de ferro (Fe) (a), manganês (Mn) (b) e cobre (Cu) (c) em pilhas de compostos orgânico no período de 75 dias à 120 dias. 19

CAPITULO II

Figura 1. Peso Total (A) e Peso Comercial (B) da “cabeça” da alface americana em função doses crescentes de composto revirado (CR) e estático (CE) em comparação com adubação química e química + orgânica convencional cultivada em casa de vegetação em Manaus-AM. ** coeficiente de regressão significativo ao nível de 1% pela análise de regressão. * coeficiente de regressão significativo ao nível de 5% pela análise de regressão. 30

Figura 2. Diâmetro da cabeça da alface americana em função de doses crescentes de composto revirado (CR) e estático (CE) em comparação com adubação química e química + orgânica convencional cultivada em casa de vegetação em Manaus-AM. ** coeficiente de regressão significativo ao nível de 1% pela análise de regressão. * coeficiente de regressão significativo ao nível de 5% pela análise de regressão. 33

Figura 3. Número de folhas comerciais da alface americana em função de doses crescentes de composto revirado (CR) e estático (CE) em comparação com adubação química e química + orgânica convencional cultivada em casa de vegetação em Manaus-AM. ** coeficiente de regressão significativo ao nível de 1% pela análise de regressão. * coeficiente de regressão significativo ao nível de 5% pela análise de regressão. 34

INTRODUÇÃO GERAL

Na tentativa de se encontrar soluções para minimizar o impacto ambiental causado pelo descarte de resíduos urbanos e industriais, como casca de arroz, bagaço de cana, casca de pinus, lixo e resíduo da produção de papel, vários segmentos da sociedade têm se empenhado no desenvolvimento de pesquisas que visam o aproveitamento econômico desses materiais, os quais muitas vezes apresentam potencial para o aproveitamento agrícola, principalmente como substratos para produção de mudas e composto orgânico (Sampaio et al., 2012). Não obstante, os resíduos domésticos e urbanos representam grande problema, pois além da parte orgânica, muitos componentes inorgânicos são misturados, causando grandes problemas ambientais, de saúde pública.

Segundo informações da Secretaria Municipal de Limpeza Pública, SEMULSP (2015) de Manaus, O destino dos resíduos no Aterro de Manaus em 2014 se deu em três formas: Aterramento, Compostagem e Reciclagem, sendo que 1,81% foi destinada a compostagem. (Figura 1). Os resíduos orgânicos provenientes das podas de plantas da cidade só no período de janeiro a maio de 2015 somaram 3.336,150 toneladas, com média diária de entrada de resíduos 22,850 toneladas.

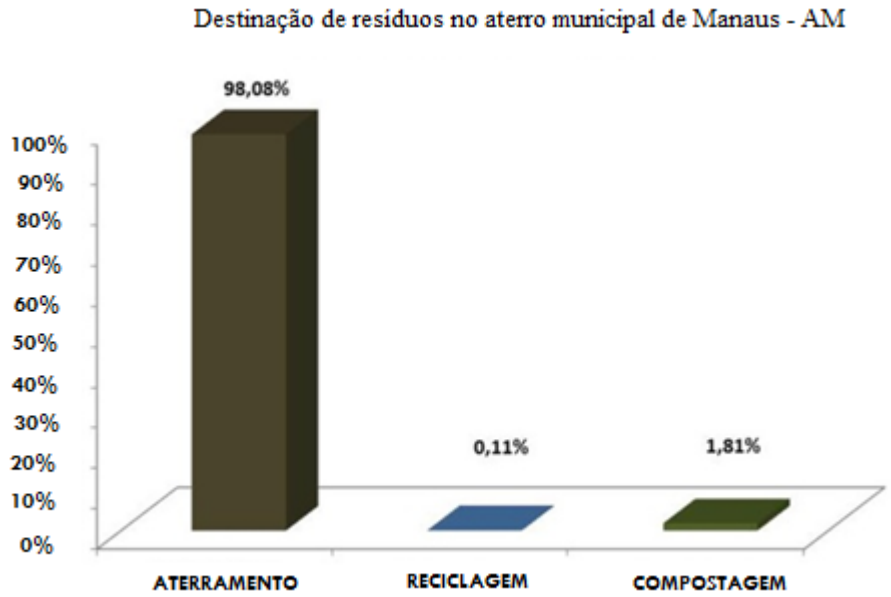


Figura 1. Destinação de resíduos para aterramento, reciclagem e compostagem orgânica no ano de 2014 em Manaus - AM.
Fonte: SEMULP, 2015.

No processo de compostagem podem ser aproveitados as sobras de culturas e outros resíduos disponíveis nas propriedades, como também de feiras livres e podas de árvores dos grandes centros urbanos. Esse processo é uma forma eficiente e rápida de eliminar grande parte do lixo urbano, enviados para aterros e lixões a céu aberto que decompõe essa matéria orgânica transformando em adubo orgânico que pode ser usado na fertilização do solo e nutrição de plantas (Cravo et al., 1998; Teixeira et al., 2004).

A compostagem é uma técnica idealizada para obter, no mais curto espaço de tempo, a estabilização ou humificação da matéria orgânica que na natureza se dá em tempo indeterminado. É um processo controlado de decomposição microbiana de uma massa heterogênea de resíduos no estado sólido e úmido, que tem como produto final composto orgânico (Nunes 2009). Uma vez o composto estabilizado, tem diversas vantagens, em relação ao material *in natura* (não compostado). O composto apresenta teores de nutrientes disponíveis para as plantas em maiores concentrações e composição microbiológica mais adequada ao seu uso como fertilizante, uma vez que a compostagem promove a eliminação de microrganismos patogênicos e ovos de parasitas (Benites 2003).

Diante do exposto, e considerando que a produção científica a respeito deste tema ainda é incipiente no Amazonas, pretendeu-se com essa pesquisa avaliar o processo de produção e qualidade nutricional de compostos orgânicos feitos a partir de resíduos orgânicos provenientes de feiras e podas de árvores da cidade de Manaus (AM), por meio do uso de técnicas apropriadas de compostagem, assim como avaliar seu efeito na produção de alface americana, o que pode colaborar fortemente com a agricultura orgânica na região. Nesse sentido, os resultados obtidos nesse trabalho são apresentados em dois capítulos formatados como artigos para submissão na Revista Horticultura Brasileira.

OBJETIVOS

Geral

Avaliar a qualidade nutricional de compostos orgânicos formados a partir resíduos orgânicos da cidade de Manaus, utilizando as técnicas de leiras estáticas e leiras reviradas e seu efeito sobre a produção da alface americana.

Específico

Avaliar o efeito da compostagem estática e revirada na disponibilidade de nutrientes essenciais as plantas;

Analisar o efeito da adubação orgânica do solo com compostos estáticos e revirados sobre variáveis biométricas da alface americana;

Determinar a técnica mais eficiente fisico-quimicamente a ser empregada na compostagem dos resíduos orgânicos urbanos para sua utilização na adubação orgânica da alface americana.

CAPITULO 1

AYUB TA; OKA JM; AYRES MIC; PEREIRA KF; ALFAIA SS; CHAVES FCM. 2015. Qualidade nutricional de compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos provenientes de feiras e podas de árvores da cidade de Manaus-AM. INPA.

Qualidade nutricional de compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos provenientes de feiras e podas de árvores da cidade de Manaus-AM

Tiago de Amorim Ayub[1]; Jaisson Miyosi Oka[2]; Francisco Célio Maia Chaves[2]; Marta Iria da Costa Ayres[1], Katrine Freitas Pereira[1], Sonia Senna Alfaia[1]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Av. André Araújo, 2936, Petrópolis, 69067-375 Manaus-AM.
[2]Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, Km 29, 69010-970, s/n. Manaus-AM

Resumo: O processo de compostagem é definido como decomposição de resíduos orgânicos, mineralizando nutrientes para as plantas, e desta forma, minimizando custos de produção na agricultura. O aproveitamento de resíduos orgânicos urbanos pode ser uma ótima fonte de matéria prima constante para a produção de compostos orgânicos, além de trazer benefícios ambientais bastante relevantes. Este estudo teve como objetivo avaliar a disponibilidade de nutrientes em dois tipos de composto orgânico em diferentes períodos de compostagem. O composto foi produzido a partir de resíduos orgânicos urbanos de feiras e poda de plantas de Manaus-AM. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso em fatorial 2 x 4, sendo as fontes de variação compostas por leiras estáticas e leiras com reviramento periódico e quatro períodos de avaliação da disponibilidade de nutrientes (75, 90, 105 e 120 dias) com quatro repetições. Foram avaliados em cada período o pH, teor de matéria orgânica, Ca, Mg, P e K. Houve diferença significativa para o pH, M.O e os micronutrientes, Cu, Mn e Fe em função do tempo de compostagem, houve diferença significativa para Mg para tipo de tratamento, onde nas leiras reviradas foi constatada maiores concentrações, com exceção do Magnésio. Os dois tratamentos não se diferem quimicamente através de teste estatístico, Teores de M.O, Cu e Mn, ao longo do processo de compostagem tendem a diminuir suas concentrações ao longo do processo de compostagem.

Palavras chave: Compostagem, pilhas estáticas, pilhas reviradas

Nutritional quality of organic compost produced with waste fairs and tree pruning from Manaus-AM

Abstract: The composting process is defined by the decomposition of organic waste, mineralizing and providing nutrients to plants, thus, minimizing agriculture production costs. The use of urban organic waste can be a great source of constant raw material for the production of organic compost, and bring quite significant environmental benefits. This study aimed to evaluate the availability of nutrients in two types of organic compost at different stages of composting. This compost was prepared from municipal organic waste fairs and pruning of Manaus-AM plants. The experiment was conducted in randomized blocks in a factorial 2 x 4, with the variation sources composed of static piles in windrows with regular plowing and four periods of assessment of the availability of nutrients (75, 90, 105 and 120 days) with four replications. Were evaluated in each period the pH, organic matter, Ca, Mg, P, K, There was a significant difference for pH, organic matter and micronutrients, Cu, Mn and Fe due to the composting time, significant differences were observed for Mg to type of treatment where the crimped piles was found higher concentrations. with the exception of magnesium. The two treatments did not differ chemically through statistical test, total levels MO, Cu and Mn over the composting process tend to decrease their concentrations during the composting process.

Keywords: Organic Composting, static piles, piles overturned

Introdução

O crescimento exponencial da população mundial requer grandes quantidades de produtos agrícolas, a fim de atender a alta dementada de alimentos. Da mesma forma, o desperdício crescente de resíduos orgânicos em feiras e meios urbanos, assim como o destino destes materiais tem sido um dos grandes problemas a serem resolvidos na atualidade, onde, de acordo com a ABRELPE (2015), cerca de 60% dos municípios brasileiros ainda encaminham seus resíduos para locais inadequados.

Grande parte desses resíduos orgânicos vem do desperdício de feiras e supermercados, estando este desperdício de hortaliças e frutas em torno de 30 a 40% da produção, por apresentarem alto grau de perfectibilidade (Martin & Farias, 2002).

Os resíduos orgânicos compostados podem ser direcionados a adubação de plantas dos hortos municipais, praças públicas, jardins municipais e até pequenos produtores,

trazendo benefícios e bem-estar da sociedade. Na cidade de Manaus, foi instalado em 2014 um sistema de coleta de lixo orgânico que abrange a região do centro da cidade, onde todo material orgânico é encaminhado para compostagem no aterro municipal de Manaus. Entretanto, moradores desta área ainda não estão conscientizados quanto a correta destinação destes resíduos orgânicos, dificultando a coleta seletiva desses resíduos (PMM, 2015). O produto proveniente da compostagem pode ser uma alternativa a adubação convencional e pode reduzir custos e danos à natureza.

Desta forma, a produção de composto orgânico pode atender a demanda de produtos como fertilizantes sintéticos de elevada solubilidade, substituir materiais como a turfa que está sobre proteção ambiental, além de reduzir o lixo nos aterros (Leal et al. 2007; Costeira et al. 2005).

Para que isto ocorra é necessário que se tenha um conhecimento do melhor método de compostagem, incorrendo em menor perda de nutrientes deste material, tendo em vista que cada tipo de material a ser compostado é favorecido por uma combinação ótima de umidade, aeração, relação C/N, pH, granulometria e altura de leira (Valente et al., 2009).

