

## Água residuária de suinocultura e sistema plantio direto no desenvolvimento do milho para produção de silagem



ISBN 978-85-8263-479-0  
novembro/2019

*Programa de Pós-Graduação em Agroecologia*  
*Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre*

## BOLETIM TÉCNICO Nº 1

Água residuária de suinocultura e sistema plantio direto no  
desenvolvimento do milho para produção de silagem

*Otacílio José Passos Rangel*  
*Rebyson Bissaco Guidinelle*  
*Renato Ribeiro Passos*  
*Júlio Cezar Machado Baptestini*  
*André Oliveira Souza*

**Ifes-Campus de Alegre**  
Alegre, ES  
2019

Exemplares digitais deste boletim técnico podem ser obtidos em:  
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia (PPGA)  
Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre  
Rodovia ES 482, km 47, Cx. Postal-47, Distrito de Rive, Alegre-ES  
Telefone: (28) 3564-1808  
www.ppga.alegre.ifes.edu.br

Capa  
*Os autores*

Comissão de Editoração do PPGA:

*Otacílio José Passos Rangel, Danielle Inácio Alves, Jeane de Almeida Alves, Jéferson Luiz Ferrari, Monique Moreira Moulin, Pedro Pierro Mendonça*

Editoração Eletrônica  
*Os autores*

Revisão Textual	Normalização Bibliográfica
<i>Otacílio J. P. Rangel, Renato R. Passos.</i>	<i>Jeane de Almeida Alves</i>
<i>Júlio César M. Baptistini e Maurício N. Souza</i>	

Contato  
*e-mail: ppga.alegre@ifes.edu.br Tel.: (28) 3564-1808*

---

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca Monsenhor José Bellotti – Ifes campus de Alegre

---

A282      *Água residuária de suinocultura e sistema plantio direto no desenvolvimento do milho para a produção de silagem [recurso eletrônico] / Otacílio José Passos Rangel ... [et. al.] -- Alegre: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2019.*  
25 f. il.  
Inclui bibliografias.  
ISBN: 985-85-8263-479-0  
Publicação digitalizada  
Formato PDF

1. Ecologia agrícola. 2. Resíduos orgânicos. 3. Milho – Cultivo. 4. Silagem. I. Rangel, Otacílio José Passos. II. Guidinelle, Rebyson Bissaco. III. Passos, Renato Ribeiro. IV. Baptistini, Júlio Cezar Machado. V. Souza, André Oliveira. VI. Título.

CDD: 630.2745

---

@2019 Instituto Federal do Espírito Santo  
Todos os direitos reservados.  
É permitida a reprodução parcial desta obra, desde que citada a fonte.  
O conteúdo dos textos é de inteira responsabilidade do autor.

## Sumário

---

Resumo .....	5
Abstract.....	6
Introdução .....	7
Material e Métodos.....	9
Caracterização da área experimental.....	9
Água residuária de suinocultura .....	10
Delineamento experimental.....	11
Instalação e condução do experimento .....	12
Sistema e manejo da irrigação .....	14
Coleta e análise de dados .....	16
Análises estatísticas.....	16
Resultados e Discussão.....	17
Conclusões .....	21
Agradecimentos .....	21
Referências.....	21

## Água residuária de suinocultura e sistema plantio direto no desenvolvimento do milho para produção de silagem

Otacilio José Passos Rangel<sup>1</sup>  
Rebyson Bissaco Guidinelle<sup>2</sup>  
Renato Ribeiro Passos<sup>3</sup>  
Júlio Cezar Machado Baptestini<sup>1</sup>  
André Oliveira Souza<sup>4</sup>

**Resumo** - Em paralelo à crescente demanda mundial por alimentos, encontra-se a elevada geração de resíduos em diferentes atividades agropecuárias. Dentre as atividades geradoras de resíduos destaca-se a suinocultura, cujos dejetos se caracterizam pelas altas concentrações de matéria orgânica, macro e micronutriente. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação com água residuária de suinocultura (ARS) e sistemas de manejo do solo na produção de milho para silagem. Foram conduzidos dois experimentos sucessivos a campo no sul do estado do Espírito Santo, num arranjo constituído de dois sistemas de manejo do solo (Sistema Plantio Convencional e Sistema Plantio Direto) e cinco lâminas de irrigação com ARS (50%, 75%, 100%, 125% e 150% da evapotranspiração da cultura-ETc). A colheita ocorreu quando as espigas de milho apresentaram características adequadas para silagem. As características avaliadas foram: altura de plantas, massa seca de planta e produtividade de massa por hectare (t/ha). A produtividade de massa seca por hectare do milho respondeu linearmente, nos dois sistemas de plantios, ao incremento nas doses de ARS, evidenciando que as respostas às lâminas de irrigação com ARS demandam menor tempo, comparativamente aos sistemas de manejo do solo.

**Termos para indexação:** dejetos de suínos, irrigação, biofertilizante, sistema plantio direto, produção de silagem.

---

<sup>1</sup> DSc. Professor do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000, Alegre-ES. E-mail: otaciliorangel@gmail.com; julio.baptestini@ifes.edu.br.

<sup>2</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal de Educação do Espírito Santo, Caixa Postal 16, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: rebysonguidinelle@gmail.com

<sup>3</sup> DSc. Professor da Universidade Federal do Espírito Santo, Caixa Postal 16, CEP: 29500-000, Alegre-ES. E-mail: renatoribeiropassos@hotmail.com

<sup>4</sup> MSc. Professor do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, Caixa Postal 47, CEP: 29500-000, Alegre-ES. E-mail: andre.souza@ifes.edu.br

## Swine wastewater and no-till system in the development of corn for silage production

**Abstract** - In parallel with the growing worldwide demand for food, there is the high generation of residues in different agricultural activities. Among the waste generation activities, pig farming stands out, whose waste is characterized by high concentrations of organic matter, macro and micronutrient. In this sense, the aim of this study was to evaluate the effect of different swine wastewater (ARS) irrigation depths and soil management systems on corn silage production. Two successive field trials were conducted in southern Espírito Santo State, in an arrangement consisting of two soil management systems (Conventional Planting System and Direct Planting System) and five ARS irrigation depths (50%, 75%, 100%, 125% and 150% culture evapotranspiration - ET<sub>c</sub>). Harvesting occurred when corn ears showed adequate characteristics for silage. The characteristics evaluated were: plant height, plant dry mass and mass yield per hectare (t/ha). The dry mass yield per hectare of maize responded linearly, in both planting systems, to the increase of the ARS rates, showing that the responses to the irrigation depths with ARS demand less time compared to the soil management systems.

**Index terms:** swine manure, irrigation, biofertilizer, no-tillage system, silage production.

## Introdução

---

A suinocultura representa uma importante atividade agropecuária, presente em grande parte das propriedades rurais brasileiras e compõe um dos fatores responsáveis pelo desenvolvimento econômico nacional pela grande geração de empregos e renda (DE LUCA et al., 2017).

