

Reúso de água de piscicultura na irrigação de melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.)) cultivada em sistema de produção de base ecológica

Reuse of fish farming water in irrigation of watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.)) grown in an eco-based production system

Reutilización del agua de cultivo de peces en el riego de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.)) cultivada en un sistema de producción de base ecológica

Recebido: 08/02/2022 | Revisado: 14/02/2022 | Aceito: 16/02/2022 | Publicado: 20/02/2022

Helton Pacheco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9554-6334>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Brasil
E-mail: heltonpacheco@yahoo.com.br

Luis Nery Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9693-6190>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: luis.nery@ifce.edu.br

Resumo

O trabalho avaliou o crescimento, desenvolvimento e produtividade da melancia (*Citrullus lanatus*), variedade *Crimson Sweet* e o aporte de nutrientes no solo a partir do uso de irrigação com água residuária de piscicultura (A.R) e água de abastecimento (A.A) com e sem adubação orgânica. O experimento foi conduzido na comunidade de Vila Jessé no Km 35, município de Bragança/Pará. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 2 x 2, sendo 2 tipos de água de irrigação (A.R.) e (A.A.) e 2 níveis de adubação (com e sem adubação orgânica) e 10 repetições, totalizando 40 parcelas. Cada parcela foi constituída pela média de 4 plantas. Avaliaram-se aos 35 dias após o transplântio (DAT) o número médio e o comprimento dos ramos; e, aos 64 DAT o volume médio do fruto, produtividade e, ao final da produção, o peso médio dos frutos e o aporte de nutrientes no solo. Independente do tipo de água utilizada (A.R. ou A.A.) os tratamentos com adubação orgânica apresentaram as melhores médias. Sendo que, com o uso da A.R, se obteve melhor produtividade, já para o número médio de ramos, a A.A. apresentou a maior média. A utilização de A.R. promoveu melhoras significativas na nutrição do solo. O uso de A.R. através da irrigação por gotejamento, se mostrou uma alternativa viável para a produção de melancia nos períodos secos, melhorando a nutrição do solo e possibilitando a comercialização desta hortaliça em períodos de entressafra.

Palavras-chave: Cultivo orgânico; Reúso de água; Irrigação por gotejamento.

Abstract

The research evaluated the growth, development and productivity of watermelon (*Citrullus lanatus*), variety *Crimson Sweet* and the contribution of nutrients to the soil from the use of irrigation with fish farming wastewater (AR) and supply water (AA) with and without organic fertilization. The experiment was conducted in the community of Vila Jessé at Km 35, Bragança/Pará. A completely randomized design was adopted with treatments arranged in a 2 x 2 factorial scheme, with 2 types of irrigation water (AR) and (AA) and 2 fertilization levels (with and without organic fertilization) and 10 replications, totaling 40 plots. Each plot consisted of an average of 4 plants. At 35 days after transplanting (DAT), the average number and length of branches were evaluated; and, at 64 DAT, the average fruit volume, productivity and, at the end of production, the average fruit weight and the contribution of nutrients in the soil. Regardless of the type of water used (A.R. or A.A.) treatments with organic fertilization showed the best averages. Just as with the use of A.R, better productivity was achieved, for the average number of branches, the A.A. presented the highest average. The use of A.R. promoted significant improvements in soil nutrition. The use of A.R. through drip irrigation proved to be a viable alternative for watermelon production in dry periods, improving soil nutrition and enabling the commercialization of this fruit in off-season periods.

Keywords: Organic cultivation; Water reuse; Drip irrigation.

Resumen

El trabajo evaluó el crecimiento, desarrollo y productividad de sandía (*Citrullus lanatus*), variedad *Crimson Sweet* y el aporte de nutrientes en el suelo a partir del uso de riego con agua residual (A.R) y agua de abastecimiento (A.A) de piscicultura con y sin fertilización orgánica. El experimento fue realizado en la comunidad de Vila Jessé en el Km 35, municipio de Bragança/Pará. Se adoptó un diseño completamente al azar con tratamientos dispuestos en esquema

factorial 2 x 2, con 2 tipos de agua de riego (A.R) y (A.A) y 2 niveles de fertilización (con y sin fertilización orgánica) y 10 repeticiones, totalizando 40 parcelas. Cada parcela consistió de un promedio de 4 plantas. A los 35 días después del trasplante (DDT) se evaluó el promedio de número y longitud de ramas; y, a los 64 DDT, el volumen medio de frutos, la productividad y, al final de la producción, el peso medio de frutos y el aporte de nutrientes en el suelo. Independientemente del tipo de agua utilizada (A.R. o A.A.) los tratamientos con fertilización orgánica presentaron los mejores promedios. Ya que, con el uso de A.R. se obtuvo mejor productividad, en cuanto al número promedio de sucursales, la A.A. presentó el promedio más alto. El uso de A.R. promovió mejoras significativas en la nutrición del suelo. El uso de A.R. mediante riego por goteo demostró ser una alternativa viable para la producción de sandía en periodos secos, mejorando la nutrición del suelo y posibilitando la comercialización de esta hortaliza en periodos fuera de temporada.

Palabras clave: Cultivo orgánico; Reutilización de agua; Riego por goteo.

1. Introdução

Apesar da região norte do Brasil possuir as maiores reservas de água doce do planeta, em algumas regiões, as chuvas não ocorrem de maneira regular, ocasionando períodos com muita chuva e períodos muito secos. No Pará, esta situação não é diferente, no caso da região do nordeste Paraense, mais precisamente na região Bragantina, o período de chuvas inicia-se no final de dezembro, estendendo-se até o final do mês de junho. De julho até dezembro, temos então, o período com escassez quase completa de chuvas, impedindo ou reduzindo o cultivo de várias culturas, como no caso do cultivo de hortaliças.

Sabe-se que em ecossistemas naturais as plantas são adaptadas ao regime de chuvas existente naquele ambiente, ao contrário, contudo, do que ocorre nos agroecossistemas. Nestes ambientes, muitas vezes são cultivadas plantas que excedem a capacidade do ecossistema natural de satisfazê-las (Gliessman, 2001). Desta forma, a prática da irrigação se faz necessária, devendo o seu uso, de acordo com o autor, compensar custos ecológicos e econômicos.

Irigar culturas com efluentes provenientes de viveiros de peixes evita a necessidade de descarregar águas ricas em nutrientes nos ambientes aquáticos bem como impedem a necessidade de tratar essas águas para eliminação de nutrientes, que em excessos em ambientes aquáticos com baixo volume de renovação de água, podem causar eutrofização. Nesse sentido, os principais nutrientes que podem ser aproveitados nos efluentes de aquicultura, que podem se tornar poluentes, são: o nitrogênio, o fósforo, a matéria orgânica e os sólidos em suspensão (Schwartz et al., 1994). Os teores de nitrogênio e fósforo nos efluentes de aquicultura variam muito, dependendo se o cultivo é intensivo ou semi-intensivo, tipo de ração utilizada, variando muito entre os autores que estudam esses parâmetros.

