

RAFAEL GUSTAVO FARIA PEREIRA

**ESTÍMULO DA URINA DE VACA SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES
E O CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE ALFACE E DE TOMATE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2016

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

P436e
2016
Pereira, Rafael Gustavo Faria, 1987-
Estímulo da urina de vaca sobre a germinação de
sementes e o crescimento de plântulas de alface e de tomate
/ Rafael Gustavo Faria Pereira. - Viçosa, MG, 2016.
vii, 55f. : il. ; 29 cm.

Orientador : Mário Puiatti.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Alface - Adubos e fertilizantes. 2. Tomate - Adubos e
fertilizantes. 3. Resíduos orgânicos como fertilizantes.
4. Agroecologia. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação
em Fitotecnia. II. Título.

CDD. 22 ed. 635.0452

RAFAEL GUSTAVO FARIA PEREIRA

**ESTÍMULO DA URINA DE VACA SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES
E O CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE ALFACE E DE TOMATE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

APROVADA: 21 de junho de 2016.

Eduardo Fontes Araújo

Maira Christina Marques Fonseca

Maurício Dutra Costa
(Coorientador)

Mário Puiatti
(Orientador)

À minha família, em especial aos meus pais
Rosilda e Jair (sempre presente), aos meus
irmãos Camila e Jair Júnior, pelo apoio e força.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e aos espíritos companheiros que iluminaram-me e intuíram-me durante a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial, ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realizar este trabalho. Aos amigos e funcionários do Departamento de fitotecnia da UFV, que muito me ajudaram nesse período.

Ao professor Mário Puiatti pelos ensinamentos, pela confiança, pela disponibilidade, pela compreensão e pela paciência.

Aos professores Paulo Roberto Cecon, Eduardo Fontes Araújo, Maurício Dutra Costa e a Pesquisadora Maira Chistina Marques Fonseca, pela disponibilidade e pelas sugestões.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À minha mãe Rosilda, pelo eterno amor e pela dedicação plena à minha formação, ao meu pai Jair (sempre presente) pelo exemplo de vida. Aos meus irmãos, Camila, Jair Júnior e familiares, que sempre me apoiaram.

Aos grandes parceiro (a)s e amigo (a)s Rafael, Teresa, Christiane, Leonardo, Simone, Maysa, Sérgio, Isabela, além de outros, pelos momentos de força, ajudando-me com os experimentos, análises, correções etc.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

RAFAEL GUSTAVO FARIA PEREIRA, filho de Jair José Pereira (sempre presente) e de Rosilda Vanda de Faria Pereira, nasceu em 21 de setembro de 1987, em Araxá-MG.

Em 27 de setembro de 2013, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Em janeiro de 2014, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em nível de Mestrado, defendendo a dissertação em de junho de 2016.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1.0. INTRODUÇÃO	1
2.0. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.0. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Análise da composição química e hormonal da urina de vaca	11
3.1.1. Composição química	12
3.1.2. Composição hormonal.....	12
3.2. Experimento 1: Efeito da urina de vaca sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas alface	14
3.3. Experimento 2: Efeito da urina de vaca sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de tomate	19
4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Análise da composição química e hormonal da urina de vaca.....	24
4.1.1. Composição química	24
4.1.2. Composição hormonal.....	27
4.2. Experimento 1: Efeito da urina de vaca sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de alface	29
4.3. Experimento 2: Efeito da urina vaca sobre a germinação de sementes e o crescimento das plântulas de tomate.....	39
5.0. CONCLUSÕES.....	50
6.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

RESUMO

PEREIRA, Rafael Gustavo Faria, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2016. **Estímulo da urina de vaca sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de alface e de tomate.** Orientador: Mário Puiatti. Coorientadores: Paulo Roberto Cecon e Maurício Dutra Costa.

A utilização de resíduos orgânicos é prática importante em sistemas de cultivo orgânico e agroecológico. A urina de vaca vem sendo utilizada por agricultores familiares como insumo alternativo, visando ao fornecimento de nutrientes para as plantas, bem como a proteção dessas contra pragas e doenças. Além de proporcionar benefícios às plantas, o uso da urina de vaca se enquadra nos princípios da produção orgânica e agroecológica por reduzir a dependência de insumos externos. Objetivou-se avaliar a presença de nutrientes e de fitohormônios na urina de vaca, bem como o seu efeito sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de alface e de tomate. Além da análise da composição da urina, foram conduzidos dois experimentos para avaliar a germinação de sementes e emergência de plântulas de alface ‘Regina’ e de tomate ‘Santa Clara’. Em ambos os experimentos, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram das concentrações da solução de urina de vaca diluída em água a 0,0; 0,10; 0,25; 0,50; 0,75; 1,0 e 5,0 %. Os dados de germinação e emergência obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão. A urina de vaca apresenta em sua composição, além de macro e micronutrientes, os fitohormônios auxina (AIA) e giberlinas (GA₃). Soluções de urina de vaca interferiram na germinação e emergência das plântulas. Soluções em concentrações de até 0,34% para alface, e de até 1% para tomate, favoreceram a germinação e o crescimento da parte aérea das plântulas, sendo que a concentração de 5% prejudicou todas as características avaliadas. As respostas obtidas podem ser devido a presença dos fitohormônios auxina (AIA) e giberelinas (GA₃), além de macro e micronutrientes, em especial, potássio e sódio. A urina de vaca apresenta potencial para ser utilizada como insumo alternativo na agricultura orgânica e agroecológica.

ABSTRACT

PEREIRA, Rafael Gustavo Faria, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2016. **Cow urine stimulus on the germination and the growth of lettuce and tomato seedling.** Adviser: Mario Puiatti. Co-advisers: Paulo Roberto Cecon and Maurício Dutra Costa.

The use of organic waste is an important practice in organic and agroecological farming systems. In this sense, the cow urine has been used by farmers as an alternative input targeting the supply of nutrients to the plants and their protection against pests and diseases. In addition to providing benefits to plants, the use of cow urine fits on the principles of organic and agroecological production to reduce dependence on external inputs. This study aimed to evaluate the presence of nutrients and hormones in cow urine, as well as its effect on seeds germination and the seedling growth of lettuce and tomato. In addition to analyzing of the composition of the urine, two experiments were conducted to evaluate the germination of seeds and emergence of lettuce 'Regina' and tomato 'Santa Clara' seedlings. In both experiments, the experimental design was completely randomized, with seven treatments and four replications. The treatments were the concentrations of the solution of cow urine diluted in water at 0.0; 0.10; 0.25; 0.50; 0.75; 1.0 and 5.0%. The germination and emergence data were submitted to variance and regression analysis. The cow urine has in its composition, as well as macro and micronutrients, the auxins hormones (AIA) and gibberellins (GA3). Cow urine solutions interfered in germination and emergence of lettuce seedlings. Solutions at concentrations up to 0.34% for lettuce and up to 1% for tomatoes, stimulated germination and shoot growth of seedlings; solutions at the 5% concentration detracted all characteristics evaluated. The responses obtained may be due to the presence of auxins (AIA) and gibberellins (GA3) hormones, besides macro and micronutrients, especially potassium and sodium. The cow urine has potential to be used as an alternative input in organic and agroecological agriculture.

1.0. INTRODUÇÃO

A modernização da agricultura no Brasil teve início nas décadas de 60 e 70 com a instalação do pacote tecnológico da chamada “Revolução Verde”. Essa tinha por objetivo suprir a demanda crescente por alimentos, necessária para atender ao crescimento da população. Com tais inovações houve incremento no desenvolvimento agrícola na década de 1990, transformando o país em um dos recordistas de produção e de exportação, sobretudo de grãos.

No entanto, depois de mais de cinco décadas, a promessa de prosperidade não se concretizou por completo, uma vez que tais transformações vêm apresentando sérios riscos para a sustentabilidade da agricultura. A redução da biodiversidade dos agrossistemas, devido aos monocultivos, levou ao uso intensivo de agrotóxicos e de fertilizantes minerais, o que tem ocasionado impactos ambientais, econômicos, sociais e culturais levando à necessidade do desenvolvimento de estratégias para contornar esses problemas.

Desde a última década há crescente conscientização da sociedade quanto às relações da agricultura com o ambiente, os recursos naturais e a qualidade dos alimentos. Isso tem despertado o interesse de alguns técnicos, pesquisadores e agricultores por sistemas de produção alternativos, que utilizem melhor os recursos naturais e que proporcionem autonomia de produção e aumento da rentabilidade.

Nessa perspectiva, a agroecologia e a produção orgânica têm buscado estabelecer novas estratégias de desenvolvimento rural, buscando relação de parceria com a natureza a partir da diversificação dos agrossistemas, conservação do solo e dos cursos d’água, além do controle de pragas e doenças por meio de métodos alternativos e

o uso de resíduos agrícolas. Tais estratégias tem como objetivo suprir as necessidades da população por alimentos saudáveis, garantindo sua segurança alimentar e nutricional, e a sustentabilidade do agrossistema.

Nesse contexto, a utilização de resíduos agropecuários, como a urina de vaca, torna-se ferramenta interessante visto que sua utilização pode contribuir para a fertilização dos solos e para o controle de pragas e de doenças de forma sustentável, assegurando a atividade agrícola a curto e a longo prazo.

A urina de vaca figura como importante e potencial resíduo agropecuário que há muito vem sendo utilizada por agricultores familiares como insumo alternativo no fornecimento de nutrientes para as plantas e também no controle de pragas e de doenças. Além de ser um insumo praticamente de custo zero e de proporcionar benefícios às plantas, a urina de vaca contribui para a redução da dependência de insumos externos e para o estabelecimento de agrossistemas mais sustentáveis.

Embora, o uso da urina de vaca seja uma prática corriqueira entre os agricultores familiares, há carência de informações técnicas sobre a sua composição química e o seu efeito na germinação das sementes e no crescimento de plântulas. Respostas positivas relacionadas ao seu papel no desenvolvimento das plantas podem fortalecer o uso de métodos alternativos na produção orgânica e agroecológica, reforçando ainda mais os benefícios de sua aplicação.

Diante do exposto, a presente pesquisa teve por objetivo analisar a composição química da urina de vaca e avaliar o seu efeito sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de alface (Lactuca sativa) e de tomate (Solanum lycopersicum).

2.0. REVISÃO DE LITERATURA

A agricultura passou por intensas transformações ao longo do tempo, especialmente no último século, com o objetivo de garantir a produção de alimentos com a finalidade de suprir as necessidades das populações crescentes.

A partir das transformações desencadeadas pela “Revolução Verde”, houve a disseminação de novas tecnologias e de sistemas de cultivos. Dentre essas, o uso intensivo de fertilizantes minerais, de plantas “geneticamente melhoradas”, de defensivos agrícolas e da mecanização em grande parte das etapas do cultivo. Essas transformações induziram ao abandono de determinadas técnicas agrícolas e do conhecimento popular e tradicional camponês, tais como a preservação, conservação e ampliação da biodiversidade, a diversificação vegetal e animal, o uso de sistemas agrícolas rotacionados e a utilização de sementes “crioulas”. Tais transformações culminaram com a simplificação do agrossistema como um todo, tornando-o mais frágil e vulnerável (Gliessman, 2001).

A necessidade de resgatar o saber camponês, e as técnicas agrícolas capazes de recompor o agrossistema, é de extrema importância frente aos problemas desencadeados pelo modelo agrícola vigente. Problemas tais como a contaminação da flora, da fauna e do solo pelo uso intensivo de agrotóxicos; a perda do patrimônio genético, levando a baixa diversidade vegetal; os monocultivos que desencadeiam graves consequências sociais, ambientais e econômicas mostram que o modelo de agricultura vigente já não é mais sustentável. Uma alternativa a esse modelo é a agroecologia e a agricultura orgânica, as quais promovem a sustentabilidade por meio de manejo integrado do agrossistema (Gliessman, 2001).

A agricultura orgânica e agroecológica empenha-se na otimização do potencial do agrossistema local, dedicando-se a buscar meios e práticas sustentáveis do ponto de vista econômico, social, cultural e ambiental. Nessa perspectiva, aspectos como a valorização da diversificação vegetal e animal na propriedade, conservação do solo e dos cursos d'água, o controle de pragas e de doenças por meio de métodos alternativos e o uso de resíduos agrícolas visando à ciclagem e, ou reutilização de materiais, fontes de nutrientes dentro da propriedade são fatores imprescindíveis para seu estabelecimento (Altieri, 1998).

Entre os agricultores orgânicos e agroecológicos, é comum a utilização de resíduos agrícolas para o fornecimento de nutrientes às plantas por meio da ciclagem desses resíduos, que promovem aumentos na produtividade e qualidade das plantas cultivadas. O uso de resíduos agrícolas é uma alternativa importante que garante a autonomia aos agricultores e está dentro dos princípios básicos para produção orgânica e agroecológica (Altieri, 1998). Portanto, é fundamental conhecer e identificar os potenciais a respeito desses resíduos, uma vez que, presentes nas propriedades rurais, podem contribuir para o manejo de alcance de agrossistemas com dependência mínima de insumos agroquímicos e energéticos externos (Abreu Junior et al., 2005).

A urina de vaca é utilizada pelos agricultores como fertilizante e no controle de pragas e doenças, por ser rica em elementos minerais e outras substâncias importantes para a promoção do crescimento de plantas e também como repelente de pragas e patógenos (Pesagro-Rio, 2002). O Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-ZM), por meio do projeto Ater-Agroecologia, está efetuando a caracterização de aproximadamente, 600 propriedades em 15 municípios da Zona da Mata mineira. De acordo com os técnicos envolvidos, é expressivo o número de famílias de agricultores que utilizam a urina de vaca, seja de forma direta para controle de pragas e doenças e,

ou nutrição de plantas, ou indireta, como ingrediente ativo na produção de biofertilizantes.

