



GOVERNO DO ESTADO DE RORAIMA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
INSTITUTO FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADÊMICO EM AGROECOLOGIA



DISSERTAÇÃO

**USO DO EFLUENTE DA PISCICULTURA NA FERTIRRIGAÇÃO DE
OLERÍCOLAS PRODUZIDAS COM BASE AGROECOLÓGICA**

VONIN DA SILVA E SILVA

BOA VISTA/RR
2019



GOVERNO DO ESTADO DE RORAIMA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
INSTITUTO FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADÊMICO EM AGROECOLOGIA



USO DO EFLUENTE DA PISCICULTURA NA FERTIRRIGAÇÃO DE OLERÍCOLAS PRODUZIDAS COM BASE AGROECOLÓGICA

VONIN DA SILVA E SILVA

Sob a Orientação do Professor

DSc Plínio Henrique Oliveira Gomide – UERR

e Coorientação do Professor

DSc Sandro Loris Aquino Pereira – EMBRAPA

Dissertação apresentada ao Mestrado Acadêmico em Agroecologia em associação: Universidade Estadual de Roraima, Instituto Federal de Roraima e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

BOA VISTA/RR
2019

Copyright © 2019 Vonin da Silva e Silva

Todos os direitos reservados. Está autorizada a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja informada a **fonte**.

Universidade Estadual de Roraima – UERR
Coordenação do Sistema de Bibliotecas
Multiteca Central
Rua Sete de Setembro, 231 Bloco – F Bairro Canarinho
CEP: 69.306-530 Boa Vista - RR
Telefone: (95) 2121.0945
E-mail: biblioteca@uerr.edu.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586u Silva, Vonin da Silva e.
Uso do efluente da piscicultura na fertirrigação de olerícolas produzidas com base agroecológica. / Vonin da Silva e Silva. – Boa Vista (RR): UERR, 2019.
95 f.: il. Color. 30 cm.
Dissertação apresentada ao Mestrado Acadêmico em Agroecologia em associação Universidade Estadual de Roraima, Instituto Federal de Roraima e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agroecologia, sob a orientação do Prof. D. Sc. Plínio Henrique Oliveira Gomide e coorientação do Prof. D. Sc. Sandro Loris Aquino Pereira.
1. Adubação 2. Alface 3. Eutrofização 4. Pepino 5. Tabaqui I. Gomide, Plínio Henrique Oliveira (orient.) II. Pereira, Sandro Loris Aquino (coorient.) III. Universidade Estadual de Roraima – UERR IV. Instituto Federal de Roraima V. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA VI. Título
UERR.Dis.Mes.Agr.2019.08 CDD – 631.86 (22. ed.)

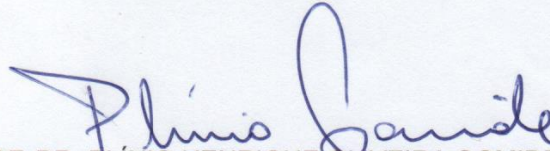
FOLHA DE APROVAÇÃO

VONIN SILVA E SILVA

Dissertação apresentada ao
Mestrado Acadêmico em
Agroecologia da Universidade
Estadual de Roraima, como parte
dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Agroecologia.

Aprovado em: 07/06/2019

Banca Examinadora



PROF. DR. PLÍNIO HENRIQUE OLIVEIRA GOMIDE

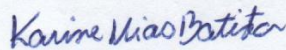
Orientador



PROF. DR. VALDINAR FERREIRA MELO
Membro Titular



PESQUISADOR DR. EDMILSON EVANGELISTA DA SILVA
Membro Titular



PESQUISADORA DR.^a KARINE DIAS BATISTA
Membro Titular

Boa Vista – RR
2019

Dedico este fruto do meu esforço primeiramente a DEUS, por proporcionar-me força e coragem durante toda esta longa caminhada.

A minha querida e amada esposa Elane de S. Santos.

Aos meus pais Osenir S. da Silva e Jacinta da Silva.

A minha família pelo apoio em todos os momentos desta jornada.

Aos amigos e a todos aqueles que de certa forma participaram desta conquista.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus, pela sua proteção e força e por permitir-me sentir sua presença em todos os momentos desta caminhada.

Agradeço a minha esposa Elane de S. Santos, pela cumplicidade, por seu amor incondicional, pelos momentos de compreensão e incentivo, obrigado por existir na minha vida.

Aos meus pais Osenir Sá da Silva e Jacinta da Silva, pelos valores de vida, valiosos ensinamentos, amor e incentivo durante toda a minha trajetória.

Aos meus irmãos Antônio, Luiz, Pâmella, Uilas e Umilas, pelo amor, companheirismo, apoio e incentivo do início ao fim deste projeto, imensamente grato.

Aos professores DSc Plínio Henrique Oliveira Gomide e DSc Sandro Loris Aquino Pereira, pela orientação e coorientação com competência, paciência e apoio em todos os momentos deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Roraima-IFRR, Universidade Estadual de Roraima-UERR e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, por me proporcionar a oportunidade de alcançar mais esta conquista na minha vida.

Agradeço aos colegas Magno dos Santos e Juliano J. S. de Melo pelo apoio durante a execução deste projeto.

A todos que de forma direta ou indireta, estiveram ao meu lado e contribuíram para a concretização deste sonho.

Muito Obrigado!

"Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer."

Mohandas Karamchand Gandhi

RESUMO

SILVA, Vonin da Silva e. **Uso do efluente da piscicultura na fertirrigação de olerícolas produzidas com base agroecológica.** 2019. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Agroecologia, Universidade Estadual de Roraima-UERR, Boa Vista-RR, 2019.

A demanda gerada pela população humana por alimento na última década, tem gerado inúmeros problemas de abrangência econômica, social e ambiental. Tal demanda exige cada vez mais o aumento da produção de alimentos, o que acarreta na necessidade de exploração de novas áreas agricultáveis, intensificação do uso do solo, uso indiscriminado de fertilizantes e defensivos químicos, bem como, o alto consumo de matéria prima e combustíveis fósseis. Esse cenário tem exigido ações concretas e eficazes que possibilitem o aumento real da produtividade através do uso eficiente do solo e dos recursos naturais disponíveis, desenvolvimento de técnicas que promovam a utilização racional e renovável dos insumos de produção e uso responsável das fontes hídricas. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial de uso do efluente de piscicultura associado com o uso de composto orgânico, como substituto da adubação química nas culturas da alface e pepino em sistema de cultivo sucessional em leiras a céu aberto. O trabalho foi desenvolvido na Horta Escolar do Instituto Federal de Roraima, *Campus* Novo Paraíso - IFRR/CNP no município de Caracaraí - Roraima, entre os meses de novembro/2018 a março/2019. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x3, sendo 2 níveis do fator efluente (com efluente-CE, sem efluente-SE) e 3 níveis do fator adubação (com composto-CC, com fertilizante-CF, sem adubação-SA). Para avaliar o potencial de uso como fonte de adubação, utilizou-se as culturas da alface (*Lactuca sativa* L.), variedade repolhuda Lucy Brown e pepino (*Cucumis sativus* L.), híbrido Caipira guarani. As variáveis avaliadas foram: Peso médio da planta - PMP, Massa fresca da parte aérea - MFPA, Massa seca da parte aérea - MSPA, Diâmetro médio da cabeça - DMC, Número médio de folhas - NMF e Produtividade - P (Kg ha^{-1}) para a cultura da alface após 45 dias de cultivo e Número médio de frutos/planta - NMFP, Comprimento médio do fruto - CMF, Diâmetro médio do fruto - DMF e Produtividade - P (Kg ha^{-1}) para a cultura do pepino com 30 dias de duração de colheita. Constatou-se que os maiores incrementos de produção para as fontes de adubação, foram encontrados na interação entre o efluente de piscicultura e a adubação com fertilizante químico para as culturas da alface e pepino. Observou-se ainda que, a interação entre a adubação com fertilizante químico sem o uso de efluente não diferiu estatisticamente da interação entre o efluente de piscicultura e o composto orgânico para a cultura da alface quanto à sua produtividade. Houve incremento nutricional no solo das parcelas fertirrigadas com o efluente de piscicultura com o aumento do índice de saturação de bases e elevação do pH do solo.

Palavras-chave: Adubação, alface, eutrofização, pepino, tabaqui.

ABSTRACT

SILVA, Vonin da Silva e. Use of effluent from fish farming in the fertirrigation of vegetable crops produced with agroecological basis. 2019. 95 f. Dissertation (Masters) - Master's Degree in Agroecology, State University of Roraima-UERR, Boa Vista-RR, 2019.

The demand generated by the human population for food in the last decade has generated numerous problems of economic, social and environmental scope. Such demand increasingly demands an increase in food production, which results in the need to exploit new agricultural areas, intensification of land use, indiscriminate use of fertilizers and chemical pesticides, as well as the high consumption of raw materials and fuels fossils. This scenario has required concrete and effective actions that allow the real increase of productivity through the efficient use of the soil and available natural resources, development of techniques that promote the rational and renewable use of the inputs of production and responsible use of water sources. The objective of this research was to evaluate the potential of the use of the fishery effluent associated with the use of organic compost as a substitute for chemical fertilization in lettuce and cucumber crops in a successional cultivation system in open - air fields. The work was developed in the School Horta of the Federal Institute of Roraima, *Campus Novo Paraiso* - IFRR / CNP in the municipality of Caracaraí - Roraima, between the months of November / 2018 to March / 2019. The statistical design was a randomized complete block design in a 2x3 factorial scheme, with two levels of the effluent factor (with effluent-CE, without effluent-SE) and three levels of the fertilization factor (with CC-compound, with fertilizer-CF, without fertilizer-SA). To evaluate the potential of use as fertilization source, we used the lettuce (*Lactuca sativa* L.), Lucy Brown and Cucumber (*Cucumis sativus* L.) cabbage varieties, Caipira guarani hybrid. The variables evaluated were: Average plant weight - PMP, Fresh shoot mass - MFPA, Dry shoot mass - MSPA, Mean head diameter - DMC, Average leaf number - MFN and Productivity - P (kg ha⁻¹) for lettuce culture after 45 days of cultivation and Average number of fruits / plant - NMFP, Average fruit length - CMF, Mean fruit diameter - DMF and Productivity - P (kg ha⁻¹) cucumber with 30 days of harvesting time. It was found that the largest production increases for the fertilization sources were found in the interaction between the effluent of fish farming and the fertilization with chemical fertilizer for lettuce and cucumber crops. It was also observed that the interaction between the fertilization with chemical fertilizer without the use of effluent did not statistically differ from the interaction between the effluent of fish farming and the organic compound for the lettuce crop as to its productivity. There was nutritional increase in the soil of the fertirrigated plots with the fish effluent with the increase of the saturation index of bases and elevation of the pH of the soil.

Key words: Fertilization, lettuce, eutrophication, cucumber, tambaqui.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da área experimental-Horta Escolar IFRR/CNP.	34
Figura 2: Croqui da área experimental-Horta Escolar IFRR/CNP.....	36
Figura 3: Tanque de piscicultura-Sisteminha EMBRAPA-Horta Escolar IFRR/CNP .	37
Figura 4: Leira de plantio com detalhe do gotejador xique-xique.....	45
Figura 5: Croqui da parcela experimental (retângulos pontilhado e contínuo delimitando área útil do pepino e alface respectivamente).....	47
Figura 6: Ganho de peso médio-GPM, do lote de tambaqui ao longo de 120 dias de cultivo.	60
Figura 7: Exemplares de tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) ao término do experimento.	62
Figura 8: Plantas de alface submetidas aos tratamentos: Com efluente/Com composto-CECC, Com efluente/Com Fertilizante-CECF, Com Efluente/Sem Adubação-CESA, Sem Efluente/Com Composto-SECC, Sem Efluente/Com Fertilizante-SECF, Sem Efluente/Sem Adubação-SESA, colhidos após 45 dias de cultivo.....	70
Figura 9: Exemplares de frutos de pepino submetidos aos tratamentos: Com efluente/Com composto-CECC, Com efluente/Com Fertilizante-CECF, Com Efluente/Sem Adubação-CESA, Sem Efluente/Com Composto-SECC, Sem Efluente/Com Fertilizante-SECF, Sem Efluente/Sem Adubação.	75

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Composição nutricional da ração utilizada no experimento.....	39
Tabela 2: Análise de solo da área experimental-Horta Escolar-IFRR/CNP.....	42
Tabela 3: Características química e física do composto orgânico utilizado no experimento.	43
Tabela 4: Parâmetros limnológicos da água de poço artesiano-Horta Escolar-IFRR/CNP	56
Tabela 5: Parâmetros limnológicos do efluente de piscicultura-Horta Esolar-IFRR/CNP	57
Tabela 6: Índices zootécnicos de ganho de peso médio-GPM, taxa de sobrevivência-TS, biomassa final-BF e produtividade-P, do lote de tambaqui.....	59
Tabela 7: Valores médios da variável peso médio da planta-PMP (g/planta), para a cultura da alface submetida aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).....	63
Tabela 8: Valores médios da variável massa fresca da parte aérea-MFPA (g/planta), para a cultura da alface submetida aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação). .	64
Tabela 9: Valores médios da variável massa seca da parte aérea-MSPA (g/planta), para a cultura da alface submetida aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).	65
Tabela 10: Valores médios da variável diâmetro médio da cabeça-DMC (cm), para a cultura da alface submetida aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).....	66
Tabela 11: Valores médios da variável número médio de folhas-NMF (und/planta), para a cultura da alface submetida aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação). .	67
Tabela 12: Valores médios da variável produtividade-P (kg ha^{-1}), para a cultura da alface submetida aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).....	69
Tabela 13: Valores médios da variável número médio de frutos por planta-NMFP para a cultura do pepino submetido aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).....	71

Tabela 14: Valores médios da variável comprimento médio do fruto-CMF (cm), para a cultura do pepino submetido aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).	72
Tabela 15: Valores médios da variável diâmetro médio do fruto-DMF (cm), para a cultura do pepino submetido aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).	73
Tabela 16: Valores médios da variável produtividade-P (kg ha^{-1}), para a cultura do pepino submetido aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).	74
Tabela 17: Análises de solo da área após período experimental-Horta Escolar-IFRR/CNP	82

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1. O uso dos recursos hídricos na agricultura	17
2.2. A agricultura e o uso intensivo de insumos	17
2.3. A importância da irrigação no cultivo de hortaliças	18
2.4. Piscicultura e a produção de efluente.....	19
2.4.1. O nitrogênio (N) proveniente do efluente de piscicultura.....	20
2.4.2. O fósforo (P) proveniente do efluente de piscicultura	21
2.5. A cultura da alface	22
2.6. A cultura do pepino.....	24
2.7. Integração da piscicultura com a horticultura irrigada	26
2.7.1. Uso do efluente da piscicultura na irrigação	27
2.8. Composto orgânico	28
2.9. Sistema integrado alternativo para produção de alimentos (Sisteminha Embrapa)	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1. Caracterização da área experimental	33
3.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	35
3.3. Fonte hídrica utilizada no experimento.....	36
3.4. O tanque de piscicultura	37
3.4.1. Manejo produtivo do tanque de piscicultura	38
3.4.2. Manejo do efluente do tanque de piscicultura.....	40
3.5. Produção do composto orgânico	41
3.6. Preparo da área experimental.....	42
3.7. Montagem do sistema de irrigação	44
3.7.1. Manejo da irrigação.....	45

3.8. Montagem das parcelas experimentais	46
3.8.1. Produção das mudas	47
3.8.2. Transplântio.....	48
3.9. Tratos culturais e controle fitossanitário.....	48
3.10. Parâmetros limnológicos.....	49
3.11. Variáveis das culturas	52
3.11.1. Alface	52
3.11.2. Pepino.....	54
3.12. Despesca	55
3.13. Análise Estatística dos Dados	55
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1. Qualidade da água de abastecimento e irrigação e do efluente de piscicultura ...	56
4.1.1. Parâmetros limnológicos da água de abastecimento e irrigação	56
4.1.2. Parâmetros limnológicos do efluente de piscicultura.....	57
4.2. Desempenho do cultivo de tambaqui	58
4.3. Desempenho produtivo das hortaliças	62
4.3.1. Cultura da alface.....	62
4.3.2. Cultura do pepino	71
4.4. Análise do solo ao término do experimento	81
5. CONCLUSÃO.....	84
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

1. INTRODUÇÃO GERAL

A grande expansão da população humana nas últimas décadas tem exigido maiores investimentos para aumentar a produção de alimentos, com a incorporação de novas áreas de produção e aumento da produtividade. Com a escassez de novas áreas agricultáveis e principalmente os impactos ambientais provocados pela ação do homem, com o uso indiscriminado dos recursos naturais, esses problemas têm demandado ações concretas e eficazes que visem o aumento da eficiência e da sustentabilidade da agricultura (SOUSA *et al.*, 2011; SOGLIO; KUBO, 2016).

Para atender a esse aumento por alimentos, será necessária a abertura de novas áreas de cultivo. Com a utilização das atuais técnicas de produção, a intensificação da oferta por alimentos consistirá de aumento do manejo mecanizado do solo e do uso de agroquímicos, energia e água (WWAP, 2018).

A utilização de agroquímicos desempenha um papel importante na agricultura, com inúmeras vantagens. Se por um lado, a utilização destes insumos proporciona aumento da produção agrícola, por outro lado, representa também altos custos para os produtores, o que provoca inúmeras ameaças à sustentabilidade dos agroecossistemas (SOUZA *et al.*, 2012).

O Brasil é um grande produtor de hortaliças, com 19,3 milhões de toneladas colhidas em 809 mil hectares (ha). O valor estimado dessa produção é de R\$ 24,239 bilhões de reais. Nos últimos 10 anos, a produção brasileira de hortaliças aumentou 33,9%, a área cultivada foi reduzida em 6,2%, a produtividade cresceu 42,7% e a disponibilidade *per capita* da produção aumentou em 8,3% (VILELA e LUENGO, 2011; DUMONT *et al.*, 2016).

Segundo a WWAP (2018), a agricultura se destaca por ser a principal fonte de nitrogênio e fósforo despejados no meio ambiente, ocasionando eutrofização de mananciais, córregos e rios, tornando a água cada vez mais um recurso escasso para a agricultura.

A aquicultura, no qual se inclui a piscicultura, vem sendo destacada e tratada por alguns setores e entidades governamentais e não governamentais, como uma atividade impactante ao meio ambiente. Dentre os impactos ambientais causados pela aquicultura, destacam-se a disputa pelo uso dos corpos d'água com a agricultura irrigada, a

sedimentação e obstrução dos fluxos de água, a eutrofização, a descarga dos efluentes de viveiros e a poluição por resíduos químicos empregados nas diferentes fases de criação. A prática da piscicultura produz material orgânico e inorgânico que são despejados na coluna de água, o que compromete a sua qualidade e conseqüentemente implicará em impactos ambientais (TOLEDO *et al.*, 2003).

Desse modo, há necessidade de se implantar alternativas que auxiliem no reaproveitamento sustentável desse recurso hídrico, bem como, desses nutrientes, minimizando assim, o impacto no meio ambiente proveniente do cultivo de peixes, bem como, maximização do potencial econômico das pequenas e médias propriedades com reutilização de insumos de produção já contidos em seu sistema.

A utilização desta água rica em nutrientes na agricultura irrigada apresenta-se como uma solução sustentável para aliar o destino correto dos efluentes provenientes da criação de peixes, com a redução do uso de fertilizantes químicos na produção agrícola, minimizando o custo de produção da cultura tornando a mais sustentável. São escassos ou inexistentes estudos que avaliem o uso de efluente de piscicultura combinado com composto orgânico na adubação de plantio sem a utilização de fertilizantes químicos industrializados em cultivo a campo.

A hipótese estabelecida para o trabalho foi que, os nutrientes, bem como os microrganismos contidos nos efluentes produzidos na criação de peixes, somado ao uso de composto orgânico na adubação de plantio, podem ser destinados para o uso na fertirrigação de olerícolas substituindo a adubação química convencional sem perdas de produção e qualidade das hortaliças.

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de uso do efluente do cultivo de peixes associado com o uso de composto orgânico, como substituto da adubação química nas culturas da alface e pepino em cultivo sucessional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O uso dos recursos hídricos na agricultura

A água é um recurso natural indispensável para uma produção agrícola de qualidade, e sua disponibilidade em quantidade e qualidade são fatores determinantes para uma agricultura produtiva e sustentável. O uso adequado dos recursos hídricos pode conduzir a excelentes resultados na produção de alimentos, porém quando mal utilizado, provoca degeneração do ecossistema bem como, escassez hídrica (PAZ *et al.*, 2000).

A agricultura é a responsável por cerca de 70% do total do consumo mundial de água doce do mundo, na maioria dos países subdesenvolvidos, esse índice alcança os 90%. Sem o desenvolvimento de meios e técnicas para melhorar a eficiência hídrica, estima-se que o consumo mundial da agricultura aumentará 20% até 2050 (UNESCO, 2016).

No Brasil, o consumo de água pela agricultura chega a 72% do total consumido no país (FAO, 2015). As retiradas de água por propriedades que exploram a agricultura irrigada correspondem a um percentual de 54% de todas as retiradas de água pela agricultura brasileira (ANA, 2015).

A escassez de água permanente ou sazonal, em períodos de estiagem, é um dos fatores limitantes para a produção agrícola em território brasileiro, onde as perdas de água por evaporação são altas, resultando em um elevado consumo, especialmente para a produção de hortaliças (FILGUEIRA, 2008).

Com relação à potabilidade da água e segundo a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, a água deve apresentar valores máximos de nitrato (NO_3^-) de 10 mg L^{-1} , e com relação a amônia (NH_3) a mesma estabelece um valor máximo de 1,5 mg L^{-1} (BRASIL, 2011). Quanto ao fosfato (PO_4^{-3}), a Resolução Conama nº 357/05 estabelece valor máximo de 0,025 mg L^{-1} (BRASIL, 2005).

2.2. A agricultura e o uso intensivo de insumos

O consumo desenfreado de insumos externos, foi um dos principais pilares que deu origem à Revolução Verde que, visando o aumento da produtividade, gerou uma

grande dependência pelos pacotes tecnológicos, compostos em grande escala pela utilização maciça de insumos sintéticos (ALMEIDA, 1997).

O sistema convencional é um dos sistemas de produção agrícola bastante difundido no Brasil, no qual, é comum a utilização de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, o que gera sérios impactos aos ecossistemas. Como solução para uma agricultura mais sustentável, muitos agricultores estão adotando técnicas agroecológicas de produção, com o intuito de preservar o meio ambiente, a saúde dos homens e dos animais (MEIRELLES e RUPP, 2005).

Nos dias de hoje a afloração das discussões sobre a importância da agricultura familiar como modelo social, econômico e produtivo para o Brasil, batem de frente com os impactos gerados pelo elevado nível de dependência dos agroecossistemas com relação ao uso de insumos externos (SCHNEIDER, 2010).

No que se refere à agricultura familiar, dentro do contexto brasileiro de forma geral, a diminuição da dependência por insumos externos adquire uma importância imensa, ao passo que diminui os custos do produtor, trazendo uma perspectiva real de aumento de renda (SOUZA, 2012).

