



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO**

BRUNO RIBEIRO MACÊDO

USO DE URINA NA CULTURA DE ALFACE

FORTALEZA

2019

BRUNO RIBEIRO MACÊDO

USO DE URINA NA CULTURA DE ALFACE

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Julius Blum.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M119u Macêdo, Bruno Ribeiro.

Uso de Urina na Cultura da Alface / Bruno Ribeiro Macêdo. – 2019.
32 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Julius Blum.

1. Urina humana. 2. Ureia. 3. Fertilizante. 4. Uso de resíduos. 5. Nitrogênio. I. Título.

CDD 630

BRUNO RIBEIRO MACÊDO

USO DE URINA NA CULTURA DE ALFACE

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 20/11/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Julius Blum (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.Dra. Niedja Goyanna Gomes Gonçalves
Universidade Federal do Ceará (UFC)

M.Sc. Isabela Maria de Lima Cunha
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

A Deus, porque sem Ele nada seria possível.

Aos meus pais, Lenildo e Sânia, por terem proporcionado todas as condições para que eu estivesse aqui, como também aos meus irmãos e à minha avó.

À Universidade Federal do Ceará.

Ao Prof. Dr. Julius Blum, pela excelente orientação e apoio.

Ao Prof. Dr. Antônio Marcos Esmeraldo, pela utilização do espaço e equipamentos do NEPAU, bem como também pelo apoio.

Aos funcionários do NEPAU pelo auxílio durante a realização do experimento.

A Marco Antônio, pelo apoio e força incondicionais nesse final da jornada.

Aos demais colegas de curso.

RESUMO

O uso dos fertilizantes minerais é insustentável, pois estes são produzidos a partir de recursos naturais não renováveis e finitos. Além disso, observa-se que o uso em excesso desses produtos pode ocasionar aumento da salinidade do solo e lixiviação de nutrientes como P e N. Nesse contexto, percebe-se que reciclagem dos nutrientes contidos na urina humana na agricultura é uma possível alternativa para diminuir a dependência de insumos comerciais. Desse modo, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a substituição da adubação mineral de nitrogênio pelo uso de urina humana no cultivo de alface americana. O experimento teve duração de 50 dias com o plantio de sementes de alface cv. Lucy Brown em bandeja e posterior transplante das mudas para vasos com 8 dm³ preenchidos com solo. As doses de urina utilizada foram equivalentes a 0%, 50%, 100% e 200% da dose recomendada de nitrogênio para a alface. A dosagem de 12,5 ml de urina dm⁻³ de solo proporcionou o melhor resultado em todas as variáveis estudadas. É importante salientar que mais estudos devem ser realizados para saber qual a dosagem ótima, pois, com as maiores dosagens aplicadas, algumas plantas morreram devido à alta concentração de ureia contida na urina. Contudo, os resultados obtidos na utilização de diferentes doses de urina humana nos mostraram o quão eficiente essa substância se apresenta e o quanto poderá ser um benefício na produção de alface, como alternativa de um fertilizante de baixo custo e acessível ao pequeno agricultor.

Palavras-chave: Urina Humana; Uso de resíduos; Fertilizantes; Ureia; Nitrogênio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Modelo de vaso sanitário compartimentado.....	16
Figura 2	Evolução do pH da urina em duas formas de estocagem.....	17
Figura 3	Representação do efeito dos tratamentos aplicados no desenvolvimento de plantas.....	26
Figura 4	Massa seca de plantas de alface em relação à dose de urina aplicada.....	27
Figura 5	Número de folhas em relação à dosagem de urina.....	28
Figura 6	Altura das plantas em diferentes dosagens de urina.....	29
Figura 7	Diâmetro das plantas em diferentes dosagens de urina.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Constituição qualitativa de águas amarelas (urina humana)	14
Tabela 2	Norma sueca para a utilização da urina na agricultura em grandes sistemas	19
Tabela 3	Análise química do solo, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2017.....	23
Tabela 4	Valores de F e probabilidade de significância a 5% obtidos na análise de variância.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NEPAU	Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana
OMS	Organização Mundial de Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	12
1.1.1 <i>Objetivos Gerais</i>	12
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Composição da Urina Humana.....	13
2.1.1 <i>Características Qualitativas da Urina Humana</i>	13
2.1.2 <i>Características Microbiológicas da Urina</i>	15
2.2 Alternativas para Separação da Urina.....	15
2.3 Tratamento da Urina.....	16
2.3.1 <i>Possibilidade de Presença de Patógenos</i>	17
2.4 Uso da Urina Humana na Agricultura.....	19
2.5 A Cultura da Alface.....	20
2.5.1 <i>Uso de Insumos na Produção de Alface</i>	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Coleta e Armazenamento da Urina Humana	24
3.2 Características Avaliadas.....	25
3.2.1 <i>Altura e Diâmetro da Parte Aérea</i>	25
3.2.2 <i>Número de Folhas Comerciais e Não Comerciais</i>	25
3.2.3 <i>Massa Seca da Parte Aérea</i>	25
3.3 Análise Estatística.....	26
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4 CONCLUSÃO	30
5 REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O crescente aumento populacional e a conseqüente necessidade de aumentar a produção agrícola provocou uma transformação no modelo de agricultura conhecida como revolução verde. Novas tecnologias foram adotadas, como a mecanização para o preparo do solo, o plantio e a colheita, e o uso de fertilizantes minerais se tornou comum.

No entanto, o uso dos fertilizantes minerais é insustentável, pois seu uso em excesso pode ocasionar aumento da salinidade do solo e lixiviação de nutrientes como P e N. Com a alta concentração desses nutrientes, rios ou açudes são afetados pelo elevado desenvolvimento de algas e, conseqüentemente, haverá um comprometimento da fauna desses ambientes. Além disso, a produção de fertilizantes minerais depende direta ou indiretamente da utilização de recursos naturais não renováveis como rochas fosfatadas, rochas potássicas e combustíveis fósseis.

Na natureza existem mecanismos para a ciclagem de nutrientes, fundamentais para a existência de vida. Todos os nutrientes exportados são devolvidos para o ambiente, servindo como fonte de energia e de nutrientes para o desenvolvimento de plantas e animais. Nas sociedades humanas modernas esse ciclo é quebrado, uma vez que os resíduos humanos são coletados por sistemas de tratamento de esgoto e descartados no ambiente. Então, o fluxo de nutrientes dos grandes centros urbanos da atualidade ocorre de forma unidirecional; os sistemas de tratamentos de esgotos dos centros urbanos geram a quebra do ciclo de nutrientes que são descartados, tendo como principal destino final os oceanos. No entanto, a reciclagem das excretas humanas é uma atividade remota, na Roma Antiga já existiam galerias, um sistema de esgoto primitivo, que direcionavam os excrementos, por meio de dutos, para os campos agrícolas. Consistia numa forma eficiente de se produzir alimento em proporções adequadas para alimentar as pessoas Oyama (2013). Naquela época não existiam fertilizantes minerais industrializados, apenas resíduos humanos aproveitados para aumentar a produtividade.

O uso de dejetos humanos, como as fezes e a urina para fertilizar os campos cultivados, mostra-se promissor. Isso porque esses resíduos possuem elevado teor de

nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio, os quais são requeridos em maiores quantidades para a produção agrícola porque são essenciais ao desenvolvimento vegetal. O nutriente presente em maior quantidade na urina é o nitrogênio na forma de ureia, sendo, portanto, assimilável pelas plantas Botto (2013). Além da ureia, a urina é constituída pelos macronutrientes (com destaque para o nitrogênio, fósforo e potássio) bem como pelos micronutrientes necessários ao bom desenvolvimento dos cultivos.

