

II-337 – URINA HUMANA COMO FERTILIZANTE NO CULTIVO DE VEGETAIS

Mariana Cardoso Chrispim⁽¹⁾

Bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade de São Paulo. Foi bolsista de iniciação científica durante dois anos na graduação, realizando pesquisas sobre saneamento ecológico. Atualmente é mestranda em Saúde Pública, na área de concentração em Saúde Ambiental, na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Marcelo Antunes Nolasco⁽²⁾

Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. É professor do Curso de Gestão Ambiental da Universidade de São Paulo nas áreas de saneamento ambiental e poluição das águas e orientador no Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da USP na área de concentração em Saúde Ambiental. É coordenador do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade da USP.

Endereço⁽¹⁾: Av. Arlindo Bétio, 1000 – Ermelino Matarazzo – São Paulo - SP - CEP: 03828-000 - Brasil - Tel: +55 (11) 30918920- e-mail: mariana.chrispim@usp.br

RESUMO

O saneamento ecológico é uma forma alternativa de saneamento, baseada em: prevenir a poluição das águas; proporcionar o saneamento de fezes e urina; e reutilizar estes subprodutos para fins de agricultura. No Brasil ainda há poucos trabalhos científicos abordando a aplicação de sanitários secos e o reúso da excreta humana na agricultura. Assim, este estudo pretendeu avaliar o uso da urina humana como fertilizante para o cultivo de milho (*Zea mays* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.) e os efeitos no solo e nas plantas. Para isso foi realizado experimento com o plantio destas espécies, que receberam doses de urina, baseadas nas recomendações brasileiras de adubação de cobertura de Nitrogênio e em outras publicações técnico-científicas. A urina foi coletada a partir de um mictório seco instalado em um dos banheiros masculinos do *campus* da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. Para verificar a influência da urina nas características do substrato, alguns parâmetros físico-químicos do substrato foram analisados no início e ao final do cultivo de cada espécie. Alguns parâmetros biológicos das plantas foram medidos ao final do experimento e foram feitas análises estatísticas. Os resultados após o cultivo das duas espécies foram que os grupos que receberam as doses de urina regularmente e com o maior volume se desenvolveram significativamente melhor, apresentando maiores valores em todos os parâmetros biológicos. O grupo controle (regado somente com água) apresentou os menores valores dos parâmetros biológicos. Após cultivo da alface, o conteúdo de nitrogênio total e de outros nutrientes no substrato foi diretamente proporcional à quantidade de urina aplicada como fertilizante. Dessa forma, concluímos que a fertilização com urina é recomendada para o milho e para alface nas dosagens dos grupos que receberam os maiores volumes de urina. Também foi possível notar que a aplicação de sistemas de saneamento sem água requer manutenção simples, e pode gerar muitos impactos positivos, como: reduzir o consumo de água, ampliar o acesso ao saneamento e contribuir para a produção de alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento, Urina, Reúso, Fertilizante, Esgoto.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um direito humano e um dos principais elementos para a erradicação da pobreza (WSSCC, 2000). Mas apesar disso, há muitas pessoas sem acesso a estes serviços. No Brasil, em relação à cobertura por redes de esgoto, dados da PNAD/IBGE de 2010, indicam que esta é inferior a 50%. Em propriedades rurais, é comum o uso de fossas rudimentares que contaminam águas subterrâneas e, consequentemente, os poços de água. Isso traz graves consequências como o aumento da ocorrência de doenças veiculadas por microrganismos presentes nas fezes e água, e outras doenças decorrentes da contaminação dos alimentos cultivados nestes locais.

Além disso, mesmo as soluções existentes no âmbito do saneamento convencional geram muitos impactos ao meio ambiente, pois ainda consideram que o ambiente possui capacidade infinita de processar os resíduos. Entre os principais impactos ambientais dos sistemas convencionais de tratamento de esgoto estão: poluição da água, eutrofização, poluição do ar, poluição do solo e alto consumo de energia.