A aquisição de insumos externos pode representar, em alguns seguimentos da agricultura, mais de 50% do valor de venda do produto final, o que acarreta em um custo de produção muito elevado para o agricultor, forçando-o a aumentar o valor de venda de seus produtos ou em alguns casos, abandonar o empreendimento (FAULIN; AZEVEDO, 2005; ALENCAR, 2013).

2.3. A importância da irrigação no cultivo de hortaliças

Nas lavouras as culturas perdem água constantemente por evapotranspiração, fenômeno que envolve tanto a transpiração através das folhas das plantas quanto a evaporação da água do solo. As plantas precisam de umidade adequada no solo para serem capazes de absorver os nutrientes necessários ao seu crescimento e desenvolvimento, pois a carência de água torna deficiente e até mesmo impossível a síntese e o transporte de nutrientes no interior dos vegetais. Assim, é essencial um fornecimento adequado de água aos cultivos para se promover o melhor crescimento das plantas e, por conseguinte, obter maiores colheitas (SEGOVIA *et al.*, 2004).

Em época de escassez de chuvas e em cultivo protegido, a única forma de repor a água demandada pela cultura e evaporada pelo ambiente é pela irrigação, que, manejada adequadamente, supre suas necessidades. Em ambiente protegido, bem como em leiras, o sistema de irrigação mais recomendado e utilizado é o sistema de irrigação localizada por gotejamento. A técnica de fertirrigação de hortaliças corresponde à dissolução de certos fertilizantes na água de irrigação e a aplicação é efetuada por um sistema de irrigação, sendo o mais utilizado o de gotejamento, constituindo uma maneira mais eficiente de aumentar a disponibilidade e a absorção de nutrientes (REZENDE *et al.*, 2017).

Embora a irrigação por gotejamento seja a mais adequada, principalmente onde as fontes hídricas são limitadas e escassas, apresenta como um dos principais problemas a obstrução dos gotejadores por partículas em suspensão, no caso de uso de efluentes, já que a área de passagem de água é muito pequena, sendo necessário o emprego de elementos filtrantes específicos para cada sistema, o que resolve grande parte desses problemas (RESENDE *et al.*, 2001).

2.4. Piscicultura e a produção de efluente

A piscicultura brasileira registrou em 2017 uma produção de 691.700 toneladas de peixes de cultivo, crescimento de 8% com relação a 2016. Paraná, Rondônia e São Paulo são os principais estados produtores e o Sul é liderança entre as regiões com 178.500 toneladas. No total, a atividade movimentou R\$ 5,4 bilhões, com geração de aproximadamente 1 milhão de empregos diretos e indiretos. A piscicultura do estado de Roraima produziu, no mesmo ano, um total de 16.000 toneladas, acréscimo de 8,12% comparado com o ano anterior, o que o classificou em 4º colocado na região norte (PEIXEBR, 2018).

Durante o ciclo de cultivo dos peixes, ocorre o acúmulo de resíduos orgânicos nos tanques e nos viveiros por adição de fertilizantes, excretas dos peixes e restos de ração não consumidos. Esses excretados modificam as características físicas, químicas e biológicas do tanque de piscicultura. Esses resíduos orgânicos, após ação microbiológica, fornecem nutrientes para o desenvolvimento de plâncton e de macrófitas aquáticas, podendo, quando em excesso, causar eutrofização do ambiente e

alteração da composição e abundância de diversos organismos aquáticos. (ASSUNÇÃO, 2011).

Os microrganismos exercem um papel de suma importância na ciclagem dos nutrientes nos viveiros de piscicultura (SCHOEDER, 1978), sendo através dos processos biológicos, como a nitrificação e a mineralização da matéria orgânica, desenvolvidos por esses organismos que, os nutrientes principalmente o nitrogênio e o fósforo são ciclados, estimulando a produtividade primária nos viveiros (MORIARTY, 1997).

Nutrientes em excesso, especialmente o nitrogênio, proveniente da ração e excretas dos peixes, podem comprometer a produtividade e a qualidade das culturas e resultar em problemas ambientais, principalmente a lixiviação de nitratos e a contaminação do lençol freático (BASTOS *et al.*, 2003).

Aproximadamente 36% da ração ingerida é excretada pelos peixes e 75% do fósforo e nitrogênio são perdidos nos efluentes. Estimativas indicaram que as taxas de excreção de nutrientes por peixes mantidos por uma dieta com 35-40% de proteína e, com conversão alimentar de 1:1,5 são de aproximadamente 0,025 kg de nitrogênio e 0,033 kg de fósforo por kg de biomassa produzida (COCHAVA *et al.*, 1990; HENRY-SILVA e CAMARGO, 2008; ASSUNÇÃO, 2011).

Com uma piscicultura que produziu no ano de 2017 um quantitativo de 16.000 toneladas (PEIXEBR, 2018), e com base em diversos autores (Cochava *et al.* (1990), Henry-Silva e Camargo (2008) e Assunção (2011), as pisciculturas do estado de Roraima produzem neste ano por meio de seus afluentes, cerca de aproximadamente 400.000 kg de nitrogênio e 528.000 kg de fósforo. Esses nutrientes são despejados em córregos e rios próximos aos tanques de piscicultura ou lançados diretamente no solo.

2.4.1. O nitrogênio (N) proveniente do efluente de piscicultura

O nitrogênio encontrado em tanques de piscicultura se dá pela degradação biológica dos resíduos orgânicos presentes nas fezes dos peixes, bem como, da mineralização dos restos de alimentos, estes sofrem degradação por meio da ação de bactérias, fungos e outros organismos aquáticos específicos. A amônia (NH₃), metabólito eliminado pelos peixes, e principal fonte de nitrogênio no efluente, é oxidada

em nitrito (NO_2) e depois em nitrato (NO_3^-), pela ação das bactérias quimioautotróficas, *Nitrosomonas* (Nitrito) e *Nitrobacter* (Nitrato), em um processo biológico denominado nitrificação, este último é absorvido pelos vegetais como principal fonte de nitrogênio (QUEIROZ; BOEIRA, 2007).

Entre os compostos nitrogenados, o nitrato (NO_3^-) é a principal forma de nitrogênio assimilado pelas plantas superiores (ALEXANDER, 1967), mas o nitrogênio é absorvido também na forma do íon amônio (NH_4^+), nos primeiros estádios de desenvolvimento da plântula em sua fase jovem, enquanto o nitrato é a principal forma utilizada e em maior quantidade, durante o período de grande crescimento (BENNETT, 1994).

Embora alguma toxicidade possa ser atribuída à amônia ionizada- amônio (NH_4^+), a forma não ionizada (NH_3), é reconhecidamente a forma mais tóxica da amônia (REIS *et al.*, 2009). A concentração máxima permitida de amônia não ionizada (NH_3), encontrada na água é de $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ (QUEIROZ; BOEIRA, 2007). Os limites encontrados para nitrogênio total em tanques de piscicultura devem estar entre 2,0 a $3,0 \text{ mg L}^{-1}$. Para a maioria das espécies de peixes criados em tanques de piscicultura, a concentração letal (breve exposição de 24 a 96 horas) de amônia não ionizada NH_3 é de $0,4$ a $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ (QUEIROZ; BOEIRA, 2007).

2.4.2. O fósforo (P) proveniente do efluente de piscicultura

No meio aquático o fósforo pode se encontrar nas formas de: ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico. Os ortofosfatos, fosfato inorgânico, de radicais PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} e H_2PO_4^- , que se combina com cátions formando sais inorgânicos nas águas, são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico sem necessidade de conversão às formas mais simples, variando em função do potencial hidrogeniônico (pH). Os polifosfatos ou fosfato condensado, fosfato inorgânico, polímeros de ortofosfatos, são moléculas mais complexas e são transformadas em ortofosfatos pelo mecanismo de hidrólise, mas tal transformação é usualmente lenta. O fósforo orgânico, fósforo que compõe as moléculas orgânicas, é normalmente de menor importância nos efluentes, mas pode ser importante em águas residuárias, pois em corpos receptores o fósforo orgânico é transformado em ortofosfatos (VON SPERLING, 1996; MENEGAZ *et al.*, 2011).

Os ortofosfatos bem como o íon HPO_4^{2-} são as mais comuns e as principais formas de fósforo utilizada pelos vegetais (MENGEL e KIRKBY, 1978). A concentração de fosfato no efluente de piscicultura aumenta sua concentração nos tanques com o decorrer do ciclo de criação dos peixes, elevando gradativamente sua disponibilidade via fertirrigação (SANTOS, 2009).

Os teores de fósforo nos efluentes de piscicultura variam muito, dependendo do sistema de cultivo se intensivo ou semi-intensivo, tipo de ração utilizada e manejo nutricional adotado. Do fósforo contido na ração e fornecido aos peixes, de 7 a 64%, pode ser encontrado no efluente de piscicultura (JOHNSEN *et al.*, 1993).

Em estudo do balanço de matéria seca em um sistema de produção de tilápias somente 46,8% do fósforo é removido na despesca, o restante corresponde à carga residual de 53,2% de fósforo no efluente de piscicultura (BOYD; QUEIROZ, 2004).

Com exceção do potássio e magnésio, o efluente proveniente dos tanques de piscicultura é capaz de fornecer quantidades suficientes dos nutrientes demandados pelas plantas (QUILLERÉ *et al.*, 1995), independente da espécie de peixe utilizada, o que torna necessário uma suplementação desses minerais para o correto desenvolvimento das plantas.

2.5. A cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma olerícola folhosa que pertence à família Asteraceae, sendo cultivada tanto no campo quanto em sistema de ambiente protegido, cultivada em todas as regiões do Brasil (CARVALHO FILHO *et al.*, 2009). É a hortaliça folhosa de maior importância econômica no Brasil, sendo cultivada geralmente em condições de agricultura familiar, de maneira intensiva, em pequenas propriedades situadas em áreas periurbanas ou nos cinturões verdes dos grandes centros urbanos (COSTA; SALA, 2005).

Mesmo que cultivada em todas as regiões brasileiras, há restrições a seu cultivo, em virtude da sensibilidade da alface às condições adversas de temperatura, umidade do ar e precipitação pluvial (GOMES *et al.*, 2005). Para a maioria das cultivares, as temperaturas mínimas e máximas toleráveis situam-se entre 6 e 30°C (RODRIGUES *et al.*, 2008). A cultura da alface do tipo americana, cultivada em temperaturas oscilando

entre 24,4°C e 31,5°C, apresentam excelente desempenho, com rendimentos médios superiores a 28.000 kg ha⁻¹ e peso médio por planta superior a 170 g (ARAÚJO *et al.*, 2007).

Dentre a vasta quantidade de cultivares de alface produzidas no Brasil, para Roraima são indicadas as cultivares: Americana Grandes Lagos, Lisa Rubra e Crespa Verônica por apresentarem ótima adaptabilidade às condições climáticas e de solo, e com excelente produtividade (ARAÚJO *et al.*, 2007).

A alface acumula grandes quantidades de potássio e de nitrogênio em sua parte aérea, cultivados em leira no solo, o que mostra uma ideia do alto requerimento desses nutrientes pela cultura (BENINNI *et al.*, 2005). Por ser composta basicamente por folhas, a cultura da alface responde bem ao fornecimento de nitrogênio, nutriente que requer um manejo especial quanto à adubação, por ser de fácil lixiviação e pelo fato de a planta absorver maior quantidade na fase final do ciclo. Sendo que sua deficiência retarda o crescimento da planta (ALMEIDA *et al.*, 2011) e induz a má formação da cabeça da alface (GOTO *et al.*, 2001).

A adubação com compostos orgânicos, tem sido amplamente utilizada na produção de alface, com o objetivo de reduzir as quantidades de fertilizantes químicos do solo (SANTOS *et al.*, 2001; SALLES *et al.*, 2017). Além disso, a matéria orgânica promove aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, complexando elementos tóxicos e micronutrientes, participando na formação de agregados do solo e, conseqüentemente, diminuindo a densidade do solo, aumentando a porosidade, infiltração, retenção de água e aeração do solo (LEITE; GALVÃO, 2008). Para a cultura da alface, recomenda-se a aplicação de 50 t ha⁻¹ de composto orgânico sobre os canteiros para posterior incorporação (PRADO; FILHO, 2016).

Com relação à irrigação da cultura da alface, flutuações no teor de água no solo afeta o desenvolvimento vegetativo da planta, bem como, diminuição do teor de água no solo acarretando em déficit hídrico ou o excesso de água diminui a qualidade e reduz a produtividade (PAULINO *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2015).

A umidade do solo afeta diretamente o desenvolvimento vegetativo da alface, sendo necessária uma aplicação de água com maior frequência e menor intensidade de aplicação ao longo do ciclo da cultura (PAULINO *et al.*, 2009). Para a cultura da alface cultivada em solos de textura média, em geral, a cultura demanda um total de 450 mm

de lâmina de água irrigada, dividida em 30 aplicações ao longo de todo o seu ciclo fenológico (SEGOVIA; FILHO, 2004).

2.6. A cultura do pepino

O pepino (*Cucumis sativus* L.) é uma hortalica da família das *Cucurbitáceas*. Tem sua origem nas regiões montanhosas da Índia. Apresenta em sua composição vitaminas (A, B1, B2, C), carboidratos, gorduras e minerais (potássio, enxofre, fósforo, sódio, magnésio e ferro). É composto por 95% de água. O pepino pode ser consumido in natura, salada, sanduíches, conserva, ou cozido nas sopas (SOUZA, 2015).

É uma hortalica de clima tropical, que melhor se desenvolve e produz sob temperaturas na faixa de 20-30 °C (TRANI *et al.*, 2015). Em regiões de latitude elevada (acima de 22°), tanto a temperatura como fotoperíodo podem interferir no rendimento da cultura do pepino. Em relação à insolação, alta intensidade luminosa favorece alta produtividade, contudo, a insolação direta sobre os frutos pode trazer injúrias aos mesmos, como a necrose branca ou bege. A temperatura também afeta a relação entre a formação de flores masculinas e femininas, em que altas temperaturas favorecem a produção de flores masculinas e temperaturas amenas favorecem a produção de flores femininas (CARVALHO, 2013).

A cultura do pepino desempenha grande importância econômica e social dentro do agronegócio de hortaliças no Brasil. Sendo apreciada e consumida em todas as regiões brasileiras (CARVALHO, 2013). No Brasil, sua comercialização tem obtido crescimento e destaque entre as hortaliças, devido a sua apreciação como componente de saladas (SILVA *et al.*, 2014).

No cultivo em leiras a campo, são cultivados os pepinos dos tipos caipira e aodai (comum). O início das colheitas ocorre cerca de 50 dias após a semeadura, durando de 60 a 80 dias. No caso da produção de pepino japonês sob cultivo protegido, as colheitas se iniciam de 30 a 35 dias após o transplante, com o final destas ocorrendo de 90 até 140 dias. O pepino para indústria (conserva) pode ser cultivado no campo ou em estufa agrícola, com o início das colheitas de 45 a 50 dias após a semeadura, ou 20 a 25 dias após o transplante, durando 30 dias ou mais (TRANI *et al.* 2015).

A cultura do pepino pode ser conduzida na forma rasteira ou tutorada, em ambiente aberto ou em cultivo protegido. O plantio pode ser feito tanto pela semeadura direta como por transplante de mudas. Em cultivo tutorado o espaçamento recomendado é de 1 m entre linhas e 0,4 a 0,6 m entre plantas sendo recomendada apenas uma planta por cova. A profundidade de plantio é de 1,5 a 2 cm, com cuidado para não deixar torrão sobre as sementes (CARVALHO, 2013).

Por absorver uma grande quantidade de nutrientes, o pepino se torna muito sensível ao excesso de fertilizantes ou à variação brusca da concentração de fertilizantes na solução do solo, principalmente na região radicular, por ser bastante susceptível a essas variações. A quantidade de cada nutriente absorvida durante o ciclo varia de acordo com a variedade e com o sistema de condução e cultivo das plantas (PAPADOPOULOS, 1994).

A adubação química do pepino recomendada é de 120 kg ha⁻¹, de 120 a 250 kg ha⁻¹ de potássio, dependendo da disponibilidade desse elemento no solo, e de 60 a 300 kg ha⁻¹ de fósforo, que depende da disponibilidade do elemento e da textura do solo. A recomendação é que no plantio sejam aplicados 30% do adubo nitrogenado, 40% do potássio e toda a dose de fósforo recomendada. As doses restantes de N e K devem ser aplicadas em três vezes em cobertura, sendo a primeira, 20 dias após a semeadura ou 15 dias após o transplante e as outras duas doses com intervalos de 20 dias uma da outra (CARVALHO, 2013).

Fertirrigando pepino enxertado tipo japonês (cv. Hokushin), cultivado em ambiente protegido (população equivalente a 25.000 plantas ha⁻¹), Blanco e Folegatti (2002), obtiveram produtividade de 111 t ha⁻¹, com a irrigação e a aplicação, a cada três dias, de 11,44 g/planta de N; 2,92 g/planta de P₂O₅; 15,62 g/planta de K₂O; 8,19 g/planta de Ca e 0,43 g/planta de Mg.

O pepino, assim como toda hortaliça, é uma cultura muito exigente em água. A deficiência de água é muito prejudicial para esta cultura, principalmente em solos de textura leve. O estresse pela falta de água afeta os processos fisiológicos desde a fotossíntese até o metabolismo dos carboidratos. Desta forma, a umidade do solo deve ser mantida próxima à capacidade de campo (CARVALHO, 2013).

O sistema de irrigação por gotejamento é o mais recomendado para a cultura do pepino, pois evita o contato direto das folhas da planta com a água irrigada evitando a

proliferação de pragas e doenças. Além de ser um sistema muito eficiente na disponibilidade de água para as culturas, o gotejamento deve ser priorizado pois contribui para a sustentabilidade e redução dos impactos ambientais produzidos pela exploração agrícola (SOUSA *et al.*, 2011). A cultura do pepino demanda uma lâmina de água irrigada total de 320 mm durante seu ciclo de produção (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

A época de colheita do pepino é baseada no grau de maturação dos frutos, e principalmente no seu tamanho. Para o pepino caipira, a colheita é realizada quando os frutos alcançam entre 10 e 15 cm e para o pepino industrial (conserva), entre 5 e 9 cm de comprimento. Para pepinos aodai (comum) e japonês, a colheita é realizada quando os frutos atingem 20 a 25 cm (TRANI *et al.*, 2015). Esses tamanhos de frutos são atingidos em média entre 40 e 50 dias após transplântio, momento em que se inicia a colheita dos frutos, se estendendo por 30 a 40 dias, com 2 a 3 colheitas semanais (SEDIYAMA *et al.*, 2014; COLOMBO *et al.*, 2018).

A prática da integração entre a agricultura e a pecuária, apresenta-se como um meio de produção sustentável pois, utiliza os subprodutos e efluentes de uma atividade para suprir as necessidades de outra atividade produtiva. O cultivo irrigado das hortaliças alface e pepino podem ser integradas facilmente com a piscicultura, onde o efluente dos peixes pode ser destinado à fertirrigação destas hortaliças (SÁTIRO; RAMOS NETO; DELPRETE, 2018).

2.7. Integração da piscicultura com a horticultura irrigada

Os sistemas integrados de produção são uma ótima alternativa, pois otimizam significativamente a produção aquícola e a sustentabilidade nos locais onde são praticados. Isso ocorre porque o processo integrado proporciona a recuperação e o reuso de recursos como nutrientes e água e a redução da poluição ambiental (CASTELLANI; ABIMORAD, 2012).

A ração fornecida aos peixes é a entrada de insumo mais importante em um sistema integrado de produção piscicultura-horticultura. Ao se alimentar da ração, os peixes produzem dejetos que serão convertidos em nutrientes que, posteriormente, serão absorvidos pelas plantas. Na aquaponia, há um fluxo contínuo de nutrientes entre

diferentes organismos vivos que estão relacionados por meio de ciclos biológicos naturais, notadamente a nitrificação promovida por bactérias. Bactérias nitrificantes dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* são responsáveis pela conversão da amônia (NH_3) em nitrito (NO_2^-) e este em nitrato (NO_3^-), transformando substâncias tóxicas produzidas pelos peixes em nutrientes assimiláveis pelas plantas (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Ao se utilizar sistemas integrados como o de agricultura-piscicultura, este se enquadra perfeitamente no perfil de pequenas e médias propriedades. Várias culturas podem ser integradas com a piscicultura, mas as olerícolas são as mais recomendadas, principalmente por que são bastante consumidas, ciclo curto de produção e o cultivo geralmente se restringe ao pequeno e médio produtor rural (NOBLE e LIGHFOOT, 2003).

A criação integrada de peixes com a agricultura irrigada, provoca baixo impacto ambiental, por seus rejeitos, como lodo e efluentes, serem utilizados para melhorar a produtividade do solo, evitando assim a eutrofização de mananciais e contaminação do lençol freático (PULLIN, 2003).

Alguns países em desenvolvimento já exploram essas técnicas com sucesso, uma vez que a mesma oferece aumento da produtividade da terra e da água, o que favorece a agricultura de subsistência e aumento na geração de renda para o pequeno produtor. Além do mais, reduz os custos de produção, gerando receitas adicionais, cooperando desta forma com a sustentabilidade econômica e ecológica da propriedade rural (FAO, 2001).

2.7.1. Uso do efluente da piscicultura na irrigação

O uso do efluente da piscicultura constitui-se uma solução bastante interessante para uso na fertirrigação por apresentar macronutrientes suficientes para atender à demanda da maioria das culturas agrícolas, no entanto, há necessidade de um adequado manejo agrônomo para que não sejam introduzidos nutrientes em excesso, principalmente o nitrogênio, que podem comprometer a produtividade e a qualidade das culturas. Portanto, o primeiro passo para um projeto de irrigação com efluentes é a definição de prioridades e, conseqüentemente, a intensidade de aplicação de efluente ao

solo, esta última, dependerá da deficiência hídrica do sistema solo-planta-atmosfera (SANTOS, 2009).

Através de processos realizados por microrganismos heterotróficos decompositores o nitrogênio e o fósforo são ciclados nos tanques de piscicultura, estimulando a produtividade primária dos mesmos. Ao lançar mão da fertirrigação com o uso desse efluente, esses microrganismos são transportados para o solo, e nele, exercem um importante papel na solubilização do fosfato natural. A amônia e a matéria orgânica contida nos viveiros de peixes também podem contribuir para solubilização do fosfato natural, já que a atividade dos microrganismos está relacionada com a fonte de carbono e nitrogênio disponíveis, sendo que os sais de nitrogênio amoniacal aumentam a solubilização do fósforo e o nitrato de amônio reduz a solubilização (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

A utilização da água bem como dos nutrientes contidos nos efluentes provenientes de tanques de piscicultura, reduzem significativamente o custo de produção das culturas com diminuição dos gastos com bombeamento de água e do uso de fertilizantes químicos adquiridos externamente (MAIA, 2002). Contudo, quando utilizamos fontes de adubação sustentáveis como os compostos orgânicos, produzidos na própria propriedade, e ainda, aliando o uso desses compostos com a fertirrigação com efluente, reduzimos significativamente o custo da produção e os danos ambientais (MEERT *et al.*, 2011).

