



## **Avaliação da toxicidade de manipueira tratada em biodigestor na germinação de alface<sup>1</sup>**

Gislayne de Araujo Bitencourt<sup>2</sup>, Jaine Pereira Flores<sup>3</sup>, Artur Guerra Rosa<sup>4</sup>, Marlon Diego Gonzalez<sup>5</sup>, Roanita Iara Rockenbach<sup>6</sup>

### **Resumo**

O processamento da raiz de mandioca para a produção da farinha de tapioca gera grande quantidade de resíduo, a manipueira. O tratamento correto desse resíduo, pode eliminar ou reduzir sua toxidez, que é em virtude da presença de linamarina e cianeto em sua composição. Objetivou-se com este trabalho, avaliar os efeitos da manipueira tratada em biodigestor na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* (cv. Aurélia). A manipueira após tratada em biodigestor foi diluída utilizando água destilada nas concentrações de: 0; 12,5; 25; 50; 75 e 100%. Foram colocadas 20 sementes de *L. sativa* em caixas gerbox, contendo papel filtro umedecido com a solução, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições. A temperatura foi mantida a 25°C e fotoperíodo de 12 horas durante sete dias. Ao final, foram determinadas as porcentagens de germinação, comprimento da raiz (CR) e de parte aérea (CPA). Os dados foram submetidos a análise de variância e ajustados ao modelo de regressão. A variável CPA apresentou equação polinomial com a concentração de 49,35% sendo a mais recomendada. O CR e a porcentagem de germinação apresentaram curva decrescente, onde a concentração de 100% ocasionou efeito tóxico, resultando na inibição de germinação e crescimento. O teste evidenciou que a manipueira apresenta potencial de utilização, quando diluída com água.

**Palavras-chave:** Biofertilizante, Mandioca, Raízes, Resíduos, Tapioca.

**Toxicity evaluation of manipueira treated in biodigester in lettuce germination.** The processing of cassava root to produce tapioca flour, generates a large amount of waste, the manipueira. The correct treatment of this waste can remove or reduce its toxicity, due to the presence linamarina and cyanide in the composition. The objective of this work is to evaluate the effects of manipueira treated in biodigester in the inicial germination and growth of *Lactuca sativa* (cv. Aurélia). The manipueira after treatment in biodigester was diluted using distilled water in the concentration 0; 12.5; 25; 50; 75 and 100%. Twenty seeds of *L. sativa* were placed in gerboxes, including filter paper moistened with a solution, distributed in completely randomized design (DIC) with five replications. The temperature was maintained at 25°C and the photoperiod for 12 hours for seven days. At the end, they were available a percentage of germination, root length (CR) and aerial part (CPA). The

<sup>1</sup>Resultado de Trabalho de Conclusão de Curso da segunda autora.

<sup>2</sup>Professora, UEMS, Aquidauana, MS, [gislaynebitencourt@gmail.com](mailto:gislaynebitencourt@gmail.com) - Autor para correspondência

<sup>3</sup>Graduação em Agronomia, UEMS, Aquidauana, MS, [jaineflores1996@gmail.com](mailto:jaineflores1996@gmail.com)

<sup>4</sup>Graduação em Agronomia, UEMS, Aquidauana, MS, [arturguerra921@hotmail.com](mailto:arturguerra921@hotmail.com)

<sup>5</sup>Graduação em Agronomia, UEMS, Aquidauana, MS, [marlon\\_gonzalez@hotmail.com.br](mailto:marlon_gonzalez@hotmail.com.br)

<sup>6</sup>Agrônoma, COPASUL, Naviraí, MS, [roanita.rockenbach@copasul.coop.br](mailto:roanita.rockenbach@copasul.coop.br)



data were submitted to variation analysis and adjusted to the regression model. The CPA variable presented a polynomial equation with a concentration of 49.35%, being the most recommended. The CR and a percentage of germination shown in a decreasing curve, where a concentration of 100% has toxic effect, resulting in inhibition of germination and growth. The test shows, the manipueira have potential to be used in the early stages of growth when used in dilution with water.

**Keywords:** Biofertilizer, Cassava, Roots, Waste, Tapioca.

## 1. Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma tuberosa importante, de fácil propagação, tolerante ao déficit hídrico, pragas e doenças, com produção satisfatória até mesmo em solos de baixa fertilidade. É um alimento de extrema importância para a população de países tropicais, onde sua produção é elevada, sendo utilizada como matéria-prima para diversos produtos, como a fécula e seus derivados (SAJEEV et al., 2012; DUARTE et al., 2012; FIORDA et al., 2013).