Sabe-se que a urina é estéril dentro da bexiga humana, mas quando é excretada pode ocorrer a contaminação do ambiente externo. Para contornar essa situação, existem tratamentos simples, com baixo custo para tornar o material isento de patógenos causadores de doenças. A alternativa é estocar o material por tempo suficiente para que ocorram as reações químicas que elevam o PH do meio para valores a cima de 9, tornando-o alcalino e esterilizado Nuvolori (2003).

Atualmente é comum países superpovoados, como a China, utilizar resíduos humanos de banheiros residenciais de pequenos agricultores para a produção de alimentos sustentáveis, livres de fertilizantes minerais Tarr (2000). Nessas casas da zona rural chinesa a urina é separada das fezes para não haver contaminação cruzada. Os dois tipos de materiais devem passar por um tratamento, separadamente, pois as fezes possuem níveis de contaminação mais altos, com presença de metais pesados e patógenos que apresentam maior risco para a saúde humana.

Desse modo, a urina humana pode ser utilizada como fertilizante e apresentar um potencial aporte de nutrientes para as plantas, podendo diminuir o uso de adubos sintéticos na agricultura.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos Gerais

Avaliar o uso da urina humana como fonte alternativa de nitrogênio no desenvolvimento do cultivo de alface americana, variedade Lucy Brown.

1.1.2 *Objetivos Específicos*

- a) Determinar a melhor dosagem de urina humana que apresente a melhor produtividade de massa seca, altura das plantas, diâmetro de plantas e número de folhas;
- b) Comparar os resultados obtidos pelo uso da urina e os resultados obtidos na literatura com fertilizante comercial na cultura de alface.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O uso da urina humana na agricultura é uma prática antiga, com intuito de melhorar a produção de alimentos que supre a demanda populacional e de oferecer um destino e aproveitamento adequado desse material nos campos agrícolas.

2.1 Composição da Urina Humana

2.1.1 *Características Qualitativas da Urina Humana*

A urina é uma solução aquosa formada por 95% de água, ureia, creatinina, íons dissolvidos (cloreto, sódio, potássio, entre outros), compostos orgânicos e inorgânicos ou sais (Tabela 1). O cloreto de sódio (NaCl) e a ureia [CO(NH₂)₂] são os principais compostos. Em torno de 80% do nitrogênio total da urina está na forma de ureia e o restante em forma de nitrogênio inorgânico, orgânico e amônia. Diariamente, a excreção de ureia em adultos varia entre 11,8 e 23,8 g de nitrogênio total (FITTSCHEN & HAHN, 1998). Outros constituintes da urina são o potássio (K), cálcio (Ca), sulfatos (SO₄), e fósforo (P). O fósforo é disponível como superfosfatos (H₂PO₄ – ou HPO₄²⁻) e o potássio como um componente iônico (K⁺) (LIND et al., 2001).

De acordo com Vinneras (2002) a urina tem potencial de ser utilizado como fertilizante natural por conter teores significativos de nutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), complementando ou até mesmo substituindo os fertilizantes

comerciais. Esses nutrientes estão presentes na forma de fácil assimilação por plantas quando dispostos no solo.

A eficiência de aproveitamento do P da urina em experimento de adubação foi maior que a do fertilizante fosfatado mineral (KIRCHMANN, 1995). No entanto, deve-se tomar cuidado com esse nutriente, pois apesar da maioria dos componentes da urina permanecerem na solução, substâncias ricas em fósforo tendem a aderir nas paredes de recipientes de armazenamento e de saneamento. Essa substância tem uma textura semelhante a de um xarope, e se a urina é coletada em um sistema de tubos, este "xarope de urina" pode se acumular nos tubos, quando a inclinação não for suficiente.

Tabela 1 – Constituição qualitativa de águas amarelas (urina humana).

Tipos de substância	Origem	Observações
Ureia	Urina humana (UH)	Cada ser humano elimina de 14 a 42 gramas de ureia por dia.
Fosfatos	UH	Cada ser humano elimina, em média pela urina, 1,5 gramas/dia.
Urobilina, pigmentos hepáticos, etc	UH	Vão se constituir na porção de matéria orgânica em decomposição, encontrada nos esgotos.
Cloreto de sódio	UH	Cada ser humano elimina pela urina de 7 a 15 gramas/dia.

Fonte: Nuvolari (2003).

Asmus (2009) evidenciou que a urina humana pode ser utilizada como fonte alternativa de nutrientes fornecidos as plantas e proporcionar aumento da produção, pois estudos realizados com urina diluída para fertilização no Zimbabwe obtiveram espinafres até seis vezes mais pesados do que aqueles irrigados somente com água. Jönsson *et al.* (2004) encontrou melhores resultados para a cultura da alface ao substituir o fertilizante mineral pela urina.

Zancheta *et al.* (2007) definiu que existem variações no volume de urina produzida pelas pessoas e que em média esse volume é de aproximadamente 1,5 L devido a flutuações das quantidades de líquido ingerido e as perdas por transpiração.

Esse valor está de acordo com os dados apresentados por Wolgast et al, (1993, *apud* GAROZI, 2007) que afirmaram que, durante um ano, um adulto excreta cerca de 500 litros de urina, a qual contém aproximadamente 4,0, 0,4 e 0,9 kg de N, P e K, respectivamente. Segundo esses estudos, determinadas quantidades de N, P e K seriam suficientes para a produção de, respectivamente, 179, 142 e 188 kg de grãos. Cerca de 80% de nitrogênio, 55% do fósforo e 60% do potássio do esgoto sanitário é proveniente da urina, esta que constitui menos de 1% do volume do esgoto convencional (JOHANSSON, 2000).

2.1.2 Características Microbiológicas da Urina

Zancheta *et al.* (2007) comprovam que, em indivíduos saudáveis, a urina é estéril na bexiga, no entanto, quando transportada para fora do corpo, podem ser encontrados, normalmente na urina recém excretada, valores <10000 bactérias/ml.

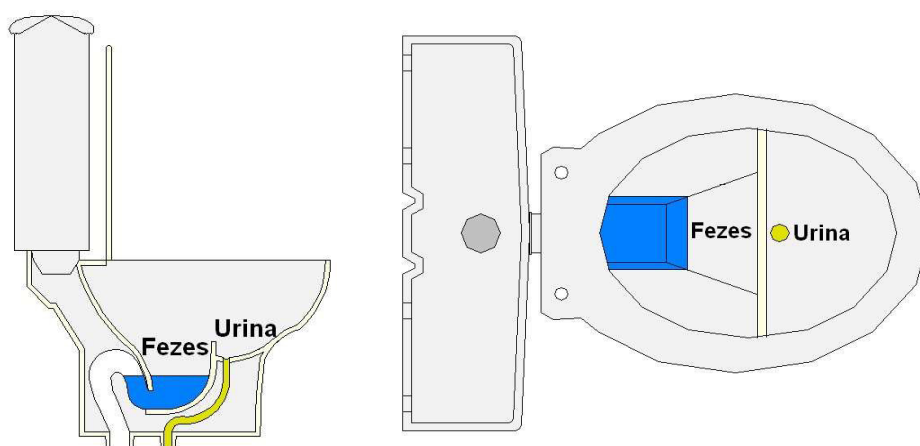
Praticamente todos os patógenos encontrados na excreta humana são provenientes das fezes, já que a urina é estéril, com poucas exceções (ex. *Schistosoma haematobium* - um verme trematódeo que causa a esquistossomose). Se as fezes forem impedidas de se misturarem à urina, fica muito mais fácil tratá-las de modo ecológico, sem o uso de agentes químicos poluidores e sem a necessidade de processos caros nem de estações de tratamento dispendiosas, conforme descrito por Esrey (1998).