2.8. Composto orgânico

Denomina-se compostagem o processo complexo pelo qual os resíduos de origem vegetal e animal são transformados em matéria orgânica bioestabilizada, através da ação de uma variedade de microrganismos encontrados no ambiente. Após se tornar estável, os resíduos se transformam em composto orgânico. Com este processo, pode-se realizar o reaproveitamento de resíduos e subprodutos de outras atividades agrícolas. É um meio de mitigar o impacto ambiental associado ao descarte inadequado de resíduos orgânicos, uma vez que o composto pode ser usado na agricultura como um condicionador do solo melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas, agindo como fertilizante, isto é, como uma fonte de nutrientes para o cultivo (ANTUNES, 2016; LOMBARDI *et al.*, 2018).

A adubação orgânica é de grande importância na produção de hortaliças no Brasil, principalmente em solos de clima tropical, onde a mineralização da matéria orgânica se realiza intensamente e seu efeito é conhecido nas propriedades químicas e biológicas do solo (SWIFT; WOONER, 1993; VILLAS BÔAS *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2010).

Outra grande vantagem da adubação orgânica é a reciclagem de resíduos rurais, o que possibilita maior autonomia dos produtores com relação ao comércio de fertilizantes, pois apresentam efeito residual poluidor. Entre as técnicas utilizadas no cultivo de hortaliças, o uso de cobertura morta diminui a perda de água por evaporação e as oscilações da temperatura do solo e reduz a perda de nutrientes por lixiviação (BRAGAGNOLO; MIELNICZUK, 1990; MENESES *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2016).

O uso de compostos orgânicos promove vários benefícios ao solo, tais como: porosidade; infiltração; retenção de água e resistência à erosão; redução do período de encharcamento; compactação do solo e variações de umidade e temperatura do solo. Além destes aspectos físicos, podem-se destacar ainda os benefícios biológicos, tais como aumento de microrganismos benéficos ao solo, maior enraizamento das plantas, maior resistência à seca, doenças e pragas, aumento do sabor e do período de conservação pós-colheita (PRADO; FILHO, 2016).

No Sistema Integrado Alternativo de Produção de Alimentos-SISTEMINHA EMBRAPA que consiste na integração entre a piscicultura praticada em pequenos tanques sustentáveis com o cultivo agrícola e criação de animais em pequena escala de forma escalonada (GUILHERME, 2013), utiliza-se o composto produzido a partir da matéria orgânica processada por microrganismos e pelas minhocas. O material oriundo deste processo é muito rico em nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Estes nutrientes e minerais são essenciais para o desenvolvimento das plantas. Os resíduos orgânicos de origem animal ou vegetal são utilizados no processo de compostagem. No sistema integrado, para a produção do composto, são utilizadas as matérias orgânicas oriundas da criação de peixes, galinhas e frango de corte, gado, caprinos e ovinos, porquinhos da índia, codornas e restos de vegetais (GUILHERME, 2013).

A adubação com o uso de composto orgânico, é altamente benéfica para as hortaliças, especialmente para a cultura da alface, uma vez que esta planta possui raízes sensíveis que são exigentes quanto ao aspecto físico do solo, mas a resposta da alface varia de acordo com a cultivar e a fonte de adubo utilizada. No cultivo da alface,

recomenda-se a aplicação de 50 t ha⁻¹ de composto orgânico sobre os canteiros e incorporados ao solo (PRADO; FILHO, 2016). Em solos com boas características para o cultivo da alface recomenda-se a utilização de 200 gramas de composto orgânico por planta. A aplicação do composto poderá ser feita a lanço antes ou após o preparo das leiras devendo-se, logo em seguida, incorporá-lo ao solo (COLARICCIO; CHAVES, 2017).

Para a cultura do pepino, recomenda-se a aplicação de composto dos 30 aos 40 dias antes da sementeira ou do plantio das mudas, misturando bem com a terra dos sulcos, desde a superfície até 20 a 30 cm de profundidade, de 10 a 20 t ha⁻¹ de composto orgânico. Utilizar as maiores quantidades de composto orgânico para os menores espaçamentos (plantios mais adensados). Ressalta-se que os compostos orgânicos em geral, além de melhorar as propriedades físico-químicas do solo, contribuem para o combate aos nematoides que causam inúmeros prejuízos ao pepino e outras hortaliças (TRANI *et al.*, 2015).

2.9. Sistema integrado alternativo para produção de alimentos (Sisteminha Embrapa)

A implantação de sistemas integrados de produção é considerada uma tecnologia voltada para o desenvolvimento sustentável, uma vez que faz ligações funcionais entre a agricultura, pecuária, gestão de resíduos, uso sustentável da água e redução do uso de insumos externos. O Sistema integrado alternativo para produção de alimentos (Sisteminha Embrapa), consiste na produção de peixes integrada com a criação de galinhas, frango de corte, codornas, preás e outros animais de pequeno porte, além de minhocas, hortaliças, hidroponia, biogás, etc. O objetivo principal do sistema é a produção integrada de alimentos para as famílias e os animais (GOMES *et al.*, 2017).

A criação de sistemas alternativos para a produção de alimentos é uma ferramenta que deve ser utilizada para redução da fome e da miséria, a partir do processo de produção e mais a inclusão da família nesse contexto. Tem como objetivos, a produção escalonada de alimentos mais saudáveis ricos em proteínas animal e vegetal, carboidratos, minerais e vitaminas; redução do uso de insumos provenientes do mercado externo, o que resulta em um modelo integrado de produção de alimentos em pequena escala (GUILHERME, 2013).

Essas atividades, quando agrupadas, tendem a autossustentabilidade e ajudam na subsistência de pequenos grupos familiares. A integração com base na segurança alimentar deve incluir apenas atividades que possam adequar-se para atender a três princípios: 1-Miniaturização; 2-Retorno em apenas um ciclo de produção; 3-Versatilidade e multiplicabilidade. A miniaturização e o processo de produção de objetos de consumo em áreas cada vez menores. É essencial para produção urbana de alimentos, redução dos custos de investimentos e limitação da necessidade de mão-de-obra. A versatilidade na construção das instalações exercita a criatividade dos usuários e facilita a multiplicação do sistema. Assim, recomenda-se a reciclagem de diversos produtos, podendo ser aproveitado o papelão para revestimento dos pequenos tanques de criação de peixes (GUILHERME, 2013).

O tanque é considerado a parte principal desse processo, pois a partir dele que as demais áreas integradas de produção surgirão, não sendo uma obrigação ou regra instalar todos os componentes. Tem como mecanismo principal, o sistema de recirculação de água, constituído por: filtro biológico, bombas e decantador, que apesar da sua complexidade em número de dispositivos, é de fácil operação. O modelo de recirculação desenvolvido potencializa o uso dos resíduos contidos no efluente produzidos pelos peixes através da excreção e dos restos de ração depositados no tanque. Este resíduo rico em nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e outros nutrientes que estão disponíveis no efluente de piscicultura podem ser direcionados e reaproveitados para fertirrigação das culturas (GUILHERME, 2013).

O volume de água necessário para esse sistema de recirculação é muito baixo se comparado aos sistemas tradicionais. Desta forma ocorrem vantagens como a redução da vazão de água utilizada, proporcionando uma grande economia, uma vez que, o seu uso passa a ser de múltipla utilidade e as perdas são provocadas somente pela evaporação e irrigação das culturas (GUILHERME, 2005).

No Sisteminha, os resíduos mais densos que a água se acumulam com facilidade no fundo do tanque de criação dos peixes. Para realizar essa separação é necessário fazer a filtragem que promova sua sedimentação; assim, os resíduos sólidos recolhidos no filtro decantador (localizado ao lado do tanque), através de uma mangueira sanfonada retirando do fundo do tanque por meio de pressão os mesmos (GUILHERME, 2005).

O decantador, por sua vez, faz o processo de filtração da água eliminando os resíduos, dentro do decantador é instalado um filtro chamado cabeleira composto de um balde plástico de 20 litros e fios de nylon, onde ocorre o processo de filtração, novamente a água retorna ao tanque depois de passar por este filtro biológico (GUILHERME, 2005).

No tanque de piscicultura, bem como, no filtro biológico ocorre o processo de nitrificação. O nitrato, e ainda, o íon amônio (NH_4^+) são absorvidos pelas plantas, no fim deste ciclo, a água que retorna ao tanque é filtrada de impurezas sólidas e com baixa concentração de excretas nitrogenadas (RAKOCY *et al.*, 2006; GUILHERME, 2013).

É possível encontrar uma quantidade razoável de trabalhos de pesquisa publicados no Brasil que tratam da fertirrigação de hortaliças com o uso de efluentes de piscicultura, porém, a maioria desses estudos foram desenvolvidos em ambiente protegido, usando nutrientes industrializados em sistemas hidropônicos ou no cultivo com o uso de substrato inerte, tornando escassos ou inexistentes trabalhos que abordem o uso do efluente de piscicultura na fertirrigação de hortaliças cultivadas a céu aberto em campo (GUIMARÃES *et al.*, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

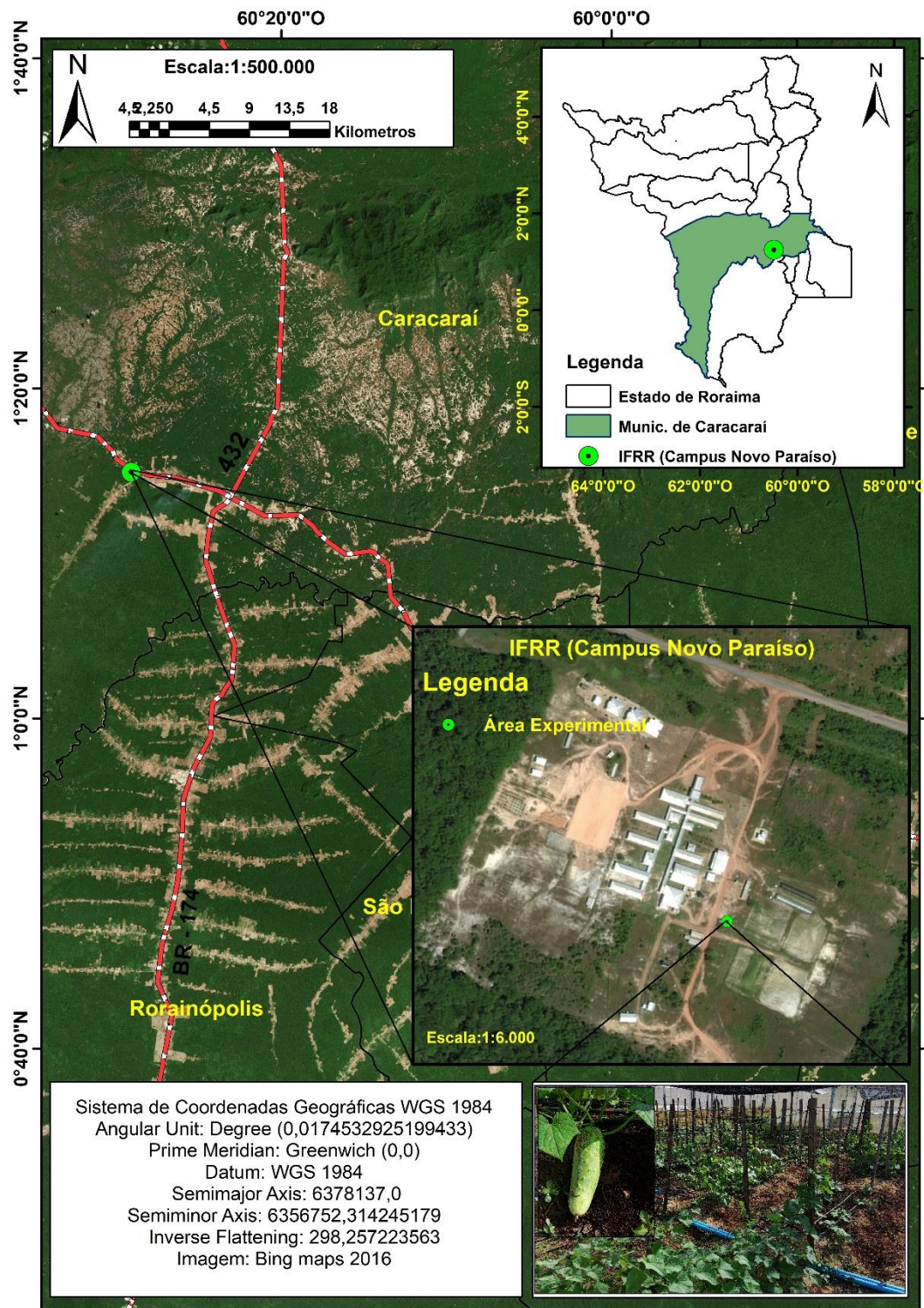
3.1. Caracterização da área experimental

O estudo foi realizado no Instituto Federal de Roraima - IFRR / *Campus* Novo Paraíso (Figura 1), localizado na margem direita da BR-174 sentido Manaus-AM, km 514, no município de Caracará, Vila Novo Paraíso, coordenada geográfica N 01°14'51,6'' e W 60°28'20,4'', com altitude de 105 metros e área aproximada de 524 ha (PEREIRA, 2014).

O clima é do tipo “am” Tropical chuvoso, em média com 30 dias de baixa precipitação (BARBOSA, 1997). Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático “am” possui uma estação seca definida, onde se estabelece um corredor florestal que sofre influência das savanas, da floresta úmida e dos altos relevos do Norte de Roraima. É tipicamente um clima quente e úmido, com precipitações entre 1.700 e 2.000 mm por ano (BARBOSA, 1997).

O solo da área experimental é classificado como Plintossolo pétrico, caracterizado como fortemente ácido, distrófico, baixa capacidade de troca de cátions, elevada saturação por alumínio e uma baixa fertilidade natural. Apresenta classe textural francoarenosa a franco-argiloarenosa, com predominância da caulinita na fração argila. Quanto ao potencial de uso, o plintossolo pétrico pode ser utilizado para o cultivo agrícola, de forma sustentável (PEREIRA, 2014).

Figura 1: Mapa de localização da área experimental-Horta Escolar IFRR/CNP.



Fonte: Produzido pelo próprio autor.

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

Adotou-se o delineamento estatístico em blocos casualizados-DBC, em um esquema fatorial 2 x 3: (Fator 1: **CE**: Com Efluente, **SE**: Sem Efluente, Fator 2: **CC**: Com Composto, **CF**: Com Fertilizante, **SA**: Sem Adubação), contendo 4 blocos, 6 tratamentos com 4 repetições cada tratamento:

✓ Tratamentos:

T1 - CE: Com Efluente x **CC**: Com Composto (**CECC**);

T2 - CE: Com Efluente x **CF**: Com Fertilizante (**CECF**);

T3 - CE: Com Efluente x **SA**: Sem Adubação (**CESA**);

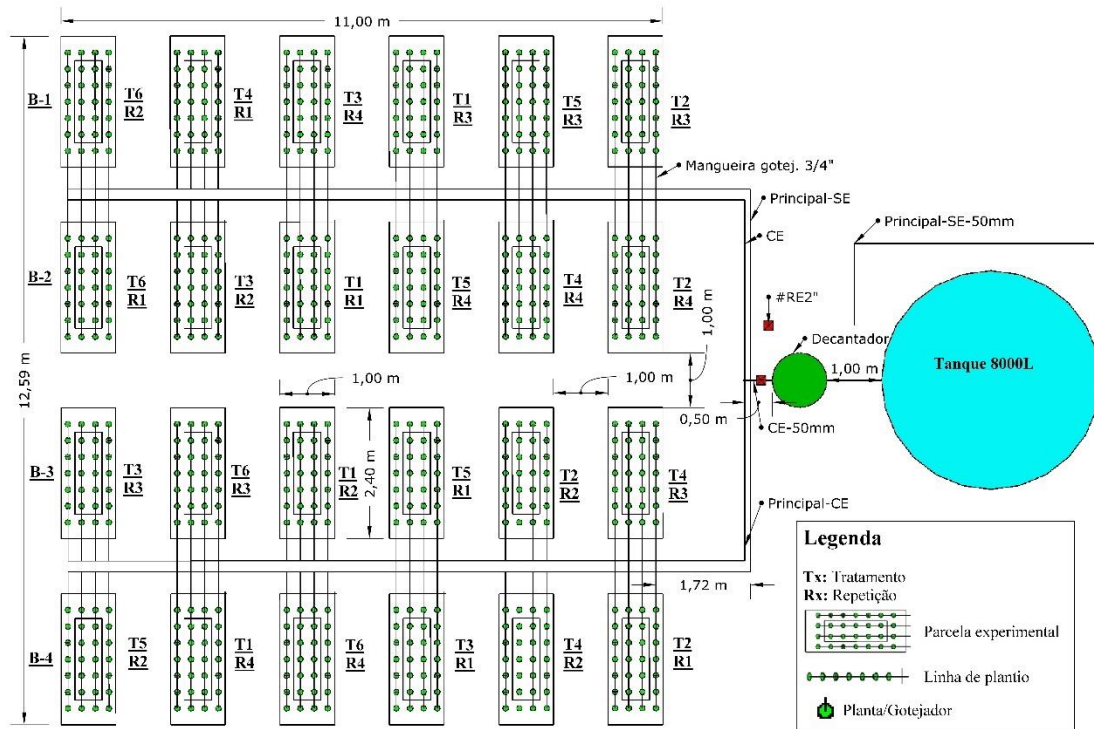
T4 - SE: Sem Efluente x **CC**: Com Composto (**SECC**);

T5 - SE: Sem Efluente x **CF**: Com Fertilizante (**SECF**);

T6 - SE: Sem Efluente x **SA**: Sem Adubação (**SESA**).

O experimento consistiu de 24 unidades experimentais ou parcelas (Figura 2), divididas em 4 blocos onde foram instalados os tratamentos citados acima juntamente com suas referidas repetições.

Figura 2: Croqui da área experimental-Horta Escolar IFRR/CNP.



Fonte: Produzido pelo próprio autor

3.3. Fonte hídrica utilizada no experimento

Foi utilizado como fonte de abastecimento, um poço artesiano, o qual forneceu toda a água necessária durante o período experimental. Uma bomba elétrica submersa de 5.0 CV foi utilizada para bombear a água por uma tubulação de PVC de 2" de diâmetro até as instalações do experimento.

A água captada do poço artesiano atendeu a duas finalidades, sendo a primeira empregada na irrigação dos tratamentos sem efluente (SE), por uma tubulação distinta descrita no sistema de irrigação, e a segunda, para abastecimento do tanque de piscicultura com capacidade para 8 mil litros, no qual gerou-se o efluente, utilizado nos tratamentos com efluente (CE), na fertirrigação das culturas.

Foram realizadas análises limnológicas da fonte de abastecimento do experimento no dia 1 em intervalos de 15 dias, durante todo o ciclo das culturas totalizando 9 amostragens, com retirada de amostra de 1000 ml direto da tubulação de

abastecimento, em seguida, acondicionadas em ambiente refrigerado para posterior análise laboratorial, o que serviu para monitorar e garantir a potabilidade da fonte hídrica, conforme valores legais de parâmetros citados anteriormente: (nitrato máximo (NO_3^-): 10 mg L^{-1} , amônia máxima (NH_3): $1,5 \text{ mg L}^{-1}$, fosfato máximo (PO_4^{3-}): $0,025 \text{ mg L}^{-1}$, permitindo assim, confirmar que nenhum nutriente foi adicionado ou superestimado nas fontes irrigantes.

3.4. O tanque de piscicultura

O tanque utilizado no cultivo dos peixes foi produzido em ferrocimento com 2 m de raio e 70 cm de profundidade, com capacidade para 8 mil litros (Figura 3). Estas dimensões foram adotadas dos tanques utilizados comumente no sistema integrado alternativo de produção de alimentos – EMBRAPA. O tanque desempenhou papel chave no experimento, pois no mesmo se cultivou os peixes para produção do efluente. Foi abastecido por água de poço artesiano através de uma tubulação de PVC de 2”, sendo controlada sua vazão por meio de registro PVC de esfera de 2” com válvula automática de controle de vazão, o que permitiu tanto abastecimento para manutenção de seu volume quanto para a renovação diária de água.

Figura 3: Tanque de piscicultura-Sisteminha EMBRAPA-Horta Escolar IFRR/CNP



Fonte: Produzido pelo próprio autor

3.4.1. Manejo produtivo do tanque de piscicultura

Após construção do tanque, procedeu-se a limpeza do mesmo “cura do concreto”, que consistiu no enchimento completo do tanque, este permanecendo cheio por 10 dias. Após passado esse período, efetuou-se a drenagem completa do tanque, abastecendo logo em seguida para iniciar o cultivo. Após o enchimento completo do tanque, realizou-se a inoculação do mesmo, com 20 litros de efluente de piscicultura, o que acelerou a colonização da água do tanque pelo fitoplâncton.

No dia 17 de setembro de 2018, foi realizado o povoamento do tanque de piscicultura, com 300 alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818), com peso médio inicial de 2 gramas, dos quais foram selecionados 20%, para cultivo no experimento. Aos 10 dias do mês de novembro do mesmo ano, foi realizada a biometria dos peixes, ainda não iniciado o período experimental, para separação e formação do lote de alevinos criados para o experimento, o que possibilitou selecionar 60 juvenis de tambaqui (20%), em uma densidade de 4,83 peixes/m². Foi adicionado ainda 10% (6 juvenis) ao cardume, para compor a taxa de mortalidade.

Foi fornecido aos peixes ração comercial extrusada com 36% de proteína bruta-PB com 6 a 8 mm de espessura (Tabela 1), duas vezes ao dia, manual a lança em toda superfície do tanque, sendo a primeira às 8h e a segunda às 16h (CHAGAS, 2007).

O manejo alimentar dos peixes foi realizado seguindo as recomendações para nutrição de tambaqui abordadas por Correa *et al.* (2011). A cada 15 dias foi realizada a biometria dos peixes, onde 15% do lote foi capturado para pesagem, o que permitiu fazer a readequação da quantidade de ração fornecida diariamente, bem como, para obtenção dos índices de desempenho produtivo descritos abaixo:

Tabela 1: Composição nutricional da ração utilizada no experimento.

Níveis de garantia	
Proteína Bruta (Mín.)	360,00 g/kg
Umidade (Máx.)	120,00 g/kg
Extrato Etéreo (Mín.)	40,00 g/kg
Fibra Bruta (Máx.)	35,00 g/kg
FDA (Máx.)	55,00 g/kg
Matéria Mineral (Máx.)	150,00 g/kg
Fósforo (Mín.)	17,00 g/kg
Cálcio (Máx.)	38,00 g/kg
Cálcio (Mín.)	24,00 g/kg
Lisina (Mín.)	19,00 g/kg
Sódio (Mín.)	3500,00 mg/kg
Magnésio (Mín.)	2000,00 mg/kg
Enxofre (Mín.)	2500,00 mg/kg
Ferro (Mín.)	110,00 mg/kg
Cobre (Mín.)	20,00 mg/kg
Manganês (Mín.)	25,00 mg/kg
Zinco (Mín.)	75,00 mg/kg
Cobalto (Mín.)	0,20 mg/kg
Iodo (Mín.)	0,30 mg/kg
Selênio (Mín.)	0,30 mg/kg

Fonte: Bigsal nutrição animal

a) Ganho de peso médio - GPM

O índice de ganho de peso médio foi determinado pela diferença entre os pesos médios finais e iniciais dos peixes amostrados.

$$\text{GPM} = \text{PMF} - \text{PMI}$$

Onde:

PMF= peso médio final (g)

PMI = peso médio inicial (g)

b) Taxa de sobrevivência - TS

A taxa de sobrevivência foi obtida por meio da seguinte fórmula:

TS (%) = 100 x nº final de peixes / nº inicial de peixes

c) Biomassa final - BF

Foi obtida pela multiplicação do número total de sobreviventes do período, pelo peso médio final do lote de peixes.

$$\mathbf{BF_{kg} = NTS \times PF / 1000}$$

Onde:

NTS = número total de sobreviventes do período

PF = peso médio final (g).

d) Produtividade - P

O índice de produtividade foi obtido através da seguinte fórmula:

$$\mathbf{P = BF / A}$$

Onde:

BF = biomassa final (kg);

A = área do viveiro (m²).