O processamento industrial das raízes da mandioca, pode causar sérios problemas ambientais, pois geram grandes quantidades de resíduos sólidos (casca, entrecasca e bagaço) e líquidos (manipueira e água vegetal) (SANTOS et al., 2010).

A manipueira é o líquido extraído da produção de farinha em indústrias que fazem o processamento da mandioca, realizando a compressão e retirada da água das raízes (SILVA et al., 2017). É considerada um resíduo com grande potencial de utilização (CONCEIÇÃO et al., 2013) e se destaca pela presença de nutrientes como o nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, cobre, zinco e manganês, principalmente como excelente fonte de potássio. O descarte incorreto no ambiente apresenta riscos devido aos teores de carboidratos e a toxidez da linamarina, glicosídeo cianogênico presente nas raízes (DUARTE et al., 2013).

As plantas de mandioca pertencem ao grupo de plantas cianogênicas (HCN), os glicosídeos linamarina 95% e lotaustralina 5% após ruptura da estrutura celular da raiz, entram em contato com as enzimas presentes (linamarase) degradando estes compostos, liberando ácido cianídrico (HCN), que é o princípio tóxico da mandioca, responsável pelas intoxicações em animais e seres humanos (CHISTÉ et al., 2010). De acordo com Silva et al. (2017) a manipueira é altamente tóxica, apresenta altas concentrações de compostos cianogênicos, após 24 a 48 horas a mesma perde sua toxicidade, podendo ser utilizada na alimentação de ruminantes.

Pensando na redução de custos nos processos de industrialização de matérias primas vegetais e buscando alternativas para reduzir a quantidade de resíduos prejudiciais ao meio ambiente, investigações vêm sendo realizadas para a transformação do resíduo em subproduto (ARAUJO et al., 2019). O tratamento adequado inclui a fermentação do resíduo, visando a redução da sua carga orgânica e evitar que ocorra a fermentação na rizosfera, o que pode provocar a morte das plantas (BARRETO et al., 2014).

Para se avaliar os efeitos de toxicidade são utilizados bioensaios padronizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da germinação de plantas bioindicadoras, é uma complementação a análise química, apresentando efeitos diretos na germinação e crescimento inicial e são



avaliados pelo monitoramento de efeitos letais, morfológicos e fisiológicos (ISO 11269-2, 2014).

A alface é bastante utilizada nesses testes, devido ao baixo custo, fácil cultivo, adaptação a diversas condições climáticas, pouca suscetibilidade a pragas e doenças (KOMILIS; TZIOUVARAS, 2009). Gryczak et al. (2018) salientam que o teste utilizando a semente de alface pode ser realizado com amostras contaminadas com substância química, no estado líquido ou sólidos solubilizados em solução aquosa. Dessa forma, objetivou com este trabalho, avaliar os efeitos da manipueira tratada em biodigestor na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* (cv. Aurélia).

## 2. Material e método

A manipueira foi gentilmente cedida pela COPASUL – Cooperativa

Agrícola de Mato Grosso do Sul, localizada em Naviraí, MS, a qual foi armazenada em recipiente plástico hermeticamente fechado com 2 L de capacidade, sendo prontamente utilizada ou mantida a 4°C por 24 h. O material utilizado é derivado da extração das raízes processadas para a produção de farinha de tapioca, que após a moagem, esse resíduo juntamente com toda a água utilizada no processo de lavagem da fábrica é encaminhando para uma represa, que entra em um biodigestor para a fermentação.

Análises físico-químicas foram realizadas para a caracterização da manipueira no estado bruto, antes e depois do tratamento, de acordo com metodologia proposta em APHA (2005), no laboratório de análises Biológica Ambiental (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros físico-químico da manipueira no estado bruto antes e depois do tratamento em biodigestor na Cooperativa Agrícola de Mato Grosso do Sul - COPASUL, Naviraí – MS.