O manejo desses efluentes dentro de agroecossistemas, com o objetivo de atender a demanda de água de culturas agrícolas, além de diminuir o risco de poluição de ambientes aquáticos, também reduz o custo de obtenção de fontes de nutrientes para os cultivos, como também a quantidade de adubos necessários às culturas (Oliveira, 2008). Assim, o manejo integrado de peixes e culturas agrícolas, onde os efluentes dos viveiros de peixes são utilizados para irrigação, tem se mostrado como estratégia viável para diminuir os possíveis impactos ambientais dessas águas de descarte, bem como reduz custos, viabilizando assim, os sistemas de produção.

No descarte da água utilizada no cultivo dos peixes, são jogados, diretamente nos cursos de água, nutrientes que podem ser aproveitados pelas culturas agrícolas, sendo os mais importantes o nitrogênio e o fósforo, que podem ser canalizados até as plantações para o seu uso na irrigação. Pesquisadores de todo mundo, buscam a cada dia métodos eficientes de irrigação e acessos alternativos ao uso dos recursos hídricos, como a utilização de águas residuárias, procurando diminuir o seu consumo principalmente para a irrigação. O reuso de águas para utilização na produção vegetal é uma prática amplamente estudada e recomendada como alternativa viável para suprir as necessidades hídricas nutricionais dos cultivos (Capra et al., 2007).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), indica que no Brasil o reuso da água de esgotos, principalmente para a irrigação de hortaliças, vem sendo bastante difundida, com trabalhos realizados em diversas instituições de pesquisa do Brasil. Na NBR 13.969/97 da ABNT, não há autorização para o uso de efluente, na irrigação de hortaliças e

frutas de ramas rasteiras como o melão, melancia, abóbora e maxixe. No entanto, foram realizadas pesquisas no Centro de Pesquisas da CAGECE /Ceará, utilizando irrigação em melancia com efluente, e os resultados mostraram que nos frutos testados, as análises não indicaram presença de *Salmonellas* e baixos valores de coliformes fecais (Rego, *et al.* 2005), atendendo, assim, os limites fixados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001). Logo, não foi verificado comprometimento da qualidade microbiológica dos produtos analisados, estando estes apto para o consumo humano.

Cunha, (2008) recomenda que os efluentes a serem utilizados na agricultura, sejam compatíveis com os parâmetros pré-estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS), referentes aos níveis de contaminação microbiológicas encontrados na água, com destaque para os microrganismos patogênicos mais prováveis de coliformes fecais em 100 mL de água - NMP (100 mL)⁻¹. Para que não haja restrição de utilização destes efluentes, a OMS recomenda um valor padrão de qualidade bacteriológica de 1000 CF por 100 mL⁻¹ e ovos de helmintos abaixo de 1 ovo/L, estes resultados permitem o uso de irrigação irrestrita na agricultura (Feitosa *et al.*, 2009). No Brasil, a legislação em vigor para alimentos, estabelece apenas que para o consumo de hortaliças *in natura*, não ocorra a presença de *Salmonella spp.* em 25 gramas do produto.

Em um experimento conduzido utilizando-se água de poço e de esgoto, a equivalência das variáveis entre a irrigação com esgoto e a água do poço demonstra o potencial e a viabilidade técnica e econômica do uso do esgoto doméstico tratado na irrigação da melancia. Além do que a utilização de esgotos tratados constitui uma medida efetiva de controle da poluição da água, pois evita ou reduz o lançamento de esgotos em corpos d'água (Rego, *et al.* 2005).

A construção de sistemas de lagoas de estabilização, organizados em série composto de uma lagoa anaeróbia, seguida de uma lagoa facultativa e ao final do sistema duas lagoas de maturação, para tratamento de esgoto de diversas fontes, produz um efluente que atende os requisitos de recomendações da OMS sob o ponto de vista microbiológico para reuso em irrigação (Hespanhol, 2002).

Na produção de mudas de melancia da variedade “Crimson Sweet”, Mota (2011), utilizou água residuária de uso doméstico para irrigação em dois tratamentos T1 e T2, composto de 100% e 75% desta água e verificou o desenvolvimento de mudas mais vigorosas e sadias em relação aos tratamentos utilizando água de abastecimento da rede hidráulica do Campus da Universidade Federal do Semi-Árido (UFERSA) - Mossoró/RN.

Em um trabalho realizado por Sandri *et al.* (2009), durante dois ciclos de produção da alface (*Lactuca sativa* L.), cv “Elisa”, onde foram analisadas alterações químicas do solo, observou-se que os teores de matéria orgânica (MO) tiveram aumento significativo de até 37% nas camadas de 0 – 0,10 m de profundidade quando utilizada água residuária provavelmente de esgoto tratada com macrófitas “o autor não informa a origem da água residuária” em sistemas de irrigação por aspersão e gotejamento, subterrâneo e superficial.

Na produção de mudas de moranga (*Cucurbita maxima Duchesne*) cv. Exposição, e abóbora (*Cucurbita moschata Duchesne*) cv. Jacarezinho, Silva (2014), utilizou água bioassalada (água salinizada) nas concentrações de 33 e 50 %, coletada de um reservatório de criação de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus* L.), e constatou que os sais na água, dentro destas concentrações, não afetaram o desenvolvimento destas Cucurbitáceas.

Quando analisada a qualidade dos frutos de melancia (*Citrullus lanatus*), produzidos com água residuária de reuso de esgoto doméstico tratado, Feitosa (2009), concluiu que os parâmetros microbiológicos da polpa da melancia, mostraram-se adequados para a irrigação da cultura. O uso desta água residuária nesta cultura provocou ainda alterações significativas nas características físico-químicas e sensoriais dos frutos produzidos, não havendo diminuição de produtividade.

Além de enriquecer o solo e nutrir as plantas, quando utilizada a partir de um manejo adequado, o reuso da água diminui os riscos de saúde pública e reduz os custos dos sistemas de tratamento, necessários para descarga de efluentes em corpos receptores (Hespanhol, 2002).

Estudos efetuados em diversos países demonstraram que a produtividade agrícola aumenta significativamente quando a água residuária é empregada na produção vegetal, diminuindo o aporte de nutrientes nos corpos hídricos, evitando possíveis desastres ambientais causados por eutrofização (Costa, 2006).

A cultura utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa foi a da melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.)), sendo o experimento instalado em uma propriedade no município de Bragança/Pará, onde inúmeros agricultores familiares cultivam esta cultura e destinam o excedente produzido para a comercialização regional.

A presente pesquisa buscou avaliar o crescimento, desenvolvimento e produtividade da melancia irrigada com água residuária de piscicultura e água de abastecimento com e sem adubação e a avaliação do aporte de nutrientes no solo através das fontes de água utilizadas na área do experimento. Este trabalho se justifica no sentido de promover uma agricultura de base ecológica, levando em consideração princípios da Agroecologia, entendida aqui a partir das discussões de Caporal & Costabeber (2002) como “o campo de conhecimentos que proporciona as bases científicas para apoiar o processo de transição do modelo de agricultura convencional para estilos de agriculturas de base ecológica ou sustentáveis, assim como do modelo convencional de desenvolvimento a processos de desenvolvimento rural sustentável”.