Aos 19 dias do mês de novembro de 2018, paralelo ao transplântio das mudas de alface para as leiras de cultivo, realizou-se a primeira biometria para acompanhamento dos índices produtivos dos peixes, bem como, a coleta de amostras de água para acompanhamento da produção do efluente.

3.4.2. Manejo do efluente do tanque de piscicultura

Após a completa eutrofização da água do tanque, apresentando valores de nitrato e fosfato semelhantes aos encontrados em águas de pisciculturas em pleno ciclo de criação, e com transparência de 40 cm na coluna d'água, ocorrida em 6 de outubro de 2018 após 20 dias da introdução dos alevinos no tanque, assim, denominada efluente de

piscicultura, foi iniciado o período experimental com a utilização do efluente do tanque na fertirrigação das culturas a campo, sendo inicialmente a fertirrigação da alface.

Não foi realizada nenhuma adubação química ou orgânica inicial ou de manutenção no tanque com a intenção de potencializar ou iniciar a eutrofização da água. O método utilizado foi apenas a inoculação com efluente, o que acelerou o processo de colonização pelo fitoplâncton. Apenas os processos biológicos naturais de nitrificação promovidos pelo ciclo do nitrogênio aliado ao arraçoamento diário e excreções dos peixes, foram suficientes para manter a eutrofização da água do tanque em atividade.

Para controle e manutenção da estabilidade e reprodução da comunidade planctônica do tanque, foram realizadas renovações diárias da água do tanque, promovidas pelo processo de irrigação, não ultrapassando 30% de seu volume total (GUILHERME, 2013).

3.5. Produção do composto orgânico

O composto orgânico foi produzido de acordo com a metodologia do Sistema Integrado Alternativo de Produção de Alimentos - SISTEMINHA EMBRAPA (GUILHERME, 2013), onde foram empregados 4 materiais encontrados comumente em propriedades rurais, tais como: aparas de grama/vegetação espontânea, cama de frango, esterco bovino e pó de serra/maravalha de madeira.

A montagem da pilha de composto seguiu o esquema de camadas de 15 cm de espessura, uma sobre a outra, confeccionando uma pilha de 1,20 m de altura com 2 repetições de cada camada sucessivamente, sendo umedecida com água de poço com a utilização de mangueira, no final do procedimento.

Semanalmente foi utilizada uma haste metálica de Ø 3/8" no centro da pilha de composto para aferir a temperatura com auxílio de termômetro digital portátil. Quando a temperatura ultrapassava os 65°C, a pilha era revolvida com aplicação de jatos de água para umedecê-la e assim diminuindo a temperatura, refazendo a pilha novamente. Tal procedimento foi realizado toda vez que a pilha de composto ultrapassava os 65°C de temperatura (FERNANDES, 1999). Após decorrido os 90 dias de processo de compostagem, o composto estava estável e pronto para ser peneirado, com a utilização

de uma peneira de pedreiro com malha metálica de 6 mm, e aplicado na adubação das leiras de cultivo.

3.6. Preparo da área experimental

Para implantação do experimento, previamente foi realizada análise de solo da área experimental. O procedimento consistiu na coleta de 6 amostras de 100 gramas distribuídas na área a uma profundidade de 0 a 20 cm, formando uma amostra composta de 600 gramas o que representou o perfil nutricional do solo da área no momento pré-experimento. A mesma metodologia de coleta de solo para análise foi aplicada após o cultivo das culturas, isto é, após o término do cultivo da cultura da alface e pepino, para aferição da fertilidade residual.

Ao mesmo tempo em que foi analisado o solo da área (Tabela 2), aconteceu também a análise do composto orgânico (Tabela 3), com a retirada de 5 pequenas amostras de 100 gramas em toda a pilha de composto, formando uma amostra composta de 500 gramas (FILIZOLA, 2006). As amostras de solo e composto, devidamente embaladas e etiquetadas, foram encaminhadas ao laboratório para análise. Os resultados dessas análises, foram a base para a correção da acidez do solo, adubação de plantio com formulado comercial NPK 04-14-08 e com composto orgânico.

Tabela 2: Análise de solo da área experimental-Horta Escolar-IFRR/CNP

pH	K	P	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S	Ca	Mg	Al	H+Al
	mg/dm ³								cmolc/dm ³			
5,60	27,56	6,45	1,56	188,98	15,80	0,34	0,02	5,09	1,20	0,28	0,11	1,59
SB	t	T	V	m	M.O.	P-Rem						
	cmolc/dm ³		%		dag/kg	mg/L						
1,55	1,66	3,14	49,38	6,63	0,92	54,23						

Fonte: pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5, Ca - Mg- Al- Extrator: KCl - 1 mol/L, S - Extrator - Fosfato monocálcio em ácido acético, P- Na - K- Fe - Zn- Mn- Cu- Extrator Mehlich 1, H + Al- Extrator: SMP, Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N+ H₂SO₄ 10N, B- Extrator água quente.

Tabela 3: Características química e física do composto orgânico utilizado no experimento.

Nitrogênio	(N)	9,10	g/Kg
Fósforo	(P)	19,75	g/Kg
Potássio	(K)	1,93	g/Kg
Cálcio	(Ca)	22,00	g/Kg
Magnésio	(Mg)	8,75	g/Kg
Enxofre	(S)	1,50	g/Kg
Sódio	(Na)	265,00	mg/Kg
Cobre	(Cu)	10,00	mg/Kg
Ferro	(Fe)	3,60	g/Kg
Zinco	(Zn)	50,00	mg/Kg
Manganês	(Mn)	115,00	mg/Kg
pH	---	6,70	---
Matéria orgânica	(M.O)	321,50	g/Kg
Carbono orgânico		10,35	%
Umidade	(U)	39,03	%

Fonte: N: Método de Kjeldahl, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn: EPA3051/6010c, C. orgânico: Dicromatometria, Relação C/N: Cálculo, Umidade a 65°C: Perda de massa, pH (em CaCl₂): Potenciometria.

O preparo da área foi realizado no dia 27 de setembro de 2018 utilizando grade aradora com 14 discos acoplada em trator com potência de 75 CV, numa profundidade de 20 cm, sendo, a primeira passagem de grade para escarificar o solo e a segunda para incorporar o calcário dolomítico com PRNT de 90% com dosagem de 1,06 t ha⁻¹, aplicado manualmente a lança em toda a área.

Após 30 dias da incorporação do calcário, foi realizado o levante de 6 leiras de 12,60 metros de comprimento por 1 metro de largura, utilizando aleirador de 1 linha e rotoencanteiradora. Após o levante da leira, foi incorporada a adubação de plantio, química e orgânica, recomendada para cultura da alface (PRADO; FILHO, 2016), sendo utilizado como adubação química o formulado NPK 4-14-8 com dose de 540g/parcela e 7,2 kg/parcela de composto na adubação orgânica, quantidades estas estabelecidas por tratamento.

O trabalho de levante das leiras e incorporação dos tratamentos foi realizado utilizando aleirador para escavar as laterais das leiras e posteriormente aplicando a adubação de plantio sobre as mesmas, para em seguida, incorporá-la com a utilização de

rotoencanteiradora. Após o cultivo da alface, com exceção do aleirador, utilizou-se apenas a rotoencanteiradora para incorporar 50% da adubação recomendada para a cultura do pepino (CARVALHO *et al.*, 2013; TRANI *et al.*, 2015).

A adubação de plantio foi realizada em todos os tratamentos exceto aqueles que não continham adubação química ou orgânica, com dosagens de acordo com a análise do solo e com base na recomendação feita pela literatura acima citada, para as culturas da alface e do pepino, incorporados no momento do levante das leiras. A adubação com composto orgânico foi calculada com base no teor de nitrogênio presente nas análises do composto. Após a adubação de plantio, não houve mais nenhum tipo de adubação, a não ser a via fertirrigação com o efluente de piscicultura (CE), para os tratamentos que continham esse fator.

Após o período experimental, foram coletadas amostras de solo das leiras do tratamento com o uso de efluente sem adubação e do tratamento sem efluente sem adubação respectivamente, para análise laboratorial, com a coleta de 3 amostras de 50 gramas na profundidade de 0 a 20 cm em distribuição triangular na parcela das 4 repetições de cada tratamento citado acima, resultando em 12 amostras de 50 gramas, e após mistura, formando 2 amostras compostas de 600 gramas sendo uma do tratamento com efluente e a segunda do tratamento sem o uso de efluente (FILIZOLA, 2006). Cada amostra composta foi devidamente identificada e encaminhada ao laboratório para análise.

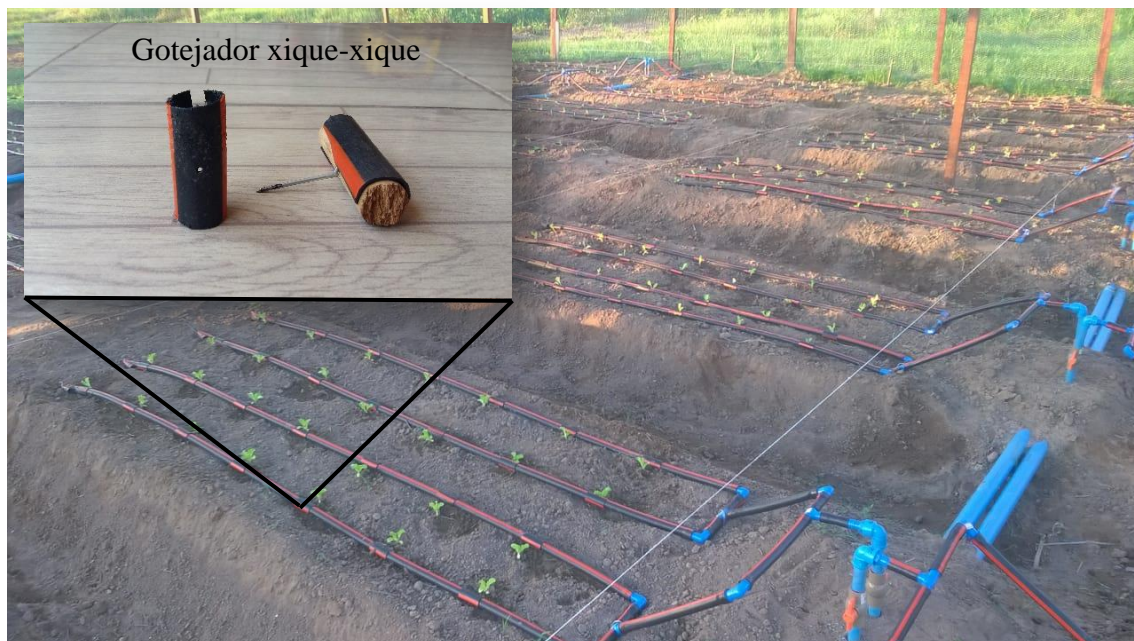
3.7. Montagem do sistema de irrigação

Para distribuição do efluente, bem como, da água de irrigação convencional, utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento pressurizado por bomba periférica e através da gravidade e utilizando tubulações de PVC de irrigação agrícola.

O sistema de irrigação consistiu de 2 linhas principais, 4 secundárias de onde foram instaladas as mangueiras gotejadoras. A primeira linha principal denominada (SE), canalizou apenas água para irrigar os tratamentos que não receberam o efluente, dividindo-se em 2 linhas secundárias de onde foram instaladas as mangueiras gotejadoras. A segunda linha principal denominada (CE), canalizou o efluente do decantador do tanque de piscicultura para as 2 linhas secundárias de derivação, nas quais foram acopladas as mangueiras gotejadoras das parcelas experimentais.

Ambas as linhas principais e secundárias foram confeccionadas com tubos de PVC com diâmetro nominal-DN de 50 mm e pressão nominal-PN de 80 mca. As linhas secundárias alimentaram 96 linhas de mangueiras gotejadoras de 3/4” de diâmetro de cor preta específica para irrigação, com 2,50 m de comprimento, no cultivo da cultura da alface, e 48 linhas da mesma mangueira gotejadora de 3/4” de diâmetro, com 2,50 m de comprimento, no cultivo da cultura do pepino. Os gotejadores empregados foram do tipo “xique-xique” com custo máximo de 30% do valor dos modelos comerciais (COELHO *et al.*, 2012), apresentando vazão máxima de 10 L h⁻¹ em cada gotejador com pressão de trabalho de 5 mca. Os gotejadores (Figura 4), por serem de fácil limpeza, bastando abrir o registro no início da linha de gotejadores, liberando a vazão máxima, expulsando possíveis obstruções do orifício gotejador. Não houve obstrução da vazão dos gotejadores ao longo do período experimental, aplicando-se satisfatoriamente para o uso na fertirrigação de efluentes.

Figura 4: Leira de plantio com detalhe do gotejador xique-xique



Fonte: Produzido pelo próprio autor

3.7.1. Manejo da irrigação

O tanque de piscicultura foi abastecido com água de poço artesiano analisada conforme metodologia citada anteriormente, porém, iniciando a fertirrigação do experimento, após alcançar valores médios de nitrato (0,25044 mg L⁻¹) e fosfato

(0,01035 mg L⁻¹) similares aos encontrados comumente em tanques de piscicultura em pleno ciclo de criação (BACCARIN; FRASCÁ-SCORVO; NOVATO, 2000), o que aconteceu antes do transplante das mudas de alface. Foi realizada a renovação de água do tanque diariamente, não ultrapassando 30% de seu volume total, de modo que não alterasse drasticamente os valores dos nutrientes avaliados mais que atendessem à necessidade hídrica da cultura de acordo com o tratamento estabelecido.

Foi adotado 1 turno de rega diariamente para a alface e para o pepino, entre 8 e 10 horas do dia, com fornecimento de 11,67 mm e 6,67 mm de lâmina de água para a alface e pepino respectivamente. Diariamente foram retirados 336 litros de efluente para atender as necessidades hídricas da cultura da alface, e um volume de 192 litros de efluente para fertirrigação do pepino, volumes bem abaixo dos 30% (2.400 L), recomendados para tanques na modalidade do Sisteminha Embrapa (GUILHERME, 2013).

O dimensionamento do sistema de irrigação foi elaborado com base na lâmina de água requerida por cada cultura. A cultura da alface demandou um volume de 1.000 ml/dia de irrigado por gotejador, o que era fornecido em um turno de rega de 30 minutos. Já a cultura do pepino demandou um volume de 570 ml/dia de irrigado por gotejador, sendo fornecido em um período de 18 minutos.

Durante o turno de rega, era verificado em todas as parcelas se os gotejadores estavam funcionando adequadamente, e se a lâmina de água requerida estava sendo fornecida. A confirmação da aplicação da lâmina requerida, foi obtida através da coleta do volume diário de irrigado emitido de cada gotejador, por meio de coletas da lâmina d'água de um gotejador aleatório em todas as linhas de gotejamento de cada parcela do experimento, com o uso de recipiente graduado (becker graduado em mililitros-ml), no intervalo de tempo citado acima conforme o dimensionamento do sistema de irrigação (AGUIAR NETTO; BASTOS, 2013; SOUSA *et al.*, 2011).

3.8. Montagem das parcelas experimentais

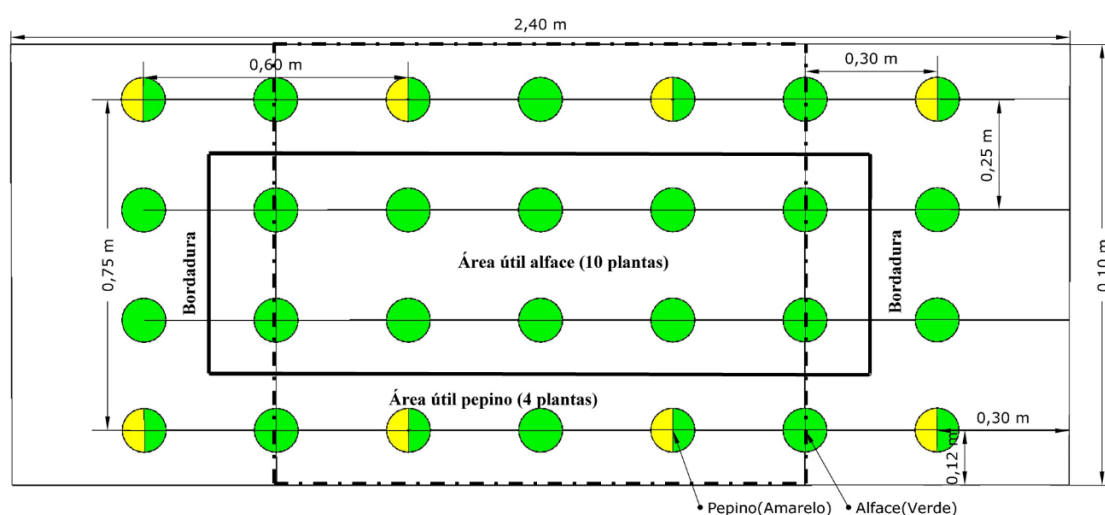
A montagem das parcelas foi realizada para atender ao cultivo em sucessão de culturas, sendo a primeira cultura cultivada a alface, e a segunda, o pepino. Para o plantio da alface, utilizou-se a cultivar do tipo Americana, sendo a variedade repolhuda

Lucy Brown, com ciclo médio de 45 a 55 dias após transplântio. Já para o plantio do pepino, foi utilizada a cultivar de pepino híbrido Caipira guarani, com ciclo de 50-60 dias após transplântio.

As culturas foram cultivadas em 24 unidades experimentais distribuídas em 4 blocos com 6 unidades cada. A parcela do experimento (Figura 5), apresentou as dimensões de 1 x 2,40 metros e contendo 4 linhas de plantas. O espaçamento adotado foi de 25 cm entre linhas e 30 cm entre plantas para a cultura da alface, e 75 cm entre linhas e 60 cm entre plantas para a cultura do pepino.

A parcela apresentou um stand de 28 plantas para a cultura da alface e 8 plantas para a cultura do pepino, o que resultou em uma população de 672 plantas de alface e 192 plantas de pepino no total. A área útil da parcela consistiu das duas linhas centrais, sendo descartadas as plantas da extremidade destas linhas, resultando em uma área útil com 10 plantas para a cultura da alface. Já a área útil na parcela do pepino foi composta das 4 plantas do centro da parcela e localizadas nas duas linhas externas de plantas, as quais foram colhidas para os procedimentos de coleta de dados das variáveis de cada cultura.

Figura 5: Croqui da parcela experimental (retângulos pontilhado e contínuo delimitando área útil do pepino e alface respectivamente)



Fonte: Produzido pelo próprio autor

3.8.1. Produção das mudas

As mudas foram produzidas em casa de vegetação em bandejas plásticas de 98 células, instaladas em bancadas com 1,20 metros de altura. Foi semeando 1 semente de alface e 1 semente de pepino por célula sucessivos em tempos alternados, a uma profundidade de 1 cm. O composto empregado nos tratamentos foi o mesmo utilizado na produção das mudas após processo de peneiragem.

Foram praticados 2 turnos de rega diariamente, sendo a primeira as 8 horas e a segunda as 16 horas, através de sistema de irrigação por microaspersão aérea. A lâmina d'água consistiu em um volume aplicado até as células da bandeja começarem a drenar na parte da base.

3.8.2. Transplântio

O transplântio das mudas de alface e pepino ocorreram quando as plantas apresentaram 2 a 3 folhas e 8 a 10 cm de altura. O transplântio foi realizado na parte da manhã, momento em que a temperatura ambiente se apresentou mais amena e propícia à atividade, minimizando os efeitos de desidratação das mudas.

O transplântio da alface foi realizado em 19 de novembro de 2018, enquanto, o pepino teve seu transplântio em 09 de janeiro de 2019. As mudas foram retiradas das bandejas sem destruir o torrão, para não danificar as raízes sensíveis da alface bem como a do pepino. Foi plantada 1 muda por cova por gotejador. Para a cultura da alface, realizou-se o replântio de mudas até o 2º dia pós transplântio, enquanto, na cultura do pepino não houve necessidade de replântio.

3.9. Tratos culturais e controle fitossanitário

Durante o período do experimento a campo, realizou-se o controle das plantas invasoras, eliminando-as pelo arranquio manual em todas as parcelas do experimento. As capinas manuais foram realizadas semanalmente. No momento da capina, trabalhou-se o destorroamento e reamontoa das laterais das parcelas de cultivo.

As plantas de pepino, quando iniciaram o crescimento de ramas, foram tutoradas com fitilho de algodão amarrados a estacas de madeira ao longo de toda a linha de

plantio, sendo podadas (capação) com 2 metros de altura. Não foi realizado poda de ramos laterais das plantas, apenas a condução das mesmas na linha de plantio.

O controle fitossanitário foi realizado durante todo o ciclo de desenvolvimento das plantas, observando a presença de insetos-praga, bem como, de sintomas de doenças, empregando os princípios do manejo integrado de acordo com a necessidade que se fez presente durante o ciclo das culturas.

Foi pulverizada solução a 0,5% de óleo de neem indiano (*Azadirachta indica*) 100% puro, nas plantas no 2º e 10º dia para prevenir doenças de início de plantio, bem como, mitigar o aparecimento de pragas cortadeiras. A pulverização foi realizada com o uso de bomba costal de 20 litros onde foram diluídos 100 ml de óleo de neem, realizando a aplicação na área das parcelas sobre as plantas, na parte da tarde entre 16 e 18 horas.

3.10. Parâmetros limnológicos

Para garantir o fornecimento de efluente similar ao das pisciculturas, bem como, de uma água de abastecimento potável, foi realizado o acompanhamento dos parâmetros limnológicas das referidas fontes hídricas, com coleta de amostras em intervalo de 15 dias, para o monitoramento e constatação do quantitativo de nutrientes fornecidos através de análises laboratoriais das duas fontes hídricas. Foram coletadas amostras da água do poço artesiano e do tanque de piscicultura em garrafa plástica fosca com volume de 1000 ml cada, estas sendo resfriadas e encaminhadas ao laboratório para posterior análise. Tais coletas foram realizadas sempre na parte da manhã entre 8 e 10 horas.

Optou-se por analisar os parâmetros limnológicos em dois laboratórios distintos, sendo o primeiro o Laboratório de solos do IFRR-*Campus* Novo Paraíso localizado em Caracaraí-RR, mesmo local do experimento, e tendo como segundo o Laboratório de análises ambientais MICRO-LAB de Manaus-AM, este último detentor do certificado de qualidade ISO 9001:08.