2.2 Alternativas para Separação da Urina

De acordo com Johansson (2000), as técnicas de separação da urina, já são utilizadas há muitos anos em diferentes partes do mundo. Na China, por exemplo, a urina é separada em toaletes simples e coletada para uso como fertilizante na sua propriedade. A Suécia, nesse entorno, é um dos pioneiros na produção de sistemas separadores de urina. Essas técnicas começaram a ser desenvolvidas há mais de 30 anos. Na década de 90, foi construído o primeiro sistema separador de urina de porcelana. Em 1995, concluíram as escovilhas, onde as casas possuem sistema separador, com intuito de facilitar o tratamento, reduzindo

a quantidade de água que é desperdiçada com a descarga. Um dos dispositivos separadores utilizados são os vasos sanitários compartimentados (Figura 1). Diferem dos comuns por possuírem duas bacias: uma bacia na dianteira para urina e outra na parte de trás para fezes. O tamanho e o projeto da bacia e a técnica de nivelamento variam de um modelo para outro (JOHANSSON, 2000).

Figura 1 - Modelo de vaso sanitário compartimentado.



Fonte: Rios (2008).

2.3 Tratamento da Urina

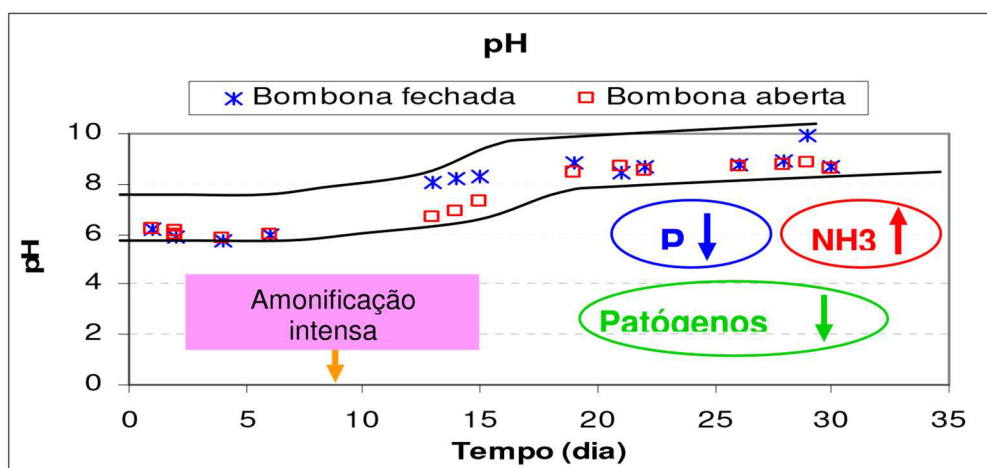
A urina humana é totalmente estéril na bexiga, mas quando é eliminada para fora do corpo bactérias são arrastadas, contaminando-a. Desse modo, como não possui grandes quantidades de microrganismos, pode ser adicionada ao solo. Na Suécia, a técnica usada tem sido armazenar a urina por um período de tempo para que não haja nenhum microrganismo, pois o período de sobrevivência desses microrganismos não é muito alto, principalmente em países tropicais onde a temperatura é mais elevada (MITSCHERLICH; MARTH, 1984, *apud* TANSKI, 2003).

Os principais processos de tratamento das águas amarelas, objetivando-se sua reciclagem na agricultura, são a estocagem em reservatórios fechados por períodos de tempo pré-determinados, a concentração para redução de volume e a precipitação de cristais (hidroxiapatita e estruvita) (ZANCHETA, 2007). Dentre estes, a prática mais

comum é a estocagem da urina, necessária para reduzir os riscos biológicos da sua utilização na agricultura.

Embora, ao sair dos rins de indivíduos, seja a urina desprovida de patógenos, a contaminação é possível na saída da uretra. Durante a estocagem, a liberação da amônia e do bicarbonato causa um importante aumento do pH da urina (Figura 2), podendo ocasionar precipitação de cristais inorgânicos como estruvita, calcita e hidroxapatita. Causa ainda a inativação de microrganismos, sobretudo quando os valores atingem pH maior do que 8,5. O que, dependendo da temperatura ambiente, pode ocorrer em poucas semanas. Referente às pesquisas realizadas, constatou-se que houve um crescimento de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* na urina até os 20 primeiros dias de estocagem, chegando a praticamente zero ao final dos 30 dias (GONÇALVES, 2006).

Figura 2 - Evolução do pH da urina em duas formas de estocagem.



Fonte: BAZZARELLA *et al*, 2005.

Portanto, Botto (2013) concluiu que o uso da urina humana nos cultivos não apresenta riscos devido às recomendações de armazenamento que constitui a técnica mais utilizada e difundida para o tratamento da urina, por ser extremamente fácil e não necessitar de grandes insumos.

2.3.1 Possibilidade de Presença de Patógenos

A presença e o risco de transmissão de patógenos a partir do uso de adubo que tenha como constituinte a urina humana é mínimo ou inexistente, desde que

empregados sistema de coleta e tratamento correto. A Organização Mundial da Saúde (OMS) declara o seguinte a respeito destes patógenos em Diretrizes para o Uso Seguro de Águas Residuais, Excretas e Águas Cinza:

"Pode-se concluir que patógenos que podem ser transmitidos através da urina raramente são suficientemente comuns para constituir um importante problema de saúde pública e não são considerados um risco para a saúde na reutilização de urina humana em clima temperado. A esquistossomose é uma exceção em áreas tropicais, no entanto, com baixo risco de transmissão devido ao seu ciclo de vida. Os principais riscos no uso de excrementos estão relacionados a fração fecal e não urinária. Reduzir a contaminação cruzada fecal da urina é uma medida de controle importante "(OMS, 2006).

Em uma pessoa com uma doença transmissível, a doença plausivelmente presente em sua urina apresenta um mínimo risco para a saúde, exceto nas duas condições seguintes (OMS, 2006): 1. Existe um risco de contaminação de esquistossomose; 2. Existe um risco de contaminação fecal da urina (ou seja, existe o risco de ocorrência de fezes misturado com a urina depois que ele saiu do corpo). Se esses dois riscos forem minimizados, a urina pode ser considerada segura para reutilização como fertilizante. Quando da existência de pessoas em locais onde a esquistossomose é uma preocupação, pode-se tomar certas precauções para prevenir a contaminação da doença, embora a OMS declare que o risco é "baixo" (OMS, 2006). Os sistemas também podem ser projetados para minimizar a chance de contaminação fecal, ou a urina pode ser tratada inativando os agentes patogênicos fecais. Contudo, mesmo quando essas condições são atendidas e os riscos são considerados mínimos, todos os projetos devem considerar a possível presença dessa doença e devem trabalhar para minimizar o risco para o nível mais baixo, que é praticamente possível.

A contaminação da urina humana ocorre no contato com os mictórios e durante a estocagem. Desta maneira, o governo sueco estabeleceu normas quanto à temperatura e ao período mínimo de estocagem para determinados tipos de cultivos (Tabela 2), visando o uso da urina humana com segurança e minimizando, assim, o risco de transmissão de doenças infecciosas.

Tabela 2 - Norma sueca para a utilização da urina na agricultura em grandes sistemas¹

Temperatura de Estocagem (°C)	Tempo de estocagem (meses)	Possíveis patógenos presentes na urina após estocagem ^(b)	Cultivos recomendados
4	≥ 1	Vírus e protozoários	Alimentos cultivados e forragem que serão processados
4	≥ 6	Vírus	Alimentos cultivados que serão processados, forragem ^(c)
20	≥ 1	Vírus	Alimentos cultivados que serão processados, forragem ^(c)
20	≥ 6	Provavelmente nenhum	Todo tipo de cultivo ^(d)

Fonte: SCHÖNNING, C. (2004)

1 a) “Grandes sistemas” – significa que a urina humana é utilizada para cultivos que serão consumidos por outras pessoas que não os próprios geradores da mesma. b) Bactérias gram-positivas e que formam esporos não incluídos. c) Exceto pastagens para a produção de alimento para animais. d) No caso de produtos consumidos crus é recomendada a fertilização com urina de forma descontínua, pelo menos um mês antes da colheita, e com a incorporação da urina no solo.

