

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO –CAMPUSRIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS – AGRONOMIA

**CULTIVO DE FEIJÃO-COMUM (cv. PÉROLA) COM  
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EFLUENTES DE  
SUINOCULTURA E PISCICULTURA EM SOLO  
ARENOSO E ARGILOSO**

Autor: Claudio de Sá Lauro  
Orientador: Prof. DSc.Frederico Antônio Loureiro Soares

Rio Verde - GO  
Março – 2018

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO –CAMPUSRIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS - AGRONOMIA

**CULTIVO DE FEIJÃO-COMUM (cv. PÉROLA) COM  
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EFLUENTES DE  
SUINOCULTURA E PISCICULTURA EM SOLO  
ARENOSO E ARGILOSO**

Autor: Claudio de Sá Lauro  
Orientador: Prof. DSc. Frederico Antônio Loureiro Soares

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Área de concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado.

Rio Verde - GO  
Março - 2018

Lauro, Claudio de Sá

LC615c Cultivo de feijão-comum (cv. pérola) com diferentes concentrações de efluentes de suinocultura e piscicultura em solo arenoso e argiloso / Claudio de Sá Lauro; orientador Frederico Antônio Loureiro Soares . - Rio Verde, 2018.

51 p.

Dissertação (Graduação em Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias- Agronomia) -- Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, 2018.

1. Phaseolus vulgaris. 2. Reciclagem de nutrientes. 3. Água Residuária. 4. Reuso da água. I. Soares, Frederico Antônio Loureiro, orient. II. Título.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS-GRONOMIA

**CULTIVO DE FEIJÃO-COMUM (cv. PÉROLA) COM  
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EFLUENTES DE  
SUINOCULTURA E PISCICULTURA EM SOLO  
ARENOSO E ARGILOSO**

Autor: Claudio de Sá Lauro

Orientador: Prof. DSc.Frederico Antônio Loureiro Soares

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de  
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

DSc. Paula Andrea Nascimento dos  
Reys Magalhães  
Avaliador Externo  
Universidade de Rio Verde

DSc. Edson Cabral da Silva  
Avaliador Interno  
IF Goiano- Campus Rio Verde

Prof. DSc. Frederico Antonio Loureiro Soares  
Presidente da banca/ Orientador  
IF Goiano – Campus Rio Verde

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as graças concedidas.

A toda minha família; à minha esposa, Gardênia Proto Dias, à minha avó, Mercedes Fabbris, à minha mãe, Susilene Barbosa de Sá; à minha tia Dalva Eliana da Silva Lauro; ao meu sogro, Sebastião Carlos Dias e minha sogra Marinilda Proto Dias, pelo apoio nos momentos de dificuldades, compreensão e companheirismo sempre presente, além do esforço e dedicação para minha educação e formação.

Ao Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias- Agronomia, pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos, de qualificação e de crescimento pessoal.

Ao meu orientador, professor Frederico Antônio Loureiro Soares, pela oportunidade de estar adquirindo conhecimento, pela confiança, paciência e contribuição na minha conclusão da pós-graduação.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

CLAUDIO DE SÁ LAURO, filho de Claudio da Silva Lauro e Susilene Barbosa de Sá, nasceu no dia 24 de outubro de 1989, na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo.

Em fevereiro de 2010, ingressou no curso de Tecnólogo em Saneamento Ambiental, no Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde- Goiás, graduando-se em março de 2013.

Em setembro de 2015, iniciou no curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, sob a orientação do Professor Frederico Antônio Loureiro Soares.

## ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	VIII
RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO .....	XI
1.1 Produção da cultura do feijão. ....	XI
1.2 Utilização de água residuária e distribuição de água na irrigação .....	XII
1.3 Malefícios e benefícios da utilização de efluente .....	XII
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	XIII
3. OBJETIVO .....	XVI
CAPÍTULO I: CULTIVO DO FEIJÃO PÉROLA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EFLUENTES NOS SOLOS ARENOSOS E ARGILOSOS . 1	
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO .....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	4
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	7
5. CONCLUSÃO .....	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25

## ÍNDICE DE TABELA

	Página
Tabela 1. Análise físico, química e microbiológica da água residuária de piscicultura e suinocultura.....	6
Tabela 2: Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro do colo (DC) e altura de planta (AP) do feijoeiro irrigado com diferentes frequências de aplicação de diversos tipos de águas em dois tipos de solos.....	8

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Distribuição dos tratamentos dentro da área experimental.....	5
Figura 2. Número de folhas do feijoeiro cultivado em solo arenoso e argiloso em função do tipo de água utilizado na irrigação .....	8
Figura 3. Número de folhas do feijoeiro irrigado com diferentes tipos de água em função do tipo de solo utilizado no experimento .....	9
Figura 4. Altura das plantas do feijoeiro irrigado com diferentes tipos de água em função do tipo de solo e frequência de aplicação da água.....	9
Figura 5. Altura das plantas do feijoeiro cultivados com diferentes tipos de solos em função da frequência de aplicação da água de suinocultura e piscicultura na irrigação..	10
Figura 6. Altura das plantas do feijoeiro irrigados com as frequências de aplicação de água de 100, 50 e 25% da água de suinocultura e piscicultura cultivados com diferentes tipos de solos .....	11
Figura 7. Número de folhas do feijoeiro irrigados com água de abastecimento, piscicultura e suinocultura cultivados com diferentes tipos de solos.....	12
Figura 8. Diâmetro de caule do feijoeiro irrigados com água de abastecimento, piscicultura e suinocultura cultivados com diferentes tipos de solos .....	13
Figura 9. Altura das plantas do feijoeiro irrigados com água de abastecimento, piscicultura e suinocultura cultivados com diferentes tipos de solos .....	14
Figura 10. Teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), Potencial Hidrogeniônico em cloreto de cálcio (pH CaCl <sub>2</sub> ), alumínio (Al), hidrogênio (H), fósforo (P) e matéria orgânica (M.O) no solo arenoso no início e no final do experimento irrigados com água de piscicultura e suinocultura .....	16

Figura 11. Potencial Hidrogeniônico em cloreto de cálcio (pH CaCl <sub>2</sub> ), soma de bases trocáveis (SB), capacidade efetiva de troca de cátions (CTC), porcentagem de saturação por alumínio (m), capacidade de troca de cátions potencial do solo (T) e Percentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0 (V) do solo arenoso no início e no final do experimento irrigados com água de piscicultura e suinocultura .....	17
Figura 12. Relação entre: o cálcio e o magnésio (Ca/Mg), o cálcio e o potássio (Ca/K), o magnésio e o potássio (Mg/K), o cálcio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Ca/CTC), o magnésio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Mg/CTC) e o potássio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (K/CTC) do solo arenoso no início e no final do experimento irrigados com água de piscicultura e suinocultura.....	19
Figura 13. Teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), alumínio (Al), hidrogênio (H) e fósforo (P) no solo argiloso no início e no final do experimento irrigados com água de piscicultura e suinocultura .....	20
Figura 14. Potencial Hidrogeniônico em cloreto de cálcio (pH CaCl <sub>2</sub> ), soma de bases trocáveis (SB), capacidade efetiva de troca de cátions (CTC), porcentagem de saturação por alumínio (m), capacidade de troca de cátions potencial do solo (T) e Percentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0 (V) do solo argiloso no início e no final do experimento irrigados com água de piscicultura e suinocultura .....	21
Figura 15. Relação entre: o cálcio e o magnésio (Ca/Mg), o cálcio e o potássio (Ca/K), o magnésio e o potássio (Mg/K), o cálcio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Ca/CTC), o magnésio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Mg/CTC) e o potássio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (K/CTC) do solo argiloso no início e no final do experimento irrigados com água de piscicultura e suinocultura.....	23