Variável	Antes	Depois
pH	4,54	8,37
CE	2.293,0 mg/L	2.970,0 mg/L
N	6,00 mg/L	1,00 mg/L
P	64,00 mg/L	31,60 mg/L
CTE	<1,0 X 10 <sup>0</sup> nmp/100 mL	5,2 x 10 <sup>1</sup> nmp/100 mL
Al	17,09 mg/L	0,221 mg/L
Cu	0,159 mg/L	<0,005 mg/L
Mn	0,695 mg/L	0,118 mg/L
CN-	2,81 mg/L	<0,01 mg/L
NaT	4,65 mg/L	44,10 mg/L
OGT	105,1 mg/L	16,5 mg/L
SDT	9.710,0 mg/L	964,0 mg/L
SST	3.816,0 mg/L	290,0 mg/L
ST	13.526,0 mg/L	1.254,0 mg/L
STF	1.395,0 mg/L	865,0 mg/L
STV	12.133,0 mg/L	389,0 mg/L
T °C	34,0 °	34,1 °

pH=Potencial Hidrognônico; CE= Condutividade Elétrica; N= Nitrogênio; P= Fósforo; CTE= Coliformes Termotolerantes; Al= Alumínio; Cu= Cobre; CN= Cianeto; NAT= Nitrogênio Amoniacal Total; OGT= Óleos e graxos totais; SDT= Sólidos Dissolvidos Totais; SST= Sólidos Solúveis Totais; ST= Sólidos Totais; STF= Sólidos Totais Fixo; STV= Sólidos Totais Voláteis; T °C= Temperatura.



A manipueira após tratamento em biodigestor foi utilizada no preparo das soluções, na qual foi diluída em água destilada nas concentrações de 0 (somente água); 12,5; 25; 50; 75 e 100%. Foram aferidos o potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade elétrica (CE) das soluções a 25°C com o auxílio de um pHmetro e o condutímetro, conforme metodologia proposta por Abreu et al. (2009).

O ensaio de germinação foi conduzido no Laboratório de Fitossanidade (FITOSSAN) da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Unidade Universitária de Aquidauana – MS. As sementes de *Lactuca sativa* L. (cv. Aurélia) foram distribuídas em caixa tipo gerbox transparente com dimensões 11 x 11 x 3,5 cm, contendo papel filtro como substrato, umedecidos com 7 mL da solução nas concentrações: (0; 12,5; 25; 50; 75 e 100%). As sementes foram distribuídas em duas fileiras de 10, totalizando 20 sementes com cinco repetições para cada tratamento, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC).

O teste foi mantido em câmara de germinação do tipo BOD, com temperatura controlada 25 ±2°C e fotoperíodo de 12 horas, por um período de sete dias conforme recomendações das Regras para análise de sementes – RAS (BRASIL, 2009). Ao final, foram determinadas a porcentagem de germinação, comprimento da raiz (CR) e de parte aérea das plântulas (CPA).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (teste F), quando significativos foram ajustados em modelos de regressão utilizando o Software R (2009). O cálculo da CL50 foi realizado determinando as regressões, descrevendo a função onde x refere-se aos tratamentos e y as variáveis avaliadas. Na sequência, substitui-se o valor de y por 0,5 e calculou-se a CL50.

Todas as funções foram determinadas com 95% de confiabilidade.

### 3. Resultados e Discussão

Foram aferidos o pH e a CE da amostra de manipueira após saída do biodigestor diluída nas concentrações utilizadas no teste (Tabela 2). O pH das amostras de manipueira manteve-se próximo da neutralidade em todas as concentrações. Segundo Abreu et al. (2009), o pH é visto como um indicador químico, podendo ser ácido ou alcalino, o que interfere na disponibilidade de elementos químicos considerados essenciais para as culturas no geral.

Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram as respostas encontradas por Melo et al. (2005) e Barreto et al. (2013) que também correlacionaram a elevação do pH com o aumento das concentrações de manipueira.

Tabela 2 - Valores de pH e CE da manipueira após saída do biodigestor, diluída com água destilada em seis concentrações.

Concentrações	pH	CE $\mu\text{s}/\text{cm}^3$
0%	6,18	2,22
12,5%	7,65	465
25%	7,75	771
50%	7,76	1.319
75%	7,76	1.927
100%	7,76	2.400

pH= Potencial Hidrogeniônico; CE= Condutividade Elétrica.