Desta forma, a compostagem apresenta uma série de variantes, tais como leiras reviradas manualmente ou mecanicamente, leiras estáticas, reatores fechados mecanizados e composteiras, utilizadas no tratamento dos mais diferentes tipos de resíduos orgânicos (Paiva et al., 2013). Assim, diferentes métodos de compostagem buscam promover e controlar este processo biológico intenso que se reflete na temperatura do composto.

Muitos estudos, avaliando o processo de compostagem, visam controlar o processo de decomposição dos materiais orgânicos e analisar os fatores envolvidos neste processo, no entanto, ainda são poucos os estudos de comparações entre tais processos de compostagem sobre a qualidade química nutricional dos substratos resultantes. Em estudo realizado por Costa et al. (2009) observaram que as proporções de materiais orgânicos empregados dos compostos durante a formação das pilhas pode influenciar na qualidade química nutricional do composto, de forma que a quantidade de macro e micronutrientes presente no composto final foi bastante variável.

A variação da concentração de nutrientes nas pilhas de compostos orgânicos foi observada por Primo et al. (2010), que avaliaram a qualidade nutricional de compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos de fumo e esterco bovino, onde ouve uma redução do teor de nitrogênio de aproximadamente 10% da primeira avaliação aos 60

até aos 120 dias, redução também observada para potássio (13%), enquanto outros nutrientes permaneceram estáveis em suas concentrações como o boro, molibdênio e cobalto, porém a maior parte dos nutrientes tiveram um aumento na sua concentração como fósforo (8,7%), cálcio (3,6%), magnésio (4,0%), manganês (13,0%), enxofre (10%) e os maiores aumentos na concentração foram de manganês, ferro , zinco , cloro e cobre.

Com base em tais premissas, a adoção de técnicas adequadas na produção de composto orgânico poderá possibilitar aos agricultores familiares da região de Manaus a criação de sistemas de produção orgânica visando o aumento de produtividade a partir da melhoria das características físico-químicas destes substratos.

Diante do exposto, pretende-se com essa pesquisa avaliar o processo de produção e qualidade nutricional de compostos orgânicos feitos a partir de resíduos orgânicos provenientes da cidade de Manaus, por meio do uso de técnicas apropriadas de compostagem, assim como o período mais adequado para a disponibilização dos nutrientes.

.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na Chácara Way, utilizada como um módulo de produção de composto, localizada no bairro do Tarumã, na Zona Oeste de Manaus, AM. A área da propriedade tem 1,1 ha, com coordenadas 2°58'43.45"S e 60° 5'12.41"O de latitude e longitude respectivamente. A temperatura média de 26,7 °C e regime pluviométrico superior a 2.000 mm ano^{-1}, com uma curta estação seca (de 1 a 2 meses de precipitação inferior a 60 mm $mês^{-1}$) compreendendo os meses de agosto e setembro, e os outros meses com maiores médias de precipitação distribuída em maior intensidade entre dezembro e maio, sendo classificado como “Am” (Peel et al., 2007). O solo do local é um Latossolo Amarelo, textura argilosa (Teixeira et al, 2010).

Para a formação do composto, as quantidades proporcionais de cada resíduo orgânico combinado nas pilhas de composto foram assim definidas: fibra de coco; esterco de cavalo; resíduos orgânicos da feira (composto por abacaxi, uva, melão, banana, pimentão, tomate, cebola, couve, repolho, cenoura, batata comum, pepino, entre outros); galhos e folhas semi-compostados (poda de árvores da cidade de Manaus) e

restolho (material retido na malha de 2 cm após o peneiramento no final de outras compostagem e que foram adicionados como inoculantes em novas pilhas).

A montagem inicial das pilhas obedeceu a procedimentos iguais para os dois métodos, bem como também os diferentes materiais selecionados e sua proporção. Antes da montagem das leiras os materiais foram pesados em uma balança. Cada leira acomodou aproximadamente 700 kg total de material e obedeceu às seguintes proporções: 36% de coco triturado; 26% de esterco equino; 15% de resíduos de feira; 14% folhas e galhos semi-compostados; 9% de restolho.

O experimento obedeceu um delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de duas formas de condicionamento das leiras de compostos (leira estática e leira com revolvimento periódico) com as dimensões de 1,20 x 1,5 x 2,0 m de altura, largura e comprimento, respectivamente.

A fase inicial do experimento ocorreu no dia 04 de fevereiro de 2014 com a montagem das leiras. Os materiais utilizados nas leiras foram coletados e armazenados com dois meses de antecedência antes da montagem do experimento, e somente o resíduo de feira foi coletado no mesmo dia (Figura1 A). Houve ainda um processamento prévio de alguns resíduos como a separação galhos finos e folhas de resíduos de poda com tamanho inferior a 80 cm de comprimento e/ou 10 cm de diâmetro, e o resíduo de coco foi triturado dois dias antes da montagem das leiras em um triturador de coco modelo TRC50 (Figura 1 B).

Figura 1. (a) Restos vegetais obtidos nas feiras de Manaus-AM, sendo descarregados para utilização nas pilhas de compostagem e (b) triturador utilizado para o processamento da casca de coco.

Foram coletadas amostras de cada fonte de material orgânico utilizado na montagem das pilhas para determinação das suas características químicas iniciais. A determinação da matéria fresca e da matéria seca passou pelo processo de secagem em

estufa de ventilação forçada a 60°C, s mesmos foram triturados e em seguida deu-se início ao processamento das análises químicas

As leiras foram montadas em área semi-sombreada por copa de arvores nativas, sobre solo, em local com pequena inclinação que não permite o encharcamento. Seguiu-se a sequência de empilhamento: casca de coco triturada, camada de esterco, camada de resíduos de feira, camada de galhos semi-compostados, camada de restolho, camada de fibra de coco e por último cobrindo a pilha galhos e folhas semi-compostados. Essa sequência de empilhamento foi realizada até que cada leira alcançasse as dimensões citadas anteriormente.

As pilhas reviradas foram revolvidas a cada 15 dias, totalizando sete vezes até o peneiramento. As pilhas estáticas não foram revolvidas em nenhum momento, nestas pilhas foram colocados tubos de bambu com furos a cada 15 cm para facilitar a aeração. Não foram irrigados nenhum dos tratamentos devido ao período de compostagem coincidir com a estação chuvosa da região.

Para avaliar o processo de maturação do composto foram coletadas de cada leira uma amostra composta, formada a partir de 10 amostras simples. As amostras foram coletadas ao longo do processo de compostagem nos períodos de 75, 90, 105 e 120 dias, para as determinações químicas de macro (N, P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn), matéria orgânica (M.O) e pH (H_2O) no Laboratório de Análises de Solo da Embrapa Amazônia Ocidental de acordo com a metodologia da Embrapa (2009), além disso, foi estimada a relação C/N nos períodos de amostragem. Para fins de comparação e estimativa da disponibilidade de nutrientes na massa orgânica compostada, pesou-se 10 amostras de 1,0 dm^3, obtendo média foi de 0,8 kg dm^{-3} de composto. Então os valores obtidos da disponibilidade de cada nutriente em "dm^3" foi multiplicado por 0,8 obtendo assim a disponibilidade do nutriente em "g Kg^{-1} ou $cmol_c$ Kg^{-1}".

Os dados foram submetidos a análise de variância e os resultados significativos foram ajustados a modelos de equações de regressão, onde a escolha da equação foi baseada no maior coeficiente de determinação e a melhor representação biológica.

Resultados e Discussão

A determinação da matéria seca apresentaram os teores químicos de acordo com os resultados apresentados na tabela 1. Os resultados das análises do composto são apresentados na tabela 2. Entre as duas formas de compostagem avaliadas, houve

diferença significativa apenas para o Mg. Dentre os macronutrientes, o Ca e o K foram os elementos que mais se destacaram pela sua alta concentração estando estes dois elementos em grande parte do período de avaliação em concentrações acima de 1000 mg dm^{-3}.

Da mesma forma, a disponibilidade de P também foi elevada com concentrações medias de 369,5 e 342,3 mg dm^{-3} para a leiras estáticas e reviradas. Esses resultados estão muito acima dos níveis considerados como ideais para a disponibilidade de nutrientes proposta por Ribeiro (1999) que considera como "muito bom" valores acima de 120, 45 mg dm^{-3} e 4,0 $cmol_c$ dm^{-3} de K, P e Ca respectivamente.

Tabela 1. Concentrações de nutrientes, na matéria seca das fontes orgânicas empregadas no processo de compostagem provenientes de diferentes locais da cidade de Manaus.

Materiais Utilizados	Nutrientes					
	Ca	Mg	K	Na	N	P
	---------- g.kg^{-1} ----------					mg kg^{-1}
Resíduos de Feira	6,71	2,14	26,59	0,37	17,57	2,80
Folhas e Galhos[1]	29,54	1,88	8,58	0,21	12,62	0,75
Fibra de coco[2]	2,36	15,10	11,70	0,52	6,72	0,92
Esterco de cavalo	14,23	3,08	4,45	0,64	11,00	3,96
Restolho	12,5	1,73	2,71	0,32	8,54	1,91

1. resíduos de podas de jardins; 2. Material verde triturado.

Primo et al. (2010) avaliando compostos como base principalmente em talo de fumo, observou que os níveis de P, K e Ca foram 2,3; 25,3 e 8,4 g kg^{-1} respectivamente aos 120 dias de compostagem. De forma semelhante, Costa et al. (2009) analisando compostos formados a partir de resíduos animais e vegetais em diferentes proporções, encontrou uma variação de 4,5 a 8,5 g kg^{-1} de P; 4,5 a 15,4 g kg^{-1} de K e 5,0 a 10,0 g kg^{1} de Ca aos 90 dias de compostagem. Zahradník e Petríková (2007) encontraram valores de 0,9 g kg^{-1} de P e 2,1 g kg^{-1} de K em compostos orgânicos, bem como Strojaki et al. (2013) que relataram uma concentração de 5,0 g kg^{-1} de P; 4,4 g kg^{-1} de K e 30,1 g kg^{-1} de Ca em composto originário de lixo urbano. Os resultados apresentados pelos estudos citados anteriormente, são superiores a 0,68 e 0,55 g kg^{-1} de P; 2,01 e 1,52 g kg^{-1} de K, e 1,59 e 1,41 g kg^{-1} de Ca (dados da tabela 2 multiplicados por 0,8 kg dm-3 de composto) para compostos em leiras estáticas e reviradas, conforme resultados apresentados pelo presente este estudo. A diferença entre resultados pode estar relacionada aos tipos de análises químicas utilizadas para estimar o teor de nutrientes disponíveis nos compostos orgânicos. Sendo que a análise química que considera o

composto como material vegetal, utiliza a digestão acida, com a liberação total de todos os nutrientes presentes na matéria orgânica, incluindo aqueles ligados mais fortemente a compostos orgânicos que não estariam disponíveis para absorção pelas plantas. Já a análise química do composto como substrato fornece dados de disponibilidade real de nutrientes que já foram mineralizados da matéria orgânica.

Estes resultados podem ser explicados pelo fato desse composto orgânico ser constituído basicamente de restos vegetais frescos que tem boas concentrações de nutrientes, onde em grande parte dos casos, é várias vezes maior que a concentração do solo e de compostos a base de esterco e resíduos industriais (Mengel & Kirkby, 2001; Barker & Pilbean, 2007; Novais et al., 2007; Jones Jr. 2012; Marschner 2012).

Tabela 2. Concentração de macronutrientes, pH e Matéria orgânica (M.O) em composto estático e revirado aos 75, 90, 105 e 120 dias de compostagem.