No entanto, em se tratando de questões ambientais, essa atividade gera grandes quantidades de resíduos, sendo enquadrada na legislação ambiental como uma atividade potencialmente causadora de degradação ambiental (BRASIL, 1998), podendo o produtor ser responsabilizado criminalmente por eventuais impactos causados ao meio ambiente e à saúde dos homens e animais, devido ao manejo inadequado dos dejetos.

Uma forma de diminuir os efeitos negativos dos dejetos gerados pela suinocultura é a passagem deste material por biodigestores anaeróbicos. O tratamento dos dejetos em biodigestores reduz a carga orgânica do material, diminuindo os sólidos totais, sólidos suspenso, demanda bioquímica e química de oxigênio e a concentração de macro e micronutrientes (KONZEN, 2006), tendo como consequência a geração de três subprodutos: o biogás, o biofertilizante sólido e o biofertilizante líquido também conhecido como água residuária de suinocultura (ARS) (CATARINO et al., 2009).

A ARS é o principal subproduto do tratamento em biodigestores dos dejetos de suínos, pois contém macro e micronutrientes que potencializam seu uso na irrigação e fertilização de culturas agrícolas (CABRAL et al., 2011). Aproximadamente 67% do N, 33% do P e 100% do K presentes na ARS encontram-se na forma mineral, prontamente absorvíveis pelas plantas (GOMES FILHO et al., 2001). Os nutrientes que não se encontram na forma mineral serão disponibilizados com a decomposição da matéria orgânica ao longo do tempo (SMANHOTTO et al., 2010).

A destinação da ARS para fins de irrigação é uma alternativa desejável e vantajosa, já que que o Brasil é um país de clima tropical com solos de baixa fertilidade, destacando-se o baixo teor de fósforo e potássio, e onde grandes volumes de água são utilizados na irrigação. A crise hídrica tem sido o problema mais grave que os agricultores brasileiros e capixabas enfrentam nos últimos anos. No ano de 2015, o governo do estado do Espírito Santo publicou a Resolução Nº 5, que dispõe sobre a prioridade da captação e uso dos recursos hídricos para o abastecimento humano, quando o Estado entrar em situação de alertar por falta de água, ficando proibido as captações em cursos d'água superficial destinada a todo e qualquer outro tipo de uso, incluindo até mesmo o uso de água para irrigação (ESPÍRITO SANTO, 2015).

No Espírito Santo, a prática da irrigação é a maior consumidora de água, entre os diversos usos desse recurso natural no Estado. De acordo com dados publicados pelo Ministério do Meio Ambiente, no Espírito Santo, 85% da água disponível em mananciais hídricos é usada para irrigação. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA) há no Espírito Santo uma área de 15 mil Km<sup>2</sup> onde a vazão hídrica dos mananciais deixou de ser suficiente para atender a demanda dos usuários. Logo, a ARS apresenta-se como uma fonte de nutrientes e água, fornecendo macro e micronutrientes para o bom desenvolvimento das culturas agrícolas, diminuindo a dependência externa por nutrientes, sobretudo por fósforo e potássio (HOMEN et al., 2014), reduzindo a pressão sobre os corpos hídricos. O uso agrícola da ARS favorece a reciclagem de nutrientes e matéria orgânica, que é descrita por Altieri (2004) como práticas de base agroecológicas, uma vez que assegura a manutenção e, ou, melhoria da fertilidade do solo e da ciclagem dos nutrientes, reduzindo a dependência por insumos externos, reutilizando na agricultura os resíduos gerados na própria propriedade.

A utilização da ARS em cultivos agrícolas tem sido apontada por pesquisadores como uma alternativa de fornecimento de nutrientes às culturas, promovendo melhorias nos atributos do solo (GIACOMINI, 2005; FREITAS et al., 2009), desde que manejada corretamente, reduzindo a dependência por fertilizantes químicos (SCHERER et al., 1996). Konzen et al. (1997) verificaram que 55 a 60 t de águas residuárias de suinocultura equivalem, com base na quantidade de nutrientes, a uma tonelada de adubo químico (fórmula 9-33- 12 + uréia). Sendo assim, seriam necessárias 17 a 18 t ha<sup>-1</sup> de adubo orgânico para uma fertilização equivalente à adubação química normalmente recomendada para o milho. Lucas et al. (2013) trabalharam a campo avaliando o efeito a longo prazo da aplicação de ARS nas características nutricionais do milho. Após um período de quatro anos com sucessivas aplicações de ARS, os autores concluíram que as quantidades absorvidas de Cu e Zn pela cultura estavam abaixo dos limites de fitotoxicidade.

Diante dessas circunstâncias, o uso da ARS para irrigação, em substituição parcial ou total ao uso de água, pode-se tornar uma solução viável, reduzindo a pressão sobre os mananciais hídricos (CUNHA, 2018). Outro fato importante diz respeito à adoção de sistemas de manejo mais conservacionistas do solo, visando a conservação de um recurso não renovável (COSTA et al., 2015).

O sistema plantio direto (SPD) apresenta potencial conservacionista do solo, devido as suas características de não revolvimento do solo, adoção da rotação de cultura e plantio sobre a palhada, apresentando ao longo do tempo incrementos nos teores de matéria orgânica nas camadas superiores do solo, exercendo papel físico importante como isolante térmico para o aquecimento do solo e de manutenção da umidade do mesmo (RODRIGUES et al., 2018). Além disso, esse sistema possibilita uma maior ciclagem de nutrientes, que é realizada pela

mineralização da matéria orgânica presente no solo, proporcionando maior incremento na fertilidade do solo (TORRES et al., 2008; CARVALHO et al., 2015). Essas melhorias nos atributos do solo podem contribuir para o aumento na produtividade do milho para silagem, influenciando positivamente as características qualitativas do volumoso produzido (CARVALHO, 2015).

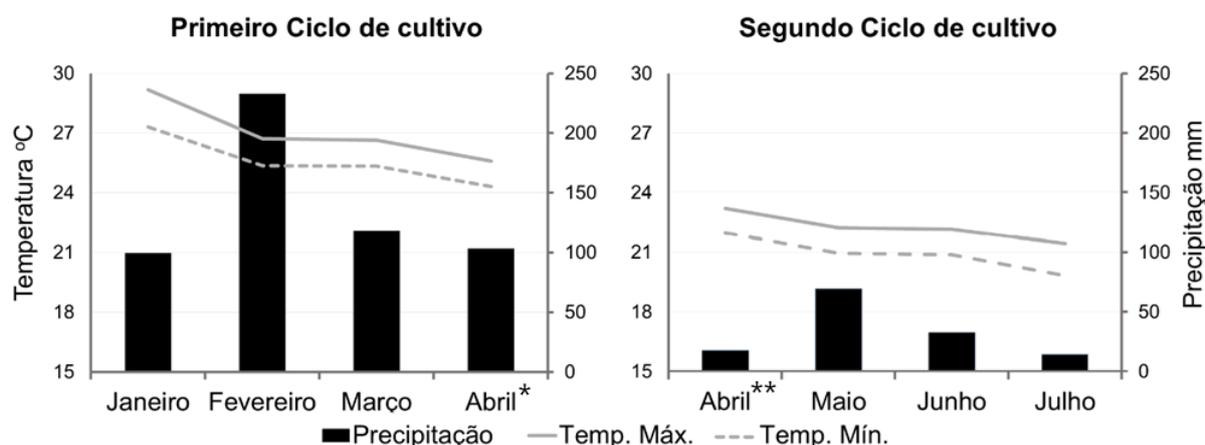
Ressalta-se que a disposição de águas residuárias no sistema solo-planta, quando feita sem critérios agrônômicos e ambientais, pode causar problemas de contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas e toxicidade às plantas. Por outro lado, se bem planejada, esta aplicação pode trazer benefícios, tais como: fonte de nutrientes e água para as plantas, redução do uso de fertilizantes e de seu potencial poluidor (ERTHAL et al., 2010).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação com água residuária de suinicultura (ARS) e sistemas de manejo do solo, em dois ciclos sucessivos a campo, na produção de milho para silagem.