2. Metodologia

2.1 Caracterização do local da pesquisa

O experimento foi conduzido no Sítio Dois Irmãos, propriedade rural situada na comunidade de Vila Jessé no Km 35 da Rodovia Monte Negro, município de Bragança/PA, cujas coordenadas são: 01° 03' 13" Sul e 46° 45' 56" Oeste e Altitude de 19,0 m. (Figura 1)

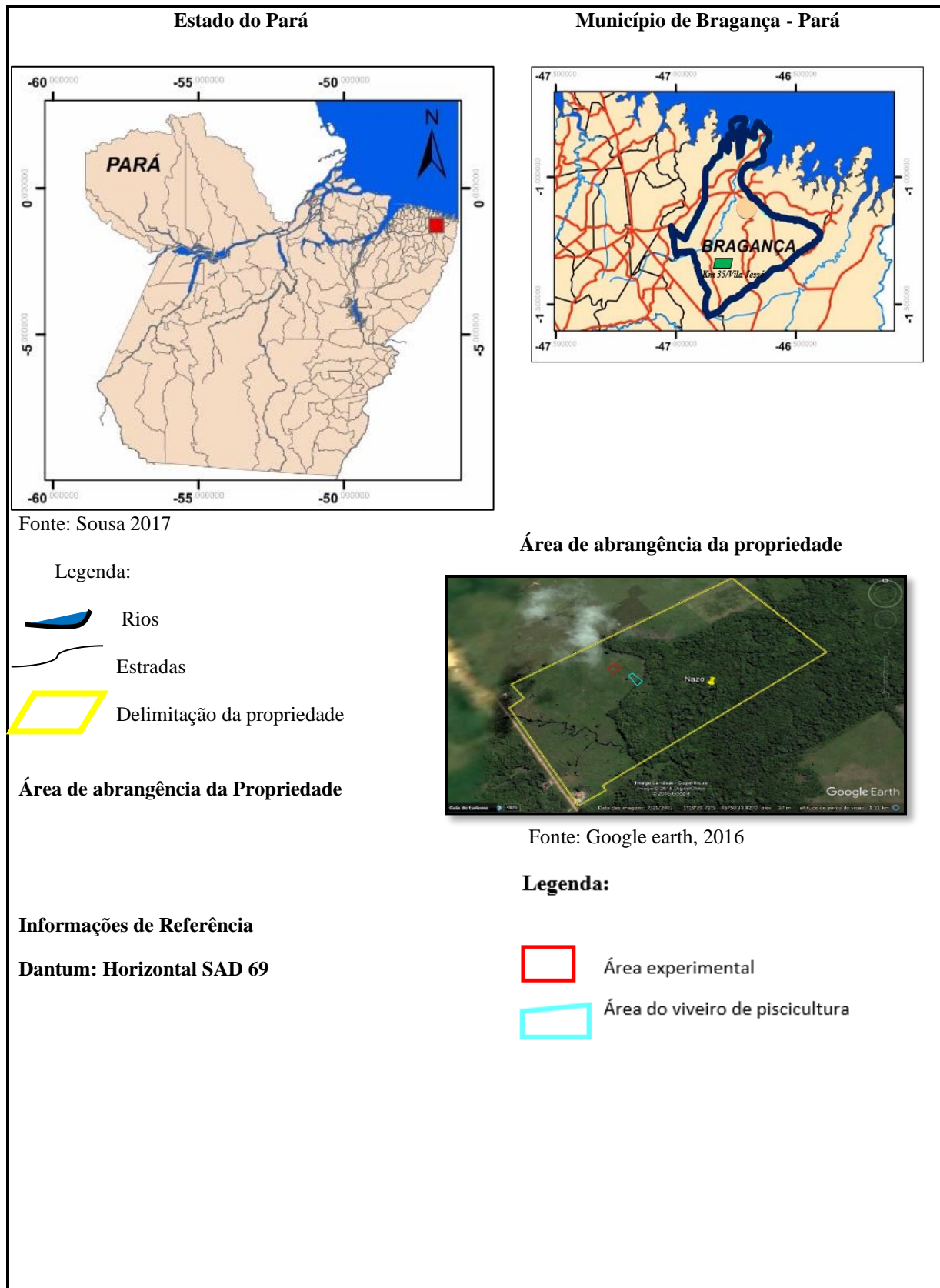
A precipitação média anual do município de Bragança é 2342 mm, com temperatura média de 26 °C, com chuvas concentradas entre janeiro e maio. O período de baixa precipitação pluviométrica se dá entre os meses de julho a dezembro, período em que foi conduzida pesquisa.

De acordo com Köppen e Geiger a classificação do clima na região do estudo é ‘Aw’ tropical úmido com estação seca bem definida e médias de temperaturas acima de 18 °C. O solo é o Latossolo Amarelo distrófico (Oxisol), predominante na mesorregião do nordeste paraense.

A propriedade onde foi realizado os estudos, possui 49,32 ha de área total, onde mais de 60 % é composta de área inundável. A cultura da melancia tem ganhado grande destaque na propriedade, onde são cultivadas ao final da estação chuvosa, geralmente ocorrendo no mês de julho. A comercialização desta hortaliça é feita localmente com demanda cada vez mais crescente.

A piscicultura é a base econômica da propriedade, onde diversas espécies de peixes como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e tambacu (híbrido do cruzamento do tambaqui com o pacu) são produzidos em tanques escavados, em sistemas semi-intensivos de baixa densidade, onde são estocados 1 peixe m⁻². A comercialização destes pescados ocorre o ano todo, com aumento de demanda na semana Santa.

Figura 1 - Localização do experimento.



Fonte: Autores.

2.2 Produção e transplântio das mudas

A produção das mudas foi realizada ao lado da área experimental. A estrutura foi construída com tábuas e tijolos sobrepostos, medindo 6 metros de comprimento x 0,5 m de largura x 0,35 metros de altura. Toda estrutura foi coberta com rede de pesca para evitar a entrada de pássaros. Os recipientes utilizados para a produção das mudas foram copos plásticos de polipropileno descartáveis de 200 ml. Estes foram preenchidos com substrato preparado a partir de composto orgânico na proporção de quatro (4) partes de solo para uma (1) parte de cama de aviário curtida. Em cada recipiente, foram colocadas de 2 a 4 sementes de melancia da variedade comercial *Crimson Sweet*, sendo estas, irrigadas duas vezes por dia com água do viveiro de produção de peixes localizado ao lado do experimento. O equipamento utilizado para a irrigação foi um regador com capacidade para 10 litros de água, com bico de irrigação do tipo chuveiro. O transplântio das mudas ocorreu 12 dias após a semeadura, quando as plântulas apresentaram de duas a quatro folhas definitivas. As covas foram preparadas nas dimensões 0,40m x 0,40m x 0,40m com e sem adubação orgânica conforme os tratamentos. As mudas, com 2 a 4 folhas definitivas, foram transplantadas para as covas, construídas em curvas de nível, (declividade do terreno aproximadamente 3,5%) com espaçamento de 2,0m x 1,5m. Também foi realizado o plantio de bordadura no perímetro da área experimental e entre as parcelas. O raleio foi realizado com 5 dias após o transplante, mantendo-se apenas uma planta por cova.