Tipo de pilha	Dias	pH (H_2O)	M.O.	N	C/N	P	K	Ca	Mg
			- - g kg^{-1} - -			- - mg dm^{-3} - -		- $cmol_c$ dm^{-3} -	
Estático	75	6,92	458,61	10,30	27,23	441,62	1045,00	7,02	3,91
	90	6,90	387,58	7,92	31,37	447,48	1130,00	6,61	3,62
	105	6,65	329,24	7,52	26,29	315,72	817,50	7,92	4,42
	120	7,02	302,91	7,92	22,77	543,94	1615,00	5,32	4,99
Revirado	75	7,00	446,68	11,09	23,52	319,37	1220,00	5,68	4,52
	90	6,90	313,20	8,09	22,70	394,42	985,00	7,04	4,75
	105	6,81	334,13	7,46	29,07	443,56	1115,00	6,56	5,05
	120	7,04	275,46	5,23	32,96	423,73	1057,50	6,27	4,71

Quanto ao Mg, o resultado da análise de variância mostrou diferença significativa entre pilhas estáticas e reviradas pelo teste F ($p<0,05$), estando a concentração desse nutriente superior em pilhas reviradas (4,75 $cmol_c$ dm^{-3}) em comparação com pilhas estáticas (4,23 $cmol_c$ dm^{-3}), com diferença de 0,52 $cmol_c$ dm^{-3} entre as mesmas (Figura 2), além disso, este foi o elemento o terceiro nutriente encontrado em maior concentração no composto orgânico estático (514,0 mg dm^{-3} de Mg) e revirado (577,0 mg dm^{-3} de Mg). Essa diferença, pode ser decorrente do tipo de manejo aplicado nas pilhas de revolvimento, onde a matéria orgânica se estabiliza com aproximadamente três meses, enquanto que as pilhas estáticas terão estabilidade com quatro meses. Isso ocorre devido ao aumento do arejamento que possibilita o aumento de oxigênio no interior das pilhas reviradas aumentando a atividade de microrganismos, acelerando o processo de compostagem (Brito et al., 2008).

Por outro lado, levando em consideração o potencial de lixiviação nas pilhas de composto orgânico ao ar livre, pode-se supor que a quantidade maior de Mg nas pilhas

reviradas se deu pelo fato delas serem reviradas periodicamente, evitando esse processo de lixiviação, fato esse que não acontece com as pilhas estáticas. Tanto na pilha estática quanto na revirada, os valores observados são considerados como “altos” por Borges e Souza (2011), e como “muito bom” por Ribeiro et al., (1999).

Resultados apresentados por Franchini et al. (2003) permitem constatar que, sob sistemas com alto aporte de resíduos orgânicos, os cátions polivalentes (Ca, Mg e Al) são preferencialmente lixiviados no perfil do solo, em relação ao cátion monovalente (K). Segundo este autor, isso ocorre devido a formação de cargas nulas ou negativas de complexos orgânicos gerados a partir da associação entre cátions polivalentes e alguns extratos orgânicos provenientes da deterioração da matéria orgânica. Contudo, ressalta-se que em sistemas inorgânicos o K é preferencialmente lixiviados que Ca e Mg por se associarem mais facilmente a ânions inorgânicos.

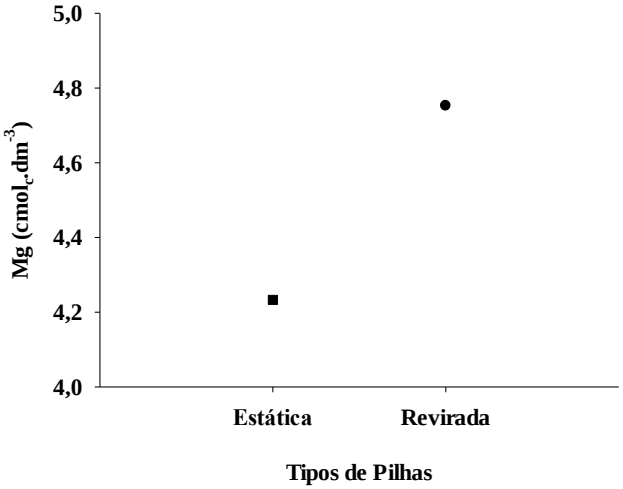


Figura 2. Teor de magnésio (Mg) nas pilhas de compostos orgânico revirado e estático no período de 75 dias à 120 dias.

Não foram observadas interações entre períodos e tipos de pilhas para qualquer uma das variáveis avaliadas, no entanto, em relação ao período de maturação do composto, houve diferença significativa para as variáveis pH, N e M.O do solo. O pH apresentou variação nos diferentes períodos de avaliação, sendo o menor valor 6,82 e o maior valor 7,02 (Figura 3). Esse comportamento adequou-se ao modelo quadrático de regressão com redução entre os períodos de 90 e 105 dias. Os valores observados são considerados alto e muito altos de acordo com os critérios de Ribeiro (1999). Esses resultados mostram que a matéria orgânica produz um composto considerado alcalino independente das condições climáticas onde ocorra a compostagem. Resultado que pode ser explicado pela alcalinidade do citoplasma das células vegetais que situa-se entre 7,1

e 7,4 de pH (Gout et al., 1992), além da concentração acentuada de bases como Ca, Mg e K (Taiz e Zeiger, 2013).

Estudos realizado por outros autores com compostos orgânicos de esterco (Hernández et al. 2010), resíduos urbanos Mhindu et al. (2013), e pilha com e sem revolvimento com palha e soro de leite (Brito et al., 2008), obtiveram um pH final mais elevado. Os resultados de pH obtidos no presente estudo, mostram que em condições tropicais o processo de compostagem pode reduzir do pH dos compostos orgânicos, isso possivelmente pode estar relacionado com o alto índice pluviométrico desta região que lavam as bases carreando para o solo.

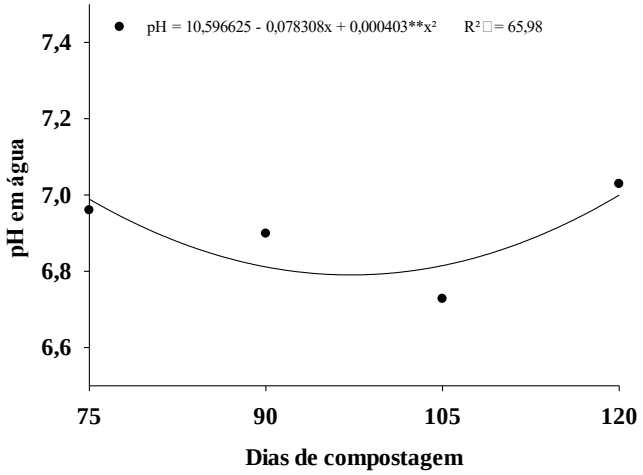


Figura 3. pH em água de composto orgânico no período de 75 a 120 dias de maturação das pilhas.

O teor do N total apresentou um comportamento linear decrescente em função do período de compostagem (Figura 2), onde o maior teor foi de 10,30 g kg^{-1} de N aos 75 dias de compostagem, e o menor valor foi de 6,57 g kg^{-1} de N aos 120 dias como media entre as pilhas reviradas e estáticas, ou seja uma perda diária de 0,074 N kg^{-1}. Além disso, apesar de não apresentar diferença significativa entre os tratamentos, é possível observar uma leve tendência de redução da relação C/N em pilhas estáticas, e um aumento da relação C/N em leiras reviradas com medias de 27:1 para ambos os tipos de leiras.

Os teor de N total encontrado são menores que os normalmente encontrados nos fertilizantes orgânicos tradicionais (Suanada et al., 2015; Leal et al., 2013; Tiquia et al, 2012).,Em estudo com compostagem de resíduos vegetais e de abate de aves, Suan

ada et al. (2015) encontraram um teor de 18,7 g kg^{-1} de N no início da compostagem e o teor final de 15,6 g kg^{-1} de N aos 147 dias de maturação do composto, totalizando uma perda diária de 0,021 g kg^{-1} de N, e com um aumento da relação C/N de 11:1 para 12:1. De mesmo modo Tiquia et al. (2002) observaram uma redução de 35,9 g kg^{-1} de N para 16,8 g kg^{-1} de N em pilhas reviradas, e 37,3 g kg^{-1} de N para 18,3 g kg^{-1} de N em pilhas estáticas de composto formado a partir de esterco de suínos maturadas por 42 dias, com relação C/N inicial de 11:1 e final de 18:1 em pilhas reviradas e estáticas, com uma perda diária de 0,45 g kg^{-1} de N para ambos os tipos de leiras.

É provável que as perdas de N possam ter ocorrido devido a um desequilíbrio da relação C/N do material orgânico usado na produção do composto, como a alta quantidade de material rico em N (esterco equino, resíduo de feira e podas de arvores) em relação a quantidade de material rico em C (fibra de coco e restolho). Neste caso o N ficando em excesso podem ocorrer perdas elevadas, onde o N não complexado pode se transformar rapidamente em formas gasosas NO_2, N_2 e amônia e ser volatilizado, além de ter lixiviado para o solo pelas águas das chuvas como ocorre naturalmente para este elemento em ambientes abertos (Mengel e Kirkby, 2001; Barker e Pilbean, 2007; Marchner, 2012).

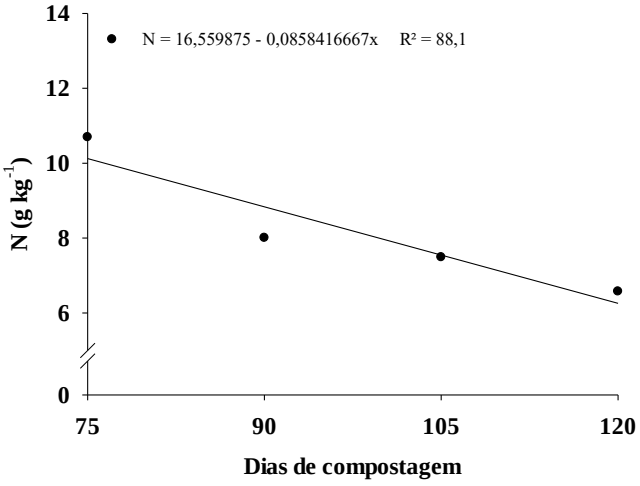


Figura 2. Teor de N total em composto orgânico no período de 75 a 120 dias de maturação das pilhas.

Houve uma redução de forma linear no teor de matéria orgânica dos compostos, independente da condição de condução das pilhas, e não houve interação entre os fatores tipo de pilha e período de compostagem (Figura 3). A redução diária da M.O foi de 3,40 g kg^{-1}, assim, dos 75 aos 120 dias, houve uma redução de aproximadamente 73% da M.O, mostrando que ocorreu uma rápida mineralização do composto, valor situado muito acima dos resultados apresentados em outros estudos (Gigliotti et al, 2012; Eshetu et al., 2012; Wang et al., 2015). É possível que no presente estudo as características climáticas da região amazônica de temperatura e umidade acelerem o processo de decomposição da matéria orgânica, quando em comparação com condições em que foram realizados esses outros estudos.

Por outro lado, em clima subtropical úmido, Silva et al. (2009) observaram que houve uma redução acentuada do teor de carbono orgânico total início da compostagem, possivelmente devido à alta atividade de microrganismos agindo na mineralização da matéria orgânica. Resultado semelhante foi descrito por Grigatti et al. (2004) em estudo com dois tipos de composto orgânico, sugerindo que uma alta atividade de microrganismos que na presença de oxigênio e umidade, atuam na deterioração das estruturas vegetais liberando carbono na forma de CO_2 (Fenner & Freeman, 2011), que se reflete no teor de M.O.

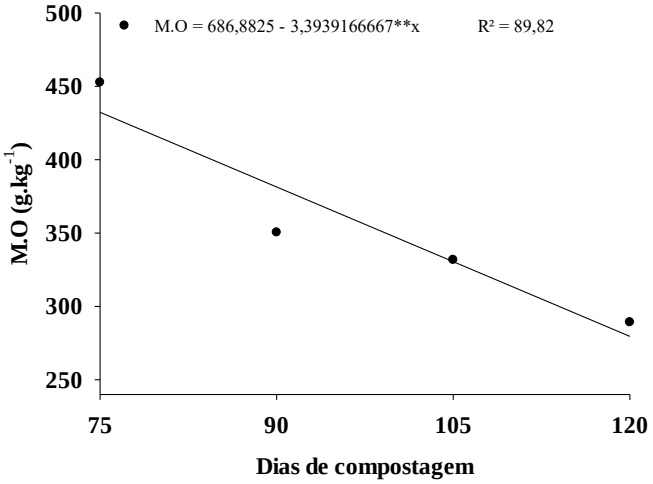


Figura 4. Teor de Matéria Orgânica (g kg^{-1}) nas pilhas de reviramento e em pilhas estáticas no período de 75 dias à 120 dias.

Dentre os micronutrientes analisados (Tabela 3), o Zn apresentou as maiores concentrações aos 90 dias, com media de 21,1 mg dm^{-3}, valor situado muito acima do teor considerado "alto", segundo Ribeiro et al., (1999), que é de 2,2 mg dm^{-3}. Esses valores também situam-se muito acima das concentrações indicadas para culturas

exigentes em Zn como por exemplo alho, cafeeiro, citros e tomateiro que segundo Abreu et al., (2007) que exigem em torno de 1,2 mg dm^{-3} de Zn no substrato. Assim, o presente composto orgânico pode servir como uma ótima fonte de Zn para atender as exigências das culturas.