## Material e Métodos

### Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido a campo no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - Campus de Alegre, localizado no município de Alegre, sul do estado do Espírito Santo. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo "Cwa", ou seja, tropical quente úmido, inverno frio e seco, com temperatura média anual de 23,1°C e precipitação média anual de 1341 mm (LIMA et al., 2008). A Figura 1 retrata o histórico de chuvas e temperaturas máximas e mínimas durante o período de condução do 1º e 2º ciclos de cultivo do milho.



**Figura 1** - Precipitação e temperaturas mínimas e máxima observadas durante a condução do 1º e 2º ciclos de cultivo do milho no ano de 2018 (\*Primeira quinzena do mês de abril/2018; \*\*Segunda quinzena do mês de abril/2018.)

Fonte: INMET (2019) / Os autores

O solo no local de condução do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura média, cujo histórico de uso e manejo é caracterizado pelo preparo intensivo com aração e gradagem, acompanhados do cultivo de olerícolas e culturas de ciclo anual, como milho e sorgo, por mais de 30 anos. Para caracterização química do solo, foi realizada amostragem na profundidade de 0-10 cm, antes da implantação do experimento (Tabela 1).

**Tabela 1** – Caracterização química do solo antes da implantação do experimento

pH	P	K	Na	Fe	Cu	Zn	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	
H <sub>2</sub> O	----- mg/dm <sup>3</sup> -----						----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----									%
5,8	34	62	4,1	105	0,5	16	2,1	0,5	0	3,5	2,8	2,8	6,4	44,9	0	

\*pH: Potencial Hidrogeniônico; P: Fósforo; K: Potássio; Na: Sódio; Fe: Ferro; Cu: Cobre; Zn: Zinco Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Al<sup>3+</sup>: Acidez trocável; H + Al: Acidez Potencial; SB: Soma de Bases; t: Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; T: Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V: Índice de Saturação por Bases; m: Índice de Saturação por Alumínio.

### Água residuária de suinocultura

A água residuária da suinocultura (ARS) utilizada no experimento foi proveniente do processo de digestão anaeróbia ocorrido no biodigestor instalado no setor de suinocultura do Ifes-Campus de Alegre (Figura 2). A granja de suínos oscila comum plantel entre 512 a 662 animais, com uma produção aproximada de 3,1 m<sup>3</sup> dejetos/dia, tendo como base para cálculo deste valor a metodologia proposta por Oliveira et al. (1993).



**Figura 2** - Biodigestor e lagoa de estabilização da ARS (Ifes-Campus de Alegre).

Fonte: Os autores.

Os dejetos passaram por um tratamento primário em peneiras para a separação dos materiais grosseiros das fezes, urina e água. Em seguida, os dejetos foram depositados em um biodigestor. O biodigestor tem capacidade para 300m<sup>3</sup> de dejetos e é operado normalmente com 60 a 70% de sua capacidade máxima. Após a biodigestão, a ARS resultante é depositada

em um tanque impermeabilizado, denominado de lagoa de biofertilizante, que possui capacidade de armazenamento de 250m<sup>3</sup>, localizado a aproximadamente 150 m do local onde o experimento foi implantado (Figura 3).



**Figura 3** - Imagem aérea com visualização da lagoa de estabilização e da área experimental (Ifes-Campus de Alegre).

Fonte: Os autores/ Adaptado do Google Maps.

Antes da implantação do experimento, foi coletada uma amostra de ARS e encaminhada ao Laboratório de Análise Agronômica, Ambiental e Preparo de Soluções Química – Fullin, no município de Linhares – ES, para caracterização química (Tabela 2).

### **Delineamento experimental**

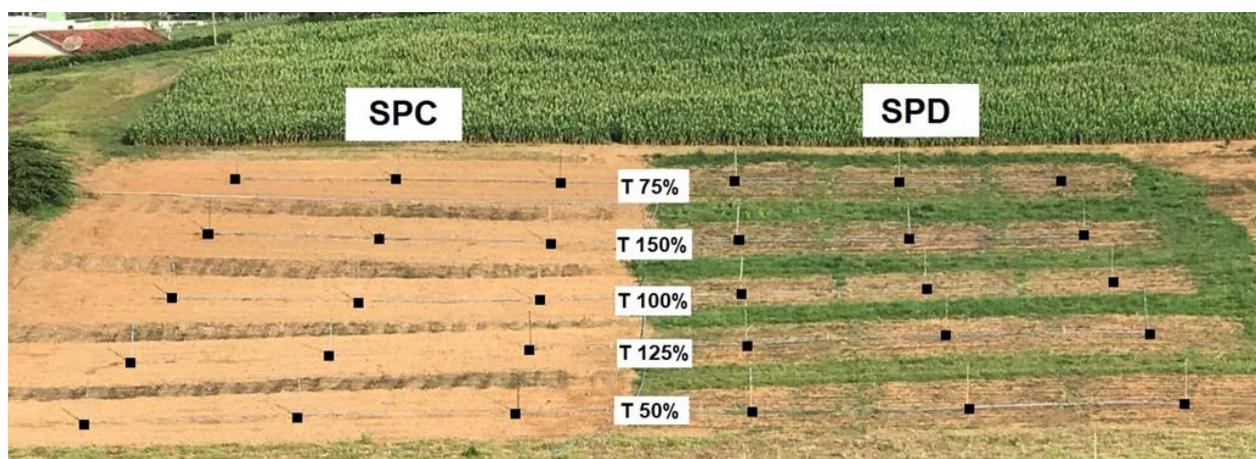
O experimento foi implantado no esquema em faixas, devido às complicações de ordem técnica e operacional na instalação e casualização do sistema de irrigação. Os princípios estatísticos do experimento seguiram as recomendações descritas por Duarte (1996).