2.3. Manejo da área e tratamentos culturais

O preparo da área para o plantio foi realizado através de capina manual e corte raso das plantas espontâneas, com o início dos trabalhos no final do período das chuvas. Os restos vegetais provenientes da limpeza da área foram mantidos como cobertura de solo. Antes do plantio das mudas, foram coletadas 10 amostras de solo dentro da área do experimento, na profundidade de 0-20 cm, que após homogeneizadas obteve-se uma amostra composta qual foi analisada pelo laboratório de solos da Embrapa Amazônia Oriental, situado em Belém/PA. A partir dos resultados físico-químicos, a recomendação orgânica foi de 2,0 kg de esterco curtido de frango (cama de aviário) por cova em apenas uma aplicação, utilizados nos tratamentos com adubação nas covas, sendo desprezada a recomendação com adubação química.

Após o término da colheita das melancias e com o sistema de irrigação retirado do local, amostras de solo de 0 – 20 cm de profundidade, foram coletadas na área do experimento, nos locais de abrangência do sistema de irrigação, em um raio de até 25 cm de proximidade dos bicos gotejadores, contemplando os 4 tratamentos (1 – água residuária com adubação; 2 – água residuária sem adubação; 3 – água de abastecimento com adubação; 4 – água de abastecimento sem adubação). Foram obtidas 4 amostras compostas (uma para cada tratamento) devidamente homogeneizada. Estas amostras foram analisadas no laboratório de solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN, situado em Parnamirim/RN. O laboratório de solos da EMPARN, utiliza a mesma metodologia de análise adotada pela EMBRAPA.

Para correção do pH do solo, foi feita a realização de calagem, 20 dias antes do plantio das mudas na área do experimento. O mineral utilizado foi o calcário dolomítico na proporção de 1500 kg.ha⁻¹ distribuído a lanço em toda área do cultivo. Foram acrescentados mais 100 gramas de calcário dolomítico em todas as covas para todos tratamentos.

Nos tratamentos com adubação orgânica, foram adicionados 100 gramas de fosfato de Arad, 10 dias antes do plantio das mudas no campo.

Para o controle de insetos, foram realizadas três aplicações de uma calda a base de detergente neutro e água, na proporção 1: 2.000, diluindo-se 10 mL (= 0,01 L) de detergente em 20 L de água para, sendo aplicado em todas as plantas para o controle do pulgão (*Aphis gossypii*) aos 17, 22, 28 dias após o transplântio (DAT) das mudas na área do experimento. As aplicações foram feitas com grau de infestação baixo, e aos 30 DAT, não foram verificados o aparecimento destes insetos.

2.4 Caracterização química e físico-hídrica do solo da área experimental

Na (Tabela 1) constam os atributos químicos e físico-hídricos do solo (profundidade de 0-20 cm) da área experimental.

Tabela 1 - Atributos químicos e físico-hídricos do solo da área experimental.

ATRIBUTO QUÍMICOS	SÍMBOLO	UNIDADE	VALOR
<i>Matéria orgânica</i>	<i>MO</i>	g/kg	23,39
<i>Potencial de hidrogênio</i>	<i>pH</i>	--	5,40
<i>Nitrogênio</i>	<i>N</i>	g/kg	0,80
<i>Fósforo</i>	<i>P</i>	mg/dm ³	3,00
<i>Potássio</i>	<i>K</i>	mg/dm ³	20,00
<i>Sódio</i>	<i>Na</i>	mg/dm ³	2,00
<i>Cálcio</i>	<i>Ca</i>	cmolc/dm ³	0,70
<i>Cálcio + Magnésio</i>	<i>Ca + Mg</i>	cmolc/dm ³	1,00
<i>Alumínio</i>	<i>Al</i>	cmolc/dm ³	1,00
<i>Hidrogênio + Alumínio</i>	<i>H + Al</i>	cmolc/dm ³	5,12
<i>Soma de bases</i>	<i>S</i>	cmolc/dm ³	1,06
<i>Capacidade de troca catiônica</i>	<i>CTC</i>	cmolc/dm ³	6,18
<i>Capacid. de troca catiônica efetiva</i>	<i>CTCe</i>	cmolc/dm ³	2,06
<i>Saturação por Base</i>	<i>V</i>	%	17,15%
<i>Saturação por Alumínio</i>	<i>Al%</i>	%	48,54%
<i>Cobre</i>	<i>Cu</i>	mg/kg	0,19
<i>Manganês</i>	<i>Mn</i>	mg/kg	2,38
<i>Ferro</i>	<i>Fé</i>	mg/kg	426,36
<i>Zinco</i>	<i>Zn</i>	mg/kg	1,15
ATRIBUTO FÍSICO-HÍDRICO	SÍMBOLO	UNIDADE	VALOR
<i>Areia grossa</i>	--	g/kg	490
<i>Areia fina</i>	--	g/kg	223
<i>Silte</i>	--	g/kg	227
<i>Argila</i>	--	g/kg	60
<i>Textura</i>	--	--	Franco-Arenoso

Fonte: Laboratório de solos/Embrapa Amazônia Oriental.

2.5 Caracterização química das águas de irrigação

Na (Tabela 2) estão apresentadas as concentrações químicas da água do viveiro e do canal de abastecimento.

Tabela 2 – Atributos químicos das águas de irrigação.

ATRIBUTO QUÍMICOS	SÍMBOLO	UNIDADE	VALOR
A - Água residuária a 20 cm			
<i>Clorofila A**</i>	<i>Cl-a</i>	mg/L	0,0164
<i>Nitrito**</i>	<i>NO₂</i>	mg/L	0,0026
<i>Nitrato*</i>	<i>NO₃</i>	mg/L	4,40
<i>Fosfato**</i>	<i>PO₄</i>	mg/L	0,698
<i>Potássio*</i>	<i>K</i>	mg/L	0,25
B - Água residuária a 120 cm			
<i>Clorofila A**</i>	<i>Cl-a</i>	mg/L	0,0099
<i>Nitrito**</i>	<i>NO₂</i>	mg/L	0,0034
<i>Nitrato*</i>	<i>NO₃</i>	mg/L	1,70
<i>Fosfato**</i>	<i>PO₄</i>	mg/L	0,691
<i>Potássio*</i>	<i>K</i>	mg/L	0,15
C- Água de abastecimento			
<i>Clorofila A**</i>	<i>Cl-a</i>	mg/L	0,0
<i>Nitrito**</i>	<i>NO₂</i>	mg/L	0,0
<i>Nitrato*</i>	<i>NO₃</i>	mg/L	0,5
<i>Fosfato**</i>	<i>PO₄</i>	mg/L	0,0175
<i>Potássio*</i>	<i>K</i>	mg/L	0,20

Fontes: *LAS Sanches Laboratório Analítico - Análises de Água e Efluentes; **Laboratório de Pesca da UFPA.