Tabela 3. Concentração de micronutrientes em composto estático e revirado aos 75, 90, 105 e 120 dias de compostagem.

Tipo de pilha	Dias	Fe	Zn	Mn	Cu
		---------- mg.dm^{-3} ----------			
Estático	**75**	86,50	20,47	26,43	0,83
	90	89,25	28,62	33,16	0,78
	105	49,50	17,73	23,90	0,61
	120	38,75	19,34	24,84	0,67
Revirado	**75**	65,25	18,81	23,13	0,79
	90	87,00	22,79	29,59	0,78
	105	67,75	22,18	29,15	0,68
	120	44,50	19,27	23,75	0,72

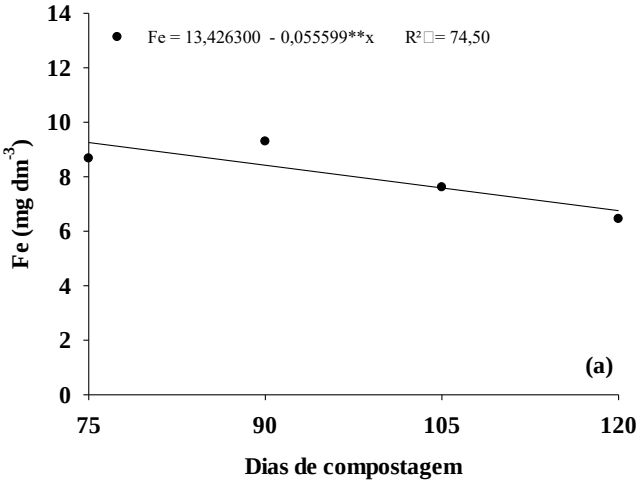
Quanto ao Fe obteve-se resultado significativo somente para o período de compostagem, com ajuste ao modelo linear de regressão. De acordo com a curva de regressão houve uma queda de 2,50 mg dm^{-3} (39,67 mg dm^{-3} de Fe para dados não transformados) na concentração de Fe de 75 para 120 dias de compostagem, porém observado somente os dados e desconsiderando a curva de regressão, aos 90 dias de compostagem foi encontrado 88,12 mg.dm^{-3} de Fe sendo esta, a maior concentração deste nutriente em todo o período de compostagem (Figura 4a).

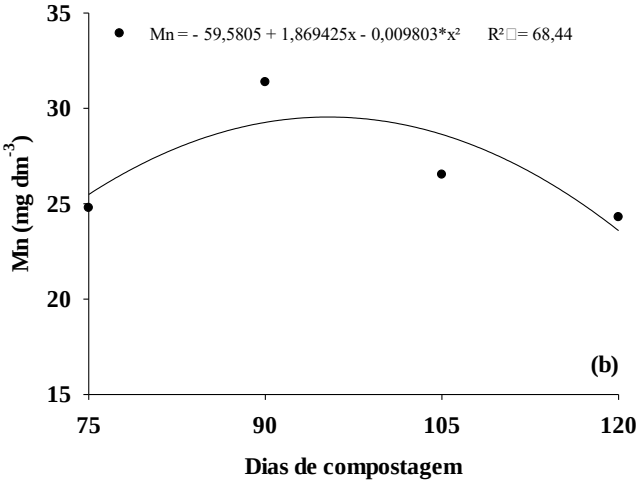
O Mn apresentou um comportamento quadrático de disponibilidade, em função do período de compostagem. De acordo com a curva de regressão, a maior disponibilidade de Mn ocorreu a aproximadamente 95 dias de compostagem, apresentando 29,54 mg de Mn dm^{-3} de composto, porém, assim como o Fe, a maior disponibilidade de Mn ocorreu aos 90 dias compostagem com 31,3 Mn dm^{-3} ao desconsiderar a curva de regressão (Figura 4b).

Quanto ao comportamento do Cu em função do período de compostagem, este também se adequou ao modelo quadrático de regressão, com queda nas concentrações de Cu de 0,17 mg dm^{-3} de 75 até 105 dias, em seguida, houve um leve aumento em torno de 0,05 mg dm^{-3} de Cu aos 120 dias. Os níveis de disponibilidade deste nutriente estiveram muito próximos entre os 75 e 90 dias, com diferença média de 0,03 mg dm^{-3} entre estes dois períodos (Figura 4c).

Estes resultados mostram que há variação na disponibilidade de alguns micronutrientes em relação ao período de compostagem, sendo que normalmente ocorre

uma redução em seus teores após 105 dias de compostagem. Apesar de ocorrer uma redução na disponibilidade de Fe, Mn e Cu, os teores destes elementos estão classificados como “bom” ou “alto” para as concentrações de ferro, “alto” para o teor de Mn e “baixo” ou “médio” para o teor de Cu de acordo com a classificação de Ribeiro (1999) e Abreu (2007). Os resultados obtidos nesse trabalho seguem a mesma tendência de outros estudos com relação aos teores de micronutrientes (Orrico Junior et al., 2012; Guerra et al., 2012; Haroun et al., 2007). Por outro lado, Carneiro et al. (2013) observaram um aumento dos teores de Fe, Mn e Cu em compostos orgânicos até os 105 dias de compostagem.





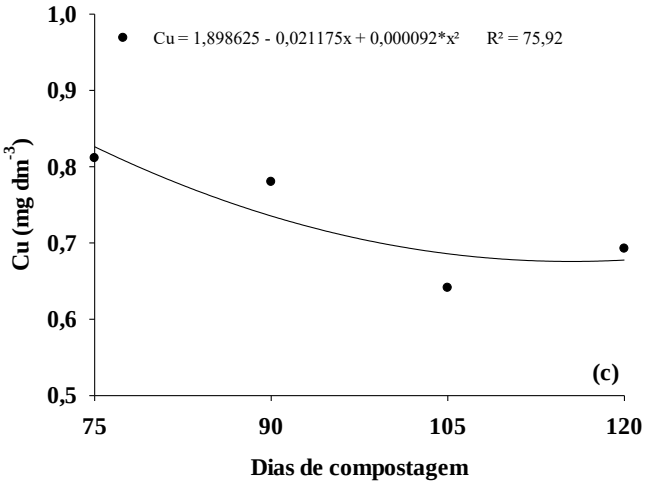


Figura 5. Teor de ferro (Fe) (a), manganês (Mn) (b) e cobre (Cu) (c) em pilhas de compostos orgânico no período de 75 dias à 120 dias.

Com base nos resultados apresentados é possível entender que aos 90 dias de compostagem, as maiores partes nos nutrientes se encontraram em maiores concentrações nos substratos, a análise de MO mostra que a partir deste período a redução é muito menor que no período inicial. Logo é possível que aos 90 dias as pilhas de compostos estejam em condições ideais para uso. Contudo, ainda há a necessidade de estudos para tentar elucidar as questões econômicas para produção dos dois tratamentos, tendo em vista que nos tratamentos de leiras estáticas quase não se utiliza mão de obra, entretanto há uma produção menor de composto. Em leiras reviradas a mão-de-obra é mais utilizada nos períodos de reviramento, podendo assim ter um custo maior, entretanto a produção de composto após peneiramento é maior quantitativamente. Futuros trabalhos devem ser realizados visando diminuir as perdas de N durante o processo.

Conclusão

A compostagem demonstrou ser uma alternativa promissora à reciclagem de resíduos de feira e podas de árvores da cidade de Manaus podendo resultar em um composto de alta qualidade nutricional, mas pode ocorrer perdas excessivas de N.

A compostagem de resíduos orgânicos apresentou melhores resultados químicos no período entre 90 e 105 dias para as condições climáticas de Manaus, neste período há

maior disponibilidade de nutrientes e melhores condições químicas (pH e MO) para o seu uso.

Referências

ABREU CA; LOPES A.L; SANTOS G. 2007 Micronutrientes. In: NOVAIS RF; ALVAREZ VH.; BARROS NF; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL. Fertilidade do Solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645-736.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. 2015. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/. Acessado em: 15 de março 2015.

BARKER, AV; PILBEAM, DJ. 2007.Handbook of Plant Nutrition. CRC Press, Boca Raton, Florida. 89p

BRITO LM; AMARO AL; MOURÃO I; COUTINHO J. 2008. Transformação da matéria orgânica e do nitrogênio durante a compostagem da fração sólida do chorume bovino. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 32:1959-1968.

COSTA MSSM; COSTA LAM; DECARLI LD; PELÁ A; SILVA CJ; MATTER UF; OLIBONE D. 2009. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.* 13: 100–107.

COSTEIRA JLS TEOXEIRA L.B. OLIVERIA R.F. Y. 2005.Tempo de compostagem de lixo orgânico urbano, caroço de açaí e Serragem em moju, Pará In: seminário de iniciação científica da UFRA. Anais eletrônicos: Ciência e tecnologia com inclusão social Belém, PA: Belém, PA. Disponível em: http://www .alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/575662

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.

FENNER N; FREEMAN C. 2011. Drought-induced carbon loss in peatlands. *Nature geoscience* 4: 895–900.

GOUT E; BLIGNY R; DOUCE R. 1992. Regulation of Intracellular pH Values in Higher Plant Cells carbon-13 and phosphorus-31 nuclear magnetic resonance studies. *Biological Chemistry.* 267:13903-13909.

HERNÁNDEZ A; CASTILLO H; OJEDA D; ARRAS A; J LÓPEZ; SÁNCHEZ E. 2010. Effect of vermicompost and compost on lettuce production. *Chilean journal of agricultural research.* 70: 583-589

LEAL MAA; GUERRA JGM; PEIXOTO RTG; ALMEIDA DL. 2007.Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. *Horticultura Brasileira.* 25: 392-395.

MARSCHNER, H. 2012.Mineral nutrition of higher plants. *Elsevier*. London: 643p.

MARTIN CR; FARIAS RM. 2002. Produção de alimentos X desperdícios: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola - *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*. 9:83-93.

MENGEL, K; KIRKBY, E. Principles of plant nutrition. Boston, London: *Kluwer Academic Publishers*, 2001. 849p.

MHINDU RL; WUTA M; NGORIMA E. 2013. Composting of selected organic wastes from peri-urban areas of Harare, Zimbabwe International. *Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 2:14

PAIVA ECR; MATOS AT; BARROS RTP; COSTA TDR; SARMENTO AP. 2013.Avaliação de leiras estáticas aeradas na compostagem de carcaças de frango. *Engenharia na agricultura*. 21: 482-492.

PEEL MC; FINLAYSON B L; MCMAHON T A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology. *Earth System Science*. 11: 1633–1644.

PMM - Prefeitura municipal de Manaus. 2015. Disponível em: http:// www.manaus.am.gov.br/2014/06/21/prefeitura-apresenta-novo-sistema-de-coleta-de-lixo-no-centro-de-manaus/Acessado em: 15 de março 2015.

PRIMO DC; FADIGAS FS; CARVALHO JCR; SCHMIDT CDS; BORGES FILHO ACS. 2010. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduo de fumo *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 14: 742–746.

SUNADA NS; ORRICO ACA; ORRICO JUNIOR MAP; CENTURION SR; OLIVEIRA ABM; FERNANDES ARM; JUNIOR JL; SENO LO. 2015. Compostagem de resíduo sólido de abatedouro avícola. *Ciência Rural*. 45: 178-183

TIQUIA, SM. ; TAM, NFY. 2002. Characterization and composting of poultry litter in forced aeration piles. *Process Biochem*. 37: 869–880.

TEIXEIRA WG; ARRUDA W; SHINZATO E; MACEDO RS; MARTINS GC; LIMA HN; RODRIGUES TE. 2010. Solos. In: MAIA M. *Geodiversidade do Estado do Amazonas*. Manaus-AM. CPRM. p. 815-843.

VALENTE BS; XAVIER EG; MORSELLI TBGA; JAHNKE DS; BRUM SB;. CABRERA BR; MORAES PO; LOPES DCN. 2009. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. *Archicles Zootecnology*. 58: 59-85.

CAPITULO 2

AYUB TA; OKA JM; CHAVES FCM; ALFAIA SS; KANO C. 2015. Efeito da adubação com composto orgânico na produção de alface americana na região de Manaus – AM.