2.4 Uso da Urina Humana na Agricultura

O uso da urina humana é uma prática antiga, pois de acordo com Santos (2010) há registros de 5 mil anos. Metcalf e Eddy (1991, *apud* OVAMA, 2013) relataram que, entre os séculos XVI e XIX, existiam fazendas de esgoto construídas com o objetivo de tratar o esgoto doméstico. As águas provenientes dessas fazendas eram constantemente utilizadas na agricultura para fertilizar os cultivos.

São diversos os casos em que o uso de urina se mostra eficiente como fonte de N para o desenvolvimento das plantas. No experimento realizado por Guadarrama (2001), o uso da urina humana como fonte de nutrientes obteve resultados satisfatórios, utilizando como taxa de aplicação o equivalente a 150Kg de N ha⁻¹.

O uso de urina como fonte de N proporcionou rendimento de 90% em relação à utilização de nitrato de amônio. (JOHANSSON *et al.*, 2001; STINTZING *et al.*, 2001; RODHE *et al.*, 2004). Resultados obtidos por King (1973) evidenciaram que a urina proporcionou rendimentos de grãos de trigo superiores ao uso de esterco de frango e carne-seca+osso. Jönsson *et al.* (2004) demonstraram que diluindo a urina em

água em uma proporção de 3:1 e aplicando três vezes por semana proporcionaria produtividade superior na ordem de 3, 4 e 7 vezes em relação ao tratamento de controle para as culturas de alface, tomate e espinafre, respectivamente.

No sistema hidropônico, Carolina (2008) obteve bons resultados reutilizando águas amarelas como solução nutritiva na cultura da alface. Os valores de N-total encontrados na parte aérea das alfaces variam na faixa de 43 a 48 g kg⁻¹, a faixa de N-Total no tecido das alfaces cultivadas com solução nutritiva convencional é de 21 a 56 g kg⁻¹, sendo as alfaces consideradas saudáveis nesta faixa.

No entanto, Silva (2007) avaliou diferentes concentrações de urina em hidroponia com os seguintes tratamentos com urina diluída: 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5% e um tratamento controle com aplicação apenas de água. A diluição de 1,5% apresentou os melhores resultados ao se observar que a maior concentração de urina resultou em desbalanço de íons no substrato, reduzindo o crescimento em relação à dose de 1,5% de diluição, a qual apresentou melhores características de desenvolvimento.

A urina foi testada como fertilizante para cevada em ensaios de estufa e campo na Alemanha. Em alguns tratamentos, a urina foi acidificada para reduzir as emissões de amônia e de contaminação microbiana. Os resultados dos testes de campo mostraram que o efeito fertilizante da urina foi maior que a dos fertilizantes minerais na produção de cevada. Não houve diferenças em relação ao rendimento entre as parcelas fertilizadas com urina acidificada e a urina não tratada (SIMONS; CLEMENS, 2004).

2.5 A Cultura da Alface

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma hortaliça da família *Asteraceae*, sendo originária da região do mediterrâneo (SALA; COSTA, 2012). Caracteriza-se por ser uma planta com sistema radicular superficial alcançando cerca de 30 cm de profundidade no solo, possui folhas sésseis, do tipo alternada e caule curto (TANAMATI, 2012; BARROS; MOREIRA; CAMELO, 2014).

Destaca-se por ser a folhosa mais consumida no Brasil, a despeito das diferenças climáticas e dos hábitos de consumo, possibilitando cultivos sucessivos o ano inteiro. Por isso, a alface é uma das hortaliças mais produzidas em hortas domésticas (HENZ; SUINAGA, 2009) e uma das mais produzidas comercialmente no país, juntamente com a rúcula, almeirão, agrião, couve de folha e repolho. Em 2012, as

principais Centrais de Abastecimento Brasileiras (CEASA) comercializaram quase 80 mil toneladas de alface (CONAB, 2013). Mas, segundo o Anuário Brasileiro de Hortaliças de 2013, estima-se que a produção de alface foi de 1,276 milhões de toneladas, em 2011. Assim, ela se mostra uma cultura de grande importância econômica.

Há, hoje, uma pluralidade de cultivares de alfaces disponíveis devido aos processos de melhoramento que visam atender as preferências do consumidor. No Brasil, as cultivares podem ser agrupadas em cinco tipos morfológicos principais. No entanto, nos últimos anos aumentou o interesse pelo tipo “repolhuda crespa ou americana”, sendo apreciada tanto na forma *in natura*, quanto pelas redes *fast-foods* devido a certas características como maior durabilidade pós-colheita e resistência ao transporte e manuseio (HENZ; SUINAGA, 2009; TANAMATI, 2012).

Seu cultivo pode ser realizado em campo, estufas ou mesmo em sistema hidropônico, solteiro ou em consórcio com outras culturas a partir de sementes botânicas, inicialmente plantadas em bandejas, onde permanecem até que se forme a quarta ou quinta folha, quando a muda é transplantada para o local definitivo (ANDRIOLO *et al.*, 2003; CECÍLIO FILHO *et al.*, 2010). Ela é, então, colhida de 30 a 40 dias após o transplante. Portanto, a alface apresenta ciclo curto de desenvolvimento, ou seja, há uma maior necessidade de nutrientes num espaço curto de tempo. Segundo Grangeiro *et al.* (2006), durante a fase vegetativa (formação da cabeça) encontra-se a maior taxa de acúmulo de nutrientes.

Acerca das características necessárias para o cultivo da alface, ela possui preferência por solo areno-argiloso, rico em matéria orgânica e que haja boa disponibilidade de nutrientes, devido a seu rápido desenvolvimento (GARCIA *et al.*, 1982; VIDIGAL *et al.*, 1995). É uma cultura sensível a acidez do solo, desenvolvendo-se melhor em solo com faixa de pH entre 6 e 6,8 (MAYNARD; HOCHMUTH, 2007). Frequentemente utiliza-se a fertilização e correção do solo para alcançar tais condições, contribuindo para uma maior produção, qualidade e principalmente uniformidade do produto (TANAMATI, 2012).

2.5.1 *Uso de Insumos na Produção de Alface*

Os maiores custos de produção de alface concentram-se nos insumos, representando cerca de 49,3% dos custos operacionais totais, similar ao que ocorre com outras hortaliças como repolho, rúcula e rabanete (REZENDE *et al.*, 2009). Os autores também observam que o mesmo ocorre quando a alface é cultivada em consórcio, sendo correspondente a 49,6% dos custos totais. Semelhantemente, Miguel (2010) constatou que os insumos despendem 49,13% dos custos de produção, seguido da mão-de-obra tanto manual quanto mecanizada.

Já Cecílio Filho, Rezende e Costa (2010), ao realizarem um plantio de alface consorciada com tomate sob cultivo protegido em duas estações distintas, observaram que o custo com calagem foi equivalente ao de fertilizantes, e juntos representaram mais de 60% dos custos com insumos. Mas tais gastos significativamente altos com fertilizantes e corretivos não são exclusivos somente à alface. Souza e Garcia (2013) encontraram resultados similares no cultivo de outras hortaliças. Ao compararem o plantio de abóbora entre os sistemas convencional e orgânico, a diferença do total de despesas foi de cerca de 27%, em favor do sistema orgânico. Isso foi atribuído basicamente ao dispêndio com adubos e corretivos, refletindo 33,35% no total dos custos, ficando atrás somente das despesas com mão-de-obra. Os autores também observaram resultados correlatos em outras hortaliças, como no caso da batata, na qual o custo com adubos e corretivos impactou em 20% nos custos totais, o mesmo ocorrendo com o repolho e o tomate. No caso deste último, apesar da produtividade maior no sistema convencional, o elevado consumo de insumos industrializados diminuiu sua rentabilidade, enquanto o tomate orgânico apresentou preço e receita bruta superiores, 108 e 18%, respectivamente. Essa diferença deveu-se à utilização de insumos e de corretivos industrializados no plantio convencional, o que não ocorre no cultivo orgânico. O mesmo acontece em todo o Brasil, criando-se uma dependência do agricultor para o uso de produtos sintéticos, provocando aumento expressivo nos custos de produção, como bem observaram Souza e Garcia (2013). Portanto, a maior eficiência econômica nos sistemas orgânicos é possível graças a não utilização dos insumos sintéticos, adotando práticas e produtos mais naturais (ARAÚJO NETO; FERREIRA; PONTES, 2009).