Segue discriminado os parâmetros monitorados durante todo o período experimental, bem como a metodologia adotada para quantificação dos mesmos a nível de campo e em laboratório:

✓ Parâmetros aferidos a campo:

a) Condutividade elétrica

Na análise dos valores de condutividade elétrica - (CE), dada em $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, utilizou-se um medidor de condutividade elétrica de modelo HI98304 - DIST 4 – HANNA, com faixa: 0.00 a 19.99 mS cm^{-1} , resolução: 0.01 mS cm^{-1} , precisão: (a $20^\circ\text{C} \pm 2\%$ F.S, compensação de temperatura automática 0 a 50°C). A CE foi aferida com a sonda do equipamento introduzida na coluna de água até o nível especificado pelo fabricante na parte lateral do tanque e do reservatório de água potável, por um período de tempo de 20 segundos.

b) Oxigênio dissolvido

Para aferir a concentração de oxigênio dissolvido - (OD), das duas fontes hídricas, foi utilizado o Oxímetro-Termômetro AT 160 - microprocessado (à prova d'água) ALFAKIT com backlight para análise noturna e memória para 500 registros com data/hora, introduzindo a sonda na parte central do tanque e do reservatório de água potável à uma profundidade de 50 cm, e movimentando a mesma de um lado para o outro por 2 minutos, como descrito no manual do usuário, para aferição deste parâmetro.

c) Potencial Hidrogeniônico

Para a determinação da concentração de íons de hidrogênio (H^+), das fontes hídricas, foi utilizado o pHmetro portátil modelo: K39-0014P Kasvi, com compensação automática de temperatura, precisão: ± 0.06 , resolução: 0.01 e faixa de temperatura de trabalho de $5-35^\circ\text{C}$. A sonda do equipamento foi introduzida na parte lateral do tanque e do reservatório de água potável até sua completa imersão, por um tempo de 10 segundos.

d) Temperatura

A temperatura da água foi aferida no mesmo momento da coleta do OD com a utilização do mesmo equipamento (Oxímetro-Termômetro AT 160 - microprocessado), e procedimento.

e) Transparência

Para a coleta de dados sobre transparência, foi utilizado um disco de Secchi com fita de 1,5 metros de comprimento, mergulhando o mesmo nos dois ambientes até a profundidade que a sua visibilidade não fosse mais possível, assim, obtendo o valor de transparência.

✓ Parâmetros aferidos em laboratório:

a) Amônia

Os valores de amônia foram determinados através de análise laboratoriais utilizando a metodologia Standard Methods Spectrophotometer handbook - Hexis Científica, e apresentados em $\text{mg NH}_3 \text{ L}^{-1}$ (APHA, 2012).

b) Fosfato

Quanto ao parâmetro fosfato, foi determinado através de análise laboratoriais utilizando a metodologia Manual Hach Método 8114 - Molybdonadate Method, e apresentados em $\text{mg PO}_4 \text{ L}^{-1}$ (HACH COMPANY, 2014).

c) Nitrato

Para quantificar os valores de nitrato, foi adotado o Manual Hach Método 8171/8192 Cadmium Reduction Method como metodologia laboratorial. Os valores foram expressos em $\text{mg NO}_3^- \text{ L}^{-1}$ (HACH COMPANY, 2019).

3.11. Variáveis das culturas

Para avaliar o efeito dos tratamentos, foram aferidas as variáveis produtivas das culturas alface e pepino em resposta às diferentes fontes de adubação. Para a cultura da alface, foram colhidas para análise, as 10 plantas da área útil da parcela, sendo iniciada a colheita 45 dias após transplantio. Já para a cultura do pepino, teve a colheita de seus frutos iniciada com 41 dias após transplantio nas 4 plantas centrais da parcela, com frutos atingindo entre 10 a 15 cm de comprimento. A colheita do pepino teve duração de 30 dias a contar da data da primeira colheita, sendo realizadas colheitas semanais.

A colheita das hortaliças para quantificação das variáveis, foi realizada manualmente. Foi feita a colheita após alcançarem o período especificado para cada cultivar, realizando em seguida a higienização através de uma lavagem das cabeças e frutos de alface e pepino respectivamente, e posterior secagem dos mesmos para então realizar as aferições das seguintes variáveis:

3.11.1. Alface

a) Peso médio planta - PMP

O PMP foi determinado por meio da pesagem da cabeça, caule e raízes, com a utilização de balança analítica Ohaus Adventurer ARD110 com capacidade máxima de 4.100 g e precisão de 0,1 g.

b) Massa fresca parte aérea - MFPA

A MFPA foi determinada a partir da pesagem apenas da parte aérea (caule + folhas), sendo descartada as raízes através de corte do caule na extensão mediana entre o início das raízes no colo da planta e a inserção da primeira folha.

c) Massa seca parte aérea – MSPA

Após determinação da variável MFPA, as amostras foram encaminhadas ao laboratório onde foram acondicionadas em estufa de circulação de ar forçada por 72 horas a uma temperatura de 65° C. Após transcorrido o tempo em estufa e ter atingido massa constante, realizou-se a pesagem das amostras para determinação da MSPA.

d) Diâmetro médio da cabeça – DMC

Com as plantas ainda na parcela experimental, realizou-se a medição do DMC, realizado através da utilização de régua graduada em centímetros (cm). Coletou-se duas medidas no formato de cruz nos pontos extremos da cabeça para posterior somatória das duas medidas, sendo o total dividido por 2 e tendo como resultado o diâmetro médio da cabeça.

e) Número médio de folhas - NMF

Variável obtida com a contagem manual das folhas sadias maiores que 5 cm de comprimento por planta. As folhas foram retiradas do caule e em seguida medidas e separadas para contagem.

f) Produtividade - P (Kg/ha)

O cálculo de produtividade foi realizado através da seguinte equação:

$$P_{\text{kg/ha}} = (10.000 \div (\text{EL} \times \text{EP})) \times \text{MFPA}$$

Onde:

EL: Espaçamento entre linhas (m);

EP: Espaçamento entre plantas (m);

MFPA: Massa fresca da parte aérea (kg).

3.11.2. Pepino

a) Número médio de frutos/planta - NMFP

Número médio de frutos colhidos durante o período de 30 dias. Os frutos foram colhidos manualmente em quatro plantas identificadas na parcela experimental o que gerou um total de frutos colhidos durante o período de colheita de 30 dias, este sendo dividido pelas quatro plantas da parcela o que gerou o valor médio de frutos por planta.

b) Comprimento médio do fruto - CMF

O CMF foi obtido através da medição do fruto no sentido longitudinal compreendido da inserção do pedúnculo na base até o ápice do fruto, com a utilização de paquímetro digital graduado em milímetros (mm).

c) Diâmetro médio do fruto - DMF

A variável DMF foi obtida através da medição do fruto no sentido transversal do crescimento do fruto, com a utilização de paquímetro digital graduado em milímetros (mm), realizando duas aferições em dois locais do mesmo fruto distanciada 3 cm para cada lado a partir do meio do fruto.

d) Produtividade - P (Kg/ha)

O cálculo de produtividade para o pepino foi realizado através da seguinte equação:

$$P_{\text{kg/ha}} = (10.000 \div (EL \times EP)) \times P_{\text{kgP}}$$

Onde:

EL: Espaçamento entre linhas (m);

EP: Espaçamento entre plantas (m);

P_{kg}P: Valor produzido acumulado por planta (kg).

3.12. Despesca

Após transcorrido 120 dias desde o início do período experimental, com o transplântio da alface e criação dos peixes com média inicial de 23,14g até o término dos 30 dias de colheita do pepino, realizou-se a despesca do tanque de piscicultura. Foi utilizado uma rede de arrasto confeccionada em malha de seda de 25mm. Foi feito a despesca total do tanque para avaliação da produtividade do sistema através da contagem e pesagem dos peixes com a utilização de balança digital suspensa.

3.13. Análise Estatística dos Dados

Os dados coletados do experimento foram submetidos primeiramente ao teste de normalidade dos dados - Shapiro Wilk, não havendo anormalidade, procedeu-se para a análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (MENDES, 1999). Realizou-se o desdobramento das interações entre os fatores que apresentaram interação significativa e os que não apresentaram interação, tiveram sua discussão baseada no efeito principal de cada nível. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional SISVAR versão 5.7 (FERREIRA, 2014), disponível gratuitamente no endereço eletrônico: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>>.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Qualidade da água de abastecimento e irrigação e do efluente de piscicultura

4.1.1. Parâmetros limnológicos da água de abastecimento e irrigação

A fonte de abastecimento (Poço artesiano), apresentou, ao longo do período experimental, valores de parâmetros limnológicos (Tabela 4), dentro dos padrões de potabilidade regulados pela Portaria n° 2914/11 do Ministério da Saúde e pela Resolução Conama n° 357/05. Tal qualidade foi de suma importância para manter a integridade dos tratamentos que não utilizaram efluente em sua irrigação, bem como, evitou a possível superestimação da quantidade de nutrientes presentes no efluente advindos da água de abastecimento do tanque, caso a fonte de abastecimento estivesse contaminada.

Tabela 4: Parâmetros limnológicos da água de poço artesiano-Horta Escolar-IFRR/CNP

Nº	Parâmetro limnológico	Média	Desv Pad	Referência
1	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	0,124	0,032	10 a 100
2	O ₂ D (mg/L)	6,110	0,718	4 a 10
3	pH	6,233	0,406	6 a 9
4	Temperatura (°C)	28,100	1,137	25° a 32°
5	Transparência (cm)	100,000	0,000	30 a 60
6	Amônia n.i.-NH ₃ (mg/L)	0,067	0,112	0,020 a 2,000
7	Fosfato-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	0,013	0,012	0,010 a 0,030
8	Nitrato-NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,033	0,071	0,250 a 10,000

Fonte: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23RD EDITION. Editora American Public Health Association, EUA 2017.

Águas subterrâneas canalizadas por tubulação de PVC, tendem a apresentar valores anormais de nutrientes, devido ao acúmulo de minerais e matéria orgânica nas paredes dos tubos e nos reservatórios ao longo das linhas de distribuição depois de algum tempo de uso, o que compromete a qualidade da água com fins de pesquisa, principalmente com relação a potabilidade e à obstrução de emissores de irrigação (VIEIRA *et al.*, 2004; BATISTA *et al.*, 2013). Tal fenômeno não foi encontrado nesta

pesquisa pelo fato de terem sido utilizados tubulações novas, bem como, limpeza prévia dos reservatórios (caixas d'água, tanques de decantação, elementos filtrantes). Ação esta que possibilitou as melhores condições para avaliar os irrigados no experimento.

4.1.2. Parâmetros limnológicos do efluente de piscicultura

Após o início do cultivo dos peixes bem como do início do período experimental prolongando até seu término aos 120 dias, o efluente do tanque de piscicultura apresentou valores limnológicos normais no que diz respeito à um efluente proveniente da criação de peixes.

As médias limnológicas do efluente apresentadas ao longo do período experimental (120 dias) estão apresentados abaixo na tabela 5:

Tabela 5: Parâmetros limnológicos do efluente de piscicultura-Horta Esolar-IFRR/CNP

Nº	Parâmetro limnológico	Média	Desv Pad	Referência
1	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	0,247	0,035	10 a 100
2	O ₂ D (mg/L)	6,977	0,652	4 a 10
3	pH	7,848	0,661	6 a 9
4	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	27,867	1,364	25 $^{\circ}$ a 32 $^{\circ}$
5	Transparência (cm)	35,556	5,270	30 a 60
6	Amônia n.i.-NH ₃ (mg/L)	0,588	0,143	0,020 a 2,000
7	Fosfato-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	6,644	1,724	0,010 a 0,030
8	Nitrato-NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,822	0,211	0,250 a 10,000

Fonte: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23RD EDITION. Editora American Public Health Association, EUA 2017.

As médias para os parâmetros condutividade elétrica, OD, pH, temperatura e transferência do efluente, apresentaram valores normais para um bom desenvolvimento da espécie cultivada. Segundo Ayers e Westcot (1999), a qualidade da água para irrigação está diretamente relacionada com os valores dos seus parâmetros limnológicos.

A condutividade elétrica (CE) do efluente apresentou média de $0,247 \mu\text{S cm}^{-1}$ ao longo do período experimental. A CE indica a quantidade de íons no sistema aquático e fornece informações sobre o metabolismo do ecossistema, sendo assim, a ocorrência de valores elevados de CE indicam maior quantidade de sais dissolvidos, contudo, se for

aferida baixa CE, significa que há uma acentuada produção primária e baixos valores de sais dissolvidos (SANTOS, 2009).

GENTELINI, (2007) trabalhando com tratamento de efluente de piscicultura orgânica utilizando macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (mart. solms) e *Egeria densa* (planchon), encontrou valores de CE de $36 \mu\text{S cm}^{-1}$. Se comparado as médias, nota-se que a presente pesquisa apresentou média de CE abaixo do valor encontrado por Gentelini (2007), o que pode ser explicado pelas taxas de renovação diária de água para a irrigação do experimento (SANTOS, 2009).

O pH do efluente se mostrou alcalino durante todo o cultivo e irrigação do experimento, apresentando média de 7,848 de potencial hidrogeniônico. A causa provável do efluente de piscicultura do tanque apresentar este pH elevado se dá pela adição semanal de 1 colher de chá de calcário dolomítico direto no filtro nitrificador tipo medusa, uma vez que, o tanque em específico apresenta o funcionamento de recirculação característico dos tanques do SISTEMINHA EMBRAPA.

O efluente apresentou níveis de amônia de $0,588 \text{ mg L}^{-1}$ e nitrato de $0,822 \text{ mg L}^{-1}$, médias dentro dos valores aceitáveis estabelecidos pela Portaria n° 2914/11 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Segundo Baumgartner (2007), os valores de nitrato abaixo de 10 mg L^{-1} não apresentam restrições quanto ao seu uso como fonte de água para irrigação das culturas. Porém, para o fosfato, a média apresentada pelo efluente ($6,644 \text{ mg L}^{-1}$), ultrapassou os valores estabelecidos pela legislação Resolução Conama n° 357/05 que estabelece o valor máximo de $0,025 \text{ mg L}^{-1}$ (BRASIL, 2005). Isto mostra o potencial poluidor, bem como, de fertilizante do efluente de piscicultura se pensarmos no uso na agricultura.

4.2. Desempenho do cultivo de tambaqui

Ao longo de um ciclo de cultivo de 120 dias, os peixes (Figura 6), não apresentaram comportamento anormal, como por exemplo: hipóxia ou ausência de apetite, não houve a necessidade de adição de peixes ao lote durante o ciclo de criação. O lote apresentou peso médio inicial (PMI) de 23,14 g na primeira biometria de início do período experimental.

Ao longo do período de cultivo, procedeu-se a biometria do lote de tambaquis intercaladas a cada 15 dias, para levantamento dos índices zootécnicos de produção (Tabela 6), o que tornou possível o levantamento desses dados vindo assim a evidenciar o manejo adequado da criação dos peixes durante todo seu ciclo de criação.

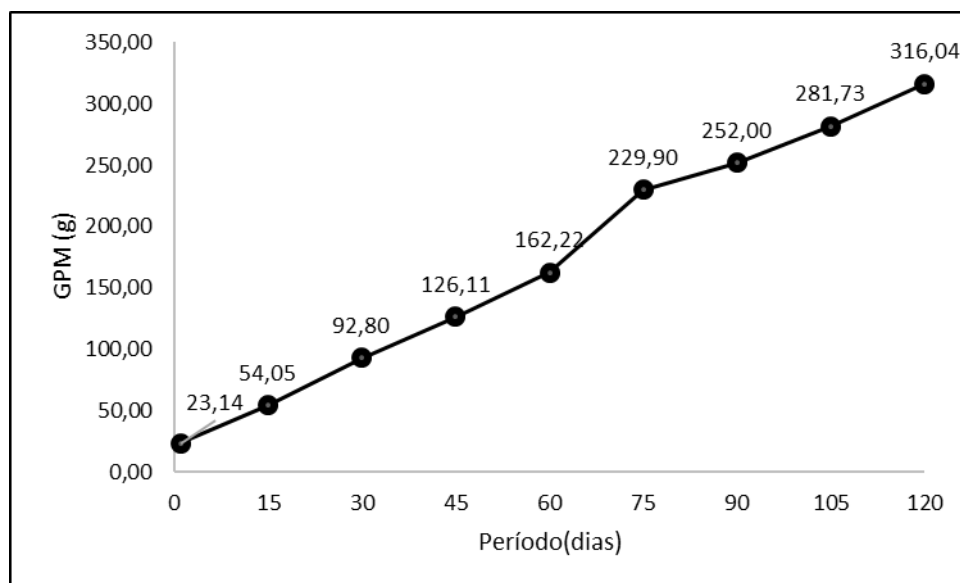
Tabela 6: Índices zootécnicos de ganho de peso médio-GPM, taxa de sobrevivência-TS, biomassa final-BF e produtividade-P, do lote de tambaqui.

Nº	Índices	Valores
1	GPM (g)	292,90
2	TS (%)	100,00
3	BF (kg)	18,96
4	P (kg/m ²)	1,53

Fonte: Produzido pelo próprio autor

Durante todo o ciclo de criação, o lote apresentou GPM constante, como pode ser visualizado na figura 6, atingindo ao final do período experimental o total de 292,90g de ganho de peso médio. Em pesquisa realizada por Sousa *et al.* (2016), avaliando a influência do uso de rações com diferentes concentrações de proteína bruta - PB (28% e 32%), no ganho de peso do tambaqui (*Collossoma macropomum*) alimentado com essas dietas distintas em sistema de criação em tanques escavados na Base de Piscicultura da Universidade Federal de Rondônia - Porto Velho/RO, encontraram linha de ganho de peso similar à encontrada nesta pesquisa com ganhos de peso proporcionais.

Figura 6: Ganho de peso médio-GPM, do lote de tambaqui ao longo de 120 dias de cultivo.



Fonte: Produzido pelo próprio autor

A taxa de sobrevivência (TS) se manteve em 100%, devido ao manejo adequado durante a manipulação dos peixes, bem como a rapidez e agilidade nos procedimentos biométricos. Empregou-se ainda a técnica de uso do sal no ato da contenção dos peixes em caixas d'água, para transporte e biometria, utilizando 20 kg de cloreto de sódio para cada 1000 litros de água (KUBITZA, 2007). Todos os processos de biometrias e manipulação dos peixes foram realizados no período da manhã entre 8 h e 10 h, amenizando o estresse e o risco de mortalidade (CHAGAS *et al.*, 2007).

O lote ao final do ciclo apresentou biomassa final (BF) de 18,96 kg com uma lotação de 4,83 peixes/m². Os valores de BF estão diretamente relacionados com as taxas de lotação, e como em sistemas de criação em tanques de ferrocimento com sistema de filtragem e recirculação do efluente, essas taxas são constantemente elevadas, sendo reguladas ao limite da capacidade de suporte do sistema de criação (KUBITZA, 2010).

Em estudo desenvolvido por Inoue *et al.* (2014), observando os efeitos de quatro densidades de estocagem (10, 20, 30 e 40 peixes/m³) no crescimento e na incidência de parasitas, monogêneas, nas brânquias do tambaqui cultivado em um período de 120 dias

em uma piscicultura particular nas imediações de Manaus-AM, encontraram BF idênticas as encontradas nesta pesquisa.

A variável Produtividade (P) foi descrita em produção de quilogramas de pescado por metro quadrado de lâmina de água (kg/m^2). O lote apresentou produtividade de $1,53 \text{ kg/m}^2$ de pescado após 120 dias de cultivo e com PMI de 23,14g.

A produtividade está diretamente ligada com as taxas de estocagem, arraçoamento e com a sanidade do sistema de criação, e é por meio dos índices de produtividade que se obtém a eficiência econômica de uma piscicultura, pois é através desses dados que podemos mensurar o custo por kg de pescado produzido (SILVA; FUJIMOTO, 2015).

Em um estudo com o objetivo de realizar o levantamento de técnicas e estratégias econômicas de produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*), cultivados em tanques escavados, em empreendimentos de pequeno porte desenvolvido na região metropolitana de Manaus-AM, Costa *et al.* (2018), encontraram índices de produtividade de $0,45 \text{ kg/m}^2$, inferiores aos constatados nesta presente pesquisa.

Figura 7: Exemplos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) ao término do experimento.



Fonte: Produzido pelo próprio autor

4.3. Desempenho produtivo das hortaliças

4.3.1. Cultura da alface

A) Peso médio da planta - PMP

Foi observada interação entre os níveis do Fator 1 (efluente de piscicultura) e o Fator 2 (adubação). Desdobrando-se a interação entre efluente e adubação para peso médio da planta (PMP), observou-se que o tratamento efluente de piscicultura adubado com fertilizante químico, apresentou o melhor resultado para PMP, seguido da interação entre o efluente adubado com composto (Tabela 7).

Tabela 7: Valores médios da variável peso médio da planta-PMP (g/planta), para a cultura da alface submetida aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).

PMP Efluente	Adubação		
	CC	CF	SA
SE	11,83 bB *	95,57 aB	3,81 bA
CE	123,92 bA	402,27 aA	30,41 cA
CV (%)	16,86		

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao analisar o desdobramento das melhores médias obtidas, observa-se que a relação de interação entre o efluente com a adubação mineral se sobressaiu em relação as demais interações, obtendo uma média de 402,27g de PMP, o que permite visualizar a rápida demanda por nutrientes prontamente assimiláveis no solo exigida pela cultura, uma vez que, a alface apresenta ciclo de produção muito curto, 40 dias em média (NOBLE e LIGHFOOT, 2003). Esta exigência nutricional em um curto período de tempo possivelmente foi suprida pela ação microbiológica do efluente agindo na rápida mineralização do fertilizante químico, e ainda, atuando como uma segunda fonte nutricional disponibilizando nutrientes prontamente assimiláveis pela cultura (GURGEL *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Médias inferiores a estas foram encontradas por Santos *et al.* (2015), avaliando a produtividade da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) em função de diversas lâminas de água e diferentes tipos de adubos cultivados na região Agreste do Estado de Alagoas os quais obtiveram média de 235g para o peso médio da planta.

B) Massa fresca da parte aérea - MFPA

No desdobramento da interação entre o efluente e a adubação para MFPA, observou-se que o tratamento que apresentou a melhor interação para a variável em questão foi o tratamento com efluente adubado com fertilizante seguido do tratamento com efluente adubado com composto (Tabela 8).

Tabela 8: Valores médios da variável massa fresca da parte aérea-MFPA (g/planta), para a cultura da alface submetida aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).

MFPA Efluente	Adubação		
	CC	CF	SA
SE	10,00 bB*	88,46 aB	2,38 bA
CE	109,28 bA	375,23 aA	25,58 cA
CV (%)	18,35		

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com base na tabela 8, ficou evidente que a interação significativa entre os fatores efluente e adubação visto que, a associação do efluente com a adição da adubação mineral NPK na proporção (04-14-08) respectivamente resultou em valores significativos para a variável MFPA se comparado com o resultado dos outros tratamentos, mais uma vez evidenciando a ação de acelerador de mineralização e fonte nutricional do efluente (NAHAS, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Em um estudo desenvolvido por Lopes *et al.* (2003), analisando a resposta de três cultivares de alface submetidas à diferentes fontes nitrogenadas em cobertura, obtiveram resultados superiores aos encontrados nesta pesquisa, sendo que das três cultivares analisadas, duas apresentaram valores superiores aos encontrados nesse estudo, sendo elas: cultivar Verônica e Vera com valores de MFPA de 474,13 e 461,68g respectivamente. É importante ressaltar que, a terceira cultivar: Brisa, apresentou uma média de 329,04 g, inferior à encontrada nesse estudo que foi de 375,23g para massa fresca da parte aérea.