O experimento foi constituído de dois sistemas de manejo do solo (Sistema Plantio Convencional – SPC e Sistema Plantio Direto – SPD) e cinco lâminas de irrigação com água residuária de suinocultura - ARS (L1=50%, L2=75%, L3=100%, L4=125% e L5=150% da evapotranspiração, ETc, da cultura do milho) (Figura 4), com três repetições. As parcelas experimentais possuíam dimensões de 10x10 m (100 m<sup>2</sup>). Para efeito comparativo foram instaladas duas parcelas-testemunha ao lado do experimento com a lâmina de irrigação de 100% da ETc, utilizando água bruta, nos dois sistemas de manejo do solo (SPC e SPD).

**Tabela 2** - Caracterização química da ARS utilizada na irrigação da cultura do milho

Parâmetro Analisado	Unidade	Valores
Condutividade Elétrica (C.E.)	ds/m	5,16
pH	-	7,85
Razão de adsorção Sódio (RAS)	-	1,6
Ferro (Fe)	mg/L	0,52
Sódio (Na)	mg/L	50,0
Cloro (Cl)	mg/L	< 0,15
Zinco (Zn)	mg/L	0,11
Cobre (Cu)	mg/L	< 0,05
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	< 5
Fósforo (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/L	61,87
Potássio (K)	mg/L	210,0
Cálcio (Ca)	mg/L	54,40
Magnésio (Mg)	mg/L	12,00
Boro (B)	mg/L	0,42
Manganês (Mn)	mg/L	0,25
Nitrogênio (N) (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	2,3
Nitrogênio (N) (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/L	511,0

\*<Limite de Quantificação.

**Figura 4** – Distribuição a campo dos sistemas de manejo do solo e das lâminas de irrigação.

Fonte: Os autores.

### Instalação e condução do experimento

Foram conduzidos dois ciclos sucessivos de cultivo do milho para silagem, considerados como experimentos independentes. O 1º ciclo foi conduzido de 02/01/18 a 07/04/18. O 2º ciclo compreendeu o período entre 13/04/18 a 21/07/18, totalizando 96 dias de cultivo em cada ciclo.

Antes da instalação dos experimentos, as parcelas foram demarcadas a campo, de forma que cada ciclo de cultivo fosse conduzido no mesmo local, sem alteração de área, objetivando avaliar o efeito acumulado da aplicação das diferentes lâminas de ARS ao longo do tempo.

Após a demarcação das parcelas, deu-se início à condução do experimento. Primeiramente, realizou-se a implementação dos sistemas de manejo do solo. O SPD é caracterizado pelo não revolvimento do solo, rotação de culturas e plantio sobre a palhada. Deste modo, antes do plantio do milho, no período de pousio do solo, foi realizado o plantio da mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*), uma leguminosa indicada para o plantio durante esse período em função de produzir grande quantidade de matéria seca. O plantio da leguminosa foi realizado quatro meses antes do plantio do milho. Realizou-se a semeadura no espaçamento de 0,5 m entre linhas, com quatro sementes por metro e profundidade de plantio de 2 a 3 cm (WUTKE et al., 2014), de forma manual. Não houve adubação da leguminosa, com o intuito da mesma se beneficiar somente da fertilidade presente no solo. A irrigação foi realizada com água bruta. Quando a mucuna-preta atingiu o estágio de florescimento foi realizado o corte, com deposição dos resíduos sobre o solo. Duas semanas após o corte da mucuna-preta fez-se o plantio do milho no SPD sobre os resíduos culturais.

Nas parcelas sob o SPC, caracterizado pelo revolvimento do solo, realizou-se, antes do plantio do milho, a aração e gradagem do solo.

Foi utilizado no plantio um milho híbrido, com percentual de germinação mínima de 85%, indicado para a região e com aptidão para silagem. O milho foi semeado no espaçamento de 0,8 x 0,2 m, utilizando semeadora-adubadora para plantio direto, da marca Vence Tudo modelo SA 14600 A, com quatro linhas de plantio e 5 cm de profundidade de deposição das sementes de milho, estabelecendo-se um estande de 5 plantas por metro (62.500 planta/ha). Cada parcela foi constituída por 12 linhas de plantio com 10 metros de comprimento (100m<sup>2</sup>). Com base na Tabela 1 e no manual de recomendação, todos os tratamentos receberam adubação química recomendada para a cultura do milho (PREZOTTI et al., 2007). Nos dois ciclos de cultivo, a adubação de plantio foi de 15 kg/ha de ureia, 145 kg/ha de superfosfato simples e 32 kg/ha de cloreto de potássio. Foram realizadas duas adubações de cobertura, sendo a primeira com N e K<sub>2</sub>O (145 kg/ha de ureia e 32 kg/ha de cloreto de potássio) e a 2<sup>o</sup> apenas com N (145 kg/ha de ureia). Não houve necessidade de calagem do solo. Realizou-se controle de ervas daninhas mediante capinas manuais e roçadas semi-mecanizadas. Não houve aplicação de agrotóxicos em nenhum momento da condução do experimento.

### Sistema e manejo da irrigação

O manejo da irrigação foi realizado utilizando a tecnologia do irrigômetro (Figura 5), instalado próximo à área experimental.



**Figura 5** – Irrigômetro utilizado no manejo da irrigação.

Fonte: Os autores.

Este equipamento foi construído pela empresa Irrigacerto Irrigação Ltda, com base na cultura a ser trabalhada (milho), nas características do solo da área experimental e do sistema de irrigação. O irrigômetro é um equipamento preciso e de fácil manuseio, eficiente para determinação da evapotranspiração, indicando o momento e o tempo correto de irrigação (OLIVEIRA & RAMOS, 2008). As leituras da evapotranspiração foram realizadas a cada 24h, avaliando-se assim a necessidade de irrigação em cada fase de desenvolvimento da cultura. Durante a condução do experimento a pluviosidade foi monitorada com o auxílio de um pluviômetro acoplado ao irrigômetro. Quando houve precipitação descontou-se da lâmina de irrigação o volume de chuva; quando o volume de chuvas foi superior a evapotranspiração da cultura, não foi realizado o manejo de irrigação.

O cálculo de cada lâmina (L1 a L5) foi efetuado com base na leitura do irrigômetro, que estabelecia o tempo necessário para a aplicação da lâmina L3, correspondente à 100% da ETc. Deste modo, o cálculo do tempo necessário para a aplicação das outras quatro lâminas de irrigação (L1=50%, L2=75%, L4=125% e L5=150%) foi efetuado com base numa regra de três simples.