É essencial que haja uma escolha consciente sobre quais insumos serão utilizados no cultivo, optando-se por fontes de nutrientes e de corretivos com custo mais baixo, sem que afete a eficiência do aproveitamento pelas culturas (REZENDE *et al.* 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no (Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana) NEPAU, no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, no período de 14 de agosto a 9 de outubro de 2017.

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados devido ao sombreamento, por uma árvore na área, no período da manhã, com 4 tratamentos e 10 repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Sendo cada unidade experimental constituída por um vaso com volume de 8 dm³. Cada vaso foi preenchido com 1 dm³ de brita ao fundo para melhor drenagem da água e completado com solo, este oriundo de uma área do Campus do Pici da UFC. Amostras foram coletadas dessa área e levadas para análise química no Laboratório de Solos da FUNCEME com finalidade de caracterização do solo. Os parâmetros avaliados foram: pH, condutividade elétrica (CE), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), potássio (K⁺), acidez potencial (H⁺ Al), acidez trocável (Al³⁺), soma das bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases, saturação por alumínio e PST (Tabela 3).

Tabela 3- Análise química do solo, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2017.

Ph	CE	Ca	Mg	K	H + Al	Al	SB	V%	m%	PST
-	dS/m	-----mmol _c dm ³ -----				-----%-----				
5,04	0,662	13,8	6,8	1,58	23,8	1,6	24,4	50,4	6,6	4,4

As mudas foram obtidas a partir da sementeira da alface cultivar Lucy Brown cultivadas em bandejas de polietileno de 162 células, utilizando-se uma semente por célula. O substrato utilizado foi composto por um volume de húmus de minhoca e 1 volume de vermiculita. Após a sementeira a bandeja foi colocada sob o telado com 50% de sombreamento, recebendo água no turno da manhã e no turno da tarde. .

Após 23 dias da semeadura quando as mudas emitiram a 4ª folha verdadeira e apresentaram com aproximadamente 6 cm de altura foi realizado o transplântio para os vasos. A irrigação foi realizada diariamente no turno da manhã na quantidade de um litro por vaso durante todo o ciclo da planta.

Os tratamentos empregados no experimento foram constituídos de:

- Tratamento 1: controle: água
- Tratamento 2: dose de urina equivalente a 50% da dose de nitrogênio recomendada: 12,5 ml de urina por dm^3 de solo.
- Tratamento 3: dose de urina equivalente a 100% da dose de nitrogênio recomendada: 25 ml de urina por dm^3 de solo
- Tratamento 4: dose de urina equivalente a 200% da dose de nitrogênio recomendada: 50 ml de urina por dm^3 de solo

A dose recomendada de nitrogênio para a cultura da alface foi de 200 Kg ha^{-1} baseada no estudo de Ferreira (2002). As quantidades de urina humana aplicadas em cada parcela foram estimadas com base na concentração de nitrogênio presente na urina coletada e o volume de solo do vaso. Considerou-se a camada arável do solo de 0,2 m de profundidade, resultando em um volume total de solo de 2000000 dm^3 em 1 ha. Desse modo, a dose padrão de nitrogênio é de $0,1 \text{ g dm}^{-3}$ de solo ($200000 \text{ g de nitrogênio} / 2000000 \text{ dm}^3$ de solo). Conforme Ferreira(2002) considerou-se que a concentração de N na urina é de 4 g dm^{-3} , resultando, portanto, em dose de 25 ml de urina por dm^3 de solo. A aplicação da urina foi parcelada e ocorreu a cada 7 dias, totalizando 3 fertilizações durante o ciclo da alface. Foi utilizada uma proveta para a medição do volume aplicado em cada tratamento. Portanto, o volume de urina em mililitro por decímetro cúbico é relativo a dose para proporcionar a fertilização de alface em todo seu ciclo.

3.1 Coleta e Armazenamento da Urina Humana

Em uma residência onde moram 4 pessoas, a urina foi coletada apenas das pessoas do sexo masculino devido ser mais conveniente e prático. A urina, depois de coletada, foi armazenada em garrafas pet com um volume de 500 ml, fechadas hermeticamente e armazenadas em ambiente sombreado por um período de seis meses para a completa isenção de patógenos.

3.2 Características Avaliadas

3.2.1 Altura e Diâmetro da Parte Aérea

Antes do corte da parte aérea, a altura da planta, expressa em centímetros, foi determinada com o auxílio de uma régua graduada, medindo-se a partir do nível do solo até a extremidade das folhas mais altas, expressa em cm. O diâmetro, expressa em centímetros, foi medido através da distância entre as margens opostas do disco foliar.

3.2.2 Número de Folhas Comerciais e Não Comerciais

Após a medição de altura e diâmetro, as folhas foram separadas do caule e contadas, considerando-se todas, mesmo as menores encontradas no centro do caule. Em seguida foram descontadas as folhas que não apresentaram padrão aceitável, a fim de contabilizar somente as folhas comerciais.

3.2.3 Massa Seca da Parte Aérea

As plantas foram cortadas juntas com os caules e embaladas em sacos de papel para serem secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas até que atingissem peso constante. Após esse tempo, eles foram pesados em balança de precisão.

3.3 Análise Estatística

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e dez repetições. Foi realizado, com o auxílio do software SAS, a análise de variância entre os quatro tratamentos e a análise de regressão para as doses de urina.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo da condução do experimento, observou-se morte de 2 plantas do tratamento T3 e 5 plantas do tratamento T4, sendo essas mortes atribuídas ao excesso de ureia aplicada nas maiores doses de urina. O T2 foi o que apresentou o melhor resultado visualmente, sem perdas de plantas e bom desenvolvimento das plantas (Figura 3).

Ocorreram diferenças significativas entre as doses de urina para as variáveis número de folhas, diâmetro da planta, altura da planta e massa seca (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores de F e probabilidade de significância a 5% obtida na análise de variância.

Causa da variação	Massa seca	Número de folhas	Diâmetro de planta	Altura de planta
----- Valor de F (probabilidade)-----				
Urina	13,78 (<0,01)	23,72 (<0,01)	20,72(<0,01)	20,41(0,01)
Bloco	1,09 (0,41)	2,66(0,02)	1,24(0,31)	1,74(0,12)
CV	18,15	9,88	9,03	7,36

Fonte: O autor.