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Al	Alumínio	(mg dm <sup>-3</sup> )
AP	Altura da planta	cm
Ca	Cálcio	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )
Ca/CTC	Cálcio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo	
Ca/K	Cálcio e o potássio	
Ca/Mg	Cálcio e o magnésio	
CTC	Capacidade efetiva de troca de cátions	
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg L <sup>-1</sup> – O <sup>2</sup>
DC	Diâmetro do colo	(mm)
DQO	Demanda Química de oxigênio	mg L <sup>-1</sup> – O <sup>2</sup>
Fe	Ferro	(mg dm <sup>-3</sup> )
H	Hidrogênio	(mg dm <sup>-3</sup> )
K	Potássio	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )
K/CTC	Potássio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo	
M	Porcentagem de saturação por alumínio	%
M.O	Matéria orgânica	g kg <sup>-1</sup>
Mg	Magnésio	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )
Mg/CTC	Magnésio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo	
Mg/k	Magnésio e o potássio	
N	Nitrogênio	g kg <sup>-1</sup>
Na	Sódio	(mg dm <sup>-3</sup> )
NF	Número de folhas	
NPK	Nitrogênio, Fosforo e potássio	
P	Fósforo	(mg dm <sup>-3</sup> )
pH CaCl <sub>2</sub>	Potencial Hidrogeniônico em cloreto de cálcio	
SB	Soma das Bases	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )
T	Capacidade de troca de cátions potencial do solo	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )
V	Percentagem de saturação por bases da CTC a pH7,0	%

## RESUMO

LAURO, CLAUDIO DE SÁ. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, março de 2018. **Cultivo do feijão Pérola com diferentes concentrações de efluentes nos solos arenosos e argilosos.** 2018. Orientador: PhD Frederico Antonio Loureiro Soares.

O feijão é de suma importância na alimentação da população mundial, pois possui valor elevado de nutrientes, tais como proteínas e carboidratos, além da geração de empregos e renda familiar. Contudo em regiões semiáridas, é fundamental a prática de irrigação por causa do alto índice de evapotranspiração, mas pela má distribuição de água mundial e o uso desordenado ou crescimento populacional, é necessário possuir fontes hídricas alternativas bem como águas de piscicultura, suinocultura. Mediante o exposto, objetivou-se com a pesquisa verificar o desenvolvimento da cultura do feijão Pérola irrigado com água residuária de suinocultura e piscicultura em um solo arenoso e um solo argiloso, além de caracterizar as alterações na fertilidade dos solos. O experimento foi desenvolvido no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, em vasos, dispostos a céu aberto, preenchidos com 9 kg de solo, coletado de um Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa, e de um Neossolo Quartzarênico. O delineamento experimental adotado foi em blocos totalmente ao acaso, analisados em esquema fatorial  $2 \times 2 \times 3 + 2$ , constituindo, assim, 14 tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram dois tipos de solo, sendo um arenoso e um argiloso. Foi verificado que não houve diferença significativa entre os tipos de água e frequência de aplicação, nas variáveis número de folhas, diâmetro caulinar e altura da planta, porém houve significância entre os tipos de solo para número de folha e altura da planta, constatou-se ainda o incremento de macronutrientes no solo argiloso no final do experimento.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, Reciclagem de nutrientes, Água residuária, Reuso da água.



## ABSTRACT

LAURO, CLAUDIO DE SÁ. Goiano Instituto Federal - Campus Rio Verde - GO, March 2018. **Pearl bean cultivation with different concentrations of effluents in sandy and clayey soils.** Advisor: PhD Frederico Antonio Loureiro Soares.