De acordo com Bezerra et al. (2019) e Bezerra et al. (2017) as águas residuárias oriundas da produção de farinha de mandioca, promoveram aumento de pH, fósforo e potássio em solos arenosos cultivados com a forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

A manipueira diluída nas concentrações de 50, 75 e 100% apresentaram alta CE quando comparadas com as concentrações de



Ciências Agrárias

0, 12,5 e 25%, sugerindo alta concentração de elementos químicos em sua composição. De acordo com Melo et al. (2005), a presença de cátions como  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Na^+$ , contribuiu para o aumento da CE do solo quando utilizada diferentes concentrações de manipueira.

As respostas obtidas com relação a CE, corroboram as encontradas por

Saraiva et al. (2007) e Barreto et al. (2013), que observaram um aumento crescente da CE em relação ao aumento da concentração de manipueira.

Foi verificada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para as concentrações de manipueira nas variáveis porcentagem de germinação, comprimento de parte aérea e de raiz (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (G), crescimento, em centímetros, da raiz (CR) e de parte aérea (CPA) de alface submetida a diferentes concentrações (0, 12,5; 25; 50; 75 e 100%) de manipueira.

Fontes de variação	GL	G		CPA		CR	
		QM	P	QM	P	QM	P
Concentração	5	184.273	$8,78.10^{-10}$ **	0.636	$9,69.10^{-7}$ **	0.306	$6,06.10^{-6}$ **
Resíduo	24						

\*\*significativo ( $p < 0,05$ ) P= p.value; GL= Grau de Liberdade; QM = Quadrado médio

Os dados de porcentagem de germinação se enquadraram em um modelo de regressão quadrática, reduzindo a porcentagem em função do aumento da concentração de manipueira (Figura 1).

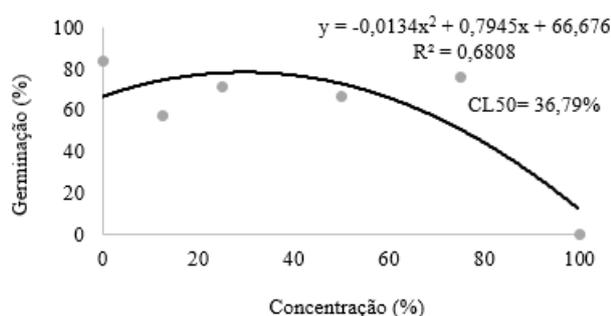


Figura 1 - Porcentagem de germinação (%) de alface submetidas a diferentes concentrações de manipueira.

Foi calculada a concentração letal média (CL50), que refere-se a concentração de uma substância química no ar ou na água que leva à morte ou inibição de 50% organismos em um período determinado (MINHO et al., 2016). A CL50 obtida para a variável

porcentagem de germinação foi de 36,79%. Ou seja, a partir dessa concentração foi verificada a redução na germinabilidade de alface em 50% das sementes.

A concentração de 100% de manipueira promoveu inibição da germinação nas sementes de alface, sugerindo que ocorreu efeito tóxico da manipueira, provavelmente devido a presença do glicosídeo tóxico cianogênico denominado de linamarina conforme observações de Chisté et al. 2010 e Silva et al. 2017. Além disso, os insumos orgânicos podem apresentar alta concentração de sais, sendo considerado um fator de estresse. O aumento da salinidade promove a redução do potencial osmótico, interferindo na absorção de água pelas raízes, ocasionando a inibição na germinação e conseqüentemente às demais fases do processo (LOPES; MACEDO, 2008).

A condutividade elétrica é um parâmetro que precisa ser verificado, pois altas quantidades de sais prejudicam a



germinação. A qualidade fisiológica das sementes é avaliada pela germinação e vigor, sendo este último definido como a soma de parâmetros que permite a semente germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais em condições de diversidade ambiental (SILVA et al., 2013).

Os efeitos nocivos da salinidade durante a germinação se iniciam nas estruturas subcelulares, onde com o aumento da concentração de sais ocorre a redução no potencial hídrico, o que resulta em uma menor capacidade de absorção de água nas sementes, consequentemente influenciando na capacidade germinativa e o desenvolvimento das plântulas (LOPES; MACEDO, 2008).

Alguns autores observaram a inibição da germinação e crescimento das raízes em bioensaios semelhantes. Franco et al. (2017) avaliou a germinação das sementes de alface e pepino utilizando lixiviado de aterro sanitário bruto e verificaram a inibição na germinação. Thode Filho et al. (2019) avaliou a germinação das sementes e o crescimento radicular de alface utilizando extrato de bagaço de cana de açúcar residual.