C) Massa seca da parte aérea – MSPA

No desdobramento entre os níveis dos fatores efluente e adubação para a variável MSPA, a melhor média encontrada se originou da interação entre o efluente e o fertilizante químico, apresentando uma média de 20,46g de MSPA, seguida pelas medias resultantes das interações entre o efluente com composto e fertilizante apenas, sendo elas 6,48 e 6,31 gramas/planta respectivamente (Tabela 9).

Tabela 9: Valores médios da variável massa seca da parte aérea-MSPA (g/planta), para a cultura da alface submetida aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).

MSPA Efluente	Adubação		
	CC	CF	SA
SE	0,88 bB*	6,31 aB	0,33 bB
CE	6,48 bA	20,46 aA	2,37 cA
CV (%)	8,57		

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dentre as interações entre os fatores analisados, a relação entre o efluente de piscicultura com a adubação mineral foi a que apresentou melhores médias para a variável analisada. Tal efeito é resultante da ação mineralizadora e fertilizante das águas residuárias da piscicultura disponibilizando rapidamente os nutrientes para a cultura (MEDEIROS *et al.*, 2008; ALMEIDA *et al.*, 2017).

A ação aditiva do efluente quanto à disponibilização de nutrientes como o fósforo e o nitrogênio, fica evidente na interação entre o efluente e a adubação química, com maior disponibilização de nutrientes para o desenvolvimento e manutenção da planta, bem como, do acúmulo destes em sua massa vegetal. Ao contrário do que acontece quando isolamos a adubação química do efluente em tratamentos distintos, ocasionando uma lentidão no fornecimento de nutrientes provocado pela baixa mineralização dos mesmos. Assim, a interação do composto orgânico com o efluente, promove o mesmo efeito fertilizante que o adubo químico isolado, produzindo as mesmas variáveis sem diferença significativa de matéria seca (SILVA, 2010).

Valores de MSPA próximos aos encontrados desta pesquisa (20,46 g/planta), foram encontrados por Lopes. *et al.* (2003), obtendo valores de: 22,60, 17,92, e 16,48g de MSPA para as três cultivares de alface avaliadas: Brisa, Vera e Verônica respectivamente. Entretanto, Maia *et al.* (2008), avaliando o efeito do efluente de viveiro de peixe na composição de biofertilizantes na cultura da alface, encontraram valores de MSPA de 3,68 e 3,57 g/planta para efluente e poço respectivamente, médias inferiores às encontradas nesta pesquisa. Contudo, resultado superior a estes foram encontrados por Santos *et al.* (2015), avaliando a produtividade da cultura da alface em função de diversas lâminas de água e diferentes tipos de adubos no Campus de Arapiraca da UFAL-AL em um delineamento em blocos casualizados contendo parcelas

e subparcelas, em um arranjo fatorial 3x3x4, com três blocos, três níveis de lâminas de água (50; 100 e 150% da evapotranspiração da cultura - ETc) e quatro tipos de adubação (testemunha (sem adubação); esterco bovino; esterco de aves e fertilizante químico), obtendo 23,3 g/planta de média para MSPA.

D) Diâmetro médio da cabeça - DMC

Quanto à variável diâmetro médio da cabeça-DMC, foi a única que não apresentou interação significativa entre os níveis dos fatores avaliados com e sem efluente dentro de cada nível de adubação distinto. Apresentou apenas diferença estatística entre os tratamentos, assim, tendo seu desdobramento realizado de maneira específica com ênfase no efeito principal do uso do efluente e da adubação separadamente.

O tratamento 2 (com efluente com fertilizante-CECF), apresentou melhor resultado para a variável DMC (Tabela 10), com média de diâmetro de cabeça de 28,68 cm, seguido pelo tratamentos 1 (com efluente com composto-CECC), e 5 (sem efluente com fertilizante -SECF), com 20,37 e 20,12 cm respectivamente, estes dois últimos não apresentando diferença significativa entre si. O menor resultado obtido foi apresentado no tratamento 6 (sem efluente sem adubação-SESA) com 5,50 cm de DMC.

Tabela 10: Valores médios da variável diâmetro médio da cabeça-DMC (cm), para a cultura da alface submetida aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).

DMC	Adubação		
	CC	CF	SA
SE	12,37 bB*	20,12 aB	5,50 cB
CE	20,37 bA	28,68 aA	14,25 cA
CV (%)	6,96		

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com base nas médias de DMC, é possível deduzir que o tratamento resultante da junção do fertilizante químico com o efluente, resultou em uma adubação com duas fontes distintas de nutrientes, o que justifica o diâmetro de cabeça superior aos demais. Contudo, se compararmos os tratamentos T1-CECC e T5-SECF, evidenciamos médias

de diâmetro de cabeça similares, não havendo diferença significativa entre elas. Permitindo inferir que o tratamento com composto orgânico aliado à irrigação com efluente de piscicultura, possui um desempenho similar ao tratamento com fertilizante químico irrigado com água de poço.

Maia *et al.* (2008), trabalhando com água de efluente de viveiros de peixes na composição do biofertilizante em alface no delineamento em esquema de parcelas subdivididas em blocos completos casualizados, nas concentrações de 0, 5, 10, 20 e 40%, e nas subparcelas as fontes de água efluente de viveiro de peixes e poço encontraram médias de DMC similares às encontradas nesta pesquisa. Já Guimarães *et al.* (2016), avaliando o uso de água residuária da piscicultura no cultivo de alface adotando um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 7 x 4 sendo sete cultivares (Regiane, Vera, Isabela, Elisa, Amélia, Lavínia e Angelina) e quatro níveis de salinidade (1,2; 2,2; 3,2 e 4,2 dS m⁻¹), encontraram médias para as cultivares Vera, Isabela, Angelina e Amélia semelhantes as desta pesquisa.

E) Número médio de folhas - **NMF**

Com base no desdobramento entre os níveis dos fatores efluente e adubação para a variável NMF, apresentado na tabela 11, identificou-se que, a interação entre o efluente de piscicultura com o fertilizante químico, foi o que apresentou o melhor resultado para a variável número médio de folhas com média de 28,75 folhas/cabeça, e em seguida a associação do efluente com o composto orgânico com média de 19,12 folhas/cabeça não apresentando diferença significativa para a interação da água de poço com fertilizante químico apenas, com média de 17,12 folhas/cabeça.

Tabela 11: Valores médios da variável número médio de folhas-NMF (und/planta), para a cultura da alface submetida aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).

NMF	Adubação		
	CC	CF	SA
Efluente			
SE	7,87 bB*	17,12 aB	6,12 bB
CE	19,12 bA	28,75 aA	12,00 cA
CV (%)	6,68		

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com a interação entre o fertilizante químico e o efluente, a quantidade e disponibilizada de fontes de nitrogênio no solo, nutriente diretamente responsável pelo crescimento vegetativo e de alto requerimento pela cultura (BENINNI *et al.*, 2005), foi aparentemente potencializada, assim, o fornecimento de nitrogênio em quantidades suficientes, propiciou melhores resultados para a variável estudada para esta interação.

Avaliando o efeito da fertirrigação por gotejamento, com nitrogênio e potássio, aliada à adubação de plantio, no crescimento da alface Vera, cultivada em ambiente protegido, Rezende *et al.* (2017), encontraram número médio de folhas inferior aos encontrados neste trabalho.

Santos *et al.* (2015), avaliando a produtividade da cultura da alface em função de diversas lâminas de água e diferentes tipos de adubos, no delineamento experimental em blocos casualizados, com um arranjo fatorial 3x3x4, consistindo de três níveis de lâminas de água (50, 100 e 150% da ETc) e quatro tipos de adubação (testemunha (sem adubação), esterco bovino, esterco de aves e fertilizante químico), com sistema de irrigação por gotejamento, conduzido na área experimental do *Campus* de Arapiraca da UFAL-AL, encontraram médias de NMF por cabeça de alface semelhantes às encontradas neste presente trabalho de pesquisa.

F) Produtividade - P

As interações entre os níveis efluente e adubação apresentaram efeito significativo para a variável produtividade da alface (Tabela 12). Desdobrando a interação dos níveis de efluente com adubação, verifica-se que, a combinação do efluente com o uso de fertilizante e composto orgânico apresentaram as melhores médias de produtividade sendo, 50.031,66 e 14.571,66 kg ha⁻¹ cada respectivamente.

A combinação dos níveis adubação sem o fator efluente, resultou em médias inferiores à interação da adubação com o uso de efluente na irrigação. A melhor média para a interação dos níveis de adubação, sem o uso de efluente, foi de 11.795 kg ha⁻¹, onde foi utilizado fertilizante com irrigação convencional apenas.

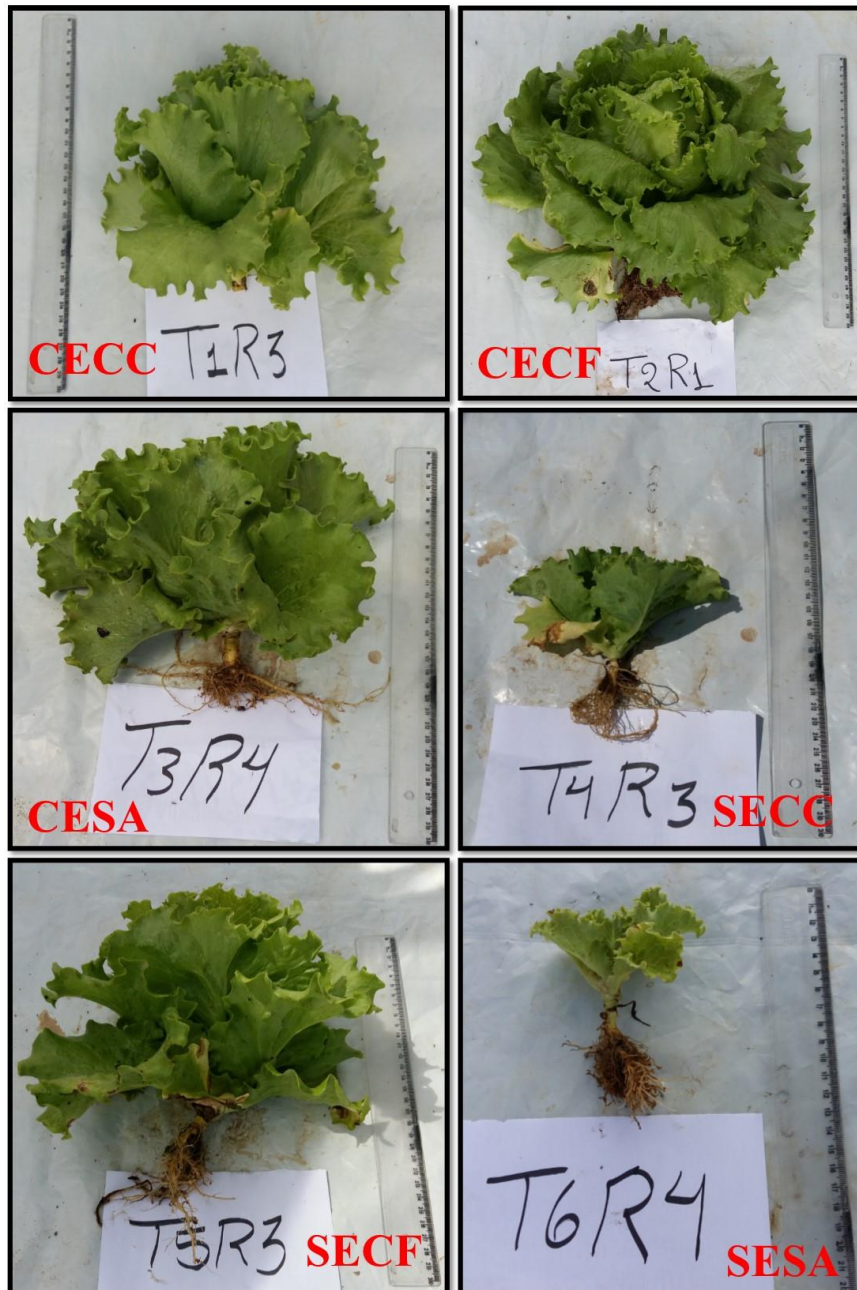
Tabela 12: Valores médios da variável produtividade-P (kg ha^{-1}), para a cultura da alface submetida aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).

P	Adubação		
	CC	CF	SA
Efluente			
SE	1.333,33 bB*	11.795,00 aB	318,33 bA
CE	14.571,66 bA	50.031,66 aA	3.411,66 cA
CV (%)	18,35		

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segue abaixo (Figura 8), os exemplares de cada tratamento das plantas de alface colhidas no final da primeira fase do experimento e das quais foram obtidas as médias das variáveis dos tratamentos deste experimento.

Figura 8: Plantas de alface submetidas aos tratamentos: Com efluente/Com composto-CECC, Com efluente/Com Fertilizante-CECF, Com Efluente/Sem Adubação-CESA, Sem Efluente/Com Composto-SECC, Sem Efluente/Com Fertilizante-SECF, Sem Efluente/Sem Adubação-SESA, colhidos após 45 dias de cultivo.



Fonte: Produzido pelo próprio autor

4.3.2. Cultura do pepino

A) Número médio de frutos por planta - NMFP

Em relação a variável número médio de frutos por planta - NMFP, não houve interação entre os fatores (Tabela 13), sendo discutido o efeito principal dos tratamentos em relação a variável resposta.

Com base no efeito dos tratamentos para a variável NMFP, observou-se que os tratamentos que apresentaram os melhores resultados para a referida variável analisada foram o tratamento com efluente adubado com fertilizante seguido do tratamento com água de poço adubado com fertilizante com 8,81 e 5,56 frutos/planta, respectivamente.

Tabela 13: Valores médios da variável número médio de frutos por planta-NMFP para a cultura do pepino submetido aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).

NMFP	Adubação		
	CC	CF	SA
Efluente			
SE	2,62 bA *	5,56 aB	0,00 cB
CE	3,12 bA	8,81 aA	2,37 bA
CV (%)	33.46		

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A combinação do efluente de piscicultura com a adubação utilizando formulado NPK, tratamento 2, apresentou melhor média de NMFP em detrimento da maior disponibilidade dos nutrientes e em menos tempo para a cultura uma vez que, os nutrientes contidos no efluente aliados aos microrganismos cicladores, atuaram na mineralização do fertilizante químico, e com isso maior disponibilidade de nutrientes na solução do solo, conferindo à planta um melhor desenvolvimento e produção (PULLIN, 2003; GURGEL *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2009). Clemente *et al.* (2006), avaliando o desempenho de pepino do tipo caipira e salada sob o cultivo orgânico nas condições de cerrado conduzido na Unidade de Pesquisa de Produção Orgânica de

Hortaliças (UPPOH) da Embrapa Hortaliças/DF, constataram um NMFP similar ao encontrado nesta pesquisa.

B) Comprimento médio do fruto - **CMF**

Com base nos dados apresentados pela tabela 14 abaixo, observou-se que houve interação para a variável CMF submetida aos níveis dos fatores pesquisados. Sendo que as interações que obtiveram os melhores resultados para comprimento médio do fruto foram as constituídas por efluente mais adubação com fertilizante e efluente com adubação com composto com valores médios de 16,82 e 16,49 cm respectivamente, seguidas pela média da interação sem efluente + fertilizante (16,46 cm).

Tabela 14: Valores médios da variável comprimento médio do fruto-CMF (cm), para a cultura do pepino submetido aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).

CMF Efluente	Adubação		
	CC	CF	SA
SE	13,76 aB *	16,46 aA	0,00 bB
CE	16,49 aA	16,82 aA	13,61 bA
CV (%)	12.05		

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Desdobrando os níveis de adubação CC e CF dentro dos níveis do fator efluente constatou-se que, houve diferença significativa das médias de CMF na interação entre níveis dos fatores o que deixa evidente o potencial nutricional e mineralizador do efluente quando combinado a outra fonte de adubação, no caso evidenciado o composto orgânico e o fertilizante químico NPK 04-14-08 (NAHAS, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Em um trabalho avaliando o potencial produtivo do pepino (*Cucumis sativus*) submetido a dois sistemas de condução sendo um tutoramento horizontal e outro vertical, com e sem consórcio de amendoim (*Arachis hypogaea*), localizado no município de Rolim de Moura - RO, foram obtidas médias inferiores às encontradas nesta pesquisa. (MARTINS *et al.*, 2018).

C) Diâmetro médio do fruto - **DMF**

Houve interação significativa para a variável diâmetro médio do fruto-DMF (Tabela 15), evidenciando a correlação entre os níveis dos fatores avaliados. Porém, entre todos as interações, a variação foi devido à média do tratamento 6 (seis) SESA, que foi 0 (zero), ou seja, as demais interações não apresentaram diferença significativa para a variável DMF. Em todos as interações, exceto a referida anteriormente, não apresentaram variação significativa para incremento ou perda de diâmetro de fruto. À média obtida da variável foi de 6,62 cm, descartando a amostra de valor 0 (zero).

Tabela 15: Valores médios da variável diâmetro médio do fruto-DMF (cm), para a cultura do pepino submetido aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).

DMF Efluente	Adubação		
	CC	CF	SA
SE	6,42 aA *	6,84 aA	0,00 bB
CE	6,77 aA	6,48 aA	6,60 aA
CV (%)	7,34		

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os frutos de pepino do tipo caipira são colhidos com diâmetro médio em torno de 6 cm, dependendo das exigências de cada mercado (CARVALHO, 2013). O diâmetro dos frutos encontrados desta pesquisa se enquadra nas exigências do mercado consumidor para comercialização dos frutos do tipo caipira. Martins *et al.* (2018), avaliando a produtividade de pepino, encontraram médias de diâmetro de frutos similares às encontradas nesta pesquisa.

D) Produtividade - **P**

Desdobrando os dados referente à variável produtividade - P, observamos a existência de interação significativa entre os níveis dos fatores avaliados de acordo com a tabela 16. As combinações com efluente + fertilizante e sem efluente + com fertilizante seguidas pelas combinações sem adubação com e sem efluente, apresentaram interação significativa entre si. Dentre as interações entre SE e CE, a combinação com a fonte de adubação CF foi a única que apresentou interação

significativa, tendo como melhor média de interação o tratamento CECF apresentando média de 85.916,66 kg ha⁻¹ de produtividade.

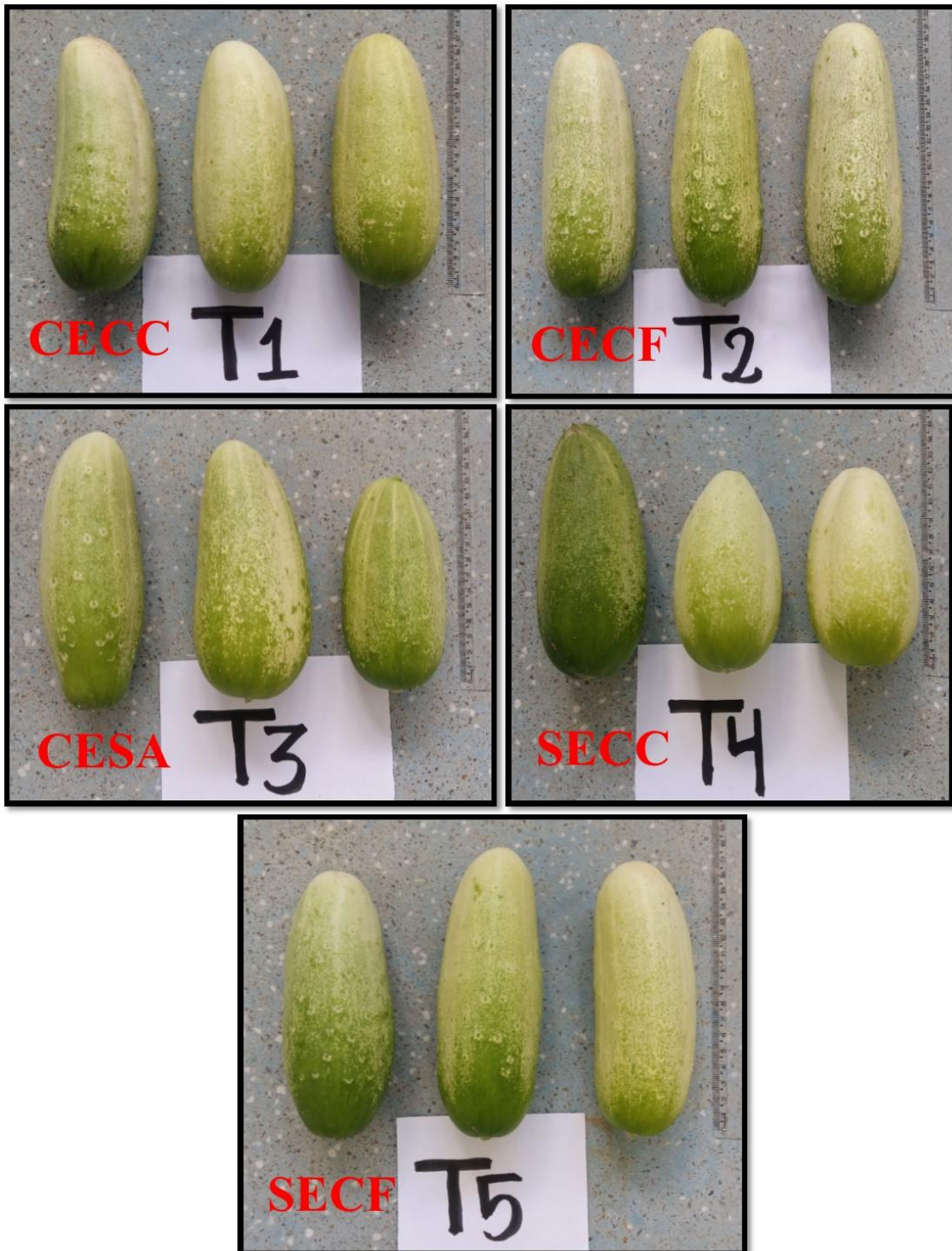
Tabela 16: Valores médios da variável produtividade-P (kg ha⁻¹), para a cultura do pepino submetido aos fatores: efluente (Sem efluente-SE, Com efluente-CE) e adubação (Com composto-CC, Com fertilizante-CF, Sem adubação).

P	Adubação		
	CC	CF	SA
Efluente			
SE	21.694,44 abA *	44.638,88 aB	0,00 bB
CE	27.236,11 bA	85.916,66 aA	21.638,88 bA
CV (%)	38.36		

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segue abaixo (Figura 9), os exemplares de cada tratamento dos frutos de pepino colhidos no final do experimento e dos quais foram obtidas as médias das variáveis dos tratamentos deste experimento.