Atualmente há uma abordagem denominada por Saneamento Ecológico. Esta pressupõe entre outros, a segregação das diferentes frações de esgotos nas suas origens, como águas cinzas (banho, cozinha, máquina de lavar e pias), água amarela (urina) e água negra (fezes), tendo por finalidade armazená-las, tratá-las separadamente e reutilizá-las, ao invés de diluí-las com água potável, como é feito em sistemas convencionais. Assim, o saneamento ecológico possui características que permitem: prevenir a transmissão de doenças, já que seus subprodutos são tratados e utilizados posteriormente no solo, ou seja, não são despejados em corpos d'água superficiais; aumentar o acesso ao saneamento, principalmente em comunidades pobres (pois possui baixo custo); proteger o meio ambiente, já que evita a poluição das águas, melhora o solo com incremento de nutrientes e conserva recursos naturais; e necessita de manutenção simples que pode ser realizada pelos próprios usuários (WINBLAD *et al.*, 1998). Deste modo, as tecnologias propostas pelo saneamento ecológico geram benefícios aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública.

O reaproveitamento de urina e fezes como fertilizantes pode diminuir a insegurança alimentar em algumas regiões pobres. Em muitos países, principalmente naqueles localizados no oeste do continente africano, a insegurança alimentar é agravada pela baixa fertilidade do solo, alta perda natural de nutrientes do solo, e pelo baixo acesso a fertilizantes químicos para a produção (ECOSAN CLUB, 2010). No que se refere a este tema é importante ressaltar que os fertilizantes comerciais são produzidos a partir de recursos naturais não renováveis e seu preço vem aumentando progressivamente nos últimos anos. Há previsões de que as reservas de fósforo, por exemplo, estarão extintas nos próximos cem anos.

Em diversos países como Suécia, Alemanha, China, Burkina Faso, Etiópia, México, Vietnã, El Salvador, Zimbábue, Índia, Noruega e em outros, têm sido desenvolvidos métodos específicos para o tratamento de fezes e urina para garantir o uso seguro dos mesmos como fertilizantes na agricultura. Após o armazenamento e tratamento, as fezes podem ser utilizadas como fonte de matéria orgânica. Já a urina, pode ser usada como fonte de nutrientes para o solo, não requerendo tratamento prévio ou após um determinado período de armazenamento (ROSEMARIN *et al.*, 2004). Experimentos desenvolvidos em diversos países têm testado o uso da urina humana como fertilizante para várias espécies, como: árvores frutíferas, alface, milho, cebola, tomate, espinafre, couve, alho-poró e plantas ornamentais, como a rosa (MORGAN, 2007; OTTERPOHL, 2007). Além de possuir macro e micronutrientes que propiciam o crescimento das plantas, a urina pode funcionar como inseticida ou fungicida (MUNCH, 2011). Estes estudos citados vêm demonstrando resultados positivos com o uso da urina como fertilizante.

Vale ressaltar que há riscos envolvidos no processo de reutilização da excreta humana, principalmente para as fezes. Já o reaproveitamento da urina na agricultura possui baixos riscos à saúde. Segundo a Organização Mundial da Saúde, dependendo da espécie a ser fertilizada e da temperatura ambiente, o período de armazenamento pode variar entre 1 e 6 meses antes de ser usada por sistemas comunitários. Mas afirma que o armazenamento não é necessário em sistemas individuais (nível familiar) (WHO, 2006).

Nesse sentido, a adoção de práticas que possam reduzir a poluição da água e do solo e proporcionar o aproveitamento dos nutrientes pode contribuir para a saúde pública, ambiental e para o bem-estar humano. Baseado nesse cenário fez-se oportuno desenvolver um estudo que considerou o saneamento de forma integrada e sustentável. Este trabalho abordou a questão do saneamento aliado ao aproveitamento seguro da urina humana como fertilizante do solo para melhoria da produção agrícola em escala piloto, no *Campus* da EACH/USP em São Paulo. O objetivo principal foi: avaliar a viabilidade do aproveitamento de nutrientes presentes na urina humana como fertilizante alternativo no crescimento da espécie *Zea mays* L. (milho) e da espécie *Lactuca sativa* L. (alface).