Coser et al. (2010), avaliando o efeito da salinidade sobre a germinação de sementes de alface, afirmam que esses testes, são práticos e de baixo custo, de rápida execução e de alta sensibilidade a presença de substâncias tóxicas ou inibidoras. Segundo o mesmo autor, foi observada a inibição da germinação de alface cv. Maravilha Quatro estações utilizando substância salina.

Segundo Vasconcellos et al. (2012), o teste de germinação em placas de Petri utilizando alface é o mais sensível aos agentes tóxicos. De acordo com Silva e Villas Boas (2007), valores inferiores a 55%

de germinação são indicativos de toxicidade.

Para o comprimento da parte aérea (CPA), a análise de regressão evidenciou que a concentração de 49,35% proporcionou o maior crescimento, sendo superior ao controle, contudo acima de 50% observou-se a redução nessa variável (Figura 2).

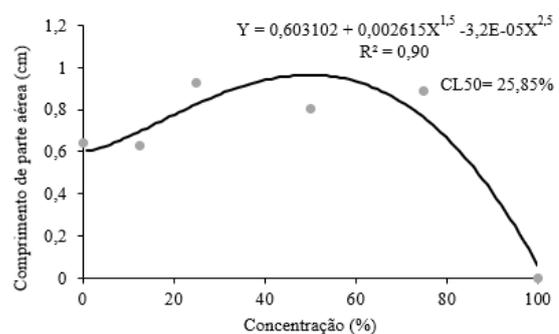


Figura 2 - Comprimento de parte aérea (CPA) de alface submetidos em diferentes concentrações de manipueira.

A CL50 verificada na variável CPA foi de 25,85%. O decréscimo nessa variável, pode estar associado a elevada quantidade de potássio na composição da manipueira após saída do biodigestor, sugerindo que em excesso pode comprometer a absorção de outros nutrientes e ocasionar efeitos de toxicidade.

Nascentes et al. (2019) realizaram um experimento semelhante utilizando sementes de Zea Mays e observaram redução no comprimento de raiz e de parte aérea quando utilizada a concentração de 100% do lixiviado de aterro sanitário.

De acordo com as observações feitas por Coser et al. (2010) e Young et al. (2012) tais efeitos podem ser em virtude da concentração de sais contidos na manipueira, uma vez que altos níveis de salinidade reduzem a disponibilidade de água necessária para a embebição, provocando efeito tóxico pelo acúmulo

de íons que dificultam o processo nutricional, impedindo, por exemplo, a absorção de K, cofator de inúmeras enzimas responsáveis pela fotossíntese e respiração, fundamental para o fornecimento de energia para os processos metabólicos da germinação.

A aplicação de manipueira em concentrações acima de 32,22% promoveram redução no CR (Figura 3).

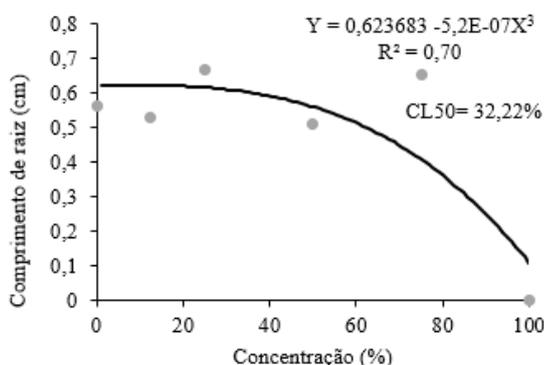


Figura 3 - Comprimento de raiz (CR) de alface submetidos em diferentes concentrações de manipueira.

Segundo Gryczak et al. (2018), a toxicidade depende da concentração e das propriedades das substâncias químicas que o organismo é exposto e do tempo de exposição. A CL 50 calculada para comprimento de raiz, foi de 32,22%, ou seja, a partir dessa concentração ocorreu redução em 50% no crescimento das raízes das plântulas de alface.

Os testes de germinação podem verificar a toxicidade, no caso a manipueira, é bastante rica em nutrientes, dependendo da concentração pode apresentar efeitos negativos. Recomenda-se utilizar a mesma diluída em água quando for aplicada diretamente sobre as sementes de alface. Estes resultados são ainda primários e sugerimos mais testes com a manipueira em solo por um período maior de avaliação.