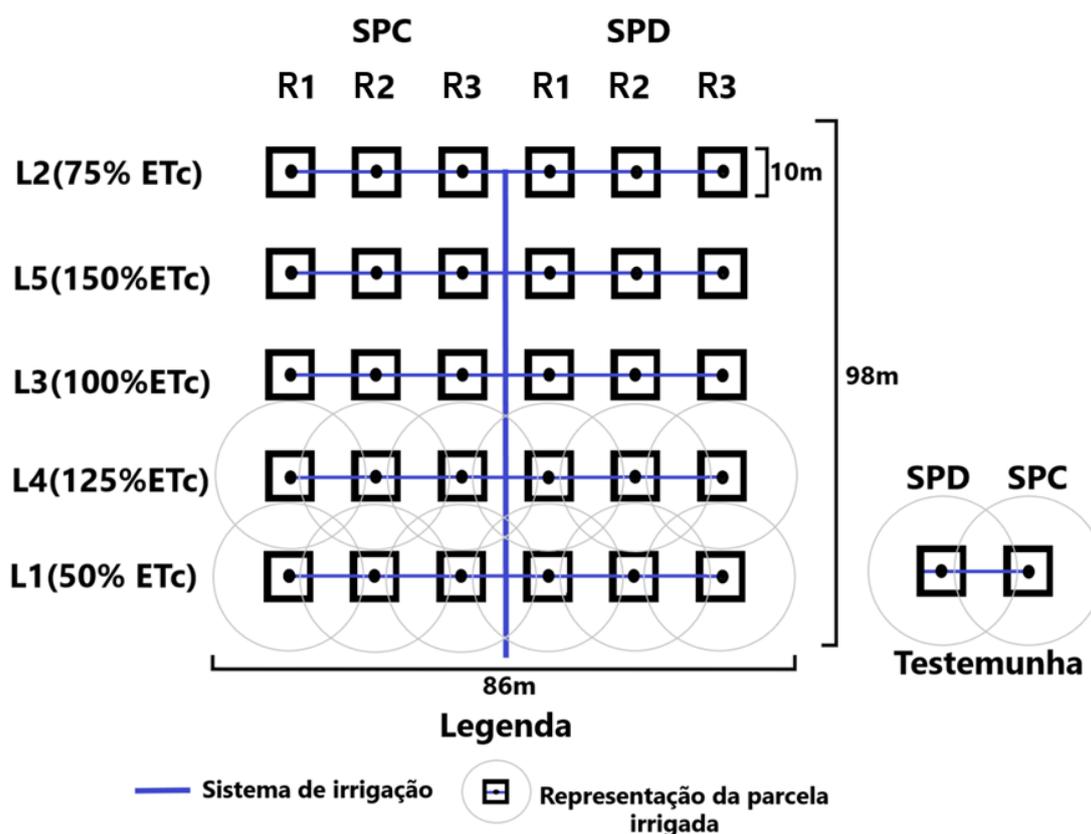
Na Tabela 3 são apresentados o volume em milímetros e m<sup>3</sup>/ha de ARS utilizada na irrigação, e a precipitação registrada durante a condução de cada ciclo de cultivo do milho.

**Tabela 3** – Volumes de ARS aplicados e precipitação acumulada no 1º e 2º ciclos de cultivo do milho

Lâminas (%)	Ciclos de Cultivo			
	1º		2º	
	mm	m³/ha	mm	m³/ha
<b>50</b>	71,83	718,30	44,33	443,30
<b>75</b>	107,75	1077,50	66,50	665,00
<b>100</b>	143,67	1436,70	88,67	886,70
<b>125</b>	179,58	1795,80	110,83	1108,30
<b>150</b>	215,50	2155,00	133,00	1330,00
<b>Precipitação*</b>	586,40 mm		133,40 mm	

\*Precipitação medida em pluviômetro instalado na área experimental, referente ao período de condução de cada ciclo de plantio do milho.

O sistema de irrigação empregado foi o de aspersão convencional semifixo na área, instalado no meio de cada parcela. Integrado ao sistema encontrava-se um conjunto motobomba, instalado no setor de suinocultura do Ifes-Campus de Alegre, localizado aproximadamente 150 m do experimento. O conjunto motobomba foi responsável pelo bombeamento da ARS proveniente da lagoa de biofertilizante para a área experimental, através de uma tubulação principal em aclave, que serviu também para delimitar as áreas sob SPD e SPC. Foram instaladas dez linhas laterais, cinco de cada lado da linha principal, sendo que, em cada par de linhas laterais aplicou-se uma das lâminas de irrigação pré-estabelecidas. Cada par de linhas laterais continha seis aspersores de impacto do tipo mini aspersor pingo giro completo, com bocais de 3,2 x 2,4 mm. Na Figura 6 é apresentado um esquema da disposição do experimento e do sistema de irrigação a campo.



**Figura 6** - Representação esquemática do experimento (L = lâminas de irrigação; R = repetição).

Fonte: Os autores.

### Coleta e análise de dados

A colheita ocorreu quando as espigas de milho apresentarem características adequadas para silagem, com grãos no estágio pré-farináceo. As avaliações das características morfoagronômicas foram efetuadas nas seis linhas centrais de cada parcela, avaliando-se, em cada linha, três plantas, desconsiderando a bordadura, totalizando 18 plantas amostradas por parcela.

As características morfoagronômicas avaliadas foram: altura de plantas (AP), massa seca de planta (MSP) e produtividade de massa por hectare (t/ha) (PMSH).

### Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas considerando os ciclos de cultivos como fatores independentes. A independência dos ciclos de cultivo justifica-se em razão das variações de precipitação pluviométrica, de temperatura e do volume de ARS aplicado em cada ciclo de cultivo. Diante dessas limitações, as interpretações dos resultados foram realizadas

separadamente para cada ciclo de cultivo do milho, não ocorrendo, portanto, comparação entre esses fatores. As parcelas-testemunha, irrigadas com água bruta e implantados no SPC e SPD, não fazem parte do desenho experimental deste estudo, sendo, desse modo, utilizadas somente para fins de comparação.

Na análise de variância avaliou-se a significância da interação entre lâminas de irrigação com ARS e sistemas de manejo do solo, bem como os efeitos isolados dos mesmos fatores. Nos casos de significância da interação, realizou-se o estudo do desdobramento das lâminas de irrigação dentro de cada sistema de manejo (SPC e SPD), por meio da análise de regressão. A escolha do modelo estatístico de melhor ajuste foi baseada no grau de significância da regressão e no coeficiente de determinação de cada modelo com ajuste significativo. A avaliação da influência dos sistemas de manejo, dentro de cada lâmina de irrigação, foi realizada pelo teste F da análise de variância. Para as variáveis onde não foi observada interação significativa entre lâminas de irrigação e sistemas de manejo, estudou-se os efeitos isolados destes fatores. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do *software* estatístico R (TEAM, 2016).

## Resultados e Discussão

---

Os sistemas de manejo do solo (SPC e SPD) não influenciaram as características morfoagronômicas das plantas de milho (AP, MSP, PMSH), independente da lâmina de irrigação utilizada, tanto no 1º quanto no 2º ciclo de cultivo (Tabelas 4 e 5). Exceção foi observada para a característica AP no 2º ciclo de cultivo, que apresentou melhores resultados estatísticos no SPC (Tabela 5).

Segundo Debiasi et al. (2013) nos primeiros anos de implantação do SPD as características morfoagronômicas de plantas podem ser inferiores, já que o SPD é um sistema que apresenta resultados satisfatórios a longo prazo. Franchini et al. (2013) trabalharam com diferentes sistemas de manejo do solo, dentre eles o SPD, durante 23 anos na região sul do Brasil, e concluíram que o SPD possui uma fase de estabilização que dura aproximadamente seis anos, onde o sistema tende a se expressar agronomicamente de maneira menor ou igual ao SPC.