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

30 vasos plásticos com volume de 10 L cada; 30 vasos plásticos com volume 8 L cada; 10 vasos plásticos com volume 5 L cada; 1 regador manual graduado de 450 ml; 2 bombonas plásticas de volume 10 litros cada; 160 sementes de *Lactuca sativa* L. (alface) (4 por vaso); 60 sementes de milho (3 por vaso); 1 mictório que não utiliza água; 2 canos cotovelos com diâmetro 2,5 polegadas; 2 tubos hidráulicos; 21 pacotes de terra vegetal com matéria orgânica da marca Terra Golden, 20kg cada; etiquetas para identificação dos grupos; luvas; máscaras faciais.

MÉTODOS

COLETA DA URINA HUMANA

A urina humana foi coletada de um mictório seco da marca Uridan® que foi instalado em um dos sanitários masculinos do campus da Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. Este mictório teve sua tubulação adaptada para conduzir a urina para um reservatório de 10 L localizado abaixo do mesmo. O volume de urina coletado por semana foi cerca de 8 litros. A Figura 1 ilustra este mictório.



Figura 1: Mictório seco instalado em um dos banheiros do campus.

EXPERIMENTOS NA ESTUFA

Para analisar o uso da urina humana como fertilizante no cultivo do milho e da alface foram estabelecidos alguns grupos experimentais, cada um com uma dosagem e um grupo controle (Tabela 1).

Tabela 1: Doses de urina como fertilizante para o milho e para alface.

Grupo/Espécie	Milho	Alface
A	125 mL por vaso, 1 vez por semana, até completar 8 aplicações.*	48 mL por vaso, distribuídos em 3 aplicações: 15, 30 e 45 dias após o plantio.
B	54 mL por vaso, aplicados 35 dias após o plantio.	400 mL de urina diluída por vaso, na proporção de diluição 3:1 (água:urina), duas vezes por semana no 1º mês; no 2º mês na proporção 5:1; e no 3º mês 5:1 uma vez por semana.*
C	Regado apenas com água.	51 mL por vaso, uma vez 48 dias após o plantio.**
D	—	Regado apenas com água.

* Baseado em MORGAN (2005,2007).

** Baseado em GUADARRAMA, PICHARDO e OLIVER (2002).

O plantio ocorreu na casa de vegetação do campus. A capacidade dos vasos para cultivo do milho foi de 10 L e para o cultivo da alface foi de 8 L para os grupos A, B e D e 5 L para o grupo C. Todos os grupos foram regados com o mesmo volume de água, sendo que considerou-se o volume de água presente na mistura água e urina. Foi utilizado um dispositivo de rega manual para facilitar a distribuição de água sobre o vaso. Para o milho, o volume de água foi de 400 mL por vaso, três vezes por semana. Para a alface o volume foi de 180 mL para os grupos A, B e D e 118 mL para o grupo C, na mesma frequência. Após a fertilização com urina, as plantas foram regadas, conforme é recomendado principalmente quando a urina é aplicada sem diluição, para evitar a salinização do solo (GENSCH, MISO, ITCHON, 2011). A urina foi aplicada somente ao substrato, sem contato direto com as raízes das plantas durante todo o seu crescimento. Sendo assim, a urina foi incorporada ao substrato a 10 cm de distância da planta e com cerca de 10 cm de profundidade (GENSCH, MISO, ITCHON, 2011). Não houve armazenamento da urina por um período determinado antes de sua utilização como fertilizante dos grupos. Porém para fertilização do grupo B do milho houve armazenamento da urina durante 7 dias, pois isso ocorreu em semana de recesso no *campus*.