#### 4. Conclusões

O bioensaio de toxicidade utilizando sementes de alface revelou ser uma excelente ferramenta para verificação dos efeitos tóxicos da manipueira, sendo de baixo custo, rápida execução e alta sensibilidade.

O experimento evidenciou que a concentração acima de 25% de manipueira promoveu reduções em todas as variáveis avaliadas. Sendo que, a concentração de 100% inibiu a germinação, ocasionando efeitos de fitotoxicidade.

Recomenda-se o uso da manipueira em concentrações inferiores a 25% para evitar o efeito tóxico de alguns nutrientes em excesso em sua composição.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem a Cooperativa Agrícola de Mato Grosso do Sul - COPASUL, Naviraí, MS, pela doação da manipueira.

#### Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

#### Referências

ABREU, M.F. de. ABREU JUNIOR, C.H.; SILVA, F.C. da; SANTOS, G.C.G.; ANDRADE, J.C.; GOMES, T.F.; COSCIONE, A.R.; ANDRADE, C.A. **Análises químicas de fertilizantes orgânicos (urbanos)**. In: SILVA, F.C. DA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes do solo. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. (p.401-405).

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the**



**Examination Water and Wastewater.** Ed. 21. Washington: APHA. 1083 p. 2005.

ARAUJO, N. C. de; LIMA, V. L. A.; RAMOS, J. G.; ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, S. J. C. Contents of macronutrients and growth of 'BRS Marataoã' cowpea fertigated with yellow water and cassava wastewater. **Revista Ambiente & Água**, v. 14 n. 3, p. 1 -12, 2019.

BARRETO, M. T. L.; MAGALHÃES, A. G.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; DUARTE, A. S.; TAVARES, U.E. Desenvolvimento e acúmulo de macronutrientes em plantas de milho biofertilizadas com manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 5, p. 487-494, 2014.

BARRETO, M.T.L.; ROLIM, M.M.; PEDROSA, E.M.R.; MAGALHÃES, A.G.; TAVARES U.E.; DUARTE, A.S. Atributos químicos de dois solos submetidos à aplicação de manipueira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, p.528-534, 2013.

BEZERRA, M. G. S. da; SILVA, G. G. C. da; DIFANTE, G. S. dos; EMERENCIANO NETO, J. V.; OLIVEIRA, E. M. M.; MORAIS, E. G. Chemical attributes of soil under cassava wastewater application in Marandugrass cultivation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23 n. 8, p. 579-585, 2019.

BEZERRA, M.G.S.; SILVA, G.G.C.DA; DIFANTE, G. dos S.; EMERENCIANO NETO, J.V.; OLIVEIRA, E.M.M.; OLIVEIRA, L.E.C. De. Cassava wastewater as organic fertilizer in 'Marandu' grass pasture. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, p.404-409, 2017.

BRASIL. 2009. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.

CHISTÉ, R.C.; COHEN, K.O. de.; MATHIAS, E.A. de.; OLIVEIRA, S.S. Quantificação de cianeto total nas etapas de processamento das farinhas de mandioca dos grupos seca e d'água. **Acta Amazonica**, v. 40, n.1, p. 221-226, 2010.

CONCEIÇÃO, A. A.; RÊGO, A. P. B.; SANTANA, H.; TEIXEIRA, I.; CORDEIRO MATIAS, A. G. C. Tratamento de efluentes resultantes do processamento da mandioca e seus principais usos. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 4, p. 118-130, 2013.

COSER SM; LOPES JC; MORAES WB. Efeito da salinidade sobre a germinação e o vigor de

sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p.4233-4238, 2010.

DUARTE, A. S. de; ROLIM, M. M.; SILVA, Ê. F. de E.; PEDROSA, E. M. R.; ALBUQUERQUE, F. S. da; MAGALHÃES, A. G. Alterações dos atributos físicos e químicos de um Neossolo após aplicação de doses de manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 938-946, 2013.

DUARTE, A. S. de; SILVA, Ê, F. de F. E.; ROLIM, M. M.; FERREIRA, R. F. A. de L.; MALHEIROS, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. S. da. Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 262-267, 2012.

FIORDA, F. A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; SILVA, F. A. DA; SOUTO, L. R. F.; GROSSMANN, M. V. E. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 408-416, 2013.