Efeito da adubação com composto orgânico na produção de alface americana na região de Manaus-AM

Tiago de Amorim Ayub[1]; Jaisson Miyosi Oka[2]; Francisco Célio Maia Chaves[2]; Sonia Senna Alfaia[1]; Cristiaini Kano[2]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Av. André Araújo, 2936, Petrópolis, 69067-375 Manaus-AM.
[2]Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, Km 29, 69010-970, s/n. Manaus-AM

Resumo: A alface americana (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais apreciadas na alimentação no mundo, sendo cultivada em várias regiões. Porém, no cultivo convencional desta espécie ocorre a aplicação de nutrientes que na maioria das vezes são fornecidos por formulações químicas. O uso de fontes orgânicas tem se tornado uma excelente alternativa as adubações convencionais e ao meio ambiente, no aproveitamento de materiais orgânicos urbanos que seriam descartados inapropriadamente. Porém, os estudos com adubações orgânicas para o cultivo da alface americana ainda são poucos principalmente na região amazônica. O presente estudo tem por objetivo avaliar o efeito da adubação com composto orgânico de resíduos urbanos do desenvolvimento da alface americana. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso em fatorial 2x5 com composto estático e revirado e cinco doses de composto (0; 12,5; 25; 50 e 75 t ha^{-1}) em três blocos com 16 plantas na área útil. Aos 40 dias após o transplantio foram avaliadas as características comerciais peso total, peso comercial, diâmetro da cabeça, número de folhas descartadas e número de folhas comerciais. Exceto para número de folhas descartadas, todas as características tiveram um incremento linear com melhores respostas para o composto revirado. A dose de 75 t ha^{-1} de composto orgânico revirado é a mais recomendada para o cultivo da alface americana.

Palavras Chave: Adubação orgânica, *Lactuca sativa*, matéria orgânica, compostagem.

Effect of soil fertilization with organic compost in the lettuce production in Manaus-AM

Abstract: lettuce (Lactuca sativa L.) is one of the most appreciated vegetables in the diet in the world and is cultivated in many regions. However, in the conventional culture of this species is the application of nutrients that are most often provided by chemical formulations. The use of organic sources has become an excellent alternative to conventional fertilizers and the environment, the use of urban organic materials that would otherwise be discarded inappropriately. However, studies with organic fertilizers for growing lettuce are still few mainly in the Amazon region. This study aims to evaluate the effect of fertilization with organic compost of municipal waste of the lettuce development. The experiment was conducted in randomized blocks in a factorial 2x5 with static and overturned compound and five compost rates (0, 12.5, 25, 50 and 75 t ha^{-1}*) in three blocks with 16 plants in the useful area. At 40 days after transplanting were evaluated commercial characteristics total weight, commercial weight, head diameter, number of discarded leaves and number of commercial sheets. Except for number of discarded leaves, all the features had a linear increase with better answers to the overturned compound. The dose of 75 t ha-1 overturned organic compound was the most recommended for growing lettuce.*

Keywords: organic fertilization, Lactuca sativa, organic matter, compost.

Introdução

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil e no mundo por sua facilidade de aquisição e produção durante o ano inteiro (Sala & Costa, 2012). Também destaca-se entre as hortaliças folhosas devido a sua importância alimentar como fonte de vitaminas e sais minerais (Santi *et al.*, 2010), o que assegura lhe expressiva importância econômica e social na agricultura familiar.

As regiões Sul e Sudeste são as maiores produtoras de alface, representando cada uma 30% da produção brasileira. A região Norte representa apenas 6% da produção brasileira (Hortibrasil, 2013) reflexo da dificuldade dos agricultores do Amazonas para

comercialização dos seus produtos, decorrentes do baixo nível de organização, qualificação profissional e qualidade do produto, calhando em rendas insuficientes para manter suas famílias (Noda & Noda, 1993).

Para produção de alface é muito comum o uso de fertilizantes minerais e químicos, uma prática agrícola que traz resultados satisfatórios em termos de produtividade. Contudo, deve-se levar em consideração a qualidade final do produto, pois sabe-se que seu uso desordenado pode prejudicar a saúde dos consumidores, além de onerar os custos de produção e causar danos a cultura (Silva *et al.,* 2010). Uma alternativa seria o uso de fertilizantes (ou adubos) orgânicos obtidos a partir de matérias-primas de origem animal ou vegetal, sejam elas provenientes de áreas urbanas, da agroindústria ou das propriedades rurais (Souza & Alcantara, 2008).

A produção rural ou urbana de composto orgânico pode minimizar custos de produção em função da logística e do reaproveitamento de recursos de dentro da propriedade e depende de custos relativamente baixos de mão de obra, sendo uma excelente alternativa para produção de hortaliças com ótimos resultados.

O aumento do custo dos fertilizantes minerais e a crescente poluição ambiental fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de C e nutrientes (Silva *et al.*, 2010). A produção rural ou urbana de insumos agrícolas orgânicos pode minimizar custos desses fertilizantes minerais e químicos, da mesma forma aproveita recursos de grande valor, até então desperdiçados dentro da propriedade para produção de composto orgânico, com baixos custos de mão de obra sendo uma excelente alternativa para bons resultados na produção de hortaliças.

O destaque para o problema do uso intensivo de agrotóxicos e o desrespeito ao meio ambiente em função da busca incessante por escala de produção de grandes empresas nacionais ocasionou forte êxodo rural, além do conflito entre as reais vantagens do uso de insumos químicos, máquinas e implementos agrícolas que não estão a alcance dos produtores familiares (Brum *et al.,* 2013).

A aplicação de composto orgânico, melhora significativamente a fertilidade do solo e níveis de matéria orgânica, além dos benefícios das qualidades físicas e estabilidade dos agregados do solo (Doublet *et al.*, 2011). Compostos a base de torta de filtro (Santana et al.,2012), a base de esterco de cavalo (Brito *et al.*, 2012) e de resíduos orgânicos industriais e domésticos (Oliveira *et al.,* 2014) obtiveram ótimos resultados

na cultura da alface em climas temperados utilizando poucas fontes para a composição das do composto.

No Amazonas há necessidade de estudos aprofundados para melhoria da produção da alface para um cultivo de qualidade quantos as características comerciais junto a pequenos produtores, reaproveitando resíduos da propriedade ou até mesmo da região. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de compostos orgânicos, feitos a partir de resíduos de feira e podas de arvores da cidade de Manaus, na produção de alface.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada na Empresa Natural Assessoria e Assistência na Agricultura LTDA, situada no Parque das Laranjeiras, em Manaus, Amazonas sob coordenadas 3º3'56,15"S e 60º0'43,55"O. O clima na Amazônia Central é classificado como "Amw", com temperatura média de 26,7 °C e regime pluviométrico superior a 2.000 mm/ano, com uma curta estação seca de 1 a 2 meses de precipitação inferior a 60 mm $mês^{-1}$ compreendendo os meses de agosto e setembro, e os outros meses com maiores médias de precipitação distribuída em maior intensidade entre dezembro e maio. A área da empresa é utilizada como um módulo de produção e envasamento de insumos agrícolas. O solo do local é tipicamente de terra firme, classificado como Latossolo Amarelo, textura argilosa.

As características químicas foram respectivamente: pH 6,6; M.O 70,34 g kg^{-1}; P, K e Na 2, 14 e 4 mg dm^{-3}; Ca e Mg foram 0,94 e 0,13 $cmol_c$ dm^{-3} e Saturação por bases (V%) 48,95. Em relação aos micronutrientes, os resultados foram respectivamente: 111; 0,95; 0,82; e 0,26 mg dm^{-3} para Fe, Zn, Mg e Cu.

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5x2+2, com cinco doses de composto orgânico (0, 12,5, 25, 50 e 75 t ha^{-1}) oriundos de dois métodos de compostagem (pilhas reviradas e pilhas estáticas), mais 2 tratamentos adicionais compostos de adubação química de acordo com a recomendação de Trani & Raij (1997) e adubação química + orgânica de 75 t ha^{-1} de composto orgânico comercial da marca WAY+ recomendação química de Trani & Raij (1997). Perfazendo um total de 12 tratamentos, com três repetições e 40 plantas por parcela.

A análise química do composto orgânico mostrou os seguintes resultados: pH = 7,2 e 7,04; matéria orgânica = 302,91 e 275,46 g kg^{-1}; N = 7,92 e 5,23 g kg^{-1}; P = 543,94 e 423,73 mg dm^{-3}; K = 1605,00 e 1057,50 mg dm^{-3}; Ca = 5,32 e 6,27 $cmol_c$ dm^{-3}; Mg = 4,99 e 4,71 $cmol_c$ dm^{-3}; Fe = 38,75 e 44,50 mg dm^{-3}; Zn = 19,34 e 19,27 mg dm^{-3}; Mn = 24,84 e 23,75 mg dm^{-3} e Cu = 0,67 e 0,72 mg dm^{-3} para composto estático e revirado respectivamente.

A correção do solo foi realizada um mês antes da aplicação dos adubos numa dose equivalente a 1 t ha^{-1}, usando 400 ml de calcário dolomítico comercial líquido CALTEC com 100% de PRNT equivalente a 1,0 t ha^{-1} do produto comercial em pó.

Foi utilizada a alface de tipo americana (Kaiser), germinadas em substrato comercial Plantmax, utilizando bandejas de 200 células, conduzidas por 15 dias. O transplantio ocorreu em canteiros de 1,2 metros de largura por 54 metros de comprimento, no dia 14 de outubro de 2014, onde foram dispostos os tratamentos em parcelas de 5,32 m². O espaçamento utilizado foi de 0,3 x 0,3 metros entre plantas e entre fileiras e a distância entre blocos foi de 0,6 metros.

As cinco doses do composto orgânico foram pesadas e aplicadas na camada superficial de 0 a 10 cm do solo, sendo revirado até que atingisse a homogeneidade.

O controle de ervas daninhas foi feito manualmente com catações semanais e o controle preventivo de pragas foi realizado com pulverizações quinzenais de óleo de neem na concentração de 1 mL por parcela.

Aos 44 dias, em 27 de novembro de 2014, foram cortadas as 16 plantas centrais da parcela, nas quais foram analisadas as seguintes variáveis: Peso comercial (g), diâmetro da “cabeça” (cm), número de folhas comerciais e não comerciais (un) e peso total (g).

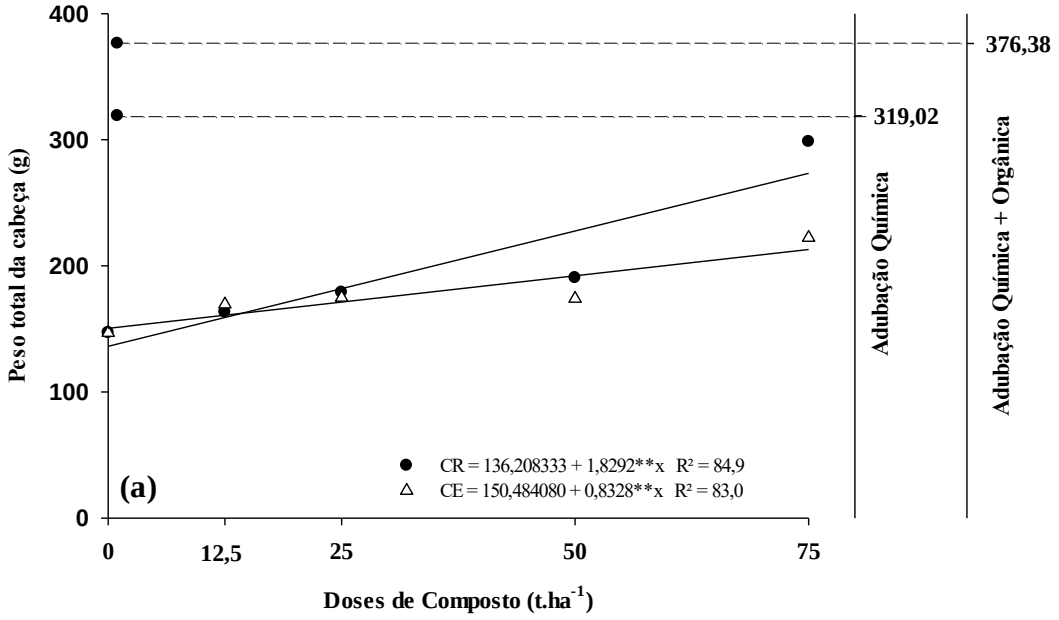
Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade, sendo transformados aqueles que não se apresentaram normais, pela equação de $y = \sqrt{(x + 0{,}5)}$. Em seguida, todos os dados foram submetidos à análise de variância, com significância de 5% pelo teste F. Os resultados referentes as doses de composto foram ajustados a equações de regressão, sendo utilizado o modelo melhor ajustado a resposta da planta e de acordo com o significado biológico do experimento.