2.6 Sistema de irrigação

As áreas irrigadas, receberam água de duas fontes: água proveniente de um viveiro de piscicultura e água do canal de abastecimento dos viveiros, sendo bombeadas através de uma bomba centrífuga de ½ HP, utilizada na forma de revezamento, instalada em uma plataforma no talude do viveiro ou sobre a plataforma construída sobre o canal de abastecimento. Para a sucção da água do viveiro e do canal de abastecimento, foi utilizado cano soldável de 25 mm, instalado a 20 cm abaixo da superfície da água dos dois corpos hídricos. A água bombeada do viveiro, foi armazenada em uma caixa d'água de 2000 litros, sendo a água do canal de abastecimento, elevada até uma caixa d'água de 1000 litros. A partir do armazenamento as águas para irrigação, chegavam até o local de cultivo por gravidade. Na área de produção, foram utilizadas 32 linhas de irrigação (16 nas parcelas com água do canal de abastecimento e 16 nas parcelas com água do viveiro). Nas linhas de irrigação, foram utilizados bicos gotejadores reguláveis modelo GA-2, instalados a cada 1,5 metros ao longo da linha de irrigação com vazão média de 20 L h⁻¹ e pressão de trabalho de 6 a 50 m.c.a.

2.7. Manejo das irrigações

Para o manejo das irrigações foi adotado turno de rega de 1 dia em que a lâmina foi definida em função da estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) segundo a metodologia de Hargreaves-Samani (Equação 1). Para tal foi instalado um termômetro de máxima e mínima e um pluviômetro na área experimental (Figura 2). Quinzenalmente, foram aferidas a vazão dos bicos utilizando-se provetas com volume de 1 litro.

$$ET_o = 0,0023 \times Q_o \times \sqrt{(T_{máx} - T_{mín})} \times (T_m + 17,8) \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:

- ET_o = Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);
- Q_o = Radiação solar em equivalente de evaporação (mm dia⁻¹) (Tabela 3);
- T_{máx.} = Temperatura máxima diária (°C);
- T_{mín.} = Temperatura mínima diária (°C);
- T_{m.} = Temperatura média diária (°C).

Tabela 3 - Radiação solar (Q_o), em equivalente de evaporação, expressa em mm dia⁻¹, interpolados para latitude de Bragança/PA - 01° 18' 03" Sul.

Lat. Sul	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
00°	15,00	15,50	15,70	15,30	14,40	13,90	14,10	14,80	15,30	15,40	15,10	14,80
01° 18' 03"	15,20	15,63	15,70	15,17	14,21	13,64	13,84	14,61	15,24	15,47	15,23	15,00
02°	15,30	15,70	15,70	15,10	14,10	13,50	13,70	14,50	15,20	15,50	15,30	15,10

Fonte: Doorenbos et al., (1997).

A evapotranspiração potencial da cultura (ET_p) foi calculada para cada fase, utilizando a equação 2 e os coeficientes de cultivo (K_c) apresentados na Tabela 4.

A utilização do coeficiente da cultura (K_c) permitirá aplicar a quantidade de água necessária durante o ciclo de desenvolvimento da cultura (Costa & Leite, 2010), evitando-se o excesso de água em qualquer fase do seu desenvolvimento.

$$ET_p = ET_o \times K_c \times Pam \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

- ET_p = evapotranspiração potencial (máxima) (mm dia⁻¹);
- ET_o = Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);
- K_c = coeficiente cultural;
- Pam = percentagem de área molhada (decimal).

Tabela 4 – Coeficientes de cultivo da melancia.

Fase	Duração (dias)	Coefficiente de cultivo (Kc)
I	23	0,4 – 0,5
II	14	0,7 – 0,8
III	19	0,95 – 1,05
IV	40	0,75 – 0,9

Fonte: Miranda et al., (2004).

As lâmina líquidas (HL) e bruta (HB) de irrigação serão estimadas a partir das Equações 3 e 4.

$$HL = ETp - Pe \quad ; \quad Pe < ETp \quad (\text{Eq. 3})$$

$$HB = \frac{HL}{Ei} \quad (\text{Eq. 4})$$

Em que:

HL = lâmina líquida (mm/dia);
ETp = evapotranspiração potencial (máxima) (mm/dia);
Pe = precipitação efetiva (mm/dia);
HB = lâmina bruta semanal (mm/dia);
Ei = eficiência de irrigação (decimal)

2.8 Delineamento experimental

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com os tratamentos arranjados em um esquema fatorial 2 x 2, sendo 2 tipos de água de irrigação (água residuária de piscicultura – A.R.; água de abastecimento dos viveiros – A.A) e 2 níveis de adubação (com adubação orgânica; sem adubação orgânica) e 10 repetições, totalizando 40 parcelas. Cada unidade experimental (parcela) foi constituída pela média de 4 plantas.

2.9 Variáveis avaliadas

2.9.1 Número médio de ramos por planta

Para a contagem do número de ramos, consideraram-se apenas os ramos primários e os secundários e foi realizada com 35 DAT.

2.9.2 Tamanho médio dos ramos por planta

A medição do tamanho médio dos ramos das melancieiras ocorreu também aos 35 DAT. A escolha deste período para o levantamento desta variável, levou em consideração o tamanho dos ramos maiores, uma vez que muitos já ultrapassavam o limite de seus espaçamentos e os ramos passaram a cruzar os ramos das plantas próximas. Para esta aferição, utilizou-se trena metálica retrátil com tamanho total de 500 cm, com precisão de 1 mm.

2.9.3 Volume do fruto

O volume do fruto (em litros) foi obtido por imersão das melancias em um balde plástico de 15 l cheio de água até a borda. Os frutos foram submersos cuidadosamente e o volume de água deslocado era depositado em uma bacia plástica coletora com volume útil de 27 litros. Utilizou-se proveta plástica de 1000 mL para medição do volume de água extravasado e coletado, representando o volume do fruto.

2.9.4 Peso médio dos frutos

O peso médio dos frutos foi obtido pesando-se as melancias individualmente quando estas apresentaram maturação completa. Para esta análise, utilizou-se uma balança digital com capacidade de pesagem de 40 kg e precisão de 0,01 kg.

2.9.5 Produtividade (kg/ha)

A produtividade, expressa em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, foi obtida por extrapolação considerando a área ocupada por planta ($3,0 \text{ m}^2$), uma vez que utilizou-se o espaçamento da cultura $2,0 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$. A colheita dos frutos encerrou-se aos 64 DAT.

2.10 Tabulação e resumo dos dados

A pesquisa teve embasamento em análises quantitativas, os dados foram tabulados em planilha eletrônica do Excel para a realização das análises estatísticas.

Foi utilizado o resumo das ANOVAs, para a obtenção dos resultados do experimento. Os dados coletados a campo foram tratados e interpretados, onde realizou-se o registro dos mesmos para as posteriores análises (Pereira. *et al.*, 2018).

2.11 Análises estatísticas

A partir da coleta dos dados referentes às variáveis avaliadas foram realizadas análises de variância (teste *F*) e a comparação de médias (teste de Tukey) a 5% de probabilidade. Para tal foi utilizado o software ASSISTAT.

2.12 Análises físico-química de solo e água de irrigação, ao final do ciclo (Tabelas 5, 6, 7 e 8)

Ao final da pesquisa foram realizadas 4 análises químicas do solo, sendo uma análise para cada tratamento: a) A.R. com adubação orgânica; b) A.R. sem adubação orgânica; c) A.A. com adubação orgânica e d) A.A. sem adubação orgânica.

Tabela 5 – Resultados das análises químicas de solo das covas do tratamento irrigado com água residuária e com adubação orgânica (A.R.C.A.).