A urina de vaca é um subproduto da atividade pecuária leiteira e seu uso não oferece riscos à saúde dos agricultores e consumidores (Pesagro-Rio, 2002). Além disso, não apresenta custos para o agricultor, pois se dá pelo aproveitamento de resíduos oriundos da propriedade, está pronta para o uso e pode ser utilizada em quase todas as culturas. É um resíduo com potencial de uso, principalmente em regiões em que a agricultura familiar é predominante, já que essa categoria, normalmente, integra a produção animal e vegetal, facilitando a obtenção da urina. Nesse contexto, a utilização da urina de vaca, aliada a outros métodos, pode contribuir para incrementar a produção orgânica e agroecológica, haja vista a necessidade de se desenvolver e aplicar defensivos e fertilizantes capazes de minimizar o uso de insumos industrializados.

As primeiras evidências, quanto ao uso de urina de vaca como insumo alternativo em agrossistemas, são de estudos desenvolvidos na Nova Zelândia, onde utilizou-se esse resíduo como fonte de nutrientes para pastagens, e relatou-se efeitos positivos, principalmente como fonte de potássio e nitrogênio (During & Mc Naught, 1962). De acordo com Gadelha et al. (2003), tem-se evidenciado que a urina de vaca aplicada em vegetais tem excelente potencial, principalmente como fertilizante.

Dentre as pesquisas mais recentes sobre o uso da urina de vaca, os principais trabalhos contemplam, principalmente, o grupo das olerícolas, além de fruteiras, como o abacaxizeiro. Os benefícios da aplicação às culturas olerícolas têm sido obtidos com relativo sucesso nas culturas da alface, quiabo, jiló, berinjela, beterraba, tomate, pimentão, pepino e feijão-vagem (Gadelha et al., 2002; 2003; Pesagro-Rio, 2002; Oliveira et al., 2009; 2010; 2013; Cardoso et al., 2009).

Trabalhos realizados recentemente com a aplicação de solução de urina de vaca diluída em água, demonstram que esse material supriu adequadamente as necessidades nutricionais das culturas, proporcionando melhorias no enraizamento em mandioquinha salsa, crescimento das plantas de alface e na frutificação da abobrinha (Oliveira et al., 2006; 2010; 2013).

Em cultivos de alface, Gadelha et al. (2003) verificaram acréscimo de 18,8 % na massa de matéria fresca das plantas em relação à testemunha, com a aplicação de 20 mL por planta de solução de urina de vaca na concentração de 0,75%. Oliveira et al. (2010) observaram que a aplicação de urina de vaca em cultivos da alface, a partir de diluições em água, foi positiva quanto ao estado nutricional e produtivo da cultura. Nesse trabalho, a massa da matéria seca da cabeça teve incremento às concentrações de até 1,25%, com aumentos de 25,9% e de 35,4% nas aplicações via foliar e solo, respectivamente. A maior produtividade de cabeça foi obtida com concentrações de 1,25% (17,0 t/ ha) aplicada via foliar e de 1,01% (14,9 t/ha) aplicada via solo correspondendo, respectivamente, a aumentos em produtividade de 28,1% e de 47,3%, comparados à testemunha. Resultados semelhantes foram obtidos nas características avaliadas com as culturas da beterraba e pimentão (Oliveira et al., 2012; Oliveira et al., 2003).

O efeito da urina de vaca sobre o crescimento e a produção de abobrinha, e como indutor de enraizamento de mudas de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ também foram observados. Em abobrinha, a aplicação foliar da solução de urina de vaca promoveu o crescimento das plantas, favorecendo a produção de frutos, com melhores resultados na concentração de 5% (Oliveira et al., 2013). A imersão de mudas de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em solução de urina de vaca recém-coletada (0 dias de armazenamento) influenciou significativamente o número de folhas, a área

foliar e a massa de matéria seca do limbo, caule e raízes (Oliveira et al., 2006), levando os autores à concluir que a urina de vaca possui algum fator capaz de estimular o enraizamento e crescimento das mudas de mandioquinha-salsa. Contudo, na cultura do alho, não houve o mesmo efeito, sendo que a imersão dos bulbilhos em solução de urina de vaca antes do plantio não apresentou qualquer benefício quanto ao crescimento e à produção da cultura (Silva et al., 2012).

A análise da urina de vaca em lactação, realizada por Oliveira et al. (2010) apresentou a seguinte composição (em mg L⁻¹): N = 12.600; P = 97,8; K = 2.666; Ca = 5; Mg = 330; S = 45; Fe = 4; Mn = 4; Cu = 2; Zn = 8; B = 110; Na = 2.000; Co = 6; Mo = 9; Al = 2.900; Cl = 1700 e densidade = 1 g mL⁻¹. De acordo com os autores, embora tenha apresentado teores relativamente elevados, sobretudo dos nutrientes N e K, a concentração e o volume utilizado nas pulverizações com soluções de urina de vaca foram muito baixos, razões pelas quais levaram os autores a suporem que o efeito estimulador da urina de vaca no crescimento das plantas não se dá exclusivamente pelo fornecimento de nutrientes (Oliveira et al., 2010).

A partir dessas evidências, acredita-se que as respostas das plantas à aplicação da urina de vaca também estão relacionadas à presença de substâncias fenólicas (catecol) e hormonais (auxina), que podem estimular o crescimento e desenvolvimento das plantas (Pesagro-Rio, 2002). Todavia essa suposição carece ainda de comprovações científicas quanto à presença e concentrações destas substâncias. Portanto, a possibilidade de que haja efeito de promotores de crescimento (hormônios vegetais) é uma hipótese que ainda necessita de investigação.

Uma das hortaliças mais beneficiadas com a utilização da urina de vaca é a alface (*Lactuca sativa* L.), em que alguns estudos mostram o efeito da urina de vaca sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas. A alface pertencente à família

Asteraceae, é originada da região do Mediterrâneo e foi introduzida nas Américas por colonizadores; no Brasil, isso ocorreu por meio dos portugueses em 1650 (Ryder, 2002).

A alface é a hortaliça folhosa de maior importância econômica e está entre a mais consumida no Brasil e no mundo, sobressaindo-se, dessa forma, devido à certa facilidade de aquisição e produção durante todo o ano (Gomes et al., 2008; Sala & Costa, 2012). Destaca-se também por ser uma hortaliça com potencial nutricional, sendo fonte de vitaminas e sais minerais (Santi et al., 2010), rica em folato, com boa quantidade de betacaroteno, vitamina C, potássio e compostos fitoquímicos, como os flavonoides e lactucin (Chitarra & Chitarra, 2005).

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), é uma das olerícolas mais cultivadas em todo mundo, produzida em diferentes latitudes geográficas, no campo ou em cultivo protegido, sob diferentes níveis tecnológicos. Pertence à família Solanaceae, que contém cerca de 1.500 espécies tropicais e subtropicais, originárias da América Central e do Sul (Monteiro et al., 2008).

Os frutos do tomateiro (tomate) apresentam elevado valor nutritivo; são ricos em minerais como ferro e fósforo, e apresentam elevadas quantidades de vitaminas B e C, aminoácidos essenciais e açúcares. A ampla aceitação do tomate em todo mundo deve-se à sua versatilidade de utilização, seja consumido fresco, em saladas, cozido, em molhos ou pratos diversos. Além disso, é considerado um alimento funcional, capaz de prevenir algumas doenças degenerativas, devido às propriedades antioxidantes do licopeno, um pigmento carotenóide que está associado à prevenção de doenças oncológicas e cardiovasculares (Carvalho et al., 2006).

Devido à sua importância para a alimentação humana, o valor de cultivo e a versatilidade do uso alimentar, o tomate tornou-se uma das hortaliças mais importantes

tanto em termos de área cultivada quanto em volume produzido. Em 2015, a produção brasileira foi superior a 3,6 milhões de toneladas em área colhida de 57,3 mil hectares, fazendo do Brasil o nono no ranking entre os principais países produtores da hortaliça (Agrianual, 2016).

A alface e o tomate são culturas comumente exploradas por agricultores familiares e seus cultivos tem contribuído substancialmente para incrementos da renda, o que lhes conferem grande importância econômica e social (Villas Bôas et al., 2004). De acordo com o Censo Agropecuário (2006), a agricultura familiar é responsável por garantir boa parte da segurança alimentar do país, fornecendo até 60% dos alimentos para o mercado interno. Dentre as culturas alimentícias, estão incluídas as hortaliças que provêm grande parte da produção local feita por agricultores familiares. Diante da relevância da agricultura familiar relacionada ao fornecimento de alimentos e seu potencial de conservação dos recursos naturais, é indispensável estratégias para seu fortalecimento e afirmação do desenvolvimento rural sustentável.

Geralmente, a alface e, sobretudo o tomate, são cultivados em sistema convencional, onde empregam-se insumos químicos de modo intensivo. Tal prática tem desencadeado uma série de efeitos indesejáveis, a começar pela contaminação do agrossistema, riscos de contaminação dos agricultores, depreciação da qualidade dos produtos e, conseqüente, comprometimento da saúde dos consumidores e dos produtores. Desse modo, as produções orgânica e agroecológica surgiram como alternativa à convencional, e ações como a implementação de políticas públicas, como a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – PNAPO, vêm colaborando em ações capazes de orientar o desenvolvimento rural sustentável, assegurando a preservação dos recursos naturais e a segurança alimentar e nutricional (Brasil, 2012).

Nesse contexto, a utilização de urina de vaca é ferramenta/tecnologia potencial para a contribuição no desenvolvimento e avanços na produção orgânica e agroecológica de hortaliças, já que suas características estão dentro dos princípios desses modelos de agricultura: redução da dependência de insumos externos, promoção da autonomia dos agricultores e manutenção da sustentabilidade do agrossistema, dentre outros.

Apesar da utilização da urina de vaca ser uma prática comum entre os agricultores, seu uso requer maior aprofundamento científico, para compreensão dos seus efeitos como consequência de possíveis substâncias presentes, como hormônios que, supostamente, podem ser responsáveis pelos efeitos estimuladores do crescimento das plantas.

Em razão do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a presença de fitohormônios na urina de vaca e seu efeito sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de alface e tomate.

3.0. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Viçosa – UFV, em Viçosa (MG), no período de março a novembro de 2015, envolvendo laboratórios dos Departamentos de Fitotecnia, Microbiologia do Solo e de Zootecnia. Foram realizadas análises da composição química e hormonal da urina de vaca e conduzidos dois experimentos para avaliar o efeito de soluções de urina de vaca sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de alface e tomate.

3.1. Análise da composição química e hormonal da urina de vaca

a) Coleta da urina de vaca

A urina utilizada nos experimentos foi coletada em um plantel conhecido de vacas em lactação, nas dependências da Universidade Federal de Viçosa – UFV, tendo a coleta sido realizada durante a ordenha da manhã em um único dia, em setembro de 2014. A urina coletada foi armazenada em bombona plástica, mantida fechada com tampa de rosca, e armazenada ao abrigo da luz, em galpão, por um período de oito semanas antes da realização das análises química e hormonal (“urina armazenada”). A temperatura média nesse ambiente ficou por volta de 22°C, com média das máximas e mínimas do ar, no período, variando de 29 a 14°C. Também, no mesmo dia das análises, foi coletada amostra de urina do mesmo plantel de vacas em lactação, nas dependências da Universidade Federal de Viçosa – UFV (“urina fresca”).

b) Local de realização

As análises da composição química das urinas de vaca, “fresca” e “armazenada”, quanto às formas nitrogenadas, foram realizadas, no Laboratório de Nutrição Animal do

Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Nutrição Mineral do Departamento de Fitotecnia, ambos da Universidade Federal de Viçosa – UFV, campus Viçosa, MG.

As análises dos fitohormônios auxina e giberelinas nas urinas “fresca” e “armazenada”, foram realizadas no Laboratório de Ecologia Microbiana do Departamento de Microbiologia do Solo da Universidade Federal de Viçosa – UFV, em Viçosa (MG).

3.1.1. Composição química

Foram avaliadas amostras da urina de vaca coletada no mesmo dia (“urina fresca”) e da urina após oito semanas armazenada (“urina armazenada”). A quantificação dos teores das formas de N foi realizada conforme Detmann et al. (2012) pelos seguintes métodos: N-total - foi determinado pelo método Kjeldalh (INCT-CA N-001/1); N-amoniaco determinado pela reação colorimétrica catalisada por indofenol (INCT-CA N-006/1); N-ureico - determinado pelo método enzimático-colorimétrico em auto-analyzer. A do P por fotometria de emissão de chama (Braga & Defelipo, 1974); K - por fotometria de emissão de chama; S - quantificação por calorimetria e demais elementos (Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Cu, Zn, Na, Al, Cr, Ni e Cd) - por espectrofotometria de absorção atômica (Blanchar et al., 1965).

3.1.2. Composição hormonal

As análises para determinar e quantificar a possível presença de substâncias estimuladoras do crescimento de plantas (auxina e giberelinas) na urina de vaca, foram realizadas no Laboratório de Ecologia Microbiana do Departamento de Microbiologia do Solo/UFV.

Foram analisadas duas amostras de urina de vaca: uma recém-coletada (“urina fresca”) e outra armazenada após 8 semanas (“urina armazenada”), sendo essa última a que foi utilizada nos experimentos 1 e 2, a serem descritos a frente.

A auxina avaliada foi do tipo ácido indol-acético – AIA – mediante o método colorimétrico de Gordon e Weber (1951) a partir do reagente de Salkowsky. A opção pelo reagente de Salkowsky é em razão desse ter sido amplamente utilizado para estabelecer a importância dos grupamentos indol em solução de tecidos vegetais e culturas microbianas, entre outros. Esta metodologia colorimétrica baseia-se na oxidação das moléculas de indol por meio do ácido perclórico, gerando uma gama de cores rosas, supondo a presença de compostos auxínicos (Glickmann & Desaux, 1995).