As doses e diluições do grupo A do milho e do grupo B da alface foram baseadas em experimento de MORGAN (2005, 2007). Entretanto houve uma modificação na aplicação da primeira dosagem de urina para o grupo A do milho. Esta ocorreu 9 dias após o plantio, seguida pela segunda aplicação uma semana depois. As demais aplicações foram conforme recomenda Morgan (2005). Já as dosagens dos grupos B do milho e A da alface foram baseadas nas necessidades de adubação de cobertura de nitrogênio da planta. Esta dose foi determinada através de recomendações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (COELHO *et al.*, 2006) e do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC, 2005). Consideramos o conteúdo médio de nitrogênio na urina igual a 7,3 g/L (ZANCHETA, 2007). Desta forma, calculamos a dosagem para estes grupos descrita na Tabela 1. A dose de urina do grupo C da alface foi baseada em experimento realizado no México, por GUADARRAMA, PICHARDO e OLIVER (2002).

O substrato usado no plantio foi terra vegetal rica em matéria orgânica, comprada em loja de materiais para jardinagem. No plantio do milho, foi colocado 7 kg de terra vegetal em cada vaso (10 L) e foram colocadas 3 sementes de milho por vaso para aumentar as chances de germinação. No plantio da alface foi colocado aproximadamente 5,5 Kg de terra vegetal em cada vaso de 8L e 3 Kg de terra vegetal em cada vaso de 5 L. Para aumentar as chances de germinação foram colocadas 6 sementes por vaso. Todos os vasos foram dispostos ao acaso, por metodologia de sorteio para evitar influência de fatores externos. Cada tratamento foi replicado 10 vezes (10 vasos).

ANÁLISE DOS DADOS

O período de monitoramento do crescimento do milho foi de 5 meses e 17 dias e da alface foi 3 meses e 8 dias. Para comparar estes diferentes tratamentos de fertilização com o uso da urina e o grupo controle e avaliar qual a dose é recomendada para cultivo, foram medidos os parâmetros: área foliar, massa de raízes e a massa seca da parte aérea da planta para o milho (MORGAN, 2005); e comprimento de raízes e a massa fresca da parte aérea para a alface (MARQUES *et al.*, 2003).

Após estes parâmetros serem medidos, os dados foram submetidos à análise estatística. Como nenhuma das variáveis era normal, foi necessário fazer uma transformação nas variáveis e aplicamos o teste de Análise de Variância (ANOVA). Isso foi feito pelo programa Minitab.

Foram realizadas anteriormente ao plantio, e ao final do crescimento das plantas (alface e milho), análises da terra vegetal (substrato) usada, de alguns parâmetros, como: matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, acidez potencial, micronutrientes e nitrogênio total (para alface). As análises de pH e da condutividade elétrica do substrato foram feitas através da diluição de determinada massa de substrato em água deionizada (proporção 2:1), e posterior medição com o auxílio de um pHmetro microprocessado Quimis, e um condutímetro microprocessado Q795M2 da mesma marca. As demais análises de substratos foram feitas por laboratórios especializados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das análises estatísticas pudemos concluir que tanto no cultivo do milho quanto no da alface houve diferença significativa entre os 3 grupos (tratamentos), pois o p-valor do teste F na ANOVA foi menor que 5%. Resultados do experimento do milho mostraram que o tratamento A que recebeu a maior concentração de urina teve melhor crescimento e desenvolvimento, com maior número de folhas, altura, área foliar, massa seca das partes aéreas, massa de raízes e número de espigas. Isso pode indicar: melhor absorção de nutrientes, principalmente nitrogênio, baixo déficit hídrico e alta capacidade fotossintética (SEVERINO *et al.*, 2004; MARRIEL *et al.*, 2000). O segundo melhor resultado para os parâmetros biológicos medidos foi o do grupo B, seguido pelo grupo C – controle- com os piores resultados. A Figura 2 mostra os resultados da análise estatística dos valores de massa seca da parte aérea.