FRANCO, H.Á.; MARTINS, G.M. de O.; MUSSEL, Y.L.; MORENO, S.C.; THODE FILHO, S.; MARQUES, M.R. da C. Ecotoxicidade de Lixiviado de Aterro Sanitário na Germinação de Sementes de Alface (*Lactuca sativa* L.) e Pepino (*Cucumis sativus* L.). **Revista de Estudos Ambientais**, v. 19, n. 1, p. 36-43, 2017.

GRYZZAK, M.; KILIPPER, T. J.; COSTA, D. P.; MACCARI, A. Sementes de *Lactuca sativa* como bioindicador de toxicidade em resíduos de construção civil. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 24, p. 233-242, 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1269:2.** Qualidade do solo – determinação dos efeitos de poluentes na flora terrestre. 2. ed. Rio de Janeiro, 2014. 23 p.

KOMILIS, D. P.; TZIOUVARAS, I. S. A statistical analysis to assess the maturity and stability of six composts. **Waste Management**, v. 29, p. 1504-1513, 2009.

LOPES, J.C.; MACEDO, C.M.P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 79-85, 2008.

MELO, R.F. de; FERREIRA, P.A.; RUIZ, H.A.; MATOS, A.T. de; OLIVEIRA, L.B. de. Alterações



físicas e químicas em três solos tratados com água residuária de mandioca. **Irriga**, v.10, p.383-392, 2005.

MINHO, A.P.; GASPAR, E.B.; DOMINGUES, R. **Guia Prático para Determinação de Curva Dose-Resposta e Concentração Letal em Bioensaios com Extratos Vegetais**. Comunicado Técnico, n.93, (ISSN1982-5382), Bagé, RS, 2016, 8p.

NASCENTES, A.L.; PEREIRA, B.C.; PINHO, C.F. de.; SILVA, L.D.B. da.; ZONTA, E.; FERREIRA, J.A.; CAMPOS, J.C. Avaliação da toxicidade de lixiviado de aterro sanitário utilizando germinação de sementes de milho. **Revista de estudos ambientais**, v.21, n. 2, p.20-30, 2019.

SAJEEV, M.S.; NANDA, S.K.; SHERIFF, J.T. An efficient blade type rasper for cassava starch extraction. **Journal of Root Crops**, v.38, n. 2, p. 151-156, 2012.

SANTOS, M.H.V.; ARAÚJO, A.C. de; SANTOS, D. M. R.; LIMA, N. S.; LIMA, A.C.A.; LIMA, C.L.C.; SANTIAGO, A.D. Uso da manipueira como fonte de potássio na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, p.729-733, 2010.

SARAIVA, F.Z.; SAMPAIO, S.C.; SILVESTRE, M.G.; QUEIROZ, M.M.F.; NÓBREGA, L.H.P.; GOMES, B.M. Uso de manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.1, p.30-36, 2007.

SILVA, F. A. de M.; VILLAS BÔAS, R. L. Teste de germinação como indicador de maturação em composto orgânico. **Revista Energia na Agricultura**, v. 22, n. 2, p. 63-73, 2007.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FERREIRA, F.J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Revista Irriga**, Botucatu, v.18, n.2, p. 304-317, 2013.

SILVA, V.C.; OLIVEIRA, L.A. de; LACERDA, M. DOS S.C.; PIMENTEL, L.A.; SANTOS, W.S.; MACÊDO, J.T.S.A.E.; RIET-CORREA, F.; PEDROSO, P.M.O. Experimental poisoning by cassava wastewater in sheep. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 11, p. 1241-1246, 2017.

SOFTWARE R. R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2009. ISBN 3-900051 07-0, URL <http://www.R-project.org>.

THODE FILHO, S.; PAIXÃO, C.P.S. da.; MARANHÃO, F.da. S.; FRANCO, H.A. Avaliação ecotoxicológica do extrato solubilizado de bagaço de cana-de-açúcar residual via germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista de estudos ambientais**, v.21, n. 1, p.46-55, 2019.

VASCONCELLOS, M. C.; PIMENTEL, M. A.; PENHA, R. O.; GUERRA, E. P.; SILVA, L. L. Ação de diferentes enzimas na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L) –Asteraceae. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 3, p. 1-4, 2012.

YOUNG, B. J.; RIERA, N. I.; BEILY, M. E.; BRES, P. A. Toxicity of the effluent from an anaerobic bioreactor treating cereal residues on *Lactuca sativa*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 76, n. 2, p. 182-186, 2012.