Para detecção das giberelinas, utilizou-se o método colorimétrico descrito por Atzhorm et al. (1988) a partir do reagente de Folling-Wo (ácido fosfomolibdico). A reação colorimétrica a partir do ácido fosfomolibdico, também conhecido como reagente Folling-Wo, é um método para a detecção de giberelinas baseado na reação de redução do ácido molibdico com o ácido giberélico em solução, agindo em diferentes pHs. A reação de redução do ácido molibdico produz uma mudança da cor do reagente para azul, mostrando a presença de giberelinas na solução (Graham & Henderson, 1960).

3.2. Experimento 1: Efeito da urina de vaca sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas alface

Os testes de germinação de sementes e emergência de plântulas de alface foram conduzidos entre os meses de julho a agosto de 2015, no Laboratório de Progenies de Hortaliças do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV.

O experimento foi constituído de sete tratamentos referentes às soluções de urina de vaca armazenada após 8 semanas (“urina armazenada”), diluída em água destilada nas concentrações de 0,0; 0,10; 0,25; 0,50; 0,75; 1,0 e 5,0 %. A solução na concentração de 0% (testemunha) correspondeu à aplicação apenas de água destilada. Foram utilizadas sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), cultivar Regina (<http://agristar.com.br/topseed/>) com porcentagem de germinação de 99% e pureza de 99,9%. As sementes foram avaliadas pelos testes de germinação e emergência.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com sete tratamentos e quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída de uma caixa Gerbox® contendo 50 sementes cada.

a) Teste de germinação:

Caracterização e condução do teste:

Para o teste de germinação, 50 sementes foram colocadas em fileiras, dentro de caixas do tipo Gerbox®, sobre papel Germitest® umedecido com 4,5 mL das respectivas soluções de urina de vaca nas concentrações trabalhadas. A quantidade de solução foi determinada a partir do peso do papel e com a quantidade de solução equivalente a 2,5 vezes ao seu peso, conforme Brasil (2009). As caixas Gerbox® foram

mantidas tampadas, em câmara de germinação tipo B.O.D, a temperatura de 20°C com fotoperíodo de 8 horas (luz) e 16 horas (escuro), durante sete dias.

Avaliação da germinação:

As avaliações de germinação foram feitas aos 4 e 7 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem. Consideraram-se para tal as plântulas normais (PN %), ou seja, aquelas que atingiram comprimento no mínimo de 1,0 cm e que apresentavam todas as estruturas essenciais completas e íntegras. Determinou-se também o número de plântulas anormais (PA %), ou seja, aquelas que não mostraram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, mesmo crescendo em condições favoráveis, e de sementes não germinadas (NG %), de acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Primeira contagem de germinação:

Este teste foi realizado conjuntamente com o teste de germinação, sendo a contagem realizada no quarto dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009);

Índice de velocidade de germinação (IVG):

Foi conduzido em conjunto com o teste de germinação, anotando-se, diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentavam a curvatura do hipocótilo visível. Ao final, com os dados diários do número de plântulas germinadas, calculou-se o índice de velocidade de germinação, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn), \text{ em que:}$$

IVG = índice de velocidade de germinação;

Onde:

G = número de plântulas normais computado na 1^a, 2^a... enésima contagem;

N = número de dias da semeadura à 1^a, 2^a... enésima avaliação.

Peso da matéria fresca e seca as plântulas normais:

Aos sete dias após instalação do teste, as plântulas normais foram pesadas para obtenção do peso de matéria fresca (PMF); em seguida, foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a temperatura de 65°C por 48h, sendo, posteriormente, determinado o peso de matéria seca (PMS);

Comprimento de parte aérea:

Aos sete dias após instalação do teste, foi determinado o comprimento da parte aérea de 25 plântulas normais, escolhidas aleatoriamente, com o auxílio de uma régua, sendo os valores expressos em centímetros (cm).

b) Teste de emergência:

Caracterização e condução do teste:

No teste de emergência, as sementes de alface, cultivar Regina, foram colocadas em caixas tipo Gerbox®, preenchidas com areia autoclavada (300 g/caixa), sendo semeadas a profundidade de 1 cm. Foram colocados, inicialmente, 60 mL/caixa Gerbox® das respectivas soluções de urina de vaca nas concentrações trabalhadas; esse valor foi suficiente para alcançar cerca de 80 % da capacidade de campo. Na determinação da capacidade de campo foram utilizadas duas amostras de 100 g de areia; essas foram saturadas com quantidade de água previamente determinada, calculando-se o volume de água não percolado (retido no substrato) após 15 minutos.

Após a semeadura, as caixas Gerbox® foram dispostas sobre a bancada do laboratório, em temperatura média de 25°C, onde foram monitoradas diariamente. As caixas foram mantidas tampadas até início da emergência das plântulas; quando essas começaram a tocar as tampas, essas foram destampadas e passou-se a fazer leves borrifados com água destilada uma vez ao dia.

Teste de emergência de plântulas:

Foi realizado em bancada de laboratório. Semearam-se, a 1,0 cm de profundidade, em caixa Gerbox® preenchidas com areia lavada e esterilizada, quatro repetições de 50 sementes. A areia foi umedecida uma vez ao dia, realizando-se, no 7º dia, a contagem de plântulas normais (PN) e anormais (PA) emergidas e das sementes não germinadas (NG). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência (IVE):

Foi conduzido em conjunto com o teste de emergência, anotando-se, diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentavam a curvatura do hipocótilo visível. Ao final dos sete dias, com os dados diários do número de plântulas emergidas, calculou-se o índice de velocidade de emergência, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = (E1/N1) + (E2/N2) + \dots + (En/Nn), \text{ em que:}$$

IVE = índice de velocidade de emergência;

Onde:

E = número de plântulas normais computado na 1ª, 2ª... enésima contagem;

N = número de dias da semeadura à 1ª, 2ª... enésima avaliação.

Peso da matéria fresca e seca das plântulas normais:

As plântulas normais foram pesadas no final do experimento, no sétimo dia, para obtenção do peso de matéria fresca (PMF); após, foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a temperatura de 65°C por 48h, sendo posteriormente determinado o peso de matéria seca (PMS);

Comprimento de parte aérea:

No teste de emergência, após o sétimo dia, o comprimento da parte aérea das plântulas normais foi determinado com o auxílio de paquímetro, e os valores expressos em centímetros (cm).

Após avaliar o comprimento da parte aérea, as plântulas foram agrupadas em nove classes (C1, C2 ... C9), de acordo com os seguintes comprimentos: C1 = plântulas >1,0 e < 1,5 cm; C2 = 1,6 a 2 cm; C3 = 2,1 a 2,5 cm; C4 = 2,6 a 3,0 cm; C5 = 3,1 a 3,5 cm; C6 = 3,6 a 4,0 cm; C7 = 4,1 a 4,5 cm; C8 = 4,6 a 5,0 cm e C9 = > 5,0 cm.

d) Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão. Na análise de regressão, optou-se por trabalhar com seis concentrações das soluções de urina de vaca, excluindo-se a concentração de 5%, em razão da dificuldade de ajuste das equações quando da inclusão dessa concentração. Os modelos escolhidos foram com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste de t, adotando-se nível de 1, 5 e 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R^2/r^2) e no fenômeno biológico em estudo. As médias de cada tratamento foram comparadas com a testemunha, utilizando-se o teste de Dunnett a 10% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas – versão 9.0).

3.3. Experimento 2: Efeito da urina de vaca sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de tomate

Os testes de germinação e emergência com sementes de tomate foram conduzidos entre os meses de agosto a setembro de 2015, no Laboratório de Progenies de Hortaliças do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV.

O experimento foi constituído de sete tratamentos referentes às soluções de urina de vaca armazenada após 8 semanas (“urina armazenada”), diluída em água destilada diluída em água destilada nas concentrações de 0,0; 0,10; 0,25; 0,50; 0,75; 1,0 e 5,0 %. A concentração de 0% (testemunha) correspondeu apenas à aplicação de água destilada. Foram utilizadas sementes de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), cultivar Santa Clara (<http://agristar.com.br/topseed/>), porcentagem de germinação de 85 % e pureza de 99 %. As sementes foram avaliadas pelos testes de germinação e emergência.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com sete tratamentos e quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída de uma caixa Gerbox® contendo 50 sementes cada.

a) Teste de germinação:

Características e condução do teste:

Na realização do teste de germinação, as 50 sementes foram colocadas em caixa do tipo Gerbox® em papel Germitest® umedecido com 4,5 mL das soluções de urina de vaca nas concentrações trabalhadas. O volume de solução foi determinado com base na quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel Germitest® (Brasil, 2009). O experimento foi conduzido em câmara tipo B.O.D no laboratório de Progenie de

Hortaliças (DFT/UFV). As caixas Gerbox® foram mantidas tampadas, à temperatura de 25 °C, sem luz, por 14 dias.

Teste de germinação:

As avaliações foram realizadas no 5º e 14º dia após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem de germinação. Nessas avaliações foram consideradas como tal as plântulas normais (PN%), ou seja, aquelas que atingiram comprimento total no mínimo de 1,0 cm e que apresentaram todas as estruturas essenciais completas e íntegras. Determinaram-se também o número de plântulas anormais (PAN%), ou seja, aquelas que não mostraram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, mesmo crescendo em condições favoráveis, e de sementes não germinadas (NG%). Todos os procedimentos seguiram as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Primeira contagem de germinação:

Este foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, sendo a contagem realizada no quinto dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

Índice de velocidade de germinação:

Foi conduzido em conjunto com o teste de germinação, anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentaram a curvatura do hipocótilo visível. Ao final, de posse dos dados diários do número de plântulas germinadas, calculou-se o índice de velocidade de germinação, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn), \text{ em que:}$$

IVG = índice de velocidade de germinação; e

Onde:

G= número de plântulas normais computado na 1^a, 2^a... enésima contagem;

N = número de dias da sementeira à 1^a, 2^a... enésima avaliação.

Peso da matéria fresca e seca as plântulas normais:

Aos quatorze dias após instalação do teste, as plântulas normais foram pesadas, para obtenção do peso de matéria fresca (PMF); após, foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a temperatura de 65°C por 48h, sendo posteriormente determinado o peso de matéria seca (PMS);

Comprimento de parte aérea:

No teste de germinação, foi determinado no final do experimento, após o décimo quarto dia, o comprimento da parte aérea das plântulas normais, com o auxílio de paquímetro digital. Após avaliar o comprimento da parte aérea, as plântulas foram agrupadas em sete classes (C1, C2 ... C7), de acordo com os seguintes comprimentos: C1 = plântulas < 1,5 cm; C2 = 1,5 a 2,0 cm; C3 = 2,1 a 3,0 cm; C4 = 3,1 a 3,5 cm; C5 = 3,6 a 4,0 cm; C6 = 4,1 a 5,0 cm e C7 = plântulas >5,0 cm.

b) Teste de emergência:

Caracterização e condução do teste:

No teste de emergência, as 50 sementes de tomate, cultivar Santa Clara, foram colocadas em caixas tipo Gerbox®, preenchidas com areia lavada e esterilizada (300 g/caixa), sendo semeadas a cerca de 1 cm de profundidade. Foram colocados, inicialmente, 60 mL/caixa Gerbox® das respectivas soluções de urina de vaca nas

concentrações trabalhadas, valor esse suficiente para alcançar cerca de 80 % da capacidade de campo. Na determinação da capacidade de campo foram utilizadas duas amostras de 100 g de areia; essas foram saturadas com quantidade de água previamente determinada, calculando-se o volume de água não percolado (retido no substrato) após 15 minutos.

Após a semeadura, as caixas Gerbox® foram dispostas na bancada do laboratório em temperatura média de 25°C onde foram monitoradas diariamente. As caixas foram mantidas tampadas até as plântulas começarem a tocar as tampas, quando essas foram destampadas e passou-se a fazer leves borrifadas com água duas vezes ao dia.

Teste de emergência de plântulas:

Realizado em bancada de laboratório, em caixa Gerbox® preenchida com areia lavada e esterilizada, semeando-se quatro repetições de 50 sementes por caixa Gerbox®, a 1,0 cm de profundidade. A areia foi umedecida uma vez ao dia, sendo realizada, no 14º dia, a contagem de plântulas normais (PN) emergidas, plântulas anormais (PA) e das sementes não germinadas (NG). Os resultados foram expressos em porcentagem;

Índice de velocidade de emergência (IVE):

Foi conduzido em conjunto com o teste de emergência, anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentaram a curvatura do hipocótilo visível. Ao final, de posse dos dados diários do número de plântulas emergidas, calculou-se o índice de velocidade emergência, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = (E1/N1) + (E2/N2) + \dots + (En/Nn), \text{ em que:}$$

IVE = índice de velocidade de emergência;

Onde:

E= número de plântulas normais computado na 1^a, 2^a... enésima contagem;

N = número de dias da semeadura à 1^a, 2^a... enésima avaliação.

Peso de matéria fresca e seca das plântulas normais:

Aos quatorze dias após instalação do teste, as plântulas normais de tomate foram pesadas para obtenção do peso de matéria fresca (PMF); após, foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C por 48 h, sendo posteriormente determinado o peso de matéria seca (PMS).

Comprimento de parte aérea:

Foram determinados, no décimo quarto dia, o comprimento da parte aérea das plântulas normais, com o auxílio de paquímetro digital. Após avaliar o comprimento da parte aérea, as plântulas foram agrupadas em nove classes (C1, C2 ... C9), de acordo com os seguintes comprimentos: C1 = plântulas < 1,5 cm; C2 = 1,5 a 2,0 cm; C3 = 2,1 a 2,5 cm; C4 = 2,6 a 3,0 cm; C5 = 3,1 a 3,5 cm; C6 = 3,6 a 4,0 cm; C7 = 4,1 a 4,5 cm; C8 = 4,6 a 5,0 cm e C9 = plântulas >5,0 cm.

d) Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão. Na análise de regressão optou-se por trabalhar com seis concentrações das soluções de urina de vaca, excluindo-se a concentração de 5%, em razão da dificuldade de ajuste das equações quando da inclusão dessa concentração. Os modelos escolhidos foram com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste de t, adotando-se nível de 1, 5 e 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R^2/r^2) e no

fenômeno biológico em estudo. As médias de cada tratamento foram comparadas com a testemunha, utilizando o teste de Dunnett a 10% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas – versão 9.0).