Figura 9: Exemplos de frutos de pepino submetidos aos tratamentos: Com efluente/Com composto-CECC, Com efluente/Com Fertilizante-CECF, Com Efluente/Sem Adubação-CESA, Sem Efluente/Com Composto-SECC, Sem Efluente/Com Fertilizante-SECF, Sem Efluente/Sem Adubação.



Fonte: Produzido pelo próprio autor

Ao desdobrar os resultados obtidos entre as combinações do uso de efluente de piscicultura com as fontes de adubação, evidenciou-se interação significativa entre os níveis dos fatores avaliados tanto para a cultura da alface quanto para a cultura do pepino em sistema de cultivo sucessional.

Os maiores incrementos de produtividade para as duas culturas avaliadas, originou-se da interação significativa entre o efluente de piscicultura combinado com adubação química recomendada. A referida interação apresentou índices de produtividade superiores às combinações onde só havia irrigação normal mais fertilizante químico de plantio.

A interação entre o efluente de piscicultura + adubação com fertilizante químico (NPK formulação 04-14-08), apresentou produtividades de 50.031,66 kg ha⁻¹ e 85.916,66 kg ha⁻¹, para a alface e pepino respectivamente, enquanto que a combinação da irrigação normal com água de poço seguida de adubação química (NPK), nas mesmas proporções da adubação da interação anterior, apresentou médias de produtividade de 11.795,00 kg ha⁻¹ e 44.638,88 kg ha⁻¹ respectivamente, o que evidenciou a capacidade que o efluente de piscicultura apresenta de potencializar a mineralização dos nutrientes no solo, bem como, torna-los prontamente disponíveis para as plantas (PULLIN, 2003; GURGEL *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Esta capacidade de mineralização, principalmente do nitrogênio e do fósforo, se dá pela presença de microrganismos no efluente de piscicultura. Os microrganismos heterotróficos decompositores presentes na lâmina do efluente, exercem um papel muito importante na ciclagem de nutrientes nos tanques de piscicultura (SCHOEDER, 1978; MORIARTY, 1997).

Assim, ao praticar a irrigação das culturas com o efluente, estaremos adicionando esses microrganismos à biota do solo. Acarretando na melhoria da microbiologia do solo, potencialização dos mecanismos de ciclagem dos nutrientes e com isso a solubilização do fosfato natural, deixando-o prontamente disponível para as culturas (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

A amônia e a matéria orgânica presentes no efluente também contribuem para a mineralização do fósforo natural do solo, já que a atividade dos microrganismos está relacionada com a matéria orgânica (fonte de carbono) e o nitrogênio disponíveis, uma vez que, o nitrogênio amoniacal (NH₄⁺), fonte essencial de nitrogênio para os

microrganismos, aumentam a solubilização do fósforo e o nitrato de amônio (NH_4NO_3), na sua forma nítrica, reduz a solubilização e aumenta a lixiviação dos nutrientes para camadas mais profundas (NAHAS, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Tal desempenho produtivo se dá ainda, em detrimento do efluente agir como uma segunda fonte de fertilização por conter nutrientes em sua composição, advindos tanto dos excrementos dos peixes como pelos restos de ração não consumidos pelos mesmos, sendo rico principalmente em nutrientes importantes como o nitrato (NO_3^-) e o fosfato (PO_4^{3-}), prontamente assimiláveis pelas plantas (QUEIROZ; BOEIRA, 2007; VON SPERLING, 1996; MENEGAZ, *et al.* 2011; SOUSA JUNIOR *et al.*, 2013).

Ao analisar o desempenho produtivo da alface comparando os níveis de adubação sem efluente com fertilizante-SECF (11.795,00 kg ha⁻¹), na interação com o nível de adubação com efluente com composto-CECC (14.571,66 kg ha⁻¹), concluímos que, não há diferença significativa entre as interações, isto é, ao se adubar a cultura da alface com composto orgânico integrado à irrigação com efluente de piscicultura, no sistema de irrigação por gotejamento, teremos índices produtivos próximos para a cultura da alface adubada com fertilizante químico e irrigação convencional.

Com base nos dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), em 2018 (janeiro a novembro), a demanda de fertilizantes entregues ao consumidor final ultrapassou as 33 milhões de toneladas, destes, mais de 72% tiveram sua origem da importação. Assim, a adubação orgânica se apresenta como uma alternativa à lista dos 16 fertilizantes minerais que são oriundos de jazidas com seus depósitos cada vez menores e escassos e de elevado custo para sua extração e comercialização (SCHUMACHER *et al.*, 2001).

Ao praticar a substituição dos fertilizantes químicos pelo uso de compostos orgânicos, estamos reduzindo significativamente o custo de produção das culturas. A utilização de compostos orgânicos na adubação das culturas promove benefícios econômicos aos produtores, que podem reutilizar uma gama de produtos e subprodutos de suas propriedades para produção de compostos orgânicos, substituindo o uso de fertilizantes minerais e barateando os gastos com o processo produtivo (LIMA *et al.*, 2014).

O uso dos compostos orgânicos contribui para redução da poluição ambiental e degradação dos solos agricultáveis, pois, muitos resíduos podem ser reciclados com a

técnica da compostagem ao invés de serem descartados de forma incorreta, vindo assim, a contaminar o meio ambiente (SEDIYAMA *et al.* 2016).

É visível que os fertilizantes químicos promovem rápidos resultados, quando é visada apenas a produção em si, quantitativamente, porém, devemos lembrar do alto custo, cada vez mais crescente para o produtor, ao adotar este método de adubação do solo. O uso indiscriminado de fertilizantes químicos acarretam ainda, em elevado risco para a saúde do consumidor e do meio ambiente, uma vez que a adubação química, além de contaminar o solo, reduz significativamente a vida microbiana presente nele; eutrofizam as águas dos rios e lagos, devido a sua fácil lixiviação causada tanto pela irrigação como pelo escoamento da chuva, o que percola grandes quantidades de nutrientes químicos para o lençol freático (BISPO, 2017).

A técnica de adubação com compostos orgânicos mais baratos, acessíveis e ambientalmente corretos, tem sido amplamente praticada na adubação do cultivo da alface (SANTOS *et al.*, 2001; SALLES *et al.*, 2017). A matéria orgânica (MO) uma vez presente no solo, promove o melhoramento das trocas catiônicas do solo (CTC do solo), aumentando a porosidade, infiltração, retenção de água e aeração condicionando o solo o que promove o desenvolvimento e manutenção de sua atividade microbiológica regular, e com isso a mineralização e ciclagem dos nutrientes (LEITE; GALVÃO, 2008). Quanto aos benefícios biológicos, a MO tem papel indispensável para sanidade e uma produção de qualidade, pois promove significativo aumento de microrganismos benéficos no solo, maior enraizamento das plantas, maior resistência à seca, doenças e pragas, aumento do sabor e período de conservação pós-colheita (PRADO; FILHO, 2016).

Em estudo avaliando o rendimento de alface fertirrigada com efluente de piscicultura comparada com água de poço tubular cultivada com diferentes substratos Pereira *et al* (2003), observaram que não houve efeito significativo para os níveis do fator água/efluente de irrigação isoladamente, mas para suas interações entre as fontes de irrigação com os substratos.

Baumgartner (2007), através de um estudo em uma propriedade rural, localizada no Distrito de São Luís D'Oeste, município de Toledo – PR, com objetivo de avaliar o desenvolvimento, a produção e a qualidade sanitária da cultura da alface irrigada com águas residuárias provenientes da suinocultura e da piscicultura, tendo como

tratamentos avaliados T1 - alface irrigada com água de origem subterrânea e adubação suplementar; T2 - alface irrigada com água residuária de viveiro de peixes alimentados com ração; T3 - alface irrigada com água residuária originária de lagoa de estabilização de dejetos de suínos, e T4 - água de lagoa de cultivo de algas, alimentada com resíduo de biodigestor de dejetos de suínos, encontrou diferença estatística significativa nas plantas irrigadas com água residuária proveniente de um viveiro de cultivo semi-intensivo de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentada com ração, apresentando maiores valores de comprimento de folha e número de folhas.

Avaliando o efeito do efluente de viveiro de peixe na composição de biofertilizantes na cultura da alface cultivar crespa “Lucy Brown”, como forma de integrar a agricultura irrigada e a piscicultura na redução de dejetos de forma poluidora para o meio ambiente (MAIA *et al.*, 2008). Observaram diferença significativa entre os tratamentos com efluente se comparado com água de poço quanto aos incrementos de produtividade sob a influência do efluente de viveiro de peixes. Se comparando com essa pesquisa, os resultados obtidos por Maia *et al.* (2008), foram inferiores para as variáveis avaliadas (altura, diâmetro, massa seca da parte aérea e produtividade).

Guimarães *et al.* (2016), avaliando as respostas de sete cultivares de alface (Regiane, Vera, Isabela, Elisa, Amélia, Lavínia e Angelina) ao uso de água salina residuária da atividade da piscicultura na irrigação da cultura da alface, tendo como características avaliadas: número de folhas, área foliar, diâmetro da coroa, massa fresca e seca da parte aérea, concluíram que a água residuária da piscicultura diluída pode ser utilizada na irrigação da alface, apresentando ganhos de produtividades.

A mesma interação entre os níveis citados acima na cultura da alface (SECF = CECC), diferiram estatisticamente quanto ao desempenho produtivo para a cultura do pepino caipira, que apresentou produtividade de 44.638,88 kg ha⁻¹ quando adubado com fertilizante químico + irrigação convencional (SECF), sendo a produtividade estatisticamente superior quando comparado com a adubação com uso de composto orgânico mais efluente de piscicultura (CECC) : 27.236,11 kg ha⁻¹.

O sistema de cultivo em sucessão de culturas é uma prática essencial, no cultivo de hortaliças, apresentando benefícios como o controle de pragas e doenças, diminuição da degradação do solo e tem sido usada, também, visando ao aproveitamento dos

resíduos de adubação e maximização do uso das áreas de cultivo (SEDIYAMA *et al.*, 2012).

As quantidades de fertilizantes aplicados para a produção de hortaliças são maiores em relação a outras culturas devido à alta extração e exportação de nutrientes por essas plantas (FILGUEIRA, 2003). O efeito residual da adubação anterior em cultivos sucessionais é de grande importância, pois, o solo uma vez fertilizado por uma atividade agrícola tão intensa, como a olericultura, aumentaria o custo de produção sempre que fosse implantada uma nova cultura. Uma forma de reduzir os custos de produção, seria com o aproveitamento do resíduo da adubação que ocorre quando se faz cultivo em sistema de sucessão, onde os resíduos da adubação da cultura inicial são utilizados pela cultura seguinte (CIPRIANO, 2017).

Os efeitos da adubação residual proveniente de cultivos sucessionais, favorece uma melhor relação custo/benefício, comprovando que a reutilização da adubação residual através da utilização de cultivos sucessivos é possível, além de promover uma gama de benefícios para a microbiota do solo, meio ambiente e para o agricultor (COSTA *et al.*, 2012; SILVA, 2016).

A cultura do pepino é altamente exigente em fertilidade do solo, principalmente na época de frutificação. Mudanças na disponibilidade de nutrientes do solo, comprometem a produção e a sanidade dos frutos (PAPADOPOULOS, 1994). Quando conduzidos com fornecimento adequado de nutrientes no solo, a cultura do pepino tipo caipira apresenta produtividades em torno de 40 a 70 t ha⁻¹ (TRANI *et al.* 2015).

Trabalhando com um sistema orgânico de produção no cerrado, Silva *et al.* (2011), obtiveram produtividades de 33,5 t ha⁻¹ para o híbrido Exocet e até 37,5 t ha⁻¹ para o Aladim. Comparando essas produtividades com a presente pesquisa, nota-se que o uso do efluente conferiu maior produtividade para a cultura do pepino caipira cultivada em leiras a céu aberto com 85.916,66 kg ha⁻¹.

Em pesquisa desenvolvida por Sedyama *et al.* (2014), trabalhando com tipos de poda em pepino dos grupos aodai, japonês e caipira, encontraram produtividades de 42,51 a 53,56 t ha⁻¹, números de produção inferiores se comparados com as interações mais produtivas desta pesquisa.

Em um estudo realizado por Clemente *et al.* (2006), com o objetivo de avaliar o desempenho de algumas cultivares de pepino do tipo caipira e do tipo salada sob sistema orgânico nas condições de cerrado do Distrito Federal em um espaçamento de 0,40 m entre plantas e 1,00 m entre linhas com adubação de plantio com 3 kg/m² de composto orgânico + 200g de termofosfato e a adubação de cobertura 30 dias após o plantio em que foi adicionado 150 g/planta, tendo como resultado para as cultivares tipo caipira médias de produtividade que variaram de 35,53 t ha⁻¹ a 54,76 t ha⁻¹.

A utilização integrada e planejada do efluente de piscicultura no cultivo de hortaliças reduz os custos com adubação química e orgânica, principalmente a fosfatada. Melhora as condições físico-químicas do solo, além de minimizar os gastos com água de irrigação, e ainda, contribui para minimizar a poluição dos ecossistemas aquáticos reciclando os nutrientes presentes no efluente (OLIVEIRA *et al.*, 2009; SANTOS, 2009).

4.4. Análise do solo ao término do experimento

Ao se fazer uma comparação referente aos resultados das análises de solo pós experimento, verificou-se que houve o incremento nutricional ao solo das leiras submetidas aos tratamentos com efluente de piscicultura. Já nas leiras que não receberam o tratamento com o efluente de piscicultura, permaneceram sem alteração significativa quanto às quantidades disponíveis no solo pós experimento. As variações nutricionais sofridas pelas parcelas que não receberam efluente, foram em decorrência apenas da calagem com calcário dolomítico.

Foi observada elevação do pH nas parcelas submetidas aos tratamentos com o fator efluente de 6,50 para 7,00 com isso, reduzindo a acidez potencial (H+Al) do solo, o que acarretou em melhorias nos índices de saturação de bases -V de 60,79% para 74% (Tabela 17). O efluente de piscicultura possui propriedades corretivas e tamponantes por conter M.O. em sua composição além de, microrganismos ativos que ao serem transferidos para o solo elevam o pH ao mesmo tempo em que ciclam e disponibilizam nutrientes na solução do solo (OLIVEIRA, 2009; NAVAL *et al.*, 2012).

Constatou-se pequenos incrementos nutricionais nos valores de soma de bases trocáveis - SB, CTC efetiva - t, CTC a pH 7,0 -T, ligeira diminuição no índice de

saturação de alumínio - m, acréscimo de MO e de fósforo remanescente - P-Rem. Esses incrementos se deram através da adição dos mesmos pelo efluente que apresenta grandes quantidades de nutrientes em sua composição sendo encontrado principalmente os nitratos e os fosfatos (GURGEL *et al.*, 2008).

Houve um pequeno decréscimo na quantidade de potássio (K) no solo tratado com efluente, o que evidencia o déficit desse nutriente neste efluente. O mesmo comportamento do K no solo foi encontrado por Naval *et al.*, (2012), avaliando o efeito da fertirrigação combinado com a adubação mineral e orgânica em três combinações, adubo, efluente e dez variedades de batata-doce sobre as propriedades químicas de um latossolo vermelho-amarelo realizado em casa de vegetação, no delineamento experimental inteiramente casualizado, vindo a constatar a baixa disponibilidade deste mineral nos tratamentos com efluente de piscicultura.

Tabela 17: Análises de solo da área após período experimental-Horta Escolar-IFRR/CNP

Parcelas com efluente sem adubação + calagem													
pH	K	P	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S	Ca	Mg	Al	H+Al	
	mg/dm ³								cmolc/dm ³				
7,00	17,03	10,34	3,04	251,45	16,04	0,37	0,11	0,70	2,26	0,56	0,05	1,01	
SB	t	T	V	m	M.O.	P-Rem							
	cmolc/dm ³		%		dag/kg	mg/L							
2,86	2,91	3,87	74,00	1,72	1,30	56,40							
Parcelas sem efluente sem adubação + calagem													
pH	K	P	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S	Ca	Mg	Al	H+Al	
	mg/dm ³								cmolc/dm ³				
6,50	20,44	5,50	4,38	463,28	18,81	0,75	0,08	3,96	1,68	0,45	0,04	1,41	
SB	t	T	V	m	M.O.	P-Rem							
	cmolc/dm ³		%		dag/kg	mg/L							
2,18	2,22	3,59	60,79	1,80	1,12	51,14							

Fonte: pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5, Ca - Mg- Al- Extrator: KCl - 1 mol/L, S - Extrator - Fosfato monocálcio em ácido acético, P- Na - K- Fe - Zn- Mn- Cu- Extrator Mehlich 1, H + Al- Extrator: SMP, Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N+ H₂SO₄ 10N, B- Extrator água quente.

Pesquisas demonstram que a utilização de efluentes de piscicultura no cultivo de hortaliças pode reduzir os custos com adubação principalmente a adubação fosfatada uma vez que é rico em fósforo em sua composição (CASTRO, 2003). Os microrganismos presentes no efluente ao serem transferidos para o solo através da

fertirrigação, possuem a capacidade de solubilizar do fosfato no solo, e disponibilizá-lo para a cultura em um tempo mais curto (GURGEL *et al.*, 2008).

A adoção da fertirrigação de culturas utilizando o efluente de piscicultura reduz o custo da água usada na lavoura, bem como, diminui a quantidade de fertilizantes químicos utilizados na adubação dos cultivos (BRUNE, 1994; GURGEL *et al.*, 2008). Apresenta ganhos ambientais significativos com a redução do uso dos recursos hídricos cada vez mais escassos, diminui a descarga de águas ricas em nutrientes nos rios e lagos tornando desnecessário os investimentos em sistemas onerosos de tratamento de efluentes (BILLARD & SERVRIN-REYSSAC, 1992; GURGEL *et al.*, 2008).

5. CONCLUSÃO

A) A prática integrativa do uso do efluente de piscicultura com a adubação química de plantio favorece o aumento real da produtividade, para as culturas da alface e pepino cultivados em leiras a céu aberto em sistema de cultivo sucessional;

B) O uso do efluente de piscicultura na irrigação das hortaliças alface e pepino contribui com a ciclagem e disponibilização dos nutrientes na solução do solo, proporcionando melhorias na mineralização da matéria orgânica e melhor aproveitamento da adubação química de plantio;

C) O uso de composto orgânico combinado com a fertirrigação de efluente de piscicultura apresentou-se como substituto viável à adubação química na cultura da alface cultivada em leiras a céu aberto.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETTO, A. O.; BASTOS, E. A. (Eds.). **Princípios agronômicos da irrigação**. Brasília: Embrapa, 2013. 262p.

ALENCAR, G. V. de *et al.* Percepção ambiental e uso do solo por agricultores de sistemas orgânicos e convencionais na Chapada da Ibiapaba, Ceará. **Rev. Econ. Sociol. Rural** [online]. 2013, vol.51, n.2, pp.217-236. ISSN 0103-2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032013000200001>.

ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1967. 472p.

ALMEIDA T. B. F.; PRADO, R. M.; CORREIRA, M. A. R.; PUGA, A. P.; BARBOSA, J. C. Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. **Biotemas**, v.24, p.27-36, 2011.

ALMEIDA, J. Da ideologia do progresso à ideia de desenvolvimento (rural)sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. Reconstruindo a agricultura. Porto Alegre, Editora UFRGS, 1997.

ALMEIDA, J. P. N. de *et al.* Production of Piptadenia stipulacea (Benth.) Ducke seedlings irrigated with fish farming wastewater. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, June 2017, vol. 21, no. 6, p. 386-391. ISSN: 1415-4366.

ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Informe 2014. Brasília. 2015.

ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. 2019. Disponível em < <http://anda.org.br/estatisticas/> > Acesso em 20 de abril de 2019.

ANTUNES, L. F. de S. *et al.* Production and efficiency of organic compost generated by millipede activity. **Cienc. Rural**, May 2016, vol. 46, no. 5, p. 815-819. ISSN: 0103-8478.

APHA, 2012. **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**, 22nd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.

ARAÚJO, W. F. *et al.* Avaliação de cultivares de alface em ambiente protegido em Boa Vista, Roraima, Brasil. **Acta Amaz.**, Jun. 2007, vol. 37, no. 2, p. 299-302. ISSN: 0044-5967.

ASSUNÇÃO, A. W. de A. **Tratamento de efluentes de piscicultura utilizando sistema tipo wetland povoado com espécies de macrófitas aquáticas de três tipos ecológicos diferentes**. 2011. vii, 64 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/86737>>.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Trad. GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, revisado 1).

BACCARIN, A. E.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; NOVATO, P. F. C. Níveis de nitrogênio e fósforo na água de tanques de cultivo de tilápia vermelha submetidas a diferentes manejos alimentares. **Acta Scientiarum**, Jaboticabal-São Paulo, v. 22, n. 2, p. 485-489, maio. 2000. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/2932>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima. Manaus: INPA, 1997. p.325-335.

BASTOS, R. K. X.; ANDRADE NETO, C. O. de; CORAUCCI FILHO, B.; MARQUES, M. O. Introdução. In: BASTOS, R.K.X. (coordenador) **Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura**. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. p.1-22. (Projeto PROSAB).

BATISTA, Rafael O. *et al.* Obstrução e uniformidade de aplicação em sistemas de irrigação por gotejamento aplicando-se efluente da suinocultura. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** [online]. 2013, vol.17, n.7, pp.698-705. ISSN 1807-1929. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000700002>.

BAUMGARTNER, Dirceu *et al.* Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface. **Eng. Agríc.**, Abr 2007, vol.27, no.1, p.152-163. ISSN 0100-6916.

BENINNI E. R. Y.; TAKAHASHI H. W. e NEVES C. S. V. (2005) Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. *Semina: Ciências Agrárias*, 26:273-282.

BENNETT, W. F. Plant nutrient utilization and diagnostic plant symptoms. In: BENNETT, W. F. Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants. St. Paul, Minnesota: **The American Phytopathological Society**, 1994. p.1-7.

BEZERRA NETO, F.; ANDRADE, F. V.; NEGREIROS, M. Z. e SANTOS JÚNIOR, J. S. (2003) Desempenho agroeconômico do consórcio cenoura x alface lisa em dois sistemas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, 21:635-641.

BILLARD, R.; SERVRIN-REYSSAC, J. **Les impacts negatifs et positifs de la pisciculture détang sur l'environnement**. In: BARNABÉ, G.; KESTEMONT, P. (eds.)

Production, Environment and Quality. [s.l]: European Aquaculture Society special publication # 18, 1992.

BISPO, A. N. **Produção de alface em vasos submetida a diferentes proporções de composto orgânico**; Trabalho de conclusão de curso submetido ao Colegiado de Graduação de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Cruz das Almas – BA, 2017.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Manejo da água e nutrientes para o pepino em ambiente protegido sob fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.251-255, 2002.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Manejo das condições do sedimento no fundo e da qualidade e dos efluentes dos viveiros. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. Jaboticabal – SP: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2004. Cap. 3, p. 25-44.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 14, n. 3 p. 369-374, 1990.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria MS no 2.914/2011. Brasília. Ministério da Saúde, 2011. 32 p.

BRASIL. (2005) **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

BRUNE, D. E. **Sustainable aquaculture systems**. Washington: D.C., 1994. (Report prepared for the Office of Technology Assessment, U.S. Congress, Food and Renewable Resources Program).

CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C.A.R.S.; NUNES, M.U.C.; MARIA, A.N.; FUJIMOTO, R.Y. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. (Documento / Embrapa Tabuleiros Costeiros (ISSN 1678-1937, 189). 27p. 2015.

CARVALHO FILHO, J. L. S. de; GOMES, L. A. A. and MALUF, W. R. Tolerância ao florescimento precoce e características comerciais de progênies F4 de alface do cruzamento Regina 71 x Salinas 88. **Acta Sci., Agron.** [online]. 2009, vol.31, n.1, pp.37-42. ISSN 1807-8621. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v31i1.6607>.

CARVALHO, A. D. F.; AMARO, G. B.; LOPES, J. F.; VILELA, N. J.; MICHEREFF FILHO, M.; ANDRADE, R. **A cultura do pepino**, Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 18p., 2013, Circular Técnica 113, ISSN 1415-3033.

CASTELLANI, D.; ABIMORAD, E. G. 2012. Sistemas integrados em aquicultura. **APTA Regional**. Pesquisa & Tecnologia, vol. 9, n. 1, Jan-Jun 2012, ISSN: 2316-5146.

CASTRO, R. S. **Cultivo de tomate cereja em sistema orgânico irrigado com efluentes de piscicultura**. Mossoró, 2003. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura de Mossoró.

CHAGAS, E. C. *et al.* Produtividade de Tambaqui Criado em Tanque-Rede com Diferentes Taxas de Alimentação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v 37, nº. 4, p. 1109-1115, julho-agosto, 2007.

CIPRIANO, P. E. **Crescimento e qualidade da cebola e efeito residual em alface em função da interação nitrogênio e enxofre**. 2017. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

CLEMENTE, F. M. V. T.; LIMA, J. L.; LOPES, J. F.; RESENDE, F. V. **Avaliação do desempenho de pepino do tipo caipira e salada sob o cultivo orgânico nas condições de Cerrado**. EMBRAPA. Brasília, 2006.

COCHAVA, M.; DIAB, S.; AVNIMELECH, Y. MIREZ, D.; AMIT, Y. 1990 Intensive growth of fish with minimal water exchange. **Fish. Fish-breeding Israel**, 23(4): 174-181.

COELHO, E. F. *et al.* **Sistemas de irrigação para agricultura familiar. Circular Técnica, Embrapa mandioca e fruticultura**, Cruz das Almas, BA, n. 106, p. 1-7, dez. 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74572/1/circular-106-Sistema-de-irrigacao-para-agricultura-familiar.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2017.

COLARICCIO, A.; CHAVES, A. L. R. **Aspectos Fitossanitários da Cultura da Alface**. Instituto Biológico, São Paulo - SP, n. 29, p.1-126, jul. 2017. ISSN 2594-6080.

COLOMBO, J. N. *et al.* Viabilidade agroeconômica do consórcio de taro (*Colocasia esculenta* L.) e pepino em função do arranjo de plantas. **Rev. Ceres**, Fev 2018, vol.65, no.1, p.56-64. ISSN 0034-737X.

CORREA, R. de O. *et al.* **Manejo alimentar para tambaquis na piscicultura familiar no nordeste paraense**, 1 folder (INFOTECA-E), Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, CGPE:8888, Tiragem: 1000 exemplares, 2011.

COSTA, C. P.; SALA, F. C. A evolução da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, 2005.

COSTA, J. I. *et al.* Productive performance and economic evaluation of tambaqui roelo in excavated fishponds, Manaus, Brazil. **Revista Agro@mbiente On-line**, [s.l.], v. 12, n. 3, p.234-244, 29 out. 2018. Universidade Federal de Roraima. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v12i3.4895>.

COSTA, N. L.; SILVA, A. R. C.; GRANGEIRO, L. C. Efeito residual da adubação da cebola no rendimento de cenoura. **Agropecuária Científica no Semiárido**. Campina Grande-PB, v. 8, n. 1, p. 07-11, 2012.

DUMONT, A. H.; Dias, L. A. S.; Finger, F. L. Oferta e tecnologias de produção de pepino e berinjela em Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v.34, p.265-272, 2016.- <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000200018>.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/pt/>>. Acesso em 25/10/2016.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Integrated agriculture-aquaculture**. A primer. Rome: FAO, 149p, 2001.

FAULIN, E. J.; AZEVEDO, P. F. Administração da compra de insumos na produção familiar. In: SOUZA FILHO, H. M.; BATALHA, M. O. **Gestão integrada da agricultura familiar**. São Carlos: EdUSCAR, 2005.

FERNANDES, F. **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. Rio de Janeiro; PROSAB; 1999. 84 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. 2008. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 402 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2003.

FILIZOLA, H. F.; GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. 2006. **Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas para Análise da Qualidade Ambiental: Solo, Água e Sedimentos**. EMBRAPA (Meio Ambiente). Jaguariúna, SP, 169p.

GALVANI, E.; ESCOBEDO, J. F.; CUNHA, A. R. da; KLOSOWSKI, E. S. Estimativa do índice de área foliar e da produtividade de pepino em meio protegido - cultivos de inverno e de verão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.8-13, 2000.

GENTELINI, A. L. **Tratamento de efluente de piscicultura orgânica utilizando macrófitas aquáticas *eichhornia crassipes* (Mart. Solms) e *egeria densa* (Planchon.)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Maringá: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2007.

GOMES, J. F. B. *et al.* **Impactos sociais, econômicos e ambientais de Ações de Transferência de Tecnologia no âmbito do Plano Brasil Sem Miséria: estudo de caso da avaliação de agroecossistema no município de Urbano Santos**. Documentos 03: Embrapa Cocais, São Luís, Ma, v. 2, p.1-32, 2017. SSN 2594-8523.

GOMES, T. M.; MODOLO V. A.; BOTREL T. A. e OLIVEIRA R. F. (2005) Aplicação de CO₂ via água de irrigação na cultura da alface. **Horticultura Brasileira**, 23:316-319.

GOTO, R.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F.F.; BRASIL, R.P.C.; RESENDE, R.S. (Coord.) **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, v.2, p. 241-268, 2001.

GUILHERME, L. C. Desenvolvimento de sistema simplificado de recirculação de água para criação de peixes. In: Estudos reprodutivos, citogenéticos na população de *Rhamdia quelen* (pisces, rhamdiidae) do Rio Uberlândia no município de Uberlândia-MG e desenvolvimento de sistema artesanal de recirculação d'água para criação de peixes. Uberlândia: UFU, 2005, p. 42-63. Disponível em: http://www.bdtd.ufu.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2973.

GUILHERME, L. C. **Sistema Embrapa: SISTEMA integrado alternativo para produção de alimentos: agricultura familiar**, Circular Técnica, Parnaíba/PI, Março, 2013, acesso em: 26 outubro 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/127573/1/Fol-Agricultura-Familiar.pdf>>.

GUIMARÃES, I. P. *et al.* Use of fish-farming wastewater in lettuce cultivation. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Aug 2016, vol.20, no.8, p.728-733. ISSN 1415-4366.

GURGEL, G. C. de S. *et al.* Resposta biológica de plantas de pimentão cultivadas com efluente de piscicultura, fosfato natural e esterco bovino. **Revista Agro@ambiente Online**, Boa Vista, RR, v. 2, n. 2, p.25-32, dez. 2008. Semestral.

HACH COMPANY. **Nitrate, Cadmium Reduction Method. Method 8192, Powder Pillows**. DOC316.53.01067. From the Hach Water Analysis Handbook. Ed 11. 2019.

HACH COMPANY. **Phosphorus, Reactive-Molybdovanadate Rapid Liquid HR, Method 8114, Pour-Thru Cell**. DOC316.53.01114. From the Hach Water Analysis Handbook. Ed 8. 2014.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. **Impacto das Atividades de Aquicultura e Sistemas de Tratamento de Efluentes com Macrófitas Aquáticas – Relato de Caso**. Boletim do Instituto de Pesca 34(1): 163 - 173, 2008.

INOUE, L. A. K. A *et al.* Cultivo de tabaqui em gaiolas de baixo volume: efeito da densidade de estocagem na produção de biomassa. **Cienc. anim. bras.**, Goiânia, v.15, n.4, p. 437-443, out./dez. 2014.

JOHNSEN, F.; HILLESTAD, M.; AUSTRENG, E. **High energy diets for Atlantic salmon. Effect on pollution**. In: S.J. KAUSHIK & P. LUQUET (Eds.). Fish nutrition in practice. Paris: INRA, p. 391-401, 1993.

KUBITZA, F. A Versatilidade do Sal na Piscicultura, Acqua & Imagem Serviços Ltda, **Panorama da aquicultura**, setembro/outubro, p. 14-23, 2007.

KUBITZA, F. Os caminhos para uma piscicultura sustentável. **Panorama da Aquicultura**. 2010 May [cited 2014 Sep 22]; 20(119):16-23.

LEITE, L. F. C; GALVÃO, S. R. S. Matéria orgânica do solo: funções interações e manejo em solo tropical. IN: ARAÚJO, A.S.F; LEITE, L. F. C; NUNES. L. A. P.L; CARNEIRO. R. F. V. (Ed) **Matéria orgânica e organismos do solo**. Teresina: EDUFIP, 2008. 19p.

Lima, J. M. E.; SMIDERLE, O. J.; Alves, J. M. A.; CHAGAS, E. A.; SOUZA, A. G. Tipos de adubação e épocas de avaliação na sanidade e viabilidade de sementes de soja-hortaliças. **Revista Agro@ambiente**, v.8, p.244-252, 2014.

LOMBARDI, F. *et al.* Investigating the leaching properties of MBT wastes and composts from aerobic/anaerobic processes. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [s.l.], v. 13, n. 1, p.1-14, 16 fev. 2018. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2160>.

LOPES, M. C. *et al.* Resposta de três Cultivares de alface a diferentes fontes nitrogenadas em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 4, 2003.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações**. Boletim do Instituto de Pesca, v.36, n.2, p.149-163, 2010.

MAIA, S. S. S. **Uso de biofertilizante na cultura da alface**. 2002. 49f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró. Mossoró, 2002.

MAIA, S. S. S.; AZEVEDO, C. M. S. B.; SILVA, F. N.; ALMEIDA, F. A. G.; Efeito do efluente de viveiro de peixe na composição de Biofertilizante na cultura da alface. **Revista Verde**. Mossoró-RN, v, 3, n.2, p.36-43, 2008.

MARTINS, J. K. D.; LUZ, S. R. O. T.; ENCK, B. F.; KEFFER, G. F.; DAMACENO, J B. D. (2018). Avaliação da produtividade do pepino conduzido em sistemas de tutoramento horizontal e vertical com e sem consórcio com amendoim em Rondônia. **Enciclopédia Biosfera**. 15. 150-156. 10.18677/EnciBio_2018A14.

MEDEIROS, S. S. *et al.* Utilização de águas residuárias de origem doméstica na agricultura: Estudo do estado nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 109-115, 2008.

MEERT, L.; SOUZA, R. B.; ALBUQUERQUE, J. O.; PAULA, J. T.; JASSE, M. E.; RESENDE, F. V.; SILVA, G. P. & SOUSA, J. M. **Produção orgânica de cenoura com compostos orgânicos elaborados por leira estática aerada**. Horticultura Brasileira 29: S4402-S4407. 2011.

MEIRELLES, L.R. & RUPP, L.C.D. **Agricultura Ecológica - Princípios Básicos**. 2005.

- MENDES, P. P. (1999). Estatística Aplicada a Aquicultura. Recife: Bargaço.
- MENEGAZ, R. C., *et al.*; Remoção físico-química de fósforo por floco-sedimentação aplicada ao pós-tratamento de efluente de abatedouro avícola; **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol.13, nº.2, 25 p; 2011.
- MENESES, N. B. *et al.* Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo. **Revista Agro@ambiente On-line**, [s.l.], v. 10, n. 2, p.123-129, 19 jul. 2016. Universidade Federal de Roraima. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i2.3009>.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 1978. 593p.
- MORIARTY, DJW., 1997. **The role of micro-organisms in aquaculture ponds**. Aquaculture, vol. 151, p. 333-349.
- NAHAS, E. **Factors affecting the solubilization of insoluble phosphates**. Disponível em: <<http://webcd.usal.es/web/psm/abstracts/Kaempfer.htm>> Acesso em: 18 ago 2002.
- NAVAL, L. P.; ABRAÃO JUNIOR, F.; PEREZ, D. V. Efeito da fertirrigação combinado com a adubação mineral e orgânica sobre as propriedades químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 24, 2012.
- NOBLE, R.; LIGHTFOOT, C. **Trabajando con nuevos participantes en agroacuicultura integrada**. In: FAO/ICLARM/IIRR. Agro-acuicultura integrada: manual básico. Roma: FAO, 2003. p.13-16. (FAO Documento Técnico de Pesca Nº 407).
- OLIVEIRA, E. C. *et al.* Análise produtiva e econômica do pepino japonês submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Jul 2011, vol.15, no.7, p.702-708. ISSN 1415-4366.
- OLIVEIRA, H. do V., *et al.* Alterações nas características químicas de um Argissolo Vermelho- Amarelo irrigado com efluente de piscicultura, em ambiente protegido. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, RR, v. 3, n. 1, p. 9-14, jul. 2009.
- PAPADOPOULOS, A.P. Growing greenhouse seedless cucumbers in soil and in soilless media. 1994. 126p. (**Agriculture and Agri-Food Canada Publication**, 1902/E).
- PAULINO, M. A. de O. *et al.* Manejo da água no cultivo de alface irrigado pelo sistema de microaspersão. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza-CE, v. 3, n. 1, p. 22-29, maio. 2009.
- PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; & MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Rev. bras. eng. agríc. ambiente**. 2000, vol.4, n.3, p. 465-473.

PEIXEBR. Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário Peixe BR da piscicultura 2017**. São Paulo: Peixe Br. Disponível em: <<http://www.peixebr.com.br>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

PEREIRA, E. W. L.; AZEVEDO, C. M. S. B.; LIBERALINO FILHO, J.; DUDA, G.P. **Utilização de efluente de viveiro de peixes na irrigação de alface cultivada em diferentes tipos de substratos**. Caatinga, Mossoró-RN, v.16, n. ½, p.57-62, dez. 2003.

PEREIRA, R. de A. **Caracterização, classificação e potencialização de uso dos solos do IFRR / Campus Novo Paraíso**. 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Agronomia – POSAGRO, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista/RR, 2014.

PRADO, R. de M.; FILHO, A. B. C. **Nutrição e adubação de hortaliças**. UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal-SP, v. 1, n. 1, p. 554-577, 2016.

PULLIN, R. **Agro-acuicultura integrada y medio ambiente**. In: FAO/ICLARM/IIRR. *Agroacuicultura integrada: manual básico*. Roma: FAO, 2003. p.17-18. (FAO Documento Técnico de Pesca Nº 407).

QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. **Boas práticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia em viveiros de aquicultura**. Jaguariúna, SP: Embrapa Comunicado Técnico, n. 44, 2007.

QUILLERÉ, I.; Roux, L.; Marie, D.; Roux, Y.; Gosse, F.; Morot-Gaudry, J. F. An artificial productive ecosystem based on a fish/bacteria/plant association. 2. **Performance. Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.53, p.19–30, 1995.

RAKOCY, J. E.; LOSORDO, T. M.; MASSER, M. P. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture. **Southern Regional Aquaculture Center**. [S.l.], n. 454, p. 1-16, 2006.

REIS, J. A. T. dos *et al.* Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Eng Sanit Ambient.**, v. 14, n. 3, jul./set. 2009.

RESENDE, S. R.; COELHO, R. D.; PIEDADE, S. M. de S. Eficiência da cloração da água de irrigação no tratamento de gotejadores com entupimento de causa biológica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 2001, v. 4, n. 13, p. 382-389.

REZENDE, R. *et al.* Produção e qualidade comercial de alface fertirrigada com nitrogênio e potássio em ambiente protegido. **Rev. Ceres**, abr. 2017, vol.64, no.2, p.205-211. ISSN 0034-737X.

RODRIGUES, I. N. *et al.* Desempenho de cultivares de alface na região de Manaus. **Hortic. Bras.** [online]. 2008, vol.26, n.4, pp.524-527. ISSN 0102-0536. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362008000400020>.

SALLES, J. S.; STEINER, F.; ABAKER, J. E. P.; FERREIRA, T. S.; MARTINS, G. L. M. Resposta da rúcula à adubação orgânica com diferentes compostos orgânicos.

Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 35-40, abr./jun. 2017.

SANTOS, F. J. S. **Cultivo de tilápia e uso de seu efluente na fertirrigação de feijão-vigna**. 2009. 162 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/937671/1/TeseSeixas.pdf>>, acesso em: 21 agosto de 2017.

SANTOS, M. A. L. *et al.* Produção da cultura da alface (*Lactuca sativa* L) em função das lâminas de irrigação e tipos de adubos. **Revista Ciência Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 33-39, 2015.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F. D.; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. **Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v. 36, n. 11, p. 1395-1398, 2001.

SÁTIRO, T. M.; RAMOS NETO, K. X. C.; DELPRETE, S. E. Aquaponia: Sistema que integra produção de peixes com produção de vegetais de forma sustentável. **Rev. Bras. Eng. Pesca**, Minas Gerais, v. 1, n. 11, p.38-54, 22 jan. 2018.

SCHERER, K. *et al.* Avaliação bacteriológica e físico-química de águas de irrigação, solo e alface (*Lactuca sativa* L.). **Rev. Ambient. Água**, Set 2016, vol.11, no.3, p.665-675. ISSN 1980-993X.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Revista de Economia Política**, v. 30, p.511- 531,2010.

SCHOEDER, G. L. Autotrophic and heterotrophic production of microorganisms in intensely – manured fish ponds, and related fish yields. **Aquaculture**, v. 14, p. 303-325, 1978.

SCHUMACHER, M. V. *et al.* Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 121-130, 2001.

SEDIYAMA, M. A. N *et al.* Tipos de poda em pepino dos grupos aodai, japonês e caipira. **Hortic. Bras.**, Dez 2014, vol.32, no.4, p.491-496. ISSN 0102-0536.

SEDIYAMA, M. A. N.; ALMEIDA, C. H. S.; VIDIGAL, S. M.; LOPES, I. P. C.; NASCIMENTO J. L. M. **Efeito residual da adubação orgânico do pepineiro sobre a nutrição e produção de feijão-vagem em cultivo subsequente**. 2012. Horticultura Brasileira 30. V:2. S5549-S5556.

SEDIYAMA, M.A.N.; MAGALHÃES, I.P.B.; VIDIGAL, S.M.; PINTO, C.L.O.; CARDOSO, D.S.C.P.; FONSECA, M.C.M.; CARVALHO, I.P.L. Uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*lactuca sativa* l.) ‘kaiser’. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.6, n.2, p.66-74, 2016.

SEGOVIA, J. F. O.; LOPES FILHO, R. P., **Irrigação de hortaliças no Estado do Amapá**, Embrapa Amapá - Circular Técnica 33 (INFOTECA-E), 12 p., Macapá - Amapá, 2004. ISSN 1517-4980.

SILVA, C. A. da; FUJIMOTO, R. Y. Crescimento de tabaqui em resposta a densidade de estocagem em tanques-rede. **Acta Amazonica**, [s.l.], v. 45, n. 3, p.323-332, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201402205>.

SILVA, C. K. *et al.* (2016). Efeito residual da adubação com composto orgânico no crescimento e desenvolvimento da alface. **Revista Univap**. 22. 84.

SILVA, E. F.; SOUZA, E. G. F.; SANTOS, M. G.; ALVES, M. J. G.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M.; SOUSA, T. P. Qualidade de mudas de pepino produzidas em substratos à base de esterco ovino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 3, p. 93-99, 2014.

SILVA, F. A. M.; BOAS, R. L. V.; SILVA, R. B. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [s.l.], v. 32, n. 1, p.31-37, 1 jan. 2010. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.1340>.

SILVA G. P. P.; RESENDE FV; SOUZA RB; ALBUQUERQUE JO; VIDAL MC; SOUSA JMM. 2011. **Desempenho agrônômico de cultivares e de níveis de adubação para o cultivo orgânico do pepino no período chuvoso do cerrado**. Horticultura Brasileira 29: S4601-S4608.

SOGLIO, F. D; KUBO, R. R. **Desenvolvimento, agricultura e sustentabilidade**. Coordenado pela SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2016.

SOUSA JUNIOR, G. S. *et al.* Aproveitamento de água residuária da piscicultura na fertirrigação do tomate, **Congresso de iniciação científica**, 21ª edição, São Carlos, SP, Anais de Eventos da UFSCar, v. 9, p., 2013.

SOUSA, R. G. C. *et al.* Avaliação do Ganho de Peso do Tabaqui Cultivado com Diferentes Taxas de Proteínas na Alimentação. **Biota Amazônia**, [s.l.], v. 6, n. 1, p.40-45, 30 mar. 2016. Revista Biota Amazônia. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n1p40-45>.

SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 769 p. il.; 18,5 cm x 25,5 cm.

SOUZA, A. de A. L. *et al.* **Desenvolvimento inicial de duas variedades de alface em função de dois tipos de substratos e cobertura do solo**, IFCE - Instituto Federal do Ceará, Campus Sobral, Sobral, CE, Brasil. Brazilian Journal of Biosystems Engineering v. 10(3): 316-326, 2016.

SOUZA, A. O. **Cultivo orgânico de pepino em diferentes ambientes, Volumes e concentrações de composto nos substratos**, Dissertação, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre, Rio Branco-AC, p. 1-44, 2015.

SOUZA, R. T. M.; VERONA, L. A. F.; FACHINELLO, M.; MARTINS, S. R. Insumos em agroecossistemas familiares com produção de base ecológica na região oeste de Santa Catarina, **Workshop Insumos Agricultura Sustentável**, Santa Catarina - SC, p. 1-6, 2012.

SWIFT, M. J.; WOOMER, P. **Organic matter and the sustainability of agricultural systems: definitions and measurement**. In: MULUNGOY, K.; MERCKX, R. (Ed.). Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture. Leuven: Wiley-Sayce, 1993. p. 3-18.

TOLEDO, J. J. de *et al.* Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso. **Revista do Programa de Ciências Agro-ambientais**, Alta Floresta, v. 2, n. 1, p.13-31, 2003.

TRANI, P. E; PASSOS, F. A.; ARAÚJO H. F. **Calagem e adubação do pepino**, Instituto Agrônomo, Centro de Horticultura, Campinas (SP), fevereiro de 2015.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2016 - Água e Emprego - Fatos e números**. Perugia/Itália: UNESCO no Brasil (em Brasília) / Agência Nacional de Águas (ANA) do Brasil. p.12. 2016.

VIEIRA, G.H.S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, J.G.F.; RAMOS, M.M.; SILVA, C.M. Recuperação de gotejadores obstruídos devido à utilização de águas ferruginosas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, p.1-6, 2004.

VILLAS BÔAS, R. L. *et al.* Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Hortic. Bras.**, Mar 2004, vol.22, no.1, p.28-34. ISSN 0102-0536.

VON SPERLING, M. **Princípios de tratamento biológico de águas residuárias: lagoas de estabilização**, Belo Horizonte: UFMG – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1996. v. 3.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2018: soluções baseadas na natureza para a gestão da água**. Paris, UNESCO, 2018.