**Tabela 4** – Efeito de lâminas de irrigação com ARS e sistemas de manejo do solo nos parâmetros de desenvolvimento da cultura do milho no primeiro ciclo de cultivo: altura de plantas (AP), massa seca de planta (MSP) e produtividade de massa por hectare (PMSH)

Sistema de manejo	Lâminas de Irrigação – 1º Ciclo					
	Test.	50%	75%	100%	125%	150%
<b>AP (cm)</b>						
<b>SPC</b>	172,70	172,52 a	189,39 a	205,67 a	212,24 a	229,11 a
<b>SPD</b>	172,60	177,54 a	191,67 a	208,72 a	212,35 a	232,24 a
<b>MSP (g/planta)</b>						
<b>SPC</b>	191,07	188,91 a	202,51 a	245,70 a	284,86 a	301,66 a
<b>SPD</b>	201,49	175,04 a	211,18 a	260,45 a	300,71 a	317,87 a
<b>PMSH (t/ha)</b>						
<b>SPC</b>	11,94	11,81 a	12,66 a	15,36 a	17,80 a	18,85 a
<b>SPD</b>	12,59	10,94 a	13,20 a	16,28 a	18,79 a	19,87 a

Fonte: Os autores.

\*Letras minúsculas iguais na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 5** - Efeito de lâminas de irrigação com ARS e sistemas de manejo do solo nos parâmetros de desenvolvimento da cultura do milho no segundo ciclo de cultivo: altura de plantas (AP), massa seca de planta (MSP) e produtividade de massa por hectare (PMSH)

Sistema de manejo	Lâminas de Irrigação – 2º Ciclo					
	Test.	50%	75%	100%	125%	150%
<b>AP (cm)</b>						
<b>SPC</b>	202,40	189,44 a	200,89 a	215,76 a	222,80 a	237,24 a
<b>SPD</b>	190,90	174,24 b	188,56 b	207,39 b	223,37 a	228,39 b
<b>MSP (g)</b>						
<b>SPC</b>	204,30	214,07 a	231,79 a	312,55 a	361,05 a	367,56 a
<b>SPD</b>	206,90	222,67 a	237,94 a	277,07 a	355,74 a	379,80 a
<b>PMSH (t/ha)</b>						
<b>SPC</b>	12,76	13,38 a	14,49 a	19,53 a	22,57 a	22,97 a
<b>SPD</b>	12,93	13,92 a	14,87 a	17,32 a	22,23 a	23,74 a

Fonte: Os autores.

\*Letras minúsculas iguais na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste F.

Por outro lado, outros autores relatam que o SPD tem apresentado rendimentos inferiores ao se comparar com o SPC, mesmo a longo prazo. Messiga et al. (2012) desenvolveram um experimento em um solo franco-argiloso no Canadá durante 11 anos e concluíram que houve redução de 10 a 25% de produção de grãos de milho no SPD quando comparado com SPC.

Putte et al. (2010) realizaram uma análise de meta-regressão com 47 estudos na Europa, comparando os rendimentos das culturas com os sistemas de manejo, relatando uma redução

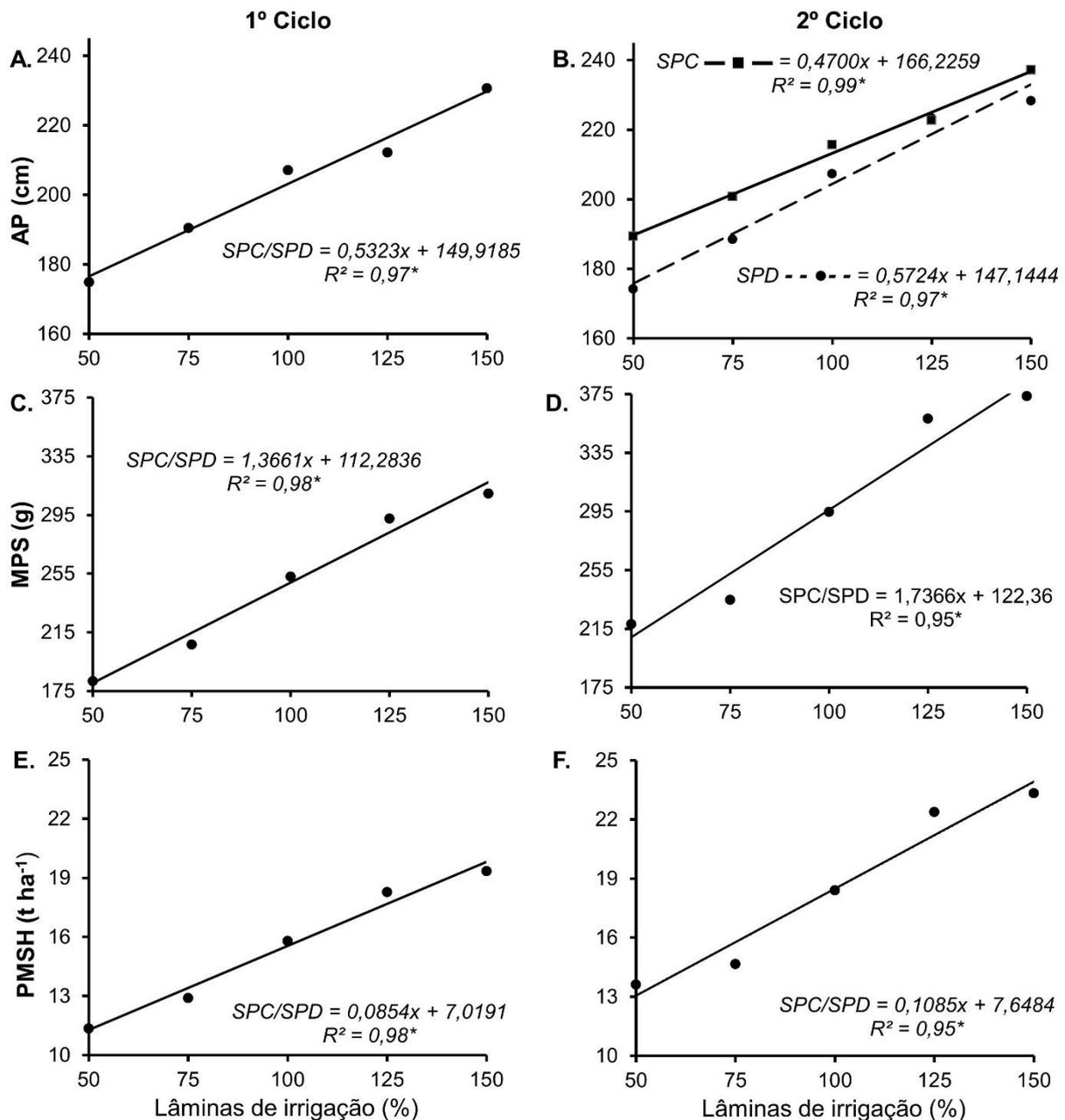
em torno de 8,5% na produtividade das culturas, no entanto, esse pior desempenho pode ser compensado pela diminuição dos gastos com combustível, horas de trabalho e melhorias nos aspectos ambientais. Ressalta-se também que os trabalhos supracitados foram conduzidos em condições climáticas bem diferentes às do presente estudo. Em regiões de clima quente, a cobertura morta acumulada sobre o solo no SPD garante a proteção do mesmo dos raios solares, mantendo a umidade e propiciando condições favoráveis à germinação das sementes e ao desenvolvimento do sistema radicular. Esse mesmo efeito em regiões de clima frio pode ser deletério ao desenvolvimento e produtividade das culturas.