4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise da composição química e hormonal da urina de vaca

4.1.1. Composição química

Os resultados da análise química da urina de vaca “fresca” e da armazenada por oito semanas (“urina armazenada”), a qual foi utilizada no preparo das soluções utilizadas nos experimentos com alface e tomate (Experimentos 1 e 2), são apresentados na Tabela 1. Como descrito no material e métodos, a “urina fresca” foi aquela coletada no dia da análise e a “urina armazenada”, a que foi armazenada durante oito semanas em condições anaeróbicas, antes de ser utilizada nos experimentos.

Dentre os macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) encontrados na urina, destacam-se o K (11.385,0 mg/L), seguido do N, Mg e S, sendo baixos os teores de P e Ca. O N está presente em duas formas, uréica e amoniacal (NH_4^+); a uréica é predominante na “urina fresca” (910 mg/L) e a amoniacal predominante na “urina armazenada” (1.200 mg/L). Os demais nutrientes não variaram muito entre as “urinas fresca e armazenada”.

Dentre os micronutrientes, foram encontrados na urina Na, Fe, Mn, Zn, Cu e Ni, não sendo detectado Mo, B e Cl. Estão presentes, ainda, os elementos não nutrientes Al, Cr e Cd. Dentre os micronutrientes, destaca-se o Na (339,8 mg/L), o qual, juntamente

com o K (macro), são importantes elementos relacionados com efeito osmótico nos tecidos. Oliveira (2007), também encontrou quantidades elevadas de N, K e Na na urina de vaca armazenada por alguns dias após a coleta, além do Cl, que não foi encontrado nas amostras analisadas nesse trabalho.

O N é um dos nutrientes exigidos em maior quantidade pelas plantas (Marschner, 1995). Segundo Jarvis et al. (1989), a urina de vaca pode conter cerca de 75% de N na forma de uréia; porém, esse valor está distante do encontrado no presente trabalho, onde a quantidade de N-uréico encontrado foi de apenas 10,8% na “urina fresca” e de 0,25% do N-total. Além do tempo de armazenamento, outra provável razão para a diferença encontrada pelos autores pode estar em função do plantel e da alimentação desses animais.

Tabela 1. Valores da análise composição química de macro e micronutrientes, não nutrientes e pH da urina de vaca “fresca” e “urina armazenada” por oito semanas

Macro mg/L	“Urina fresca”	“Urina armazenada”	Micro mg/L	“Urina fresca”	“Urina armazenada”
N-Total	8.370,00	7.570,00	Fe	0,204	0,340
N-uréico	910,00	19,00	Mn	0,033	0,045
N-NH ₄ ⁺	9,50	1.200,00	Cu	0,087	0,083
P	0,22	0,16	Zn	nd ²	0,072
K	11.631,00	11.385,00	Ni	0,286	0,245
Ca	61,08	0,25	Na	315,00	339,80
Mg	300,80	304,70	Mo	nd	nd
S	147,00	409,50	B	nd	nd
			Cl	nd	nd
Não nutrientes					
Al	0,097	0,112	Cr	0,708	0,624
pH	na ¹	9,16	Cd	0,023	0,017

¹na = Não avaliado; ²nd = não detectado.

Além do tempo de armazenamento, o plantel e a alimentação dos animais podem interferir na composição das excretas. Segundo Ortolani (2002), taxas de excreção de N-ureia baixas são devido aos baixos teores de proteína na dieta dos ruminantes. O mesmo autor destaca que amostra armazenada incorretamente, ou seja, exposta a temperaturas elevadas, luz, calor podem favorecer a transformação de ureia em amônio pela ação da urease a partir da alteração do pH, subestimando, desse modo, as quantidades de uréia presentes na urina. Contudo, no presente trabalho a urina ficou armazenada ao abrigo da luz, em condições anaeróbicas (bombona lacrada), e em temperaturas não elevadas mas, mesmo assim, ocorreu elevada transformação de ureia em amônio.

Outro elemento presente em quantidades superiores aos demais, foi o potássio; o K é o principal cátion no estabelecimento do turgor celular, tornando as paredes celulares dos tecidos mais resistentes e aumentando a eficiência da adubação nitrogenada (Taiz & Zeiger, 2013; Gadelha et al.,2003). Assim como o N e o K, o S também se destacou pelas suas quantidades na urina de vaca (Tabela 1). O N e S são importantes elementos relacionados com a síntese de compostos de carbono (Taiz & Zeiger, 2013).

Outros elementos presentes em quantidades elevadas foram o magnésio e o sódio; o Mg, para as plantas, tem importância por ser requerido por muitas enzimas de transferência de fosfato, além de ser constituinte da molécula de clorofila. O sódio, quando em altas concentrações, tende a acumular no vacúolo, substituindo o K em algumas funções, promovendo redução do potencial osmótico.

Diante da identificação dos elementos presentes na urina de vaca, pode-se inferir que esse resíduo, em termos de alguns elementos, apresenta potencial como fonte alternativa de nutrientes minerais para as plantas. De acordo com Gadelha et al. (2003),

a urina de vaca é um resíduo que tem em sua constituição praticamente todos os nutrientes que a planta requer, sendo o potássio o principal componente. Entretanto, a participação desses elementos na urina de vaca pode variar muito a partir do estado nutricional e fisiológico dos animais, podendo não atender a demanda de todas as plantas (Oliveira, 2007). Desse modo, para a urina de vaca tornar-se uma recomendação técnica, torna-se necessário estudos para ajustes de dose, forma de aplicação e tempo de armazenamento da urina.

4.1.2. Composição hormonal

Os resultados das análises realizadas em amostras de urina de vaca armazenada por oito semanas (“urina armazenada”) e recém-coletada (“urina fresca”) estão apresentados na Tabela 2. Pode-se observar que, em ambas as amostras, foram detectadas as presenças de auxina do tipo ácido indol-acético (AIA) e de giberelinas (GA_3), sendo que na “urina armazenada” a quantidade de AIA foi cerca de 1,8 vezes maior do que na “urina fresca” (2,26 e 1,25 g L⁻¹, respectivamente). O mesmo ocorreu com as GA_3 , sendo que na “urina armazenada” o valor foi 2,08 vezes maior do que a da urina de “vaca fresca” (Tabela 2).

Gadelha (2003) e Pesagro-Rio (1999; 2002) suspeitou da possível atividade hormonal, contida na urina de vaca. Todavia, até o presente momento, não foram encontrados na literatura trabalhos com análises de substâncias hormonais na urina de vaca.

De acordo com Oliveira et al. (2010), resultados positivos em crescimento das plantas, em resposta às soluções de urina de vaca aplicadas, não podem ser explicados simplesmente pelos nutrientes presentes, haja vista as pequenas quantidades desses nutrientes que são veiculadas nas soluções. Portanto, além da urina de vaca possuir em

sua composição macro e micronutrientes, Oliveira et al. (2010), também levantam a hipótese da possibilidade da presença de hormônios presentes na urina que poderiam estimular o crescimento das plantas, fato que explicaria o efeito benéfico da urina de vaca sobre o crescimento das plantas.

Os fitohormônios, ou reguladores de crescimento vegetal, são compostos orgânicos de baixo peso molecular que atuam em baixas concentrações em sítios distantes de onde são produzidos, intervindo em muitos processos fisiológicos como o desenvolvimento dos tecidos, crescimento de caule, germinação de sementes e entre outros (Taiz & Zeiger, 2013).

Tabela 2. Presença dos fitohormônios auxina (AIA) e giberelinas (GA₃) em amostras urina de vaca armazenada por oito semanas (“urina armazenada”) e de urina de vaca recém-coletada (“urina fresca”)

Tipo de urina	Amostra	Ácido indol-acético (AIA)	Giberelinas (GA ₃)
	 mg/L.....	
“Urina armazenada”	1	2,26	13,08
	2	2,30	14,05
	3	2,21	13,84
	Média	2,26	13,66
“Urina fresca”	1	1,33	7,09
	2	1,18	6,38
	3	1,25	6,20
	Média	1,25	6,56

O ácido indol-acético (AIA) é a principal auxina natural responsável pelo alongamento celular, formação de raízes, dominância apical e desenvolvimento de frutos, dentre outros. Por sua vez, as giberelinas, do tipo ácido giberélico (GA₃), estão envolvidas na germinação das sementes, crescimento do caule, indução da brotação das gemas e o desenvolvimento dos frutos.

Portanto, a confirmação da presença da AIA e GA₃ na urina de vaca é importante para explicar os possíveis efeitos benéficos de sua utilização e fortalecer ainda mais o potencial que esse resíduo tem de servir como insumo na agricultura alternativa. Todavia, os mecanismos que levam ao aumento desses fitohormônios durante o armazenamento da urina é motivo de mais pesquisas.

4.2. Experimento 1: Efeito da urina de vaca sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de alface

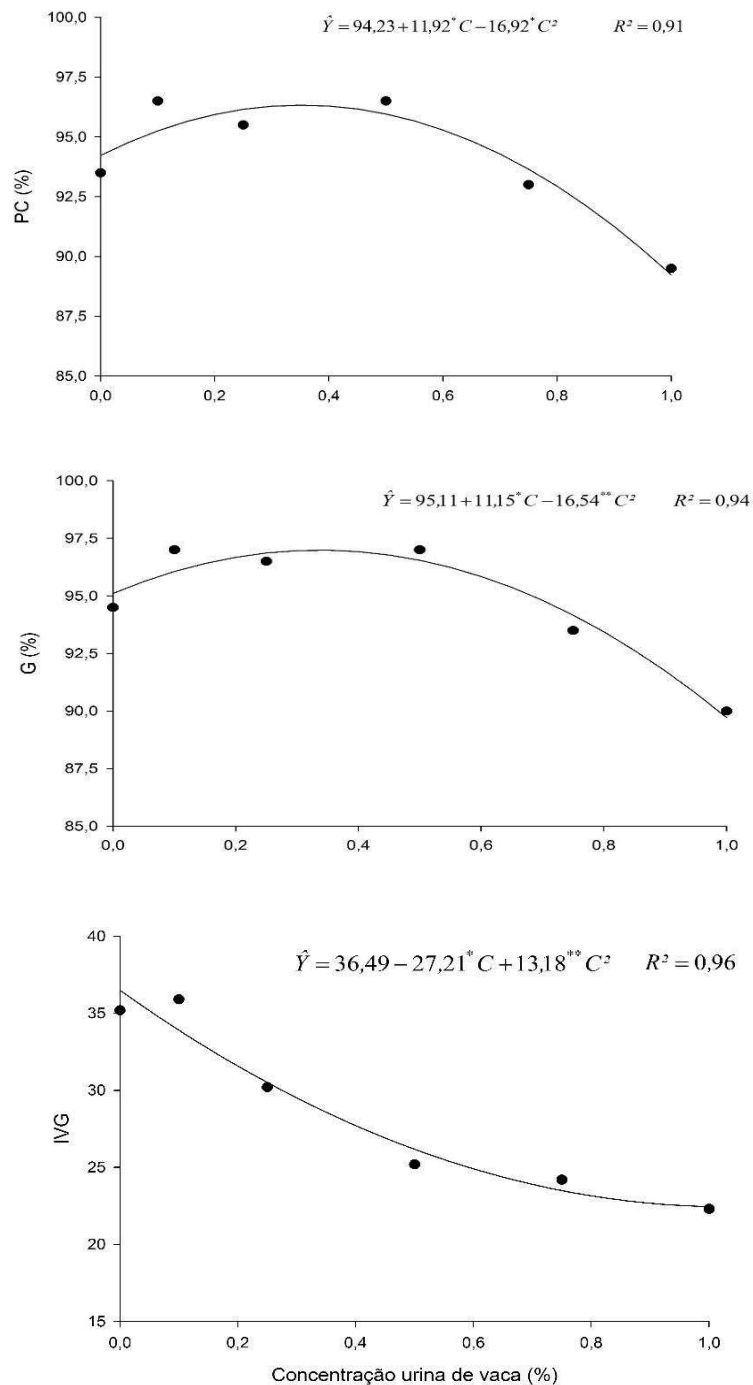
Os resultados relativos ao teste de germinação da primeira contagem, plântulas normais, índice de velocidade de germinação, plântulas anormais e pesos de matéria fresca e seca de plântulas de alface submetidas a concentrações de soluções formuladas com “urina de vaca armazenada” são apresentados nas Figuras 1 e 2 e Tabela 3.

Os resultados de plântulas normais (G), primeira contagem (PC), índice velocidade de germinação (IVG), plântulas anormais (PA) e peso de massa de matéria seca de plântula (PMS) apresentaram comportamento quadrático, enquanto que o peso de matéria fresca de plântula apresentou resposta raiz quadrada (Figuras 1 e 2).

A porcentagem de germinação de sementes, representada pela primeira contagem (PC) e plântulas normais (G), alcançou o ponto de máximo de 96,3 % e de 97,0 %, nas concentrações da solução de urina de vaca, respectivamente, de 0,35 % e 0,34 % (Figura 1). Esses valores apresentam germinação superior à mínima estabelecida (80%) como padrão de sementes fiscalizadas para comercialização de sementes de alface no Estado do Rio Grande do Sul (CESM/RS, 2000).