ATRIBUTO QUÍMICOS	SÍMBOLO	UNIDADE	VALOR
Potencial de hidrogênio	pH	--	5,54
Cálcio	Ca	cmolc/dm^3	3,60
Magnésio	Mg	cmolc/dm^3	3,38
Alumínio	Al	cmolc/dm^3	0,05
Hidrogênio + Alumínio	H + Al	cmolc/dm^3	3,99
Fósforo	P	mg/dm^3	305
Potássio	K	mg/dm^3	34
Sódio	Na	mg/dm^3	22
Ferro	Fé	mg/dm^3	466,24
Zinco	Zn	mg/dm^3	26,06
Cobre	Cu	mg/dm^3	4,48
Manganês	Mn	mg/dm^3	35,44

Fonte: Laboratório de solos/Embrapa Amazônia Oriental.

Tabela 6 – Resultados das análises químicas de solo das covas do tratamento irrigado com água residuária sem adubação orgânica (A.R.S.A.)

ATRIBUTO QUÍMICOS	SÍMBOLO	UNIDADE	VALOR
Potencial de hidrogênio	pH	--	6,43
Cálcio	Ca	cmolc/dm ³	4,53
Magnésio	Mg	cmolc/dm ³	4,38
Alumínio	Al	cmolc/dm ³	0,0
Hidrogênio + Alumínio	H + Al	cmolc/dm ³	1,95
Fósforo	P	mg/dm ³	17
Potássio	K	mg/dm ³	41
Sódio	Na	mg/dm ³	15
Ferro	Fé	mg/dm ³	412,39
Zinco	Zn	mg/dm ³	12,75
Cobre	Cu	mg/dm ³	2,50
Manganês	Mn	mg/dm ³	33,35

Fonte: Laboratório de solos/Embrapa Amazônia Oriental.

Tabela 7 – Resultados das análises químicas de solo das covas do tratamento irrigado com água de abastecimento e com adubação orgânica (A.A.C.A.).

ATRIBUTO QUÍMICOS	SÍMBOLO	UNIDADE	VALOR
Potencial de hidrogênio	pH	--	5,81
Cálcio	Ca	cmolc/dm ³	2,83
Magnésio	Mg	cmolc/dm ³	1,25
Alumínio	Al	cmolc/dm ³	0,0
Hidrogênio + Alumínio	H + Al	cmolc/dm ³	3,82
Fósforo	P	mg/dm ³	140
Potássio	K	mg/dm ³	32
Sódio	Na	mg/dm ³	18
Ferro	Fé	mg/dm ³	467,08
Zinco	Zn	mg/dm ³	26,12
Cobre	Cu	mg/dm ³	6,46
Manganês	Mn	mg/dm ³	20,40

Fonte: Laboratório de solos/Embrapa Amazônia Oriental.

Tabela 8 – Resultados das análises químicas de solo das covas dos tratamentos irrigado com água de abastecimento e sem adubação orgânica (A.A.S.A.).

ATRIBUTO QUÍMICOS	SÍMBOLO	UNIDADE	VALOR
Potencial de hidrogênio	pH	--	5,36
Cálcio	Ca	cmolc/dm ³	2,54
Magnésio	Mg	cmolc/dm ³	2,0
Alumínio	Al	cmolc/dm ³	0,05
Hidrogênio + Alumínio	H + Al	cmolc/dm ³	4,67
Fósforo	P	mg/dm ³	3
Potássio	K	mg/dm ³	49
Sódio	Na	mg/dm ³	18
Ferro	Fé	mg/dm ³	488,17
Zinco	Zn	mg/dm ³	13,22
Cobre	Cu	mg/dm ³	3,19
Manganês	Mn	mg/dm ³	22,63

Fonte: Laboratório de solos/Embrapa Amazônia Oriental.

3. Resultados e Discussão

3.1 Número médio de ramos por planta aos 35 DAT

O número de ramos por planta foi avaliado aos 35 dias após o transplântio (DAT) das mudas. Nos tratamentos com adubação orgânica a planta emitiu mais ramos, seja irrigada com água residuária ou água de abastecimento. Comparando um cultivo de melancia utilizando quantidades diferentes de adubo orgânico (0; 3,3; 6,6 e 9,9 t ha⁻¹), Duda *et al.* (2009) verificaram um número significativamente maior de ramos quando utilizaram esterco de frango na proporção 6,6 t ha⁻¹, quantidades estas, similares a adotada neste trabalho, quando comparou-se o desenvolvimento de melancia com e sem adubação. Verifica-se que a combinação água de abastecimento e adubação promoveu maior número de ramos, 4,3 ramos/planta, enquanto água residuária + adubação orgânica formou plantas com 3,6 ramos/planta, diferindo significativamente; apesar do tratamento com água de abastecimento + adubação orgânica ter ocasionado uma maior média no número de ramos aos 35 DAT, esta condição não implicou em maior produtividade ao final do experimento. Porém quando se utilizou apenas água residuária sem a presença de adubo orgânico, as plantas apresentaram, em média, aproximadamente 3 ramos e aquelas irrigadas com água de abastecimento 2,5 ramos/planta, significativamente menor.

3.2 Comprimento médio de ramos aos 35 DAT

Da mesma forma que ocorreu para o número de ramos, percebeu-se que a adubação orgânica promoveu melancieiras com ramos mais longos, tanto irrigada com água residuária (1,93m) como irrigada com água de abastecimento (1,83m), sem entretanto, diferir significativamente. Entre as plantas não adubadas (0,95 e 0,98 ramos/planta), também não houve diferença significativa entre si (P<0,05). As diferenças foram devidas à adubação orgânica. Esta situação pode ser interpretada, pelos baixos teores de nutrientes encontrados no solo do local do experimento, onde a adubação orgânica proporcionou desempenhos melhores de crescimento, independente do tipo de água utilizada. Como demonstrado no experimento de Leão *et al.* (2008), a adubação na produção de melancia é de essencial importância, ao ponto que as plantas que não recebem adubação, apresentam desempenhos de crescimento e produção praticamente nulos, devido a pequena disponibilidade de nutrientes nos ambientes de cultivo, principalmente o nitrogênio e o fósforo, indicando que a melancieira é uma planta bastante exigente quanto à fertilidade do solo. Para esta variável, deduz-se que o aporte de nutrientes da água residuária não foi suficiente para promover maior crescimento dos ramos.

3.3 Volume médio dos frutos aos 64 DAT

O volume médio das melancias aumenta significativamente quando há adubação orgânica, no entanto, o tipo de água usada não interfere na resposta do volume, de modo que os frutos tiveram volumes médios de 2,790 L e 3,201 L, em plantas irrigadas com água de abastecimento e residuária, respectivamente.

As plantas não adubadas tiveram volume bastante reduzido, 0,109 L e 0,009 L, irrigadas com água residuária e de abastecimento, respectivamente. Este resultado reforça a importância da adubação orgânica na produção da melancia, onde Bezerra Neto *et al.* (1984) afirmam que seja qual for a origem, os esterco geram efeitos positivos sobre o rendimento das culturas, uma vez que favorecem os fatores químicos, físicos e biológicos do solo, embora as quantidades ideais para sua aplicação, dependam da textura do solo da área de cultivo.

Verificou-se ausência de interação (adubação x tipo de água) indicando que o efeito da adubação aconteceu independente do tipo de água usada.