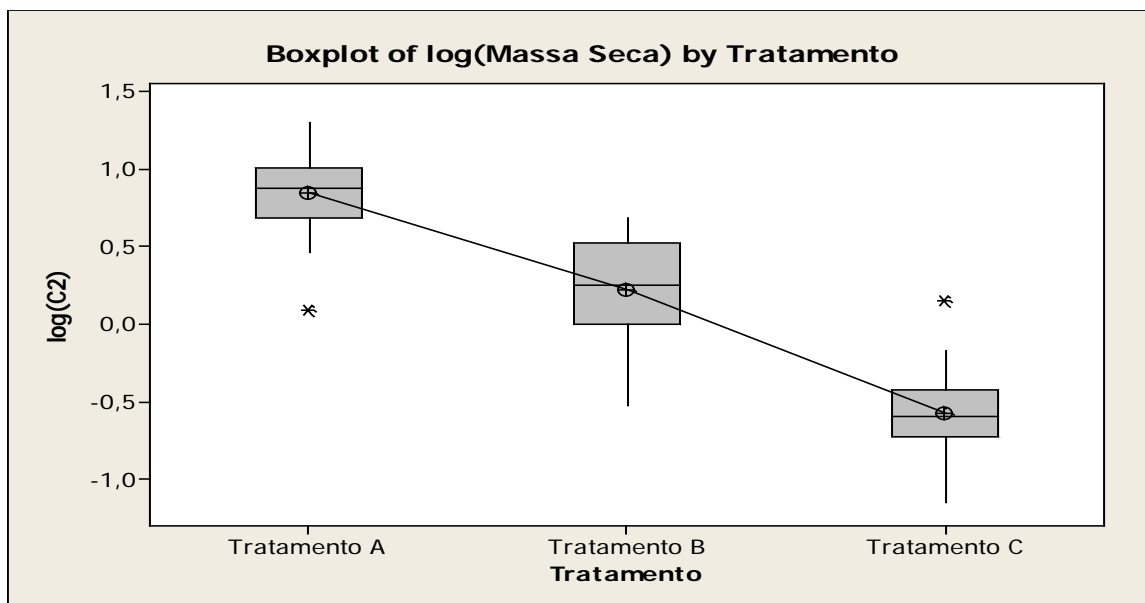


Figura 2: Box-plot da distribuição dos dados de massa seca da parte aérea de cada grupo.

Foi observado que as plantas do grupo A se desenvolveram melhor do que as dos demais grupos e possuíam maior altura, maior número de folhas, e maior número de espigas por planta se compararmos às plantas pertencentes aos demais grupos. As plantas do grupo C apresentaram os menores valores para todas as variáveis e não atingiram o estágio reprodutivo (sem nenhuma espiga). Além disso através de observação da coloração das folhas, percebemos que as plantas do grupo controle C apresentaram sintomas de deficiência de fósforo e nitrogênio nas folhas, e as plantas do grupo B apresentaram sintomas de falta de nitrogênio. Já as plantas do grupo A não apresentaram nenhum destes sintomas e a cor de suas folhas era verde-escuro.

Os resultados da análise de solo não evidenciaram variações entre os grupos, com exceção de um aumento do conteúdo de potássio no solo do grupo A. O grupo B foi o que apresentou maior número de parâmetros com aumento, e apresentou as maiores diferenças entre valores de cada parâmetro antes e após cultivo.

Após o cultivo da alface, percebemos que as plantas do grupo B, que recebeu maior volume de urina, apresentaram os melhores valores para todos os parâmetros biológicos medidos (comprimento de raízes e massa fresca das partes aéreas) e o padrão de distribuição foi o mesmo, o grupo B foi seguido pelos grupos C, A e D, proporcional à dosagem de urina aplicada. Entretanto no geral houve alta mortalidade em todos os grupos, e provavelmente a causa foi o ataque de pragas observadas em algumas folhas (tesourinha e lagarta minadora). Os grupos A e D foram os que apresentaram menor mortalidade de plantas, seguidos pelo C e pelo grupo B. As Figuras 3 e 4 mostram as plantas dos grupos B (maior dosagem) e D (controle) ao final do experimento. Pode-se notar as diferenças no número de folhas e área foliar.