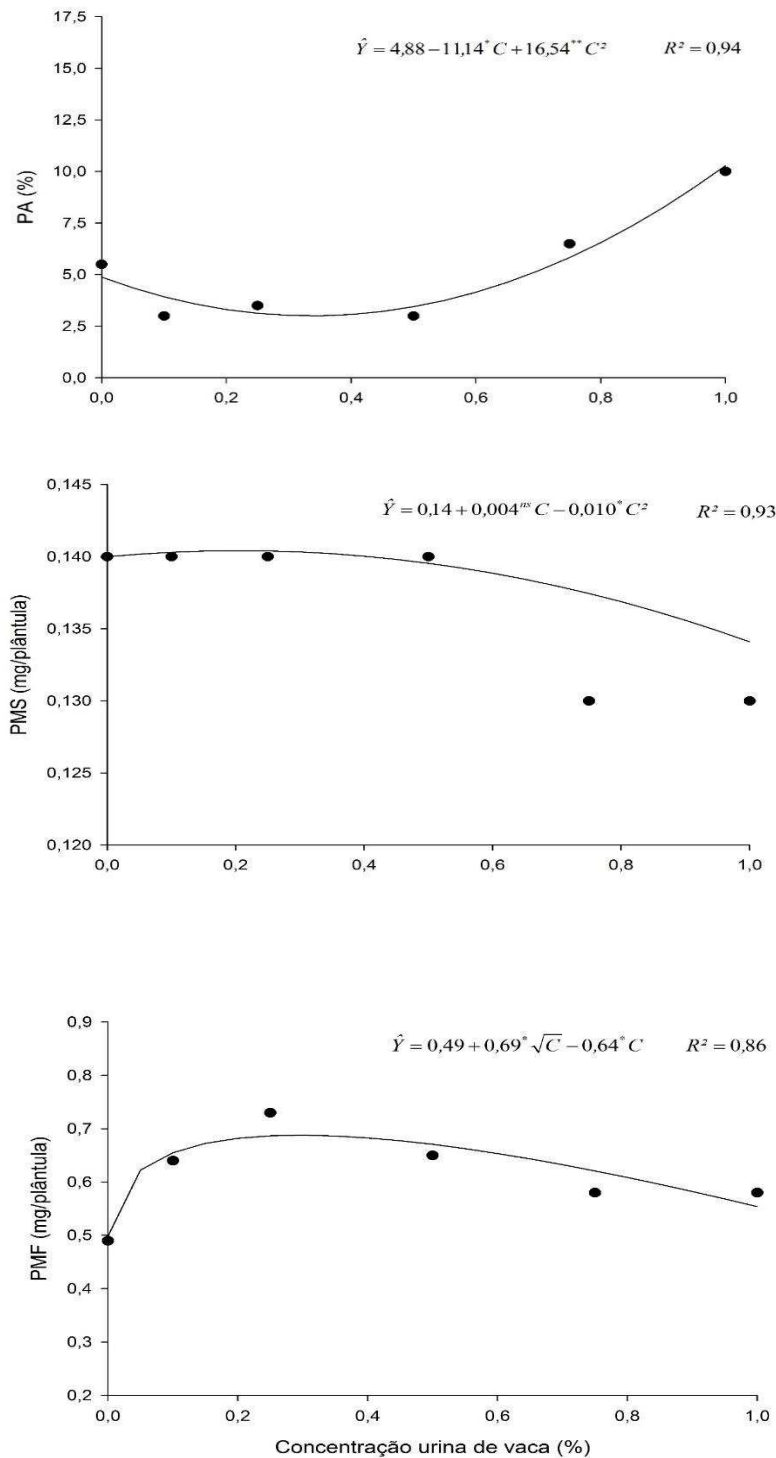
O IVG decresceu com incremento da concentração, com mínimo de 22,4 na maior concentração (Figura 1); por sua vez, o número de plântulas anormais (PA), embora tenha decrescido inicialmente apresentou ponto de mínimo de 3,0 % na

concentração de 0,34 %, aumentou com incremento da concentração alcançando 10,3 % na maior concentração (Figura 2).



** e * - Significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente.

Figura 1. Equações ajustadas aos resultados do teste de germinação para primeira contagem (PC), plântulas normais (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) da alfaca 'Regina', em função da concentração da solução de urina de vaca.



** , * - Significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

Figura 2. Equações ajustadas aos resultados do teste de germinação para plântulas anormais (PA), pesos de matérias fresca (PMF) e seca (PMS) das plântulas de alface ‘Regina’, em função da concentração da solução de urina de vaca.

Os pesos de matéria seca (PMS) e de matéria fresca (PMF) apresentaram comportamento quadrático e raiz quadrada, respectivamente, com pontos de máximo de 0,14 e 0,67 mg/plântula nas concentrações de 0,20 e 0,29 %, respectivamente (Figura 2). Com relação ao comprimento de parte aérea (CPA), não houve resposta da urina de vaca, cujo valor médio foi de 2,0 cm.

Ao ser aplicado o teste de médias (Dunnett), aqui considerando também a solução de urina de vaca na concentração de 5%, observa-se que, na concentração de 5%, com exceção de CPA que não teve efeito, todas as características avaliadas na alfaca ‘Regina’, nessa concentração, foram piores que o controle (Tabela 3). Quanto à velocidade de germinação, sementes submetidas às concentrações igual e maior a 0,5 % proporcionaram menor IVG que as do controle; por sua vez, soluções de urina de vaca nas concentrações de 0,1 a 1,0 % proporcionaram plântulas com maior peso de matéria fresca (PMF) que plântulas do controle (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios do teste de germinação para plântulas normais (G), plântulas anormais (PA), sementes não germinadas (NG), primeira contagem (PC), índice velocidade de germinação (IVG), pesos de matérias fresca (PMF) e seca (PMS) e comprimento de parte aérea (CPA) de plântula de alfaca ‘Regina’ nas concentrações das soluções de urina de vaca

Concentração (%)	G	PA	NG	PC	IVG	PMF	PMS	CPA
%.....					...mg/plântula...		cm
0,00	94,5	5,5	0	93,5	35,2	0,49	0,14	1,92
0,10	97,0	3,0	0	96,5	35,9	0,64*	0,14	1,98
0,25	96,5	3,5	0	95,5	30,2	0,73*	0,14	2,16
0,50	97,0	3,0	0	96,5	25,2*	0,65*	0,14	1,99
0,75	93,5	6,5	0	93,0	24,2*	0,58*	0,13	1,97
1,00	90,0	10,0	0	89,5	22,3*	0,58*	0,13	2,02
5,00	1,0*	58*	41*	1,0*	0,17*	0,0*	0,0*	0,54

Médias seguidas de asterisco (*) nas colunas diferem do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 10% de probabilidade.

Uma possível explicação para o efeito prejudicial das soluções de urina nas concentrações mais elevadas seria o elevado poder salino dessa, em especial devido aos

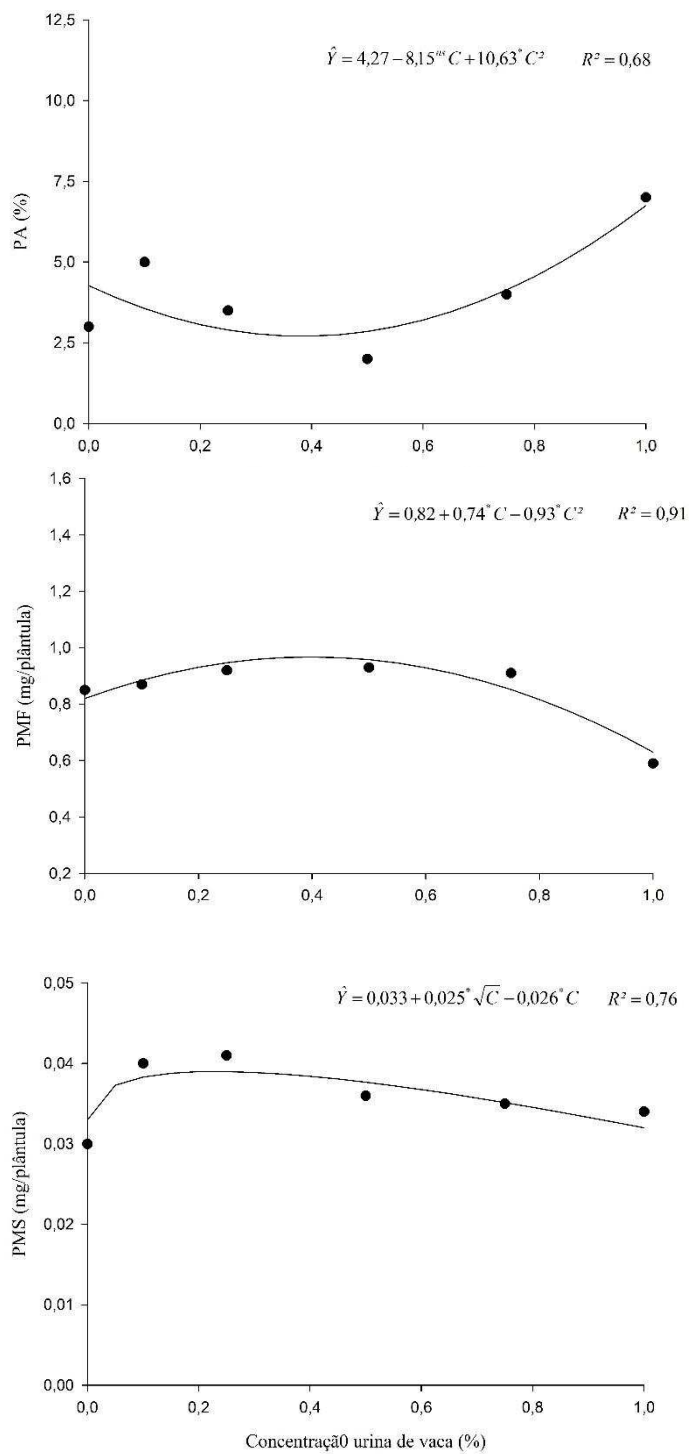
elevados teores de sódio (Na) e de potássio (K) presentes na urina de vaca, como identificado pela análise química realizada (Tabela 1). Duarte et al. (2007) relatam que altas concentrações de urina de vaca prejudicaram o desempenho das plantas de tomate devido à deposição de nutrientes salinos como o sódio (Na) e o potássio (K). O mesmo foi evidenciado por Oliveira et al. (2012) utilizando solução de urina de vaca a 10% no cultivo da beterraba, o que corresponderia a 4,48 kg ha⁻¹ de Na na urina.

Por sua vez, esse efeito salino da solução poderia, de certa forma, ter proporcionado redução do potencial osmótico das células das plântulas, o que teria propiciado maior acúmulo de água nos tecidos. Isso pode ser evidenciado pelo incremento na massa de matéria fresca das plântulas sem o respectivo aumento da massa de matéria seca (Tabela 3).

Portanto, com base nos resultados obtidos para as características avaliadas no teste de germinação, soluções de urina de vaca em concentrações de até 0,35% poderiam ser utilizadas, sem causar efeito negativo na germinação de sementes e crescimento de plântulas de alface 'Regina'.

Os resultados referentes ao teste de emergência em areia são apresentados na Figura 3 e nas Tabelas 4, 5 e 6. As características emergência das plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE) e sementes não germinadas (NG), nesse teste, não tiveram efeitos de concentração de urina com valores médios de 80,6; 10,4 e 15,3 %, respectivamente.

A característica plântulas anormais (PA) apresentou comportamento quadrático, com menor valor estimado de 2,71 % na concentração 0,38 %. Por sua vez, as características peso de matéria fresca (PMF) e peso de matéria seca (PMS) apresentaram



* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t".

Figura 3. Equações ajustadas aos resultados do teste de emergência para plântulas anormais (PA), pesos de matérias fresca (PMF) e seca (PMS) em alface 'Regina' em função das concentrações de urina de vaca.

valores máximos de 0,97 e de 0,04 mg/plântula, respectivamente, nas concentrações de 0,39 e 0,23% (Figura 3).

No teste de médias (Dunnett), aplicado aos resultados obtidos no teste de emergência em areia para alface ‘Regina’, considerando aqui a concentração de 5%, pode-se observar que as características de emergência (E), sementes não germinadas (NG) e índice velocidade de emergência (IVE) apresentaram médias inferiores que o controle nas soluções em concentrações de 1,0 e de 5,0 % e de PA, PMF e PMS na concentração máxima de 5% (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios do teste emergência (E), plântulas anormais (PA), sementes não germinadas (NG), índice velocidade de emergência (IVE), pesos de matérias fresca (PMF) e seca (PMS) de alface ‘Regina’ nas concentrações das soluções de urina de vaca

Concentração (%)	E	PA	NG	IVE	PMF	PMS
%.....			...mg/plântula...		
0,00	90,5	3,0	6,5	12,7	0,85	0,030
0,10	79,5	5,0	15,5	10,2	0,87	0,040
0,25	81,0	3,5	15,5	11,1	0,92	0,041
0,50	84,5	2,0	13,5	11,2	0,93	0,036
0,75	82,0	4,0	14,0	10,7	0,91	0,035
1,00	66,0*	7,0	27,0*	6,3*	0,59	0,034
5,00	0,0*	12,0*	88,0*	0,92*	0,0*	0,0*

Médias seguidas de asterisco (*) nas colunas diferem do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 10% de probabilidade.

O comportamento para o teste de emergência em areia foi semelhante ao observado no teste de germinação (Tabela 3), e grandemente influenciado pela concentração mais elevada (5%), embora, em areia, a concentração de 1% tenha proporcionado menor valor que o controle para as características emergência das plântulas (E) e índice de velocidade de emergência (IVE), e maior valor para sementes não germinadas (NG).

É possível que no teste em areia, em razão das propriedades físicas e químicas da mesma, tenha ocorrido maior concentração de íons Na⁺ na solução, comparado ao

teste de germinação (papel). Essa hipótese é reforçada pelo peso de matéria fresca (PMF) que, embora não diferindo do controle, numericamente apresentou incremento até a concentração de 0,75% (Tabela 4), o que pode ser atribuído à redução do potencial osmótico das plântulas, conforme levantado no teste anterior.