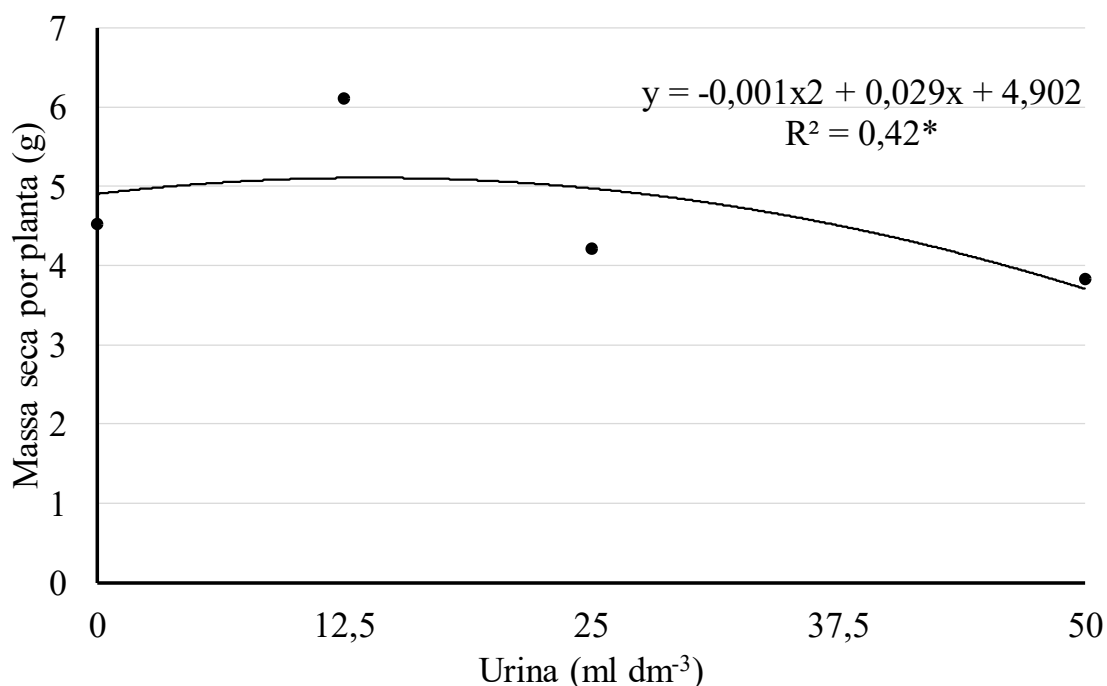
Figura 3 - Representação do efeito dos tratamentos aplicados no desenvolvimento de plantas.



Fonte: O autor.

A produção de massa seca de alface respondeu de forma quadrática à aplicação de urina, em que a dose de máxima produção de massa seca foi de 14,5 ml de urina dm^{-3} de solo (Figura 4). Com o aumento da dose de urina, observa-se que há uma diminuição do peso da massa seca e, conseqüentemente, o desenvolvimento da planta foi comprometido. Um ponto importante a se observar é que o potencial produtivo dessa cultivar não foi alcançado, sendo que a massa seca média de plantas obtida no presente trabalho foi de $6,11 \text{ g planta}^{-1}$, enquanto Feltrim *et al.* (2005) obtiveram média de $19,72 \text{ g planta}^{-1}$, também com a cultivar Lucy Brown. Isso revela que outros fatores limitaram o crescimento das plantas de alface.

Figura 4 - Massa seca de plantas de alface em relação à dose de urina aplicada.



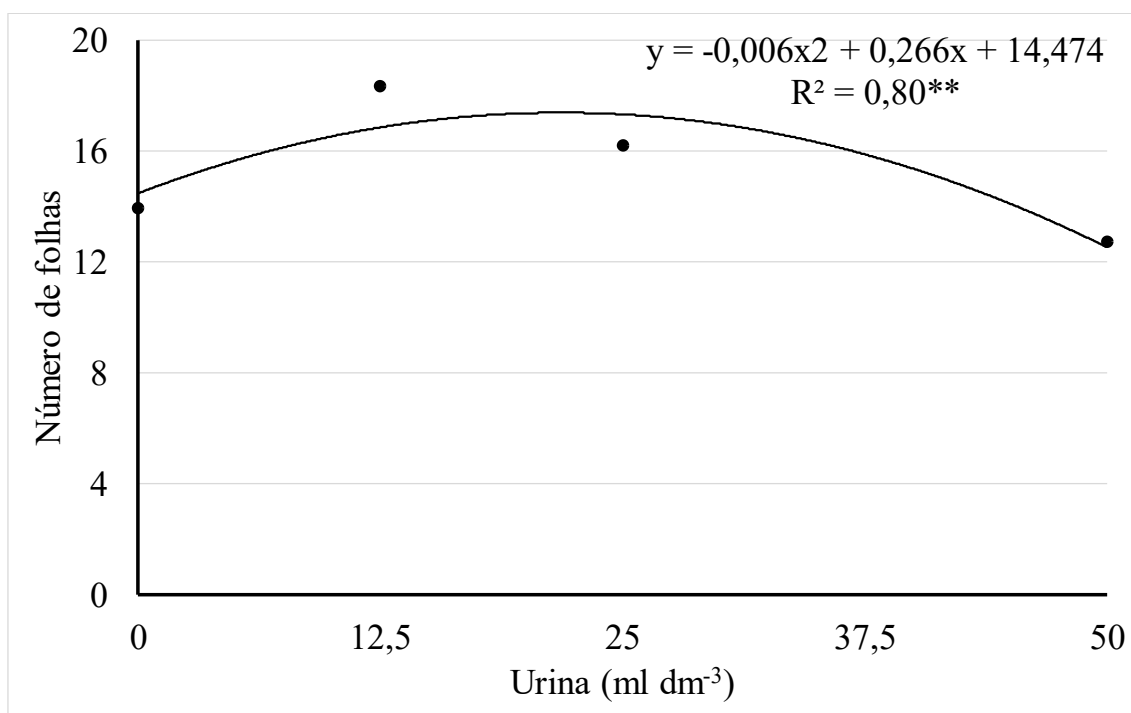
Fonte: O autor.

Desse modo, o fator relacionado a fertilidade do solo pode ser responsável pela menor produtividade da alface em comparação com dados obtidos na literatura para essa mesma cultivar (OLIVEIRA *et al.*, 2004; FELTRIM *et al.*, 2005; SANTI *et al.*, 2010), devido à baixa concentração de cálcio no solo, causando queima das pontas das folhas e diminuindo o valor comercial. O solo usado no experimento apresenta $\text{pH} = 5,4$ sendo considerado ácido (LUZ, 2002), comprometendo, assim o desenvolvimento da

cultura. É provável que outros fatores, como as condições ambientais, sejam responsáveis pela limitação do potencial produtivo, como, por exemplo, as altas temperaturas observadas no período, em média 28°C (INMET, 2017), pois o estado do Ceará apresenta temperaturas altas o ano todo, proporcionando baixo potencial produtivo.

A média de 6,11 gramas planta⁻¹ para massa seca foi próximo ao valor encontrado por Peixoto Filho *et al.* (2013) que ao avaliar a produtividade da alface em cultivos sucessivos em campo com o uso de esterco de frango, bovino e ovino encontrou no máximo 6,69 g planta⁻¹. Fica evidente que a urina, além de apresentar a coleta e preparo para uso mais fácil, possui seu potencial para acréscimo de massa seca e é similar em relação aos estercos de diferentes animais. Para a variável número de folhas houve uma resposta quadrática a aplicação de urina, onde a dose que resultou no máximo número de folhas foi de 22,16 ml de urina dm⁻³ de solo (Figura 5). O tratamento que recebeu a menor dose de urina, 12,5 g dm⁻³ obteve o melhor desenvolvimento das folhas, entretanto quando se aumenta a quantidade de urina, há um decréscimo no número de folhas e baixo valor comercial.

Figura 5 - Número de folhas em relação à dosagem de urina.