3.4 Peso médio dos frutos

O resultado desta variável foi avaliada ao final da maturação dos frutos. Da mesma forma que ocorreu para com o número e comprimento dos ramos, percebeu-se que a adubação orgânica promoveu melancieiras mais pesadas, tanto irrigada com água residuária (2,734 kg) como irrigada com água de abastecimento (2,524 kg), sem entretanto, diferir significativamente. Entre as plantas não adubadas (0,307 e 0,016 kg/fruto), também não houve diferença significativa entre si ($P < 0,05$). As diferenças foram devidas à adubação orgânica. Esta situação pode estar associada aos baixos teores de nutrientes encontrados no solo do local do experimento, onde a adubação orgânica proporcionou desempenhos melhores de crescimento, independente do tipo de água utilizada nas parcelas. No entanto, ausência de adubação, prejudicou o desenvolvimento, conferindo poucos frutos nas parcelas deste tratamento. Quanto ao aporte de nutrientes gerado pela água residuária, esta não foi suficiente para promover maior ganho de peso dos frutos.

3.5 Produtividade (kg/ha)

A influência da matéria orgânica sobre a produtividade foi marcante quando se compara o tratamento ‘com adubo orgânico’ com o tratamento ‘sem adubo orgânico’, quer seja usando irrigação com água residuária ($\cong 9.110$ kg/ha) ou água de abastecimento ($\cong 8.402$ kg/ha). Essas médias diferiram significativamente entre si, denotando que a água residuária contribuiu em parte com a produtividade. Este fato está explícito quando se comparam o uso isolado das águas de irrigação, sendo $\cong 1.023$ kg/ha e 54 kg/ha, as produtividades obtidas com água residuária e de abastecimento, respectivamente, diferindo significativamente entre si. Na maioria das variáveis analisadas, o uso da adubação orgânica (cama de aviário) diferiu estatisticamente dos tratamentos sem adubação nas covas, resultando também em uma maior produtividade das melancieiras. Oliveira et al. (2010) observaram em seu trabalho com produção do melão, em sistemas com adubação organo-mineral que a adição do adubo orgânico nos tratamentos, favoreceu de forma significativa a disponibilidade dos nutrientes fornecidos pela adubação química. Cavalcante (2010) concluiu em seu trabalho testando diferentes fertilizantes orgânicos que o número de frutos registrado para plantas adubadas com 10 litros de esterco, independentemente da fonte, foi compatível ao apresentado em sistemas de cultivo comerciais, demonstrando neste caso, a viabilidade da produção de melancias em sistemas orgânicos de produção.

3.6 Avaliação do aporte de nutrientes da água residuária

Para a avaliação deste dado, foi utilizada a Tabela 1, contendo os resultados da análise do solo, da amostra retirada antes do início do experimento, em comparação com a Tabela 6, que apresenta os resultados das análises químicas de solo das covas do tratamento irrigado com água residuária sem adubação orgânica (A.R.S.A.) sendo esta, coletada após o término da pesquisa.

Os resultados mostraram, que dos 10 atributos químicos comparados (pH, Ca, Al, (H+Al), P, K, Na, Fe, Cu, Mn) 8 tiveram acréscimo dos seus volumes para a amostra coletada após a colheita das melancias, corroborando com o trabalho de Sandri (2009) que constatou aumento nos teores de Na e Mn em diferentes camadas de solo em uma área com cultivo de alface, irrigada por sistema de gotejamento e aspersão com água residuária.

Silva et al. (2011) observaram que os níveis de fósforo no solo na camada de 0 a 10 cm diminuíram com o tempo em um cultivo com capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) fertirrigado com percolado de resíduo sólido urbano, voltando a aumentar após os 125 dias de aplicação até o final do experimento. Neste caso, os autores atribuíram a diminuição do fósforo a adsorção aos argilominerais que na amostra de solo apresentou 48% de argila. Comparando as análises feitas com água residuária no experimento com melancia, as quantidades baixas de argila (6 % ou 60 g/kg). Tabela 1, e uma maior solubilidade do fósforo na água residuária de piscicultura, podem ter contribuído para uma maior disponibilidade deste elemento no tratamento A.R.S.A.

Segundo Mercadante et al. (2007) o pH da água é um atributo inconstante ao longo do dia e ao longo do cultivo dos peixes. Na presente pesquisa, o uso da água residuária no tratamento sem adubação (A.R.S.A.) pode ter contribuído para a elevação do nível de pH no solo de 5,4 (analisado antes do início do experimento) para 6,43 (ao final do experimento). Nos demais tratamentos, água de abastecimento + adubação (A.A.C.A.) e sem adubação (A.A.S.A.) e água residuária + adubação (A.R.C.A.), observaram-se valores menores 5,81; 5,36; e 5,54, respectivamente.

O aumento do pH próximo a 7,0 ocasiona maior disponibilidade de P no solo, uma vez que, que condições de pH ácido, ocorre reação do $H_2PO_4^-$ com as formas iônicas de ferro e de alumínio, gerando compostos de baixa solubilidade (Novais; Smyth, 1999). No entanto, esta variável, possivelmente pode ter sido afetada, em parte, pela calagem realizada nas covas e a lanço, em toda área do plantio, mas cabe ressaltar que no tratamento (A.R.S.A) este aumento foi expressivo.

4. Considerações Finais

Este trabalho se propôs a buscar informações sobre as possibilidades de se promover o manejo sustentável do agroecossistema a partir da integração da produção vegetal e animal na propriedade rural, com intuito de produzir informações que permitam aos agricultores familiares da região utilizar os recursos disponíveis em suas propriedades de forma a otimizar a produção e diminuir possíveis impactos ambientais.

De forma geral, o experimento procurou utilizar os recursos naturais existentes na propriedade, minimizando os impactos sobre as áreas destinadas à produção agrícola. Para tanto, o sistema produtivo analisado foi implantado a partir de princípios de base ecológica, onde se buscou, prioritariamente, demonstrar que é possível a produção sustentável de hortaliças em períodos com baixos índices pluviométricos, lançando mão do uso de irrigação localizada com reutilização de água de piscicultura, recurso bastante encontrado na região do Nordeste paraense.

Nesse sentido, o presente experimento demonstrou que o uso de água residuária de piscicultura na irrigação de melancia pode ser utilizado como forma de aumentar o aporte de nutrientes no solo e diminuir os impactos ambientais quanto ao seu descarte direto no ambiente.

Os solos desta região possuem características físicas adequadas ao uso agrícola, mas com fortes limitações nutricionais sendo este altamente intemperizado segundo Vieira e Santos, (1987), sendo que as correções do solo ocorrem aquém da necessidade nutricional das melancieiras, seja pela falta de capital para compra de insumos ou pelo pouco conhecimento referente às necessidades de adubação para esta cultura.

Nesse sentido, a utilização da água residuária das atividades de piscicultura para a irrigação das melancieiras se mostrou como uma das estratégias para resolver as problemáticas relacionadas a oferta de nutrientes para e à integração das atividades vegetal e animal desenvolvidas em pequenas propriedades.