Alguns testes de vigor simulam as condições de campo ou da casa de vegetação dentro ou fora do laboratório, tais como o teste de frio, de velocidade ou da porcentagem de emergência das plântulas, peso da matéria seca e crescimento das plântulas (Amaral-Lopes & Nascimento, 2009). Com base no teste de emergência realizado nesse trabalho, pode-se concluir que soluções de urina de vaca em concentrações a partir de 1% atuaram reduzindo o vigor das sementes de alface ‘Regina’. Por sua vez, soluções em concentrações abaixo de 1% não interferem na emergência e crescimento das plântulas, não sendo observadas anomalias nas estruturas das plântulas, sendo que essas se desenvolveram normais.

Nesse teste também foi avaliado o comprimento de parte aérea (CPA) de todas as plântulas normais. Após as medições, essas foram agrupadas em nove grupos, de acordo com o seu comprimento de parte aérea. As equações de regressão ajustadas referentes ao comprimento de parte aérea de plântulas normais (CPA), de cada agrupamento, e a comparação de cada média com o controle (teste de Dunnett), estão apresentadas nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

Os comprimentos de parte aérea (CPA) do agrupamento CPA1, CPA2, CPA3, CPA5 e CPA8 apresentaram comportamento quadrático, enquanto que os agrupamentos CPA4, CPA6, CPA7 e CPA9 não apresentaram resposta às soluções de urina de vaca (Tabela 5).

Os agrupamentos com comprimento de parte aérea menor que 1,5 cm (CPA1), entre 1,6 a 2,0 cm (CPA2) e 2,1 a 2,5 cm (CPA3) tiveram valores mínimos estimados de 1,80; 3,00 e 2,80 plântulas obtidas, respectivamente, nas concentrações de 0,32; 0,38 e 0,32%. O agrupamento de comprimento de parte aérea entre 3,1 a 3,5 cm (CPA5) e 4,6 a 5,0 cm (CPA8) apresentaram máximo valor estimado de 8,3 e 23,2 plântulas obtidas, nas concentrações de 0,46 e 0,36%, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Equações ajustadas aos resultados de comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de alface em função das concentrações de urina de vaca, e os respectivos coeficientes de determinação

Variáveis	Equações ajustadas	R ²
CPA1	$\hat{Y} = 3,02 - 7,77^{ns}C + 12,13^*C^2$	0,8530
CPA2	$\hat{Y} = 5,18 - 11,62^{***}C + 15,45^{**}C^2$	0,8255
CPA3	$\hat{Y} = 5,19 - 15,07^{ns}C + 23,70^{***}C^2$	0,7243
CPA4	$\hat{Y} = 6,22$	
CPA5	$\hat{Y} = 4,54 + 16,59^{**}C - 18,22^{**}C^2$	0,9305
CPA6	$\hat{Y} = 10,54$	
CPA7	$\hat{Y} = 13,77$	
CPA8	$\hat{Y} = 19,18 + 21,84^{***}C - 29,94^{***}C^2$	0,7762
CPA9	$\hat{Y} = 29,62$	

** , * e *** - Significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente. ¹CPA1 = ≤ 1,5 cm; CPA2 = 1,6 a 2,0 cm; CPA3 = 2,1 a 2,5 cm; CPA4 = 2,6 a 3,0 cm; CPA5 = 3,1 a 3,5 cm; CPA6 = 3,6 a 4,0 cm; CPA7 = 4,1 a 4,5 cm; CPA8 = 4,6 a 5,0 e CPA9 = ≥ 5,1 cm.

Conforme pode ser observado pelo teste de média (Dunnnett), a concentração de 5% não proporcionou nenhuma plântula normal, ou seja, com comprimento de no mínimo 1,0 cm e com todas as estruturas essenciais completas e íntegras, diferindo do controle (Tabela 6).

Comparado ao controle, a solução na concentração de 1% resultou em maior número de plântulas com comprimento abaixo de 1,5 cm (CPA1) e na faixa de 2,1 a 2,5 cm (CPA3), indicando que a urina de vaca, nessa concentração, estimulou o crescimento de parte aérea. Porém, de acordo com Franzin et al. (2004), essa característica não se mostra sensível em avaliar o vigor das sementes de alface.

Como visto nos testes realizados, a solução de urina de vaca interferiu na germinação de sementes e emergência das plântulas de alface ‘Regina’, sendo que, na concentração a 5%, afetou todas as características avaliadas, tanto na germinação quanto na emergência. Nessa concentração, foram observadas anomalias do hipocótilo e da radícula, evidenciando danos às estruturas. Todavia, em concentrações menores, foram observados estímulos à germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas de alface ‘Regina’, sem comprometer as estruturas.

Tabela 6. Valores médios do número de plântulas com comprimento (cm) de parte aérea (CPA) de plântulas de alface ‘Regina’ nas concentrações (Conc.) das soluções de urina de vaca

Conc. (%)	CPA1	CPA2	CPA3	CPA4	CPA5	CPA6	CPA7	CPA8	CPA9
0,00	2,2	4,6	2,3	4,8	4,5	8,7	13,0	17,8	42,1
0,10	2,6	5,8	7,3	5,9	5,9	12,3	13,1	22,6	24,4
0,25	3,2	1,9	3,1	4,9	8,1	8,8	11,7	24,4	33,9
0,50	1,7	3,4	4,4	8,5	7,4	14,6	19,2	18,9	21,7
0,75	3,2	5,5	4,3	6,7	7,3	9,3	13,4	21,3	28,9
1,00	7,9*	8,8	15,2*	6,5	2,7	9,5	12,1	10,4	26,7
5,00	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*

Médias seguidas de asterisco (*) nas colunas diferem do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 10% de probabilidade. ¹CPA1 = ≤ 1,5 cm; CPA2 = 1,6 a 2,0 cm; CPA3 = 2,1 a 2,5 cm; CPA4 = 2,6 a 3,0 cm; CPA5 = 3,1 a 3,5 cm; CPA6 = 3,6 a 4,0 cm; CPA7 = 4,1 a 4,5 cm; CPA8 = 4,6 a 5,0 e CPA9 = ≥ 5,1 cm.

Como verificado pelas análises, a urina de vaca contém em sua composição, além de macro e micronutrientes, os fitohormônios ácido indol-acético (AIA) e giberelinas (GA₃). Esses compostos são importantes em muitos processos fisiológicos, como germinação de sementes e crescimento de plântulas, os quais podem ter contribuído para explicar os resultados aqui obtidos. A confirmação da presença da AIA e GA₃ na urina de vaca fortalece ainda mais o potencial de utilização da urina como insumo em cultivos alternativos, sendo necessários mais pesquisas para recomendação técnica envolvendo outras culturas.

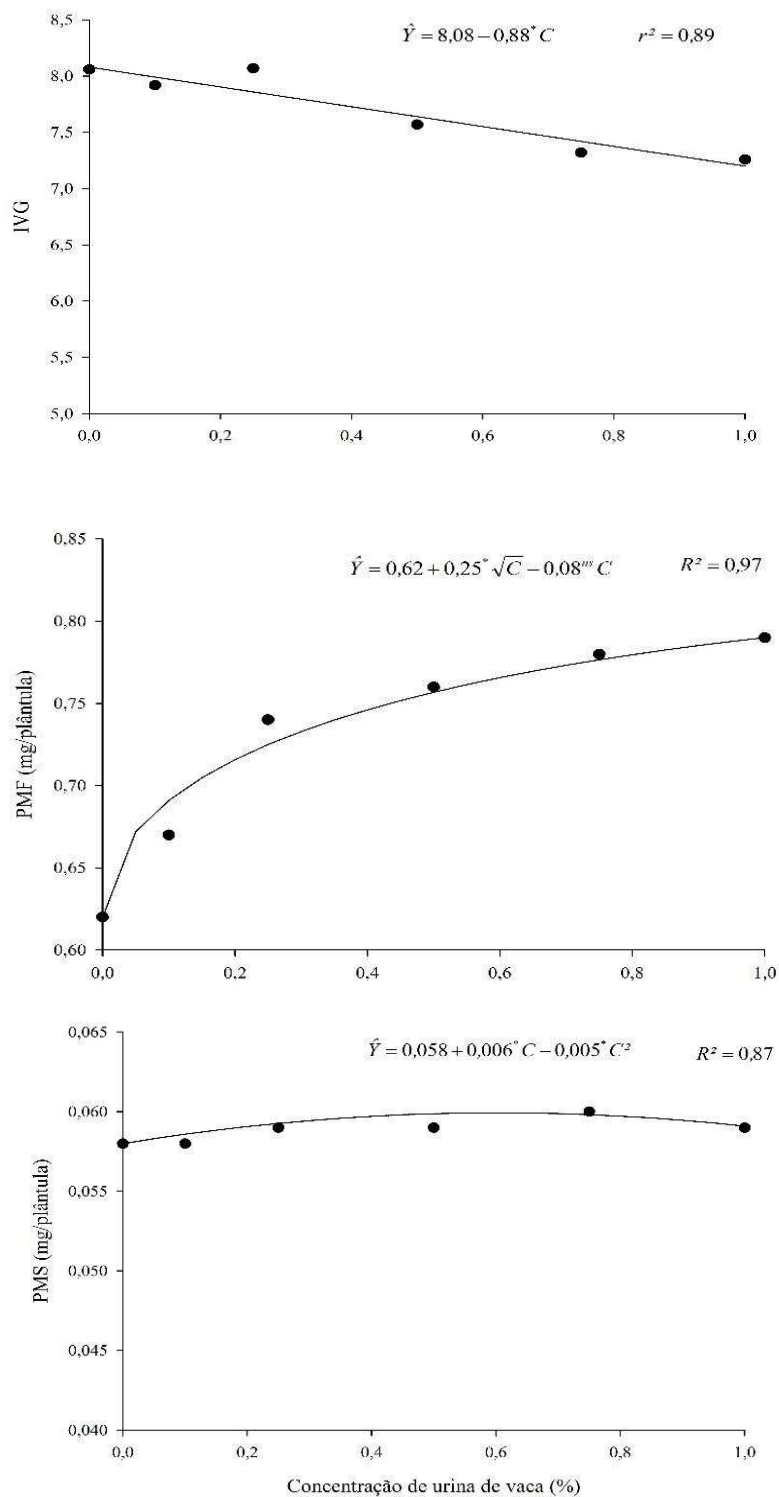
4.3. Experimento 2: Efeito da urina vaca sobre a germinação de sementes e o crescimento das plântulas de tomate

As concentrações de soluções de urina de vaca exerceram efeito sobre o índice de velocidade de germinação (IVG), pesos de matéria fresca (PMF) e seca (PMS) de plântulas de tomate (Figura 4). O IVG apresentou resposta linear decrescente com o incremento da concentração da solução. O PMF apresentou ajuste raiz quadrada; porém o ponto de máximo não pode ser encontrado por situar-se acima da concentração máxima trabalhada. Por sua vez, o PMS apresentou o máximo estimado de 0,06 mg/plântula encontrado na concentração de 0,6% (Figura 4).

No teste de primeira contagem (PC), plântulas normais (G), plântulas anormais (PA) e sementes não germinadas (NG) não houve efeito das concentrações de urina aplicadas, cujos valores médios, dessas características foram, respectivamente, de 84,8; 75,7 e 12,8%.

Portanto, assim como observado no teste de germinação realizado com alface ‘Regina’ (experimento 1), soluções de urina de vaca em concentrações elevadas também foram prejudiciais para germinação de sementes de tomate ‘Santa Clara’, por reduzir a velocidade de germinação (IVG) e o peso de matéria seca de plântula. Todavia, em baixas concentrações favorecem o crescimento de plântulas, possivelmente pela redução do potencial osmótico celular promovendo aumento no peso de matéria fresca.

Ao observar o teste de médias, incluindo a concentração de 5%, pode-se verificar que o efeito negativo das soluções de urina foi observado nas maiores concentrações, especialmente na concentração de 5% a qual diferiu do controle em todas as características avaliadas, exceto de sementes não germinadas (NG), (Tabela 7).



* - Significativos a 5% de probabilidade pelo teste "t".

Figura 4. Equações ajustadas aos resultados do teste de germinação para índice velocidade de germinação (IVG), peso de matéria fresca (PMF) e seca (PMS) em tomate 'Santa Clara', em função de concentração da solução de urina de vaca.

Embora nas concentrações de 0,75 e de 1,0 % a velocidade de germinação (IVG) tenha sido menor que o controle, nessas concentrações as plântulas apresentaram maior peso de matéria fresca que o controle. Isso sugere que houve estímulo da solução em termos de absorção de água, como observado em alface (experimento 1), haja vista esse aumento não ter sido observado quanto à massa de matéria seca (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios do teste de germinação para plântulas normais (G), plântulas anormais (PA), sementes não germinadas (NG), primeira contagem (PC), índice velocidade de germinação (IVG) e pesos de matérias fresca (PMF) e seca (PMS) em tomate ‘Santa Clara’, nas concentrações das soluções de urina de vaca

Concentração (%)	G	PA	NG	PC	IVG	PMF	PMS
%.....					...mg/plântula...	
0,00	76,0	12,5	11,50	84,0	8,06	0,62	0,058
0,10	76,0	12,0	12,00	87,0	7,92	0,67	0,058
0,25	75,0	13,0	12,00	85,5	8,07	0,74	0,059
0,50	76,5	12,0	11,50	85,0	7,57	0,76	0,059
0,75	75,5	14,5	10,00	84,5	7,32*	0,78*	0,060
1,00	75,5	13,0	11,50	83,0	7,26*	0,79*	0,059
5,00	29,0*	53,5*	17,50	46,5*	5,72*	0,26*	0,026*

Médias seguidas de asterisco (*) nas colunas diferem do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 10% de probabilidade.