Resultados e Discussão

Todas as variáveis apresentaram resultados significativos para a interação entre doses e tipos de composto, exceto para a variável número de folhas comerciais e

número de folhas não comerciais. Os resultados da Figura 1A mostram que o composto revirado proporcionou um ganho de peso total da cabeça de alface significativamente superior ao composto estático somente nas maiores doses de composto, esta diferença de peso foi de aproximadamente 76 g na dose de 75 t ha^{-1} de incremento para plantas cultivadas em composto revirado. O ganho em peso quando se utiliza o composto revirado é de 1,82 g $cabeça^{-1}$ para cada tonelada de composto revirado aplicado, enquanto que ao se utilizar o composto estático o ganho é de 0,83 g $cabeça^{-1}$. Contudo, a maior dose de composto não ultrapassou o peso obtido quando se utilizou a adubação química e a adubação química+orgânica.

Quanto ao peso comercial (Figura 1B), esse seguiu a mesma tendência do peso total da cabeça de alface. Levando em consideração a variável número de folhas não comerciais não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos de doses e



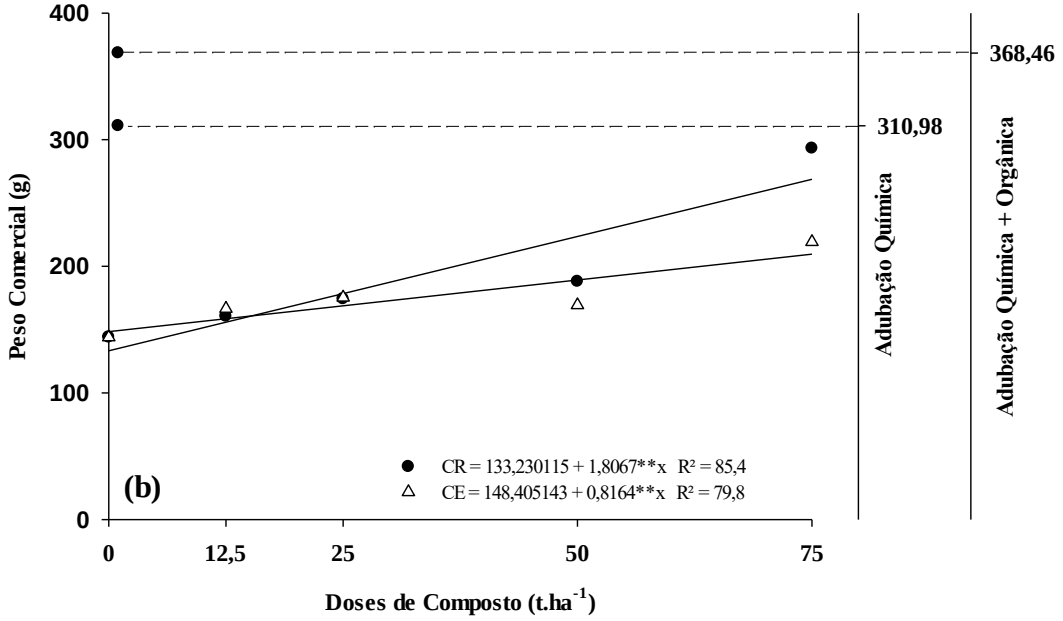


Figura 1. Peso Total (A) e Peso Comercial (B) da "cabeça" da alface americana em função de doses crescentes de composto revirado (CR) e estático (CE) em comparação com adubação química e química + orgânica convencional cultivada em casa de vegetação em Manaus-AM. ** coeficiente de regressão significativo ao nível de 1% pela análise de regressão. * coeficiente de regressão significativo ao nível de 5% pela análise de regressão.

tipos de composto, bem como sobre a adubação química e química + orgânica. Desta forma, pode-se afirmar que não há perda significativa no peso da cabeça pelo descarte de folhas não comerciais, além disso a perda no peso se dá em valores próximos independente do tratamento aplicado, ou seja, não é influenciada pelo tipo ou dose de adubação.

Esses resultados sugerem que provavelmente seria necessária a aplicação de uma dose ainda maior de composto orgânico para se equiparar as adubações de controle (química e química + orgânica), e que em tais condições de cultivo a adoção de um substrato que forneça maior quantidade de nutrientes, como observado na condição do fornecimento de nutrientes via formulações químicas, conjuntamente com os benefícios proporcionados pela matéria orgânica de condicionamento de solo, poderiam potencializar o ganho de massa e consequentemente aumentar o peso da cabeça de alface.

Os resultados de ganho de peso comercial da alface americana obtidos nesse trabalho variaram de 144,9 a 293,1 g planta^{-1} para leiras reviradas e 143,0 a 219,3 g planta^{-1} para leiras estáticas, resultados que estão bem abaixo dos encontrados por Yuri

et al. (2004), que observaram que doses crescentes de composto orgânico incorreu em um comportamento quadrático com peso comercial de 634,4 g planta^{-1} na dose aproximada de 57 t ha^{-1} de composto orgânico além de complementar com 105 kg ha^{-1} de N, 600 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 345 kg ha^{-1} de K_2O distribuídos em adubação de plantio e de cobertura. Da mesma forma Santana et al. (2012) encontrou um peso máximo comercial para a alface americana de 588,5 g planta^{-1} para a cultivar Tainah, 496,4 g planta^{-1} para a cultivar Júlia, ambas as cultivares na dose de 40 t ha^{-1} de composto orgânico a base de torta de filtro, e 583,1 g planta^{-1} para a cultivar Grandes Lagos na dose de 33,5 t ha^{-1} de composto orgânico formado de torta de filtro, além de uma adubação química adicional de 160 kg ha^{-1} de N e 420 kg ha^{-1} de P_2O_5.

É possível o peso reduzido da alface americana apresentada neste estudo quando comparado com os trabalhos acima citados, tenha sido em função de uma adubação menos concentrada em nutrientes, principalmente em relação ao N, sendo este nutriente fornecido somente pelo composto orgânico, cuja quantidade de N foi de 7,92 g kg^{-1} em leiras reviradas e 5,23 g kg^{-1} em leiras estáticas, e, no caso da adubação química e química + orgânica, a dose de 40 kg ha^{-1} foi equivalente a aproximadamente 2/5 (10 g kg^{-1} de N no composto e 105 kg ha^{-1} de N) da adubação utilizada por Yuri et al. (2004), e aproximadamente 1/4 (48,0 g kg-1 de N total no composto e 150 kg ha^{-1}de) utilizada por Santana et al. (2012). Em trabalhos com aplicação de doses de composto equivalentes a 0, 30, 60, 90 e 120 t ha^{-1}, Silva et al. (2011), observaram que os tratamentos de 90 e 120 t ha^{-1} obtiveram respostas semelhantes, diferindo apenas quanto ao peso da parte aérea, onde o tratamento 120 ha^{-1} foi considerado com o melhor desempenho diante dos demais.

Quanto a adubação química, os níveis de matéria orgânica do solo inicial de 70,34 g kg $^{-1}$ com pH 6,6, através do princípio da capacidade do efeito tampão demonstra que esses níveis são suficientes para manter o equilíbrio no solo, dando uma qualidade superior a adubação química, junto com a matéria orgânica já existente no solo inicial, sendo responsável pelo bom desempenho do tratamento nesse experimento, ressaltando a importância da matéria orgânica no solo. (Ribeiro et al,1999). Vidigal *et al.* (1997) trabalhando com composto orgânico em alface, verificaram maior peso de matéria seca com o aumento das doses de composto orgânico, ou seja, adubações químicas tendem a acumular maiores quantidades de água, por isso, o peso tende a ser maior, presumindo que a capacidade nutritiva seja parecida.

Deve-se atentar para teores de nitratos encontrados em adubações químicas que são tóxicos ao homem, Silva *et al.* (2011) constatou que concentração de nitrato encontrada nas plantas de alface produzidas no sistema convencional foi 2 vezes maior que na adubação orgânica, no sistema hidropônico foi 3,7 a 4,8 vezes maior que na adubação orgânica.

Em relação ao diâmetro da cabeça da alface americana (Figura 2), os dois tipos de composto apresentaram comportamento linear crescente, sendo os resultados dos tratamentos com composto revirado sempre mais elevados, com exceção da dose de 75 t ha^{-1}. Nessa dose, os valores de diâmetro da cabeça observados situaram-se bem próximos entre si, tanto na presença dos compostos, quando do tratamento com adubação química. No entanto, todos os resultados foram inferiores a ao tratamento químico + orgânico com diferença de aproximadamente 14 cm de diâmetro da cabeça.

Os resultados de diâmetro obtidos nesse trabalho variaram de 18,4 a 28,8 cm para leiras estáticas e 19,4 a 29,3 cm para leiras reviradas, valores situados bem acima dos valores encontrados em outros trabalhos com adubação orgânica como Yuri et al. (2004), que encontraram um comportamento quadrático do diâmetro da cabeça de alface americana em resposta as doses de composto, onde o maior diâmetro da cabeça encontrado foi 13,17 cm na dose 53,7 t ha^{-1}. E também Santana et al. (2012), que observaram um incremento linear no diâmetro da cabeça de alface americana com maior diâmetro de 13,77 cm $planta^{-1}$ na dose de 40 t ha^{-1} de composto baseado em torta de filtro. É possível que vários fatores tenham influenciado em tal resposta, sendo a temperatura um destes fatores, pois segundo Sanches et al. (1989) a temperatura mínima de 4 ºC e a máxima de 21 ºC são extremos para a alface, e de acordo com Araújo et al. (2010), as temperaturas elevadas podem causar a formação de cabeças pouco compactas na alface americana, o que justificaria o comportamento apresentado para a característica de diâmetro da cabeça apresentada pelo presente estudo. Além disso as doses que propiciaram o maior diâmetro nos estudos citados, foram pouco menores que as doses máximas de composto usadas no presente estudo, sugerindo que o fornecimento de um composto com maior quantidade de nutrientes, ou uma dose mais elevada de composto, pode potencializar o crescimento da planta e resultar em um diâmetro maior. Respostas positivas do fornecimento de doses crescentes de composto orgânico para outras cultivares de alface, também podem ser citadas como Silva et al. (2013), com as cultivares de alface Tainá e Julia com dose de composto ideal em torno de 30 t ha^{-1} de composto orgânico, e Vidigal et al. (1997) que relataram um aumento

linear no diâmetro da cabeça de alface vitória de verão em função de doses crescentes de composto orgânico**.**

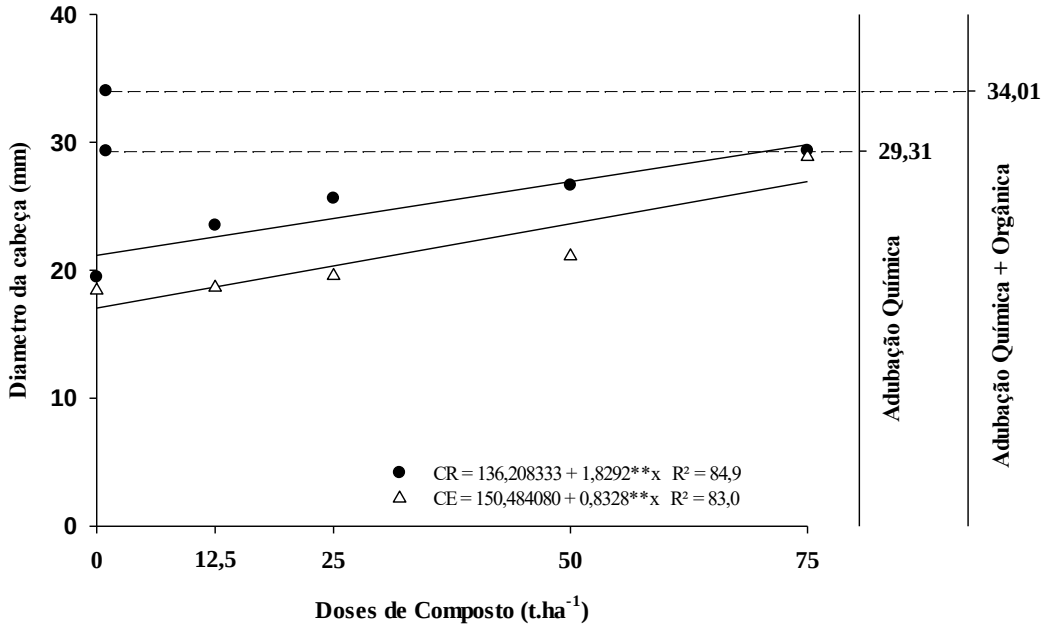


Figura 2. Diâmetro da "cabeça" da alface americana em função de doses crescentes de composto revirado (CR) e estático (CE) em comparação com adubação química e química + orgânica convencional cultivada em casa de vegetação em Manaus-AM. ** coeficiente de regressão significativo ao nível de 1% pela análise de regressão. * coeficiente de regressão significativo ao nível de 5% pela análise de regressão.