Beans are of great importance in feeding the world population, because it has a high nutrient value, such as proteins and carbohydrates, besides the jobs generation and family income. However in semi-arid regions, irrigation is essential because of the high rate of evapotranspiration, but due to poor global water distribution and disorderly use or population growth, it is necessary to have alternative water sources as fish farming and swine waters. The objective of this study was to verify the development of the bean culture irrigated with swine and fish farming waste waters in two types of soils, besides characterizing the soils fertility. The experiment was carried out at the Goiano Federal Institute, Rio Verde, Goias, Brazil, in open-air pots, filled with 9 kg of soil, collected from a dystrophic Red Latosol, with clay texture, and from a Quartzarenic Neosol. The experimental design was completely randomized blocks analyzed in a  $2 \times 2 \times 3 + 2$  factorial scheme, allowing 14 treatments with four replications. Treatments were two kinds of soil (sandy and clay). It was verified that there was no significant difference between the water types and the application frequency, in the variables leaf numbers, stem diameter and plant height, but there was significance between soil types for leaf number and plant height, also it was verified increased macronutrients levels in the clay soil at the end of the experiment.

**KEY WORDS:** *Phaseolus vulgaris*, nutrients recycling, wastewater.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Produção da cultura do feijão

No Brasil, o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) foi o segundo maior mercado consumidor do mundo e o terceiro maior produtor em 2013, com produção e consumo de, 3,22 milhões, 2,89 milhões de toneladas conforme Brasil (2016). Salienta ainda que grandes e pequenos produtores cultivam em todas as regiões brasileiras, além de diversos meios e sistemas de produção.

A cultura de feijão é de suma importância na alimentação da população mundial, principalmente para os mais necessitados, pois possui um valor nutritivo elevado, garantindo um dos principais elementos da dieta alimentar como fonte básica de proteína e carboidratos, além da geração de empregos e renda familiar (LIMA et al., 2007)

Segundo Yokoyama (1999) a cultivar Pérola é classificada no grupo comercial carioca, com ciclo de 90 dias, média de floração 46 dias, flor branca, vagem verde e na colheita vagem amarelo-areia, e a qualidade do grão assemelhasse as demais cultivares. Quando comparada as demais cultivares do mesmo grupo, os grãos são maiores, notoriamente excelente aspecto visual.

De acordo com EPAGRI (2012) quanto ao ciclo de cultivo do feijão, é considerado de ciclo curto, com sistema radicular superficial, exige nutrientes no seu desenvolvimento, produz pouca palhada e possui decomposição rápida. Contudo é necessário adotar medidas de conservação e preservação ambiental, com intuito de evitar a degradação do meio ambiente e possibilitar o aumento de produção e a redução da utilização de insumos.

O sistema radicular do feijão possui grande concentração na camada superficial do solo, e acarreta em alta sensibilidade ao déficit hídrico, portanto o desenvolvimento da

cultivar esta diretamente relacionado a distribuição regular das chuvas ou ao manejo adequado da irrigação. (Carlesso et al., 2007).

## 1.2. Utilização de água residuária e distribuição de água na irrigação

A irrigação é uma prática agrícola fundamental, a fim de produzir com qualidade e segurança, principalmente em regiões semiáridas com clima quente e seco, em que ocorre alto índice de evapotranspiração e déficit hídrico nas plantas, por causa da precipitação ser baixa na maior parte do ano, e incentivando, assim, o uso da irrigação nessa região, em que 70% de água potável do Brasil é consumida na agricultura conforme a Constituição Brasileira (ANA, 2017).

Apesar de o Brasil possuir mais de 13% de água potável do mundo, as fontes hídricas são mal distribuídas na superfície terrestre, haja vista, que em algumas regiões com demanda elevada em relação a oferta demonstram diminuição dos recursos hídricos, tanto superficial quanto subterrâneo. (SETTI, 2002). Com este recurso cada vez mais escasso, seja pela contaminação dos mananciais, uso desordenado ou crescimento populacional, faz-se necessário empregar fontes hídricas alternativas, a exemplo de esgoto doméstico, águas de piscicultura, suinocultura, salobras ou até mesmo de drenagens agrícolas. (HESPANHOL, 2003).

Sandri (2003) salienta que vários fatores contribuíram para o aumento do interesse pela irrigação de