Exceto na concentração de 5%, no teste de germinação, plântulas normais (G) de tomate variou de 75 a 76%, com nenhuma das médias diferindo do controle. Esse valor de germinação de tomate está dentro do estabelecido para comercialização de sementes de tomate no Estado do Rio Grande do Sul (CESM/RS, 2000). Portanto, soluções de urina de vaca em concentração de até 1% não comprometeu a germinação; já na concentração de 5,0%, a germinação caiu em cerca de 61% em relação ao controle com elevado número de plântulas anormais (PAN) e de sementes não germinadas (NG), (Tabela 7).

Pelos testes de vigor, primeira contagem (PC) e índice de velocidade de germinação (IVG), a solução a 5,0% (PC) e as soluções a 0,75; 1,0 e 5,0% (IVG), teriam contribuído para reduzir a qualidade fisiológica das sementes de tomate.

Contudo, apesar do menor IVG, a germinação não foi afetada nas concentrações de 0,75 e de 1,0%, ou seja, no final do teste de germinação, apenas o tratamento 5,0% demonstrou ser prejudicial na germinação de sementes de tomate. Como observado no experimento com alface, e relatado por Duarte et al. (2007), esse efeito negativo da solução em maior concentração, provavelmente, se deve à elevada salinidade resultante da deposição dos íons Na^+ e K^+ presentes na urina.

Assim como realizado no experimento com alface, ao final do teste de germinação, procedeu-se à medição do comprimento de parte aérea (CPA) das plântulas sendo essas agrupadas em sete grupos (CPA1, CPA2 ... CPA7), (Tabelas 8 e 9). Na Tabela 8 são apresentadas as equações ajustadas para os referidos grupos de comprimento de parte aérea (CPA), em função das concentrações da solução de urina.

Os agrupamentos de plântulas CPA3, CPA5 e CPA7 apresentaram comportamento quadrático (Tabela 8). O agrupamento de plântulas com comprimento de parte aérea de 3,0 cm (CPA3) apresentou valor mínimo estimado de 30,5 plântulas obtido na concentração de 0,65%. Os agrupamentos de plântulas CPA5 e CPA7 apresentaram valores máximos estimados de 22,4 e 22,2 plântulas obtidos, respectivamente, na concentração de 0,73% (Tabela 8).

O ajuste de equação de regressão para estratos, como o agrupamento de plântulas de acordo com o comprimento de parte aérea, é fenômeno de difícil explicação devido à variação dos dados, conforme pode ser observado pelas médias (Tabela 9).

Tabela 8. Equações ajustadas aos resultados de comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de tomate em função das concentrações de urina de vaca e os respectivos coeficientes de determinação

Variáveis	Equações ajustadas	R ²
CPA1 ¹	$\hat{Y} = 3,83$	
CPA2	$\hat{Y} = 24,34$	
CPA3	$\hat{Y} = 45,54 - 46,03^{**} C + 35,12^* C^2$	0,9306
CPA4	$\hat{Y} = 3,61$	
CPA5	$\hat{Y} = 5,17 + 47,06^{**} C - 32,12^* C^2$	0,9650
CPA6	$\hat{Y} = 2,87$	
CPA7	$\hat{Y} = 0,016 + 60,92^{**} C - 41,98^* C^2$	0,9386

** e *** - Significativos a 1, 5 e a 10% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente. ¹CPA1 = ≤ 1,5 cm; CPA2 = 2,0 cm; CPA3 = 3,0cm; CPA4 = 3,5 cm; CPA5 = 4,0 cm; CPA6 = 4,5 cm; CPA7 = ≥ 5,1 cm.

Pode-se observar que nos agrupamentos CPA1, CPA5 e CPA7 as médias do controle (0,0%) foram maiores que na concentração 5%. Todavia, soluções nas concentrações de 0,25 a 1,0% proporcionaram estímulo ao crescimento de parte área de plântulas, como observado para os agrupamentos CPA5 e CPA7 (Tabela 9). Moraes et al. (2011) também observaram maior crescimento das mudas de tomate que receberam solução de urina comparada ao controle (solução 0%).

Tabela 9. Valores médios do comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de tomate nas concentrações das soluções de urina de vaca

Concen. (%)	CPA1 ¹	CPA2	CPA3	CPA4	CPA5	CPA6	CPA7
0,00	6,37	22,10	44,41	4,26	4,47	17,24	1,22
0,10	7,96	34,55	43,32	2,14	9,48	0,00	2,53
0,25	2,05	28,34	35,57	1,83	17,18*	0,00	14,62*
0,50	1,32	20,24	29,44	8,45	18,99*	0,00	21,55*
0,75	4,71	17,59	32,57	3,18	22,42*	0,00	19,52*
1,00	0,59	23,21	34,09	1,78	20,38*	0,00	19,92*
5,00	0,00 *	39,37	47,50	6,87	0,00*	6,25	0,00*

Médias seguidas de asterisco (*) nas colunas diferem do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 10% de probabilidade. ¹CPA1 = ≤ 1,5 cm; CPA2 = 2,0 cm; CPA3 = 3,0cm; CPA4 = 3,5 cm; CPA5 = 4,0 cm; CPA6 = 4,5 cm; CPA7 = ≥ 5,1 cm.

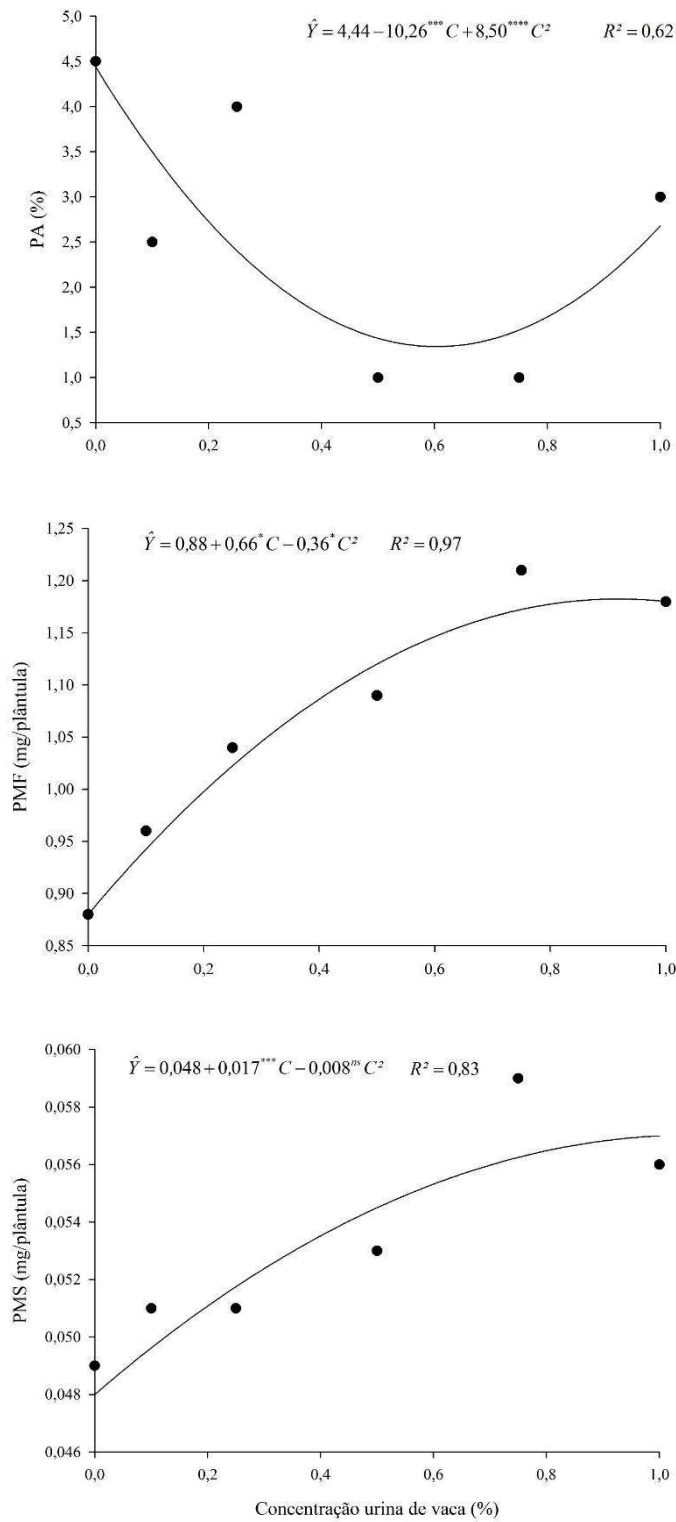
Os resultados referentes ao teste de emergência realizado em areia são apresentados na Figura 5 e Tabelas 10, 11 e 12. Nesse teste de emergência (realizado em areia), para as características emergência das plântulas (E), índice velocidade de

emergência (IVE) e de sementes não germinadas (NG), não foi possível ajustar equação de regressão que explicasse o efeito de concentração de urina de vaca, sendo seus valores médios de 67,7; 4,5 e 29,6%, respectivamente.

As características plântulas anormais (PA) e pesos de matéria fresca (PMF) e seca (PMS), apresentaram comportamento quadrático (Figura 5). Plântulas anormais apresentaram o ponto de mínimo estimado de 1,34% (PA) em solução com concentração de 0,60%. Os pesos de matéria fresca (PMF) e seca (PMS) apresentaram máximos estimados de 1,18 e 0,058 mg/plântula, respectivamente, nas soluções de concentrações de 0,92 e 1,0% (Figura 5).

Neste teste de emergência (Tabela 10), assim como no teste de germinação (Tabela 7), pode ser observado que soluções nas concentrações de 0,75 e de 1,0% promoveram estímulo ao crescimento das plântulas com base no PMF, sem ocorrer diferença no PMS (Tabela 10).

Portanto, como explicado anteriormente, é possível que os sais absorvidos pela plântula nas referidas soluções tenham proporcionado diminuição do potencial osmótico celular favorecendo a absorção de água pelos tecidos, resultando em maior massa de matéria fresca.



*, *** - Significativos a 5 e 10% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

Figura 5. Equações ajustadas aos resultados do teste de emergência para plântulas anormais (PA), pesos de matéria fresca (PMF) e seca (PMS) em tomate ‘Santa Clara’ em função de concentração da solução de urina de vaca.

Segundo Nascimento (1994), testes de vigor contribuem muito para validar o potencial fisiológico das sementes, uma vez que apenas o teste de germinação não traduz totalmente o potencial de desempenho de sementes de tomate. Portanto, com base nas características avaliadas no teste de emergência, pode-se inferir que as soluções de urina de vaca utilizadas nesse experimento, até a concentração de 1,0%, não se mostraram prejudiciais ao vigor das sementes de tomate ‘Santa Clara’.

Tabela 10. Valores médios do teste emergência (E), plântulas anormais (PA), sementes não germinadas (NG), índice velocidade de emergência (IVE), pesos de matérias fresca (PMF) e seca (PMS) em tomate ‘Santa Clara’ nas concentrações das soluções de urina de vaca

Concentração (%)	E	PA	NG	IVE	PMF	PMS
%.....					...mg/plântula...
0,00	63,0	4,5	32,5	4,10	0,88	0,049
0,10	67,5	2,5	30,0	4,43	0,96	0,051
0,25	67,5	4,0	28,5	4,38	1,04	0,051
0,50	65,5	1,0	33,5	4,45	1,09	0,053
0,75	73,0	1,0	26,0	4,84	1,21*	0,059
1,00	70,0	3,0	27,0	4,89	1,18*	0,056
5,00	56,5	16,5*	27,0	3,45	0,90	0,049

Médias seguidas de asterisco (*) nas colunas diferem do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 10% de probabilidade

Ao final do teste de emergência (em areia), mediu-se o comprimento das plântulas da superfície do solo até o ápice do meristema apical do caule, sendo essas agrupadas em nove grupos (Tabelas 11 e 12).

Na Tabela 11 são apresentadas as equações ajustadas para os agrupamentos de plântulas quanto ao comprimento de parte aérea em função das concentrações da solução de urina. Não se verificou efeito da concentração de urina de vaca para os agrupamentos CPA1, CPA2 e CPA5. Os agrupamentos de plântulas CPA3 e CPA4 apresentaram comportamento raiz quadrada; o CPA8 resultou em linear crescente, e os agrupamentos CPA6, CPA7 e CPA9, comportamento quadrático (Tabela 11).

Tabela 11. Equações ajustadas aos resultados de comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de tomate ‘Santa Clara’, em função das concentrações de urina de vaca e os respectivos coeficientes de determinação

Variáveis	Equações ajustadas	R ² /r ²
CPA1 ¹	$\hat{Y}=0,79$	
CPA2	$\hat{Y}=1,28$	
CPA3	$\hat{Y}=1,63 + 5,86^* \sqrt{C} - 7,19^* C^2$	0,8956
CPA4	$\hat{Y}=6,01 - 13,76^{***} \sqrt{C} + 10,51^{***} C$	0,6996
CPA5	$\hat{Y}=5,16$	
CPA6	$\hat{Y}=17,85 - 21,58^* C + 14,26^* C^2$	0,9296
CPA7	$\hat{Y}=32,16 - 34,28^* C + 23,51^* C^2$	0,9622
CPA8	$\hat{Y}=21,74 + 11,18^* C$	0,8537
CPA9	$\hat{Y}=11,10 + 57,63^{**} C - 38,83^* C^2$	0,9451

** , * e *** - Significativos a 1, 5 e a 10% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente. ¹CPA1 = ≤ 1,5 cm; CPA2 = 1,6 a 2,0 cm; CPA3 = 2,1 a 2,5 cm; CPA4 = 2,6 a 3,0 cm; CPA5 = 3,1 a 3,5 cm; CPA6 = 3,6 a 4,0 cm; CPA7 = 4,1 a 4,5 cm; CPA8 = 4,6 a 5,0 e CPA9 = > 5,1 cm.