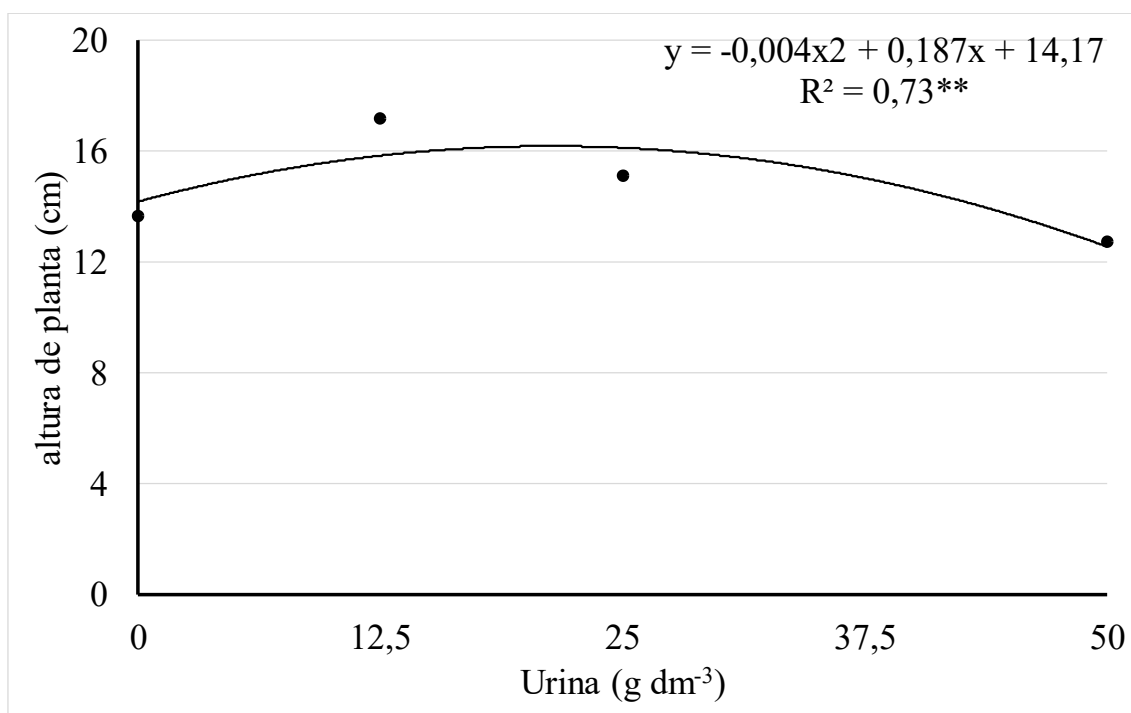


Fonte: O autor.

O T2, com o melhor resultado, apresentou uma dosagem promissora para produção de alface, pois a média do número de folhas foi de 18 folhas por planta. Esse valor está próximo do resultado obtido por Rezende *et al.* (2012) de 23 folhas por planta com o uso de ureia comercial na dosagem máxima de 171 kg/ha.

A variável altura da planta apresentou resposta quadrática à aplicação de urina, onde a máxima altura foi alcançada com a dose de 23,37 ml de urina dm^{-3} de solo (Figura 6). A dosagem de 12,5 ml de urina dm^{-3} de solo apresentou maior altura de plantas, no entanto com o aumento da dose de urina houve menor desenvolvimento das plantas em relação à altura. Esse valor está próximo ao encontrado por Santos *et al.* (2012) que obteve uma média de 20 centímetros de altura de plantas com aplicação de ureia na quantidade ótima de 200 kg/ha.

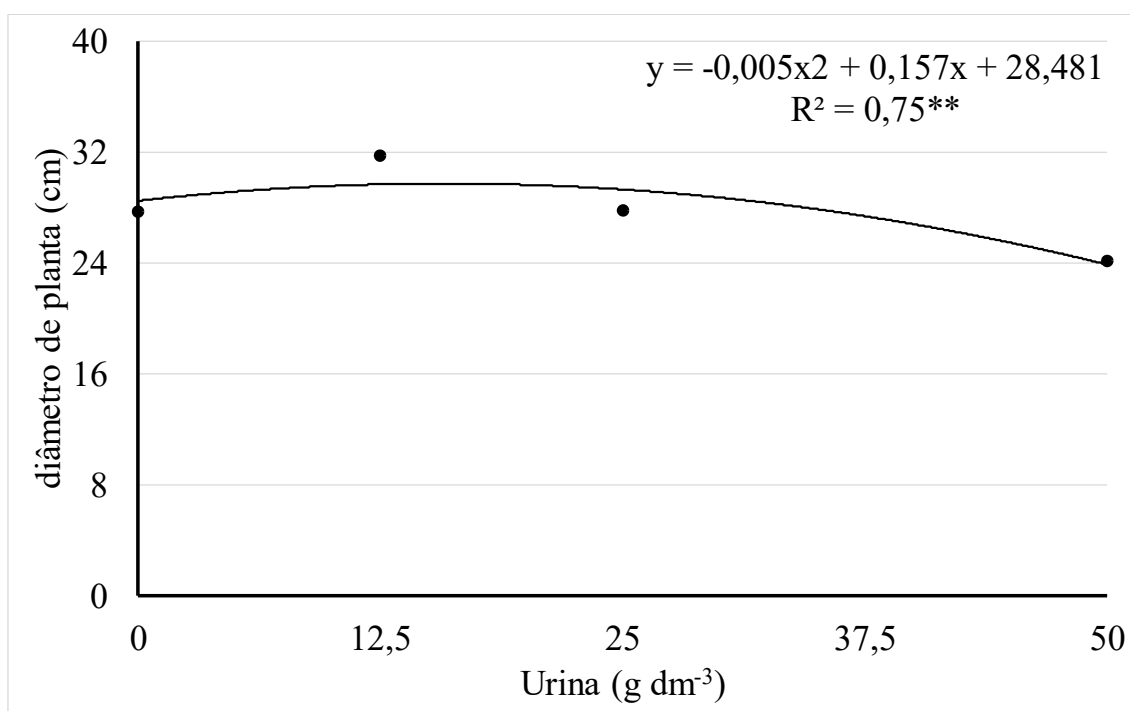
Figura 6 - Altura das plantas em diferentes dosagens de urina.



Fonte: O autor.

Na (Figura 7) o diâmetro de plantas obteve uma resposta quadrática a aplicação de urina, onde o máximo diâmetro foi alcançado com a dose de 15,70 ml de urina dm^{-3} de solo. A medida que a quantidade de urina vai aumentando, há menor desenvolvimento em relação ao seu diâmetro. A menor dose de urina proporcionou plantas com o diâmetro maior, apresentando resultado similar em relação à aplicação de ureia comercial na dosagem ótima de 200 kg/ha de acordo com Hortêncio (2016) que obteve a média do diâmetro de plantas com 33 centímetros.

Figura 7 - Diâmetro de plantas em diferentes dosagens de urina.



Fonte: O autor.

Assim, observa-se que o melhor resultado foi obtido com a dose de 12,5 ml de urina por dm³ de solo, indicando que há potencial para o cultivo de alface americana e que o nitrogênio contido na urina tem comportamento semelhante à fertilizantes nitrogenados, visto que a dose ótima foi semelhante a 200 kg/há encontrado por Ferreira (2002).

4 CONCLUSÃO

A dose de 12,5 ml de urina dm⁻³ de solo proporcionou o melhor resultado para todas as variáveis estudadas no cultivo de alface, recomendando-se a urina humana como fonte alternativa de nitrogênio.

Os resultados obtidos na utilização da urina humana demonstraram sua eficiência como alternativa de um fertilizante de baixo custo e acessível inclusive para o pequeno agricultor.

5 REFERÊNCIAS

ARAÚJO NETO, S. E. de; FERREIRA, R. L. F.; PONTES, F. S. T. **Rentabilidade da produção orgânica de cultivares de alface com diferentes preparos do solo e ambiente de cultivo.** Cienc. Rural, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1362-1368, Aug. 2009.

ASMUS, A. F. **Sistema para conservar o nitrogênio na urina visando seu reuso como fertilizante.** 2009. Disponível em:<<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp117738.pdf>>. Acesso em 8 fev 2018.

BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações.** 2005. 165f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo: Vitória, 2005.

BAZZARELLA, B. B. *et al.* Caracterização quali-quantitativa da urina humana com vistas ao aproveitamento agrícola. In: **Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.** Campo Grande - MS: ABES, 2005. v.1. p. 186-187.