Figura 3: Plantas do grupo B, fertilizadas com a maior dosagem de urina.



Figura 4: Plantas do grupo D, não-fertilizadas.

As análises do substrato após plantio da alface revelaram maior conteúdo de nitrogênio total, boro, zinco, manganês, fósforo, potássio e acidez potencial no substrato do grupo B (que recebeu a maior dosagem) comparado aos outros grupos. O teor de cálcio, magnésio, soma de bases e capacidade de troca catiônica a pH 7,0 foi maior no substrato do grupo A, e o maior teor de matéria orgânica foi no substrato do grupo D. O conteúdo de nitrogênio total nas amostras indicou que este foi praticamente proporcional à quantidade de urina aplicada ao substrato. A Tabela 2 descreve alguns dos resultados da análise de substrato para cada tratamento depois do cultivo.

Tabela 2 – Resultados da análise de substrato após cultivo da alface.

Parâmetros	Tratamento			
	A 12000 L/ha de urina pura	B 75000 L/ha de urina diluída	C 20000 L/ha de urina pura	D controle (não fertilizado)
pH	6,5	5,6	6,7	6,8
B(mg/dm ³)	0,3	0,4	0,3	0,3
Cu(mg/dm ³)	4,4	5,2	3,9	3,1
Fe(mg/dm ³)	19,3	20,0	21,4	19,9
Mn(mg/dm ³)	0,8	6,7	1,7	1,1
Zn(mg/dm ³)	1,9	2,3	1,9	1,6
P (mg/dm ³)	54,7	67,6	53,6	49,3
K (mmol/dm ³)	5,5	6,5	4,9	3,9
N Total (g/kg)	2,32	3,48	1,93	1,54
Ca(mmolc/dm ³)	79,8	61,4	77,2	69,3
Mg(mmol/dm ³)	27,1	22,1	23,4	20,9

Nos experimentos de ambas as espécies, o pH do substrato que recebeu maior volume de urina diminuiu e a condutividade elétrica aumentou, no entanto, estes foram efeitos temporários. Este efeito costuma ser temporário, porque quando o nitrato é absorvido pela raiz da planta, libera 2 íons de hidróxido no solo neutralizando a ação dos prótons (SCHONNING, 2001). É interessante notar, por exemplo, que a condutividade elétrica do grupo A do milho, que recebeu a maior dosagem de urina, aumentou muito, mas depois diminuiu com o passar do tempo.

CONCLUSÕES

Concluímos que a utilização de urina humana como fertilizante é uma alternativa viável a ser implantada sem maiores dificuldades, como vem sendo demonstrado até o momento em muitos países. O mictório seco requer manutenção simples e fácil e proporciona significativa economia de água.

Tanto no cultivo do milho quanto no cultivo da alface os grupos regados com a dosagem de urina se desenvolveram significativamente melhor do que o grupo controle regado só com água, e apresentaram maiores valores em todos os parâmetros biológicos medidos. Recomenda-se para cultivo do milho, as dosagens dos grupos A e B, porém esta última com resultados menos significativos. Para a espécie alface, além da dosagem utilizada no grupo B, é recomendada a dosagem utilizada no grupo C, que obteve também valores elevados nos parâmetros medidos e teve menor mortalidade.

Quanto aos efeitos da urina no solo verificamos que sua aplicação provoca diminuição do pH e aumento da condutividade elétrica. No entanto, isto não parece ter afetado o crescimento das plantas. Também foi possível notar maiores valores de nutrientes nos substratos da alface fertilizados com a maior dosagem de urina comparados ao grupo controle.