Nos agrupamentos CPA3 e CPA4 os números máximos e mínimos estimados, respectivamente, foram de 2,83 e 1,51 plântulas nas concentrações da solução de 0,17 e 0,43%. Para o agrupamento CPA8, foi observada resposta linear crescente à medida que se aumentou a concentração de urina de vaca. Os agrupamentos CPA6 e CPA7, com comportamento quadrático, apresentaram valores mínimos estimados de 9,70 e 19,70 plântulas, respectivamente, nas concentrações de 0,76 e 0,73 %. O agrupamento com plântulas maiores que 5,0 cm de parte aérea (CPA9) apresentou máximo valor estimado de 32,38 plântulas na concentração de 0,74% (Tabela 11).

No teste de médias os agrupamentos CPA6 e CPA7 na solução de 5% foram superiores ao controle (0%), sendo que o agrupamento (CPA9), apresentou valor de média superior ao controle nas concentrações 0,5; 0,75 e 5%, resultando nessas condições plântulas normais bem desenvolvidas (Tabela 12).

Assim como observado nos testes anteriores, também nesse teste de emergência observou-se estímulo das soluções de urina de vaca para o crescimento de parte aérea de plântulas em que nas concentrações de 0,50; 0,75; 1,0 e 5,0% resultando em grande

número de plântulas de maiores comprimentos de parte aérea (CPA8 e CPA9), (Tabela 12).

Tabela 12. Valores médios do comprimento de parte área (CPA) de plântulas de tomate nas concentrações (Conc.) das soluções de urina de vaca

Conc. (%)	CPA1 ¹	CPA2	CPA3	CPA4	CPA5	CPA6	CPA7	CPA8	CPA9
0,00	1,67	0,83	1,52	6,37	8,50	17,20	30,95	19,35	13,66
0,10	0,81	1,50	2,90	2,31	7,62	16,51	29,92	25,54	12,83
0,25	1,47	0,00	2,90	0,70	8,23	13,35	26,14	24,00	23,60
0,50	0,00	2,53	2,10	2,42	2,10	11,50	20,42*	29,00	30,40*
0,75	0,78	1,50	0,78	3,44	2,60	8,22	18,78*	30,50*	33,50*
1,00	0,00	1,37	0,69	1,52	2,01	11,12	21,94	32,04*	29,30
5,00	0,00	0,68	4,29	2,50	1,39	6,80*	9,30*	12,23	62,94*

Médias seguidas de asterisco (*) nas colunas diferem do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 10% de probabilidade. ¹CPA1 = ≤ 1,5 cm; CPA2 = 1,6 a 2,0 cm; CPA3 = 2,1 a 2,5 cm; CPA4 = 2,6 a 3,0 cm; CPA5 = 3,1 a 3,5 cm; CPA6 = 3,6 a 4,0 cm; CPA7 = 4,1 a 4,5 cm; CPA8 = 4,6 a 5,0 e CPA9 = > 5,1 cm.

Portanto, solução de urina na concentração de 5%, mesmo demonstrando ser prejudicial à germinação de sementes de tomate ‘Santa Clara’, apresentou, em contrapartida, maior estímulo no crescimento de parte aérea das plântulas. Diferentemente do comportamento da alface (experimento 1), em que a concentração de 5% prejudicou o crescimento das plântulas de alface ‘Regina’, o crescimento inicial das plântulas de tomate foi estimulado na concentração mais elevada de urina de vaca (5%).

Belan et al. (2013) avaliaram o desenvolvimento de mudas de tomate em bandejas de isopor submetidas a diferentes concentrações de urina de vaca. De acordo com esses autores, a aplicação da urina nas concentrações abaixo de 8,23% contribuiu para o desenvolvimento das mudas de tomate ‘Santa Adélia’. Sobre os efeitos da aplicação de urina de vaca em pepino, Cesar et al. (2007), também observaram que a urina estimulou significativamente o desenvolvimento das mudas, sendo que a resposta máxima ocorreu em solução a 20%, concentração essa muito superior à encontrada no presente trabalho. Cabe ressaltar que esses autores trabalharam com substratos,

diferentemente do presente trabalho, cujos testes foram realizados em papel de germinação e em areia.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que a urina de vaca, em baixas concentrações (menores que 1%), estimula a germinação de sementes e o crescimento das plântulas de alface 'Regina' e tomate 'Santa Clara'. A maior concentração de urina de vaca (5%), prejudicou a germinação de ambas espécies aqui trabalhadas.

As respostas, quanto a germinação de sementes e o crescimento das plântulas, às soluções de urina de vaca, podem estar relacionadas ao efeito osmótico promovido pelos cátions K^+ e Na^+ e a presença dos fitohormônios. Como comprovado pelas análises, além da urina de vaca conter em sua composição macro e micronutrientes, contém os fitohormônios ácido indol-acético (AIA) e giberilinas (GA_3), compostos esse, importantes para processos fisiológicos como a germinação de sementes e o crescimento e desenvolvimento das plantas.

5.0. CONCLUSÕES

A urina de vaca contém em sua composição química macro e micronutrientes, como também a presença dos fitohormônios auxina (AIA) e giberelinas (GA3).

Em baixas concentrações (abaixo de 1%), soluções de urina de vaca proporcionam estímulos à germinação de sementes e no crescimento das plântulas de alface 'Regina' e de tomate 'Santa Clara'.

Melhores resultados quanto a germinação de sementes e o crescimento das plântulas de alface 'Regina' e de tomate 'Santa Clara' são obtidos em concentrações em torno de 0,34 % para a alface e de até 1% para tomate, sendo a germinação de ambas inibida na concentração de 5%.

6.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JUNIOR, CH; BOARETTO, AE; MURAOKA, T; KIEHL, J de C. 2005. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. *Tópicos Ciências do Solo* 4:391 – 470.

AGRIANUAL. 2016. Anuário da Agricultura Brasileira. Campo Grande: FNP Consultoria e Comércio, 2016. 480p.

ALTIERI, M. 1998. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS. 110p.

AMARAL-LOPES, AC; NASCIMENTO, WM. 2009. Análise de sementes de hortaliças. *Circular Técnica – Embrapa Hortaliças* 83: 1-9.

ATZHORN, R; CROZIER, A; WHEELER, CT; SANDBERG, G. 1988. Production of gibberellins and indole- 3-acetic acid by *Rhizobium phaseoli* in relation to nodulation of *Phaseolus vulgaris* roots. *Planta* 175: 532–538.

BELAN, LL; WERNER, ET; STURM, GM; COSER, S; AMARAL, JAT do. 2013. Urina de vaca e fosfito de cobre no crescimento e desenvolvimento de mudas de tomateiro. *Agrotrópica (Itabuna)* 25: 171- 180.

BLANCHARD, RW; REHM, G; CALDWELL, AC. 1965. Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acid. *Proceeding-Soil Science Society of America* 29:71-72.

BRAGA, JM; DEFELIPO, BV. 1974. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e material vegetal. *Revista Ceres* 21: 73-85.

BRASIL, Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica, 2012.

BRASIL, IBGE. Censo Agropecuário. 2006. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 30 de novembro de 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: Mapa/ACS, 399p.

- CARDOSO, MO; OLIVEIRA, AP; PEREIRA, WE; SOUZA, AP. 2009. Eggplant growth as affected by cattle manure and magnesium thermophosphate in association with cow urine. *Horticultura Brasileira* 27: 308-314.
- CARVALHO, PGB; MACHADO, CMM; MORETTI, CL; FONSECA, MEN. 2006. Vegetable crops as functional food. *Horticultura Brasileira* 24: 367-404.
- CESAR, MNZ; PAULA, PD de; POLIDORO, JC.; RIBEIRO, R. de LD; PADOVAN, M P. 2007. Efeito estimulante da urina de vaca sobre o crescimento de mudas de pepino, cultivadas sob manejo orgânico. *Ensaio e Ciência, Campo Grande* 11: 67-71.
- CHITARRA, MIF; CHITARRA, AB. 2005. Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA. 785p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE SEMENTES E MUDAS. 2000. Normas e padrões de produção de sementes para o estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: DPV, 107p.
- DETMANN, E; SOUZA, MA; VALADARES FILHO, SC. 2012. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p.
- DUARTE, TS; PAGLIA, ÀG; ALDRIGHI, CB; PEIL, RMN. 2007. Concentração de nutrientes e crescimento de mudas de tomateiro produzidas em sistema flutuante com biofertilização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2. Resumos...Porto Alegre: SOB (CD-ROM).
- DURING, C; Mc NAUGHT, HJ. 1962. Effects of cow urine on growth of pature and uptake of nutrients. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. Nova Zelândia 5: 591-605.
- FRANZIN, SM; MENEZES, NL de; GARCIA, DC; WRASSE, CF. 2004. Metodos para avaliacao do potencial fisiologico de sementes de alface. *Revista Brasileira de Sementes* 26: 63-69.
- GADELHA, RSS; CELESTINO, RCA; SHIMOYA, A. 2002. Efeito da urina de vaca na produtividade do abacaxi. *Pesquisa Agropecuária & Desenvolvimento Sustentável* 1: 91-95.
- GADELHA, RSS; CELESTINO, RCA; SHIMOYA, A. 2003. Efeito da utilização de urina de vaca na produção da alface. *Pesquisa Agropecuária & Desenvolvimento Sustentável* 1: 179-182.

GLICKMAN, E; DESSAUX, Y. 1995. A critical examination of the specificity of the salkowsky reagent for indolic compounds produced by phytopathogenic bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 61: 793-796.

GLIESSMANN, S. R. 2001. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2 Ed. Porto Alegre: UFRGS. 658 p.

GOMES, LAA; RODRIGUES, AC; COLLIER, LS; FEITOSA, SS. 2008. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. *Horticultura Brasileira* 26: 359-363.

GORDON, SA; WEBER, PR. 1951. Colorimetric estimation of indoleacetic acid. *Plant Physiology* 26: 192-195.

GRAHAM, HD; HENDERSON, JHM. 1960. *Plant Physiology*, 405-408.

JARVIS SC; HATCH DJ; ROBERTS S. 1989. The effects of grassland management in nitrogen losses from grazed award through ammonia volatilization; the relationship to excretal N returns from cattle. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 112: 205-216.

MAGUIRE, J. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2: 176-177.

MARSCHNER, H. 1995. Mineral nutrition of higher plant. New York: Academic Press. p.889.

MONTEIRO, CS; BALBI, ME; MIGUEL, OG; PENTEADO, PTPS; HARACEMIV, SMC. 2008. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate tipo italiano. *Alimentos e Nutrição, Araraquara* 19: 25-31.

MORAES, ER de; SILVA, RC; SILVA, A de A; LANA, RMQ. 2011. Efeito da aplicação de suspensão aquosa de urina de vaca sobre o crescimento de mudas de tomate. In: *INTERNATIONALL SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL AND AGROINDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT*, 2. Anais...Foz do Iguaçu: PR.

NASCIMENTO, WM. 1994. A importância da qualidade de sementes olerícolas. Rio de Janeiro: A lavoura. p. 38-39.

OLIVEIRA, AP; PAES, RA; SOUZA, AP; DORNELAS, CSM. 2003. Rendimento de pimentão adubado com urina de vaca e NPK. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 43. Resumos... Recife: SOB (CD-ROM).

OLIVEIRA, NLC de. 2007. Utilização da urina de vaca na produção orgânica de alface. Viçosa-MG: UFV. 88p (tese mestrado).

OLIVEIRA, NLC; PUIATTI, M; BHERING, AS; CECON, PR; SILVA, GCC. 2012. Uso de urina de vaca no cultivo da beterraba de mesa. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável 2: 7-13.

OLIVEIRA, NLC; PUIATTI, M; BHERING, AS; CECON, SANTOS, RHS; SILVA, GCC. 2013. Crescimento e produção da abobrinha em função de concentração e via de aplicação da urina de vaca. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável 3: 129-136.

OLIVEIRA, NLC; PUIATTI, M; SANTOS, RHS; CECON, PR; BHERING, AS. 2010. Efeito da urina de vaca no estado nutricional da alface. Revista Ceres 57: 506-515.

OLIVEIRA, NLC; PUIATTI, M; SANTOS, RHS; CECON, PR; QUEIRONGA, CF de. 2006. Enraizamento e crescimento de mudas de mandioquinha-salsa submetidas à imersão em soluções de urina de vaca. Agronomia 23:46-51.

OLIVEIRA, NLC; PUIATTI, M; SANTOS, RHS; CECON, PR; RODRIGUES, PHR. 2009. Soil and leaf fertilization of lettuce crop with cow urine. Horticultura Brasileira 27: 431-437.

ORTOLANI, EL; GONZÁLEZ, FHD; BARROS, L; CAMPOS, R. 2002. Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais (sangue, leite e urina). In: CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29. Anais...Gramado: Brasil. UFRGS. P.18-26.

PESAGRO-RIO. 1999. Urina de vaca: utilização em vegetais. (Folder).

PESAGRO-RIO. 2002. Urina de vaca: alternativa eficiente e barata. 2ª edição (Documentos, n.96) 8p.

RYDER, EJ. 2002. The new salad crop revolution. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-408.html>>. Acessado em 30 de novembro de 2015.

SALA, FC; COSTA, CP. 2012. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. Horticultura Brasileira 30: 187-194.

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

SILVA, GCC; PUIATTI, M; CECON, PR; COLOMBO, JN. 2012. Utilização da urina de vaca no tratamento de bulbilhos de alho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52. Viçosa - MG. Horticultura Brasileira 30: 5456-5463.

TAIZ L; ZEIGER E. 2013. Fisiologia Vegetal. 5º Ed. Porto Alegre: Artmed. p. 918.

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