Importante destacar também que as plantas do tratamento A.R com e sem adubação, foram produzidas em sistema de base ecológica, podendo seus frutos serem comercializados como produto orgânico, desde que certificados, com preços superiores aos das hortaliças produzidas em sistemas convencionais.

Observou-se, ainda, que o experimento atraiu outros agricultores da região pelo caráter inovador, os quais se mostraram interessados em implantar sistemas de irrigação por gotejamento em suas propriedades, utilizando água residuária de pequenas pisciculturas. Foi relatado pelos próprios agricultores que na região já é possível adquirir equipamentos para irrigação, sendo o sistema em questão de fácil montagem e operacionalização para pequenas áreas, somadas ao fato do aumento da produtividade agrícola através do uso de águas residuárias.

O experimento analisou apenas um ciclo de produção da cultura de melancia. Sugere-se que novos trabalhos, possam ser realizados com mais ciclos de produção, analisando-se o aporte de nutrientes no solo da área irrigada, uma vez que a água de piscicultura pode contribuir com quantidades diferentes de nutrientes em fases diferentes do desenvolvimento dos peixes.

Referências

- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2001). Resolução– RDC n.12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.
- Bezerra Neto, F., Holanda, J. S. De., Torres Filho, J., & Torres, J. F. (1984). Níveis de máxima eficiência econômica de esterco de curral no cultivo do caupi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 19(5), 567-71
- Caporal, F. R. & Costabeber, J. A. (2002). Agroecologia. Enfoque científico e estratégico, *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. Porto Alegre, 3(2), 13-6.
- Capra, A., & Scicolone, B. (2007). Recycling of poor quality urban wastewater by drip irrigation systems. *Journal of Cleaner Production*, 15(16), 1529-34.
- Carvalho, N. C. (2016). Cultivo de melancia para a agricultura familiar. 3ª edição rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 175p
- Cavalcante, I. H. L. Rocha, L. F.; Silva Junior, G. B.; Amaral, F. H. C.; Falcão Neto, R., & Nobrega, J. C. A. (2010). Fertilizantes orgânicos para o cultivo da melancia em Bom Jesus-PI. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5(4), .518-24.
- Costa, N.D., & Leite, W. De M. (2007). Manejo e Conservação do Solo e da Água: Potencial Agrícola do Solo para o Cultivo da Melancia. Barreiras, BA : Embrapa – Semi-Árido, 15 p.
- Costa, M.C. (2006). Avaliação dos aspectos sanitarios, agronomicos e de qualidade em melancias irrigadas com esgoto tratado. 2006. 113f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceara, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Mestrado em Engenharia Civil – Saneamento Ambiental, Fortaleza-CE.
- Cunha, L. M. V. (2008). Potencial de reúso da água captada em sistemas de criação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e cultivo de alface (*Lactuca sativa*). 94f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Montes Claros – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semi-Árido. Montes Claros/MG.
- Doorenbos, J., & Pruitt, W.O. (1997). Necessidades hídricas das culturas. Campina Grande: UFPB, 204p. il. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 24).
- Duda, S; Ajayi, F; & Ndor, E. (2009). Growth and yield of water melon (*Citrullus lanatus*) as affected by poultry manure application. *Journal of environmental, agricultural and food chemistry*. EJEAFChe, 8 (4), 305-11.
- Feitosa, T. (2009). Qualidade de frutos de melancia produzidos com reúso de água de esgoto doméstico tratado. *Revista Tecnologia*, 30(1), 53-60.
- Gliessman, S. R. (2001). Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável (p. 653). Editora da Universidade UFRGS.
- Google. Google Earth. Version 7.1. (2016). Imagem de satélite da propriedade Dois Irmãos. [S.L.] Google Earth. Data da Imagem: 09 dez. 2016.
- Hespanhol, I. (2002). Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 7(4), 75-95.
- Leão, D. S. S; Peixoto, J. R; Vieira, J. V., & Cecílio Filho, A. B. (2008). Produtividade de melancia em diferentes níveis de adubação química e orgânica. *Biosci. J.* Uberlândia, 24(4), 32-41.
- Mercadante, C. T. J; Martins, Y. K; Carmo, C. F. Do; Osti, J.S; Pinto, C. R. S. M., & Tucci, A. (2007). Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil. *Bioikos*, Campinas. 21(2): 79-88.
- Miranda, F. R; Oliveira, J. J. G., & Souza, F. (2004). Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo para a cultura da melancia irrigada por gotejamento. *Revista Ciência Agronômica*, 35(1) 36 – 43.
- Mota, A. F., de Almeida, J. P. N., de Sousa Santos, J., Azevedo, J., & Gurgel, M. T. (2011). Desenvolvimento inicial de mudas de melancia ‘CRIMSON SWEET’ irrigadas com águas residuárias. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(2), 21.
- Novais, R.F. & Smyth, T.J. (1999). Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, DPS.
- Oliveira, A. E. S. *et al.* (2010). Interação da adubação organo-mineral no estado nutricional das plantas. *Revista Verde*, 5(3), 53-58.
- Oliveira, H. V.; *et al.* (2008). Alteração nas características físico-química de um solo cultivado com pimentão, efluente de piscicultura, fosfato natural e esterco bovino. *Caatinga*. 21(5), 157-63.
- Pereira, A. S. *et al.* (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free-e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM.
- Ramos, A.R.P; Dias, R.C.S., & Aragão, C. A. (2009). Densidades de plantio na produtividade e qualidade de frutos de melancia. *Horticultura Brasileira*. 27: 560-64
- Rebouças, J.R.L., *et al.* (2010). Crescimento do feijão caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. *Revista Caatinga*, 23(1), .97 – 102.
- Rocha, M. R. da. Sistemas de Cultivo para a Cultura da Melancia. (2010). Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM – RS, Centro de Ciências Rurais, Área de Concentração Biodinâmica e Manejo do Solo. Mestrado em Ciência do Solo, 76f.
- Sandri, D.; Matsura .E. E., & Testezlaf, R. (2009). Alteração química do solo irrigado por aspersão e gotejamento subterrâneo e superficial com água residuária. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 13(6), 755–64.
- Schwartz, M. F., & Boyd, C. E. (1994). Channel catfish pond effluents. *The Progressive Fish-Culturist*, 56(4), 273-81.

Silva, D. F.; Matos, A. T.; Pereira, O. G.; Cecon, P. R.; Batista, R. O., & Moreira, D. (2011). A. Alteração química de solo cultivado com capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e fertirrigado com percolato de resíduo sólido urbano. *Acta Scientiarum Technology*. Maringá. 33, 243-51.

Silva, J. E. S. B. *et al.* (2014). Produção de mudas de moranga e abóbora irrigadas com água biossalina. *Scientia Plena*. Vol.10, Num. 10.

Sousa, A. S. (2017). Análise da sustentabilidade de diferentes agroecossistemas em uma propriedade rural do nordeste paraense/Bragança – PA. p. 47. Trabalho de conclusão de Curso - IFPA Campus Bragança, Bragança-PA.

Souza, M. S.*et al.* (2014). Estado nutricional da melancia fertirrigada com doses de nitrogênio e fósforo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 35(4), 2301-16.

Vieira, L. S., & Santos, P. C. T. C. D. (1987). Amazônia: seus solos e outros recursos naturais; *Agronômica Ceres*, 416p