Quando se trata de produção de silagem, um dos parâmetros de maior importância a ser avaliado é a produção de massa seca, pois é com base nele que se estabelece o cálculo da dieta do animal, já que o consumo diário dos animais é estabelecido em kg de massa seca/animal/dia (PAZIANI et al., 2009; NEUMANN et al., 2017). No presente trabalho não houve diferença estatística entre os sistemas de manejo do solo para produção de MSP e PMSH, porém, ao se analisar a utilização da ARS, pode-se observar que em ambos os sistemas de manejo do solo houve incrementos lineares na produção de MSP e PMSH nos dois ciclos de cultivo com o aumento do volume de ARS aplicada via irrigação (Figura 7, letras C e D; E e F).

O bom desenvolvimento da cultura do milho para produção de silagem pode estar relacionado com as altas concentrações de macronutrientes contidos na ARS (61,87mg/L de P; 210 mg/L de K; 2,3 mg/L de  $N-NO_3^-$  e; 511,00 mg/L de  $N-NH_4^+$ ) (Tabela 2). Do total de N, P e K contidos na ARS, aproximadamente 67% do N, 33% do P e 100% do K encontram-se na forma mineral, prontamente disponíveis para as plantas no primeiro ano de aplicação (GOMES & FILHO et al., 2001).

Esse fato pode ser visualizado com clareza quando se compara a PMSH (t/ha) da testemunha (que recebeu a lâmina de 100% de irrigação da cultura com água bruta) com a lâmina de 100% de irrigação com ARS, nos dois ciclos de cultivo (Tabelas 4 e 5). No 1º ciclo de cultivo os incrementos de PMSH (t/ha) foram de 28,6% (SPC) e 29,3% (SPD); já no 2º ciclo os incrementos foram de 53% (SPC) e 34% (SPD). Quando se compara com as lâminas de 150% da ETc, os incrementos foram mais expressivos: no 1º ciclo foram de 57% (SPC) e 57% (SPD), e no 2º ciclo foram de 80% (SPC) e 83% (SPD), demonstrando a eficiência da aplicação da ARS no incremento da produção de milho para silagem.

Analisando os resultados da Figura 7, todas as características morfoagronômicas apresentaram incrementos lineares em resposta ao aumento das lâminas de irrigação com ARS.



**Figura 7** - Efeito de lâminas de irrigação com ARS e sistemas de manejo do solo (SPC e SPD), em dois ciclos de cultivo, nos parâmetros morfoagronômicos de desenvolvimento da cultura do milho: altura de plantas (AP), massa seca de planta (MSP) e produtividade de massa por hectare (t/ha) (PMSH). \* significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Os autores

Os resultados de produção de massa seca de milho por hectare do presente estudo estão próximos ou acima daqueles citados em literatura. Von Pinho et al. (2007) avaliaram a influência de diferentes épocas de semeadura na produtividade de milho para silagem e obtiveram resultados variando de 12,4 a 20,0 t/ha. A irrigação do milho com ARS, independente do sistema de manejo do solo, neste estudo proporcionaram PMSH de 10,94 a 19,87 t/ha, no 1º ciclo e, de 13,38 a 23,74 t/ha, no 2º ciclo.

Quando comparados os dados encontrados no presente estudo com os da literatura, observam-se respostas semelhantes. Mattei et al. (2015), Neto et al. (2016), Rosa et al. (2017), Menezes et al. (2018) e Almeida et al. (2018) concluíram nas suas respectivas pesquisas que as doses crescentes de resíduo de suinocultura melhoraram a fertilidade do solo e o estado nutricional da cultura do milho, acarretando em maiores rendimentos das características agrônômicas da cultura, até mesmo em safras subsequentes à aplicação. Resultados dessa natureza são excelentes também do ponto de vista conservacionista, pois um resíduo com predisposição à degradação do meio ambiente como a ARS, quando destinado corretamente e seguindo os princípios da agroecologia, que visa a conservação do solo e da água, pode se torna um aliado na produção agrícola, sem comprometer à qualidade ambiental dos ambientes de produção.

## Conclusões

---

A produtividade de massa seca por hectare respondeu linearmente, nos ciclos de cultivo, ao incremento nas doses de ARS, evidenciando o potencial de uso agrícola desse resíduo para a produção do milho para silagem. A implantação do sistema plantio direto numa área com histórico de trinta anos de cultivo convencional não proporcionou incrementos significativos no desenvolvimento do milho.

## Agradecimentos

---

Ao CCAE-UFES, que por meio de parceria com o Ifes-Campus de Alegre, disponibilizou seus laboratórios para auxílio na realização das análises de solo.

À FAPES, pela concessão da bolsa e auxílio financeiro para condução e realização do experimento por meio do processo Nº 76443264/16.

## Referências

---

ALMEIDA, A. C. D. S.; SANTOS, H. H.; BORTOLO, D. P.; LOURENTE, E. R.; CORTEZ, J. W.; OLIVEIRA, F. C. D. Soil physical properties and yield of soybean and corn grown with wastewater. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 12, p. 843-848, 2018.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 117p.

BRASIL. Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 fev. 1998.

Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm)>. Acesso em: 03 jan. 2019.

CABRAL, J. R.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; MUNIZ, A. S.; BERTONHA, A. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.8, p.823-831, 2011.

CARVALHO, D. R. **Composição químico-bromatológica da silagem de milho cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional sob efeito de veranico e da colheita de espigas verdes**. 2015. 58 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

CARVALHO, N. S.; OLIVEIRA, A. B. B.; PESSOA, M. M. C.; NETO, V. P. C.; SOUSA, R. S.; CUNHA, J. R.; COUTINHO, A. G.; SANTOS, V. M.; ARAUJO, A. S. F. Short-term effect of different green manure on soil chemical and biological properties. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 43, p. 4076-4081, 2015.

CATARINO, R. P.; GONZÁLEZ, A. P. N.; OLIVEIRA, L. R. P. Otimização da produção de metano na biodigestão da cama de frango. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS (SIGERA), 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Embrapa Suínos e Aves, 2009.

COSTA, T. G. A.; COELHO, J. V.; BATISTA, M. S.; TIMÓTEO, M. M.; LAGO, A. S.; SANTOS, R. B.; SILVA, P. L.; IWATA, B. F. Manejo agroecológico do solo em áreas sob o cultivo de hortícolas no Município de Corrente, Piauí. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 2, n. 3, p. 167-174, 2015.