No cultivo da alface, o grupo que recebeu a maior dosagem apresentou elevada mortalidade, o que podemos supor que seja devido à elevada condutividade elétrica e à diminuição do pH do substrato, ou à toxicidade por micronutrientes, já que este grupo apresentou maiores valores de micronutrientes.

No Brasil e em muitos países ainda há falta de políticas que incentivem e estimulem o reaproveitamento das excretas como fertilizantes e a adoção de novas práticas de saneamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COELHO, A. M. et al. Cultivo do Milho. Fertilidade de solos -Nutrição e Adubação do Milho. In: Sistemas de Produção. Versão Eletrônica, 2ª edição, Dez.2006.
2. ECOSAN CLUB. Sustainable Sanitation Practice – Use of urine. Vienna: Medieninhaber, Herausgeber und Verleger, 2010.
3. GENSCHE, R.; MISO, A.; ITCHON, G. Urine as Liquid Fertilizer in Agricultural Production in the Philippines. A practical field guide. Cagayan de Oro City. Xavier University. 2011.
4. GUADARRAMA, R. O.; PICHARDO, N. A. e OLIVER, E. M. Urine and compost efficiency applied to lettuce cultivation under greenhouse conditions intemixco, Morelos, México. Morelos: EcoSanRes Programme. 2002.
5. INSTITUTO AGRONÔMICO (IAC). Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Horticultura. Alface. Boletim 200. 2005.
6. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2010.
7. MARQUES, P. A. A. et al. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. Hortic. Bras., Brasília, v. 21, n. 4, 2003.
8. MARRIEL I. E. et al. Morfologia radicular e eficiência de absorção de nitrogênio em genótipos de sorgo influenciados pelo suprimento de nitrogênio em substrato hidropônico. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais, 2000.
9. MORGAN, P. Successful demonstration activities in the use of toilet compost and urine as a source of nutrients for growing crops. Sustainable Sanitation Alliance, Harare, 2005.
10. MORGAN, P. Toilets That Make Compost - Low-cost, sanitary toilets that produce valuable compost for crops in an African context. Stockholm, Sweden: Stockholm Environment Institute, Ecosanres Programme, 2007.

11. MUNCH, E. V. Urban agriculture and fertiliser trials. Course 3, unit 2. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization -IHE* (Institute for Water Education) 2011.
12. OTTERPOHL, Ralph et al. Water The potential of nutrient reuse from a source-separated domestic wastewater system in Indonesia-case study: ecological sanitation pilot plant in Surabaya. *Water Science & Technology*, v.56, n.5, p.141-148, 2007.
13. ROSEMARIN, A. et al. Ecological Sanitation. 2ª edição. Estocolmo: Stockholm Environment Institute, p.147, 2004.
14. SCHONNING, C. Urine diversion - hygienic risks and microbial guidelines for reuse. In: HOGLUND, C.,2001: Evaluation of microbial health risks associated with reuse of source separated human urine, PhD thesis, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, 2001.
15. SEVERINO, L.S. et al. Método para determinação da área foliar da momoneira. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, v. 8, n.1, p. 753-762, 2004.
16. WATER SUPPLY AND SANITATION COLLABORATIVE COUNCIL (WSSCC). Vision 21: A shared vision for hygiene, sanitation and water supply and a framework for action. Research on how the composting process impacts greenhouse gas emissions and global warming. *Compost Science & Utilization* 10, p. 72-86, 2000.
17. WINBLAD, U. et al. Ecological Sanitation. Estocolmo, Suécia: Swedish International Development Cooperation Agency. Department for Natural Resources and the Environment, 1 ed., 1998.
18. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. *Water Sanitation and Health*. 2006.
19. ZANCHETA, Priscilla G. Recuperação e Tratamento da Urina Humana para Uso Agrícola. Vitória, 2007. 83 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental -Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo, 2007.