BOTTO, M. P. **Utilização da urina humana como biofertilizante para produção de alimentos e energia:** caracterização, uso na agricultura e recuperação de nutrientes. 2013. Disponível em:<http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/5158/1/2013_tese_mpbotto.pdf>. Acesso em 10 fev 2018.

CAROLINA, E. S. V. R. **Uso de águas amarelas como fonte alternativa de nutriente em cultivo hidropônico da alface.** 2008. 85 f tese (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2008.

ESREY, S. A.; ANDERSSON, I. **Saneamento ecológico: fechando o ciclo.** Tradução Joaquim Moura. Agricultura urbana, n.3, mar. 2001. Disponível em:<<http://www.agriculturaurbana.org.br/RAU/AU3/AU3saneamentoecologico.html>> Acesso em: 12 nov 2017.

ESREY, S. et al. **Ecological sanitation.** Sida, Stockholm, 1998. Disponível em: <<http://www.ecosanres.org/PDF%20files/Ecological%20Sanitation.pdf>> Acesso em: 5 nov 2017.

FERREIRA, V. P. **Doses e parcelamento de nitrogênio em alface.** 2002. Disponível em< <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2389>> Acesso em : 15 mar 2018.

FITTSCHEN, I.; HAHN, H. H. **Characterization of the municipal wastewaterpaert human urine and preliminary comparison with liquid cattle excretion.** Water science technology, Alemanha, v. 38, n. 6, p. 9-16, 1998.

GARCIA, L. L. C. et al. **Nutrição mineral de hortaliças:** deficiências de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.), cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia. Anais

da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, v. 39, n. 1, p. 349-362, 1982.

GONÇALVES, R. F. (Org.). **Uso racional da água em edificações**. ABES. Rio de Janeiro, Sermograf, 2006.

GUADARRAMA R.O; PICHARDO, N.A;MORALES-OLIVER, E. Urine and Compost Efficiency Applied to Lettuce under Greenhouse Conditions in Temixco, Morales, México. In: **Abstract Volume, First International Conference on Ecological Sanitation**. 5-8 November 2001, Nanning, China. 2001.

GULYAS, H. *et al.* Freeze concentration for enrichment of nutrientes in yellow water from no-mix toilets. In: **Water Science and Technology**, v. 50, p.61-68, 2004.

JOHANSSON, M. *et al.* **Urine separation**: closing the nutrient cycle. Stockholm Vatten, Stockholmshem. Estocolmo, 2000.

JÖNSSON H, STINZING A.R.;VINNERÅS, B.; SALOMON, E. **Guidelines on the Use of Urine and Faeces in Crop Production**, EcoSanRes Publication Series Report 2004-2, Stockholm Environment Institute, Sweden; 2004.

KIRCHMANN, H; PETTERSSON, S. **Human urine**:chemical composition and fertilizer use efficiency, 1995. Disponível em:<
<https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00750100?LI=true>>. Acesso em 20 nov 2017.

LIND, B.; BAN, Z.; BYDÉN, S. **Volume reduction and concentration of nutrients in human urine**. Ecological Engineering, Suécia, v. 16, n. 4, p. 561-566, 2001.

LUZ, M. da S., *et al.*, **Adubação e correção do solo**: procedimentos a serem adotados em função dos resultados da análise do solo, 2002. Disponível em:<
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/275844/1/CIRTEC63.pdf>>. Acesso em 10 fev 2018.

MAYNARD, D. N.; HOCHMUTH, G. J. **Knott's handbook for vegetable growers**. John Wiley & Sons, 2007.

MIGUEL, F. B. **Custo de Produção de Alface em Sistema de Cultivo Orgânico**. Pesquisa & Tecnologia, vol. 7, n. 2, Jul-Dez 2010.

NUVOLORI, A. **Esgoto Sanitário** :coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 2003. 520 p.

OYAMA, C, **Nutrientes da urina humana como fertilizante agrícola: análise de viabilidade econômica sobre um modelo de produção baseado na Economia Solidária e na Agricultura Familiar**, 2013. Disponível em:<
http://cassiopea.ipt.br/teses/2013_TA_Camila_Oyama.pdf>. Acesso em 10 out 2019.
REZENDE, B. L. A. *et al.* **Viabilidade econômica das culturas de pimentão, repolho, alface, rabanete e rúcula em cultivo consorciado, na primavera verão**.

Jaboticabal, Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 22-37, mar. 2005.

REZENDE, B. L. A. *et al.* **Custo de produção e rentabilidade das culturas de alface, rabanete, rúcula e repolho em cultivo solteiro e consorciadas com pimentão.** *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 33, n. 1, p. 305-312, Feb. 2009.

_____. **Produção e qualidade comercial de alface fertirrigada com nitrogênio e potássio em ambiente protegido.** 2012. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/1745/2311>>. Acesso em 20 abr 2018.

RICHERT, A. *et al.* **Guía práctica de uso de la orina en la producción agrícola.** 2011. Disponível em: <<https://www.sci-international.org/mediamanager/documents/Publications/SEI-Book-Stenstrom-GuiaPracticaDeUsoDeLaOrinaEnLaProduccionAgricola>>. Acesso em: 14 nov 2017.

SANTOS, R. F. *et al.*, **Aplicação de nitrogênio na cultura do alface**, 2012. Disponível em <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/variascienciaagraria/article/view/5441/5046>> Acesso em: 2 abr 2018.

SCHÖNNING, C. **Hygienic aspects on the reuse of source-separated human urine.** NJF Seminar, n. 327, Copenhagen, 2001. Disponível em: <<http://www.agsci.kvl.dk/njf327/papers/reviewedSchonning.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2017.

SILVA, A.B. **Avaliação do desenvolvimento inicial da *Helicônia BIHAI* em substrato inerte irrigado com diferentes níveis de diluição de urina humana em casa de vegetação.** 2007. Disponível em: <http://teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art67.pdf>. Acesso em: 16 nov 2017.

SIMONS J.; CLEMENS J. (2004) **The use of separated human urine as mineral fertilizer**, 595-600; in (eds.) Werner et al.: *ecosan-closing the loop*, 7.-11. April, 2003, Lübeck, Germany, ISBN 3-00-012791-7.

SOUZA, J. L. de; GARCIA, R. D. C. **Custos e rentabilidades na produção de hortaliças orgânicas e convencionais no estado do Espírito Santo.** *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 3, n. 1, 2013.

TANAMATI, F. Y. **Fontes e Doses de Corretivos de Acidez do Solo na Nutrição e Produção de Alface.** 2012. xiii, 60 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2012.

TANSKI, H. H.; WIJK-SIJBESMA, C. Van. **Human excreta for plant production.** *Bioresource Technology*, 2003.

TARR, L.A. **The origins oh the piped society.** Grove City. USA: Green Publishing, 2000.

VIDIGAL, S. M. et al. **Resposta da alface (*Lectuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica**: I. Ensaio de campo. Revista Ceres, Viçosa, MG, v. 42, n. 239, p. 80-88, 1995.

VINNERÅS B, JÖNSSON H. **The performance and potential of faecal separation and urine separation to recycle plant nutrients in household wastewater**. Bioresour Technol. 2002; 84(3):275-283.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater**. Volume 4 (Wastewater use in agriculture). Geneva: WHO. 2006.

WIELAND, P.O., 1994. **Designing for human presence in space**: an introduction to environmental control and life support systems. NASA RP-1324, Appendix E/F,227-251. Disponível em: < <http://trs.nis.nasa.gov/archive/00000204/01/rp1324.pdf>>

ZANCHETA, P. G.; CARDINALI, C. R.; RIOS, E. C. S. V.; SANTOS, T. O.; GONCALVES, R. F. **Estudo da evaporação da urina humana como método de redução de volume e concentração de nutrientes para produção de fertilizante**. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: ABES, 2007.