CUNHA, E. G. **Influência de biocarvão e água residuária da suinocultura nos atributos do solo, no desenvolvimento inicial e na nutrição mineral do milho**. 2018. 86f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes, Campus de Alegre, Alegre, 2018.

DE LUCA, S. Q. J.; HUSSAR, G. J.; PARADELA, A. L.; BELI, E. Estudo da eficiência de um sistema de tratamento de efluentes líquidos de suinocultura. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 72-85, 2017.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; CONTE, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TORRES, E.; SARAIVA, O. F.; DE OLIVEIRA, M. C. N. **Sistemas de preparo do solo: trinta anos de pesquisas na Embrapa Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 72p. (Documentos, 342).

DUARTE, J. B. **Princípios sobre delineamentos em experimentação agrícola**. 1996. 66 f. Monografia (Especialização em Estatística e Informática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1996.

ERTHAL, V. J. T.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T.; Pereira, O. G. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.467-477, 2010.

ESPÍRITO SANTO. Agência Estadual de Recursos Hídricos. Resolução nº. 005, de 02 de outubro de 2015. Dispõe sobre a declaração do cenário de alerta frente ao prolongamento da escassez hídrica em rios de domínio do Estado do Espírito Santo e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Espírito Santo**, Vitória, p.26, 06 out. 2015.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; JUNIOR, A. A. B.; TONON, B. C.; FARIAS, J. R. B.; DE OLIVEIRA, M. C. N.; TORRES, E. Evolution of crop yields in different tillage and cropping

systems over two decades in southern Brazil. **Field Crops Research**, v. 137, p. 178-185, 2012.

FREITAS, K. R.; ROSA, B.; NASCIMENTO, J. L.; BARBOSA, M. M.; ROCHA, L. O.; SANTOS, S. de C. Avaliação da produção de massa seca e atributos químicos de solos com capim-mombaça submetido a fertilização orgânica, mineral e irrigação. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 3, p. 141-150, 2009.

GIACOMINI, S. J. **Avaliação da modelização da dinâmica de carbono e nitrogênio em solo com uso de dejetos de suínos**. 2005. 248 f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Santa Maria, 2005.

GOMES FILHO, R. R.; MATOS, A. T.; SILVA, D. D. MARTINEZ, H. E. P. Remoção de carga orgânica e produtividade da aveia forrageira em cultivo hidropônico com águas residuárias da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p. 131-134. 2001.

HOMEN, B. G. C.; NETO, O. B. A.; CONDE, M. S.; SILVA, M. D.; FERREIRA, I. M. Efeito do uso prolongado de água residuária da suinocultura sobre as propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Científica**, v. 42, n. 3, p. 299-309, 2014.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações Automáticas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>> Acesso em: 16 de janeiro. 2019.

KONZEN, E. A. **Viabilidade ambiental e econômica de dejetos de suínos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 25p. (Documentos, 59).

KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; BAHIA FILHO, A. F. C.; PEREIRA, F. A. **Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1997. 31p. (Circular Técnica, 25).

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B.; AVELINO, R. C.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre - ES. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, p. 327-332, 2008.

LUCAS, S. D.; SAMPAIO, S. C.; URIBE-OPAZO, M. A.; GOMES, S. D.; KESSLER, N. C.; PRADO, N. V. Long-term behavior of Cu and Zn in soil and leachate of an intensive no-tillage system under swine wastewater and mineral fertilization. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 7, p. 639-647, 2013.

MATTEI, E.; SEIDE, E. P.; ACHRE, D.; FERREIRA, S. D.; EGEWARTH, V. A.; MOTTIN, M. C.; ROSA, W. B.; ALBINO, MATTIA, V.; KAEFER, K. C.; MORATELLI, G. Effects of piggery waste doses and modes of application in the early development of maize plants. **African Journal of Agricultural Research**. v. 10, n. 30, p. 2979-2983, 2015.

MENEZES, J. F. S.; BERTI, M. P. S.; JÚNIOR, V. D. V.; RIBEIRO, R. L.; BERTI, C. L. F. Extração e exportação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo milho adubado com dejetos de suínos. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 3, p. 55-59, 2018.

MESSIGA, A. J.; ZIADI, N.; MOREL, C.; GRANT, C.; TREMBLAY, G.; LAMARRE, G.; PARENT, L. E. Long term impact of tillage practices and biennial P and N fertilization on maize and soybean yields and soil P status. **Field Crops Research**, v. 133, p. 10-22, 2012.

NETO, A. J. A.; LANA, M. C.; RAMPIM, L.; COSTA, L. A. M.; COPPO, J. C.; ALVES, A. G. Água residuária de suinocultura sobre a produtividade de soja e milho segunda safra: uso e viabilidade econômica. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 3, p. 350-357, 2016.

NEUMANN, M.; HORST, E. H.; DOCHWAT, A.; LEÃO, G. F. M.; KLOSOVSKI CARNEIRO, M.; DE MELLO, R. P. Agronomic characteristics of corn for silage under nitrogen and potassium levels by covering fertilization. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 1, p. 69-77, 2017.

OLIVEIRA, P. A. V. de (Coord.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993.188p.

OLIVEIRA, R. A de.; RAMOS, M. M. **Manual do irrigâmetro**. Viçosa: UFV, 2008. 144p.

PAZIANI, S. D. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agrônômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

PREZZOTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G.G.; OLIVEIRA, J. A. de (Eds.). **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo – 5ª aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CÉDAGRO, 2007. 305p.

PUTTE, A. V. D., GOVERS, G.; DIELS, J.; GILLIJNS, K.; DEMUZERE, M. Assessing the effect of soil tillage on crop growth: a meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. **European Journal of Agronomy**, v. 33, n. 3, p. 231-241, 2010.

RODRIGUES, G. A.; SANTOS, G. O.; CARRASQUEIRA, A.; MACHADO, E. R.; ASSIRATI, E.; MACRI, R. C. V. Oscilações da temperatura do solo em função de quantidades de palha e horários ao longo do dia. **Revista Interface Tecnológica**. v. 15, n. 1, p. 293-304, 2018.

ROSA, D. M.; SAMPAIO, S. C.; PEREIRA, P. A.; REIS, R. R. D.; SBIZZARO, M. Corn fertilization using swine wastewater and soil-water environmental quality. **Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 4, p. 801-810, 2017.

SCHERER, E. E.; AITA, C.; BALDISSERA, I. T. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante**. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 46 p. (Boletim Técnico, 79).

SMANHOTTO, A.; SOUZA, A. de; SAMPAIO, S. C.; NÓBREGA, L. H. P.; PRIOR, M. Cobre zinco no material percolado e no solo com a aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja. **Engenharia Agrícola**, v.30. p. 346-357. 2010.

TEAM, R. C. A. **Language and envirommet for statistical computing**. Vienna, Austria, 2016.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C.de; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. de. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, v.66, n.2, p.235-345, 2007.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Eds.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e práticas**. Brasília: Embrapa, 2014. v.1, p.61-167.