O número de folhas comerciais não foi influenciado pelos tipos de compostos, porém sofreu influência significativa das doses de composto, sendo um comportamento linear crescente, onde o ganho foliar ocorre a cada 15 toneladas de composto aplicado. Neste caso a maior dose de composto (75 t ha^{-1}) proporcionou um ganho de cinco folhas em relação a doses zero. Assim é possível que esta variável tenha influenciado positivamente o peso total da cabeça quanto a resposta as doses de composto. Em relação a adubação química e a química + orgânica, esses dois tratamentos apresentaram valores próximos, assim o efeito benéfico da matéria orgânica teve pouca influência quando comparado com a adubação química, tendo em vista que as doses de adubos químicos foram iguais para ambos tratamentos controle, ou seja, não proporcionou uma mudança fonológica real.

Para a característica de número de folhas comerciais, Vilas Boas *et al.* (2004) percebeu um incremento de seis folhas por planta de alface Elisa, com o aumento de doses de composto orgânico formado de folhas de feijoeiro com o aumento de 300% da dose inicial do composto. De forma semelhante, Santana *et al.* (2012) constatou que o

aumento nas doses de composto de torta de filtro propicia um aumento de cinco folhas comerciais na alface americana, com dose de até 40 t ha^{-1}. Peixoto Filho *et al.* (2013) observou um incremento no número de folhas de alface com doses crescentes de esterco de aves e bovino. Silva *et al.* (2013), encontraram um comportamento quadrático para o número de folhas, com 24,5 folhas $planta^{-1}$na dose de 30 t ha^{-1} de composto orgânico. Tais resultados corroboram na afirmativa de que o fornecimento de fontes de adubação orgânica, neste caso na forma de composto, proporcionam um incremento significativo no número de folhas de alface em qualquer cultivar, sendo potencializado de acordo com a concentração de nutrientes presentes nas fontes orgânicas, ou mesmo no fornecimento de adubações químicas complementares.

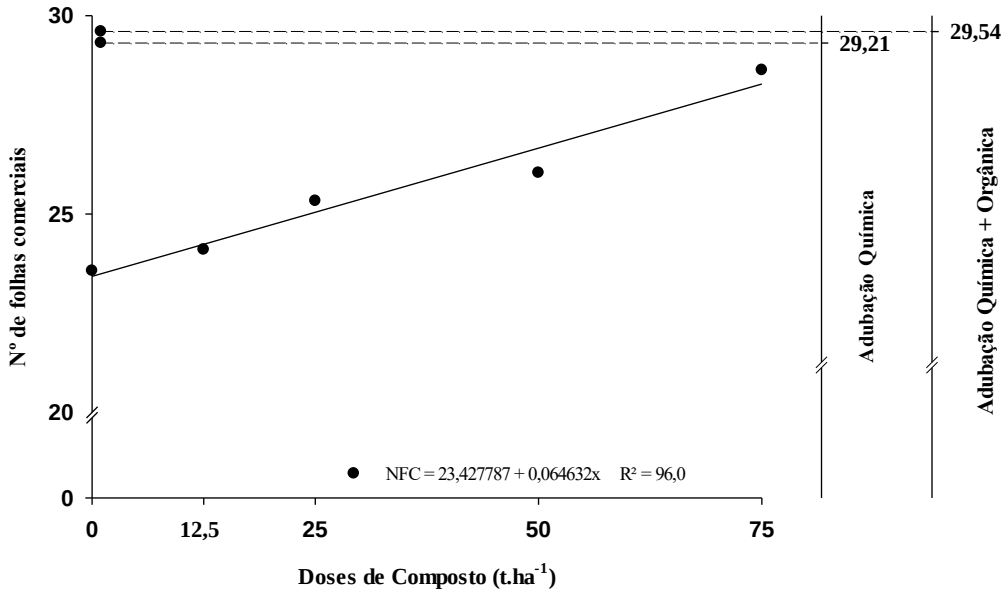


Figura 3. Número de folhas comerciais da alface americana em função de doses crescentes de composto revirado (CR) e estático (CE) em comparação com adubação química e química + orgânica convencional cultivada em casa de vegetação em Manaus-AM. ** coeficiente de regressão significativo ao nível de 1% pela análise de regressão. * coeficiente de regressão significativo ao nível de 5% pela análise de regressão.

Os resultados mostraram que a produção de composto orgânico além de se constituir em um ótimo método para o aproveitamento de resíduos urbanos pode também ser uma excelente alternativa à adubação química convencional para o cultivo da alface americana, haja vista que todas as características comerciais da alface foram influenciadas positivamente pelas doses crescentes de composto orgânico. Desta forma, é possível que doses maiores que 75 t ha^{-1} de composto orgânico tenham resultados ainda melhores para o crescimento desta cultura, considerando que a máxima eficiência

física não pode ser testada dentro do limite de doses de composto proposto por este estudo.

Conclusão

Nas condições desse trabalho, a adubação com composto orgânico revirado é a mais recomendada para o cultivo da alface orgânica na dose de 75 t ha^{-1}.

A adubação química em conjunto com a adubação orgânica potencializa a produção da alface americana.

O nitrogênio pode ter sido o nutriente que limitou a produção da alface americana em relação ao uso do adubação química + orgânica.

A compostagem de resíduos de feira e podas de árvores podem se constituir numa fonte alternativa de adubo de boa qualidade para a produção de hortaliças na cidade de Manaus, desde que se evite uma estreita relação C/N dos resíduos a serem utilizados no processo de compostagem.

Referências

ARAÚJO ST; FIDELES FILHO J; KUMAR KK; RAO TVR. 2010. Crescimento da alface americana em função dos ambientes, épocas e graus dias. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 5: 441-449

BRITO LM; PINTO R; MOURÃO I. COUTINHO J. 2012.Organic lettuce, rye/vetch, and Swiss chard growth and nutrient uptake response to lime and horse manure compost. *Org. Agr*. 2: 163–171

BRUM AL; DALFOVO WT; YONENAGA WH; ZÍLIO JA; LUCCA EJ. 2013. Viabilidade econômica da produção de adubo orgânico para assentamentos agrícolas na região norte de Mato Grosso. *Otra Economía*. 7: 151-165

DOUBLET AB; FRANCOU BC; POITRENAUD BM; HOUOT AS. 2011. Influence of bulking agents on organic matter evolution during sewage sludge composting; consequences on compost organic matter stability and N availability. *Bioresource Technology*. 102: 1298-1307.

HORTIBRASIL – Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. 2013. *Alface em números.* Disponível em http://www.hortibrasil.org.br/ Acessado em 15 de novembro de 2014.

LEAL, M. A.A.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. S. 2013. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. *17*: 419-424.

NODA H & NODA S.N. 1993. Produção de alimentos no Amazonas - Uma proposta alternativa de política agrícola. In: FERREIRA EJG; SANTOS GM; LENO ELM: OLIVEIRA LD. *Bases científicas para estratégia e preservação da Amazônia.* Manaus: INPA p. 310-328.

OLIVEIRA L B; ACCIOLY AMA; SANTOS CLR; FLORES RA; &. BARBOSA FS. 2014. Características químicas do solo e produção de biomassade alface adubada com compostos orgânicos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.* 18: 157-164.

PEIXOTO FILHO JU; FREIRE MBGS; FREIRE FJ; MIRANDA MFA; PESSOA LGM; KAMIMURA KM. 2013. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. *17*: 419-424.

RIBEIRO AC; GUIMARÃES PTG; ALVAREZ V. 1999. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação*. Viçosa: CFSEMG. 359 p.

SALA FC; COSTA CP. 2012. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. *Horticultura brasileira*. 30: 187-194

SANCHES CA. 1989. Growth and yield of crisphead lettuce under various shade conditions. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 114 (6): 884-890.

SANTANA CTC; SANTI A; DALLACORT R; SANTOS ML. 2012. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. *Revista Ciência Agronômica*. 43: 22-29.

SANTI A; CARVALHO MAC; CAMPOS OR; SILVA AF.; ALMEIDA JL; MONTEIRO S. 2010. Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. *Horticultura Brasileira*. 28: 87-90

SANTOS RHS; SILVA F; CASALI VWD; CONDE AR. 2001.Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. *Pesq. agropec. Brás.* 36: 1395-1398.

SILVA EMNCP; FERREIRA RLF; ARAÚJO NETO SE; TAVELLA LB; SOLINO AJS. 2011. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. *Horticultura Brasileira.* 29: 242-245.

SILVA ES; SANTI A; DALLACORT R; SCARAMUZZA J F; MARCO K; FENNER W. 2013. Adubação complementar com torta de filtro em alface americana. *Acta Iguazu*. 2: 11-21.

SILVA FAM.; BOAS RLV; SILVA RB. 2010. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. *Acta Sci Agron*. 32: 131-137.

SOUZA RB; ALCÂNTARA FA; 2008. Adubação no sistema orgânico de hortaliças. *Comunicado Técnico, 105.* Embrapa Amazônia Oriental. Brasília, DF. 8p.

TRANI PE; RAIJ B. 1997. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. IN: RAIJ B; CANTARELLA V H; QUAGGIO JA; FURLANI AMC. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de SãoPaulo*. Campinas:. Boletim Técnico. 100 285p.

VIDIGAL S.M. SEDIYAMA M.A.N 1997 GARCIA N.C.P MATOS AT. 1997. Produção de alface cultivada com diferentes compostos orgânicos e dejetos de suínos. Horticultura *Brasileira* 15: 35-39.

VILLAS BÔAS RL; PASSOS JC; FERNANDES M; BÜLL LT; CEZAR VRS; GOTO R. 2004. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*.22: 28-34.

YURI JE.; RESENDE GM; RODRIGUES JÚNIOR JC; MOTA JH; SOUZA RJ. 2004. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. *Horticultura Brasileira*. 22: 127-130.

SÍNTENSE

Capítulo 1

O trabalho foi realizado pelo Mestrando Tiago de Amorim Ayub, na Vivenda Verde, cidade de Manaus, trabalhando com produção de composto em dois métodos diferentes, visando avaliar a qualidade de nutrientes e sua relevância na agricultura. O composto foi produzido a partir de resíduos de orgânicos urbanos de feiras e poda de plantas de Manaus-AM. Na composição do composto foram utilizados resíduos orgânicos provenientes da cidade de Manaus, como podas, refugos de verduras, coco triturados, restos de folhas e restolho, avaliando a qualidade nutricional aos 75, 90, 105 e 120 dias de compostagem. Coletamos dados de pH, teor de matéria orgânica, Ca, Mg, P e K. Houve diferença significativa para o pH, M.O e os micronutrientes, Cu, Mn e Fe em função do tempo de compostagem, encontramos diferença significativa para Mg para tipo de tratamento, onde nas leiras reviradas foi constatada maiores concentrações, com exceção do Magnésio. Os dois tratamentos não se diferem quimicamente através de teste estatístico, Níveis totais de M.O, Cu e Mn, ao longo do processo de compostagem tendem a diminuir suas concentrações ao longo do processo de compostagem.

Capítulo 2

O presente estudo foi realizado no bairro Parque das Laranjeiras em Manaus, Amazonas que objetivou avaliar o efeito da adubação com composto orgânico de resíduos urbanos do desenvolvimento da alface americana em comparação com adubação química. Neste experimento foi utilizado cinco doses de composto e um único tipo de adubação química convencional. Após o transplante da alface foram avaliadas as características comerciais peso total e comercial, diâmetro da cabeça, número de folhas descartadas e número de folhas comerciais. Todas as características tiveram um incremento linear com melhores respostas para o composto revirado. A dose de 75 t ha^{-1} de composto orgânico revirado é a mais recomendada para o cultivo da alface americana.

REFERENCIAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. 2015. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/. Acessado em: 15 de março 2015.

ABREU CA; LOPES A.L; SANTOS G. 2007 Micronutrientes. In: NOVAIS RF; ALVAREZ VH.; BARROS NF; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL. Fertilidade do Solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645-736.

ARAÚJO ST; FIDELES FILHO J; KUMAR KK; RAO TVR. 2010. Crescimento da alface americana em função dos ambientes, épocas e graus dias. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 5: 441-449

BARKER, AV; PILBEAM, DJ. 2007.Handbook of Plant Nutrition. CRC Press, Boca Raton, Florida. 89p

BENITES VM; COELHO MR; MENDONÇA-SANTOS ML; SOUZA LF; MADARI B; MACHADO PLOA; SILVA EF; TROMPOWSKY PM; SANTOS HG. Fracionamento de substâncias húmicas em espodossolos do estado do Rio de Janeiro. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Ribeirão Preto, SP. Resumo em Anais e em CDROM. Viçosa, SBCS. 2003

BRITO LM; AMARO AL; MOURÃO I; COUTINHO J. 2008. Transformação da matéria orgânica e do nitrogênio durante a compostagem da fração sólida do chorume bovino. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 32:1959-1968.

BRITO LM; PINTO R; MOURÃO I. COUTINHO J. 2012.Organic lettuce, rye/vetch, and Swiss chard growth and nutrient uptake response to lime and horse manure compost. *Org. Agr*. 2: 163–171

BRUM AL; DALFOVO WT; YONENAGA WH; ZÍLIO JA; LUCCA EJ. 2013. Viabilidade econômica da produção de adubo orgânico para assentamentos agrícolas na região norte de Mato Grosso. *Otra Economía*. 7: 151-165

COSTA MSSM; COSTA LAM; DECARLI LD; PELÁ A; SILVA CJ; MATTER UF; OLIBONE D. 2009. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.* 13: 100–107.

COSTEIRA JLS TEOXEIRA L.B. OLIVERIA R.F. Y. 2005.Tempo de compostagem de lixo orgânico urbano, caroço de açaí e Serragem em moju, Pará In: seminário de iniciação científica da UFRA. Anais eletrônicos: Ciência e tecnologia com inclusão social Belém, PA: Belém, PA. Disponível em: http://www .alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/575662

CRAVO, M.S.; MURAOKA, T.; Caracterização química de composto s de lixo urbano de algumas usinas brasileiras. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 22:547-553, 1998.

DOUBLET AB; FRANCOU BC; POITRENAUD BM; HOUOT AS. 2011. Influence of bulking agents on organic matter evolution during sewage sludge composting; consequences on compost organic matter stability and N availability. *Bioresource Technology*. 102: 1298-1307.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.

FENNER N; FREEMAN C. 2011. Drought-induced carbon loss in peatlands. *Nature geoscience* 4: 895–900.

GOUT E; BLIGNY R; DOUCE R. 1992. Regulation of Intracellular pH Values in Higher Plant Cells carbon-13 and phosphorus-31 nuclear magnetic resonance studies. *Biological Chemistry.* 267:13903-13909.

HERNÁNDEZ A; CASTILLO H; OJEDA D; ARRAS A; J LÓPEZ; SÁNCHEZ E. 2010. Effect of vermicompost and compost on lettuce production. *Chilean journal of agricultural research.* 70: 583-589

HORTIBRASIL – Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. 2013. *Alface em números.* Disponível em http://www.hortibrasil.org.br/ Acessado em 15 de novembro de 2014.

LEAL MAA; GUERRA JGM; PEIXOTO RTG; ALMEIDA DL. 2007.Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. *Horticultura Brasileira.* 25: 392-395.

LEAL, M. A.A.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. S. 2013. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. *17*: 419-424.

MARSCHNER, H. 2012.Mineral nutrition of higher plants. *Elsevier*. London: 643p.

MARTIN CR; FARIAS RM. 2002. Produção de alimentos X desperdícios: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola - *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*. 9:83-93.

MENGEL, K; KIRKBY, E. Principles of plant nutrition. Boston, London: *Kluwer Academic Publishers*, 2001. 849p.

MHINDU RL; WUTA M; NGORIMA E. 2013. Composting of selected organic wastes from peri-urban areas of Harare, Zimbabwe International. *Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 2:14

NODA H & NODA S.N. 1993. Produção de alimentos no Amazonas - Uma proposta alternativa de política agrícola. In: FERREIRA EJG; SANTOS GM; LENO ELM: OLIVEIRA LD. *Bases científicas para estratégia e preservação da Amazônia.* Manaus: INPA p. 310-328.

NUNES MUC, Compostagem de Resíduos para Produção de Adubo Orgânico na Pequena Propriedade. Circular técnica 49. Aracaju SE: Embrapa Tabuleiros Costeiro, 2009.

OLIVEIRA L B; ACCIOLY AMA; SANTOS CLR; FLORES RA; &. BARBOSA FS. 2014. Características químicas do solo e produção de biomassade alface adubada com compostos orgânicos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.* 18: 157-164.

PAIVA ECR; MATOS AT; BARROS RTP; COSTA TDR; SARMENTO AP. 2013.Avaliação de leiras estáticas aeradas na compostagem de carcaças de frango. *Engenharia na agricultura*. 21: 482-492.

PEEL MC; FINLAYSON B L; MCMAHON T A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology. *Earth System Science*. 11: 1633–1644.

PEIXOTO FILHO JU; FREIRE MBGS; FREIRE FJ; MIRANDA MFA; PESSOA LGM; KAMIMURA KM. 2013. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. *17*: 419-424.

PMM - Prefeitura municipal de Manaus. 2015. Disponível em: http:// www.manaus.am.gov.br/2014/06/21/prefeitura-apresenta-novo-sistema-de-coleta-de-lixo-no-centro-de-manaus/Acessado em: 15 de março 2015.

PRIMO DC; FADIGAS FS; CARVALHO JCR; SCHMIDT CDS; BORGES FILHO ACS. 2010. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduo de fumo *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 14: 742–746.

RIBEIRO AC; GUIMARÃES PTG; ALVAREZ V. 1999. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação*. Viçosa: CFSEMG. 359 p.

SALA FC; COSTA CP. 2012. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. *Horticultura brasileira*. 30: 187-194

SAMPAIO, T. F. et al. Lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características físicas do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1637-1645, 2012.

SANCHES CA. 1989. Growth and yield of crisphead lettuce under various shade conditions. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 114 (6): 884-890.

SANTANA CTC; SANTI A; DALLACORT R; SANTOS ML. 2012. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. *Revista Ciência Agronômica*. 43: 22-29.

SANTI A; CARVALHO MAC; CAMPOS OR; SILVA AF.; ALMEIDA JL; MONTEIRO S. 2010. Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. *Horticultura Brasileira*. 28: 87-90

SANTOS RHS; SILVA F; CASALI VWD; CONDE AR. 2001.Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. *Pesq. agropec. Brás.* 36: 1395-1398.

SECRETARIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA DE MANAUS (SEMULSP). Em Manaus, população gerou quase 400 mil toneladas de lixo. Disponível em <http://www.semulsp.com.br/> Acessado em 15 de novembro de 2015

SILVA EMNCP; FERREIRA RLF; ARAÚJO NETO SE; TAVELLA LB; SOLINO AJS. 2011. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. *Horticultura Brasileira.* 29: 242-245.

SILVA ES; SANTI A; DALLACORT R; SCARAMUZZA J F; MARCO K; FENNER W. 2013. Adubação complementar com torta de filtro em alface americana. *Acta Iguazu*. 2: 11-21.

SILVA FAM.; BOAS RLV; SILVA RB. 2010. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. *Acta Sci Agron*. 32: 131-137.

SOUZA RB; ALCÂNTARA FA; 2008. Adubação no sistema orgânico de hortaliças. *Comunicado Técnico, 105.* Embrapa Amazônia Oriental. Brasília, DF. 8p.

SUNADA NS; ORRICO ACA; ORRICO JUNIOR MAP; CENTURION SR; OLIVEIRA ABM; FERNANDES ARM; JUNIOR JL; SENO LO. 2015. Compostagem de resíduo sólido de abatedouro avícola. *Ciência Rural*. 45: 178-183

TEIXEIRA WG; ARRUDA W; SHINZATO E; MACEDO RS; MARTINS GC; LIMA HN; RODRIGUES TE. 2010. Solos. In: MAIA M. *Geodiversidade do Estado do Amazonas*. Manaus-AM. CPRM. p. 815-843.

TIQUIA, SM. ; TAM, NFY. 2002. Characterization and composting of poultry litter in forced aeration piles. *Process Biochem*. 37: 869–880.

TRANI PE; RAIJ B. 1997. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. IN: RAIJ B; CANTARELLA V H; QUAGGIO JA; FURLANI AMC. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de SãoPaulo*. Campinas:. Boletim Técnico. 100 285p.

VALENTE BS; XAVIER EG; MORSELLI TBGA; JAHNKE DS; BRUM SB;. CABRERA BR; MORAES PO; LOPES DCN. 2009. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. *Archicles Zootecnology*. 58: 59-85.

VIDIGAL S.M. SEDIYAMA M.A.N 1997 GARCIA N.C.P MATOS AT. 1997. Produção de alface cultivada com diferentes compostos orgânicos e dejetos de suínos. Horticultura *Brasileira* 15: 35-39.

VILLAS BÔAS RL; PASSOS JC; FERNANDES M; BÜLL LT; CEZAR VRS; GOTO R. 2004. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*.22: 28-34.

YURI JE.; RESENDE GM; RODRIGUES JÚNIOR JC; MOTA JH; SOUZA RJ. 2004. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. *Horticultura Brasileira*. 22: 127-130

APÊNDICE

Tabela 1A. Resumo da análise de variância para peso total, peso comercial, diâmetro da cabeça, número de folhas não comerciais e número de folhas comerciais de alface americana, em função de tipos e doses de composto orgânico e adubação química em Manaus-AM.

FV	GL	QM									
		pH	MO	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
Tipo de pilha	1	0,032513ns	5925,7941ns	14057,8720ns	26450,0000ns	0,8482ns	2,1580**	0,1250ns	3,6992ns	4,8282ns	0,0024ns
Período de compostagem	3	0,133008**	38472,7477**	19221,5571ns	198470,8333ns	3,1020ns	0,9535**	3294,7916**	83,5890ns	74,2953ns	0,0490*
Inter, Tipo x Dose	3	0,009437ns	2325,8592ns	27686,0093ns	291825,0000ns	2,8758ns	0,6874*	548,4583ns	33,7005ns	36,0328ns	0,0045ns
Rep	7	0,034079*	8011,6848ns	16788,6522ns	314505,3571ns	1,8089ns	1,01299*	454,5535ns	11,5133ns	15,2587ns	0,0057ns
Resíduo	17	0,011797	4320,1133	36628,2622	224165,4411	1,2158	0,1631	448,1250	28,1705	29,0145	0,0122
CV (%)		1,57	18,46	45,98	42,16	16,83	8,99	32,04	19,85	25,47	15,14

Tabela 2A. Resumo da análise de variância para peso total, peso comercial, diâmetro da cabeça, número de folhas não comerciais e número de folhas comerciais de alface americana, em função de tipos e doses de composto orgânico e adubação química em Manaus-AM.

FV	GL	QM				
		Peso Total	Peso Comercial	Diâmetro da cabeça	N de folhas não comerciais	N de folhas comerciais
Tipo de composto	1	2459,24748**	2170,56108**	42,50680**	0,95230ns	0,11532ns
Doses de composto	4	11299,81482**	11019,89433**	85,26235**	0,29138ns	22,57456**
Inter, Tipo x Dose	4	1676,61710**	1643,62309**	13,88160ns	0,73360ns	10,18516ns
Fat, x Ad, Químico	1	47822,88109**	44359,80340**	121,46680**	1,10375ns	38,61180**
Tratamentos	10	10218,78562**	9718,44342**	56,05494**	0,61560ns	16,97660**
Blocos	2	874,00811ns	969,93053*	2,01281ns	0,32036ns	20,37817*
Resíduo	20	262,92397	224,36644	5,12818	0,31352	4,41329
CV (%)		8,16	7,68	9,74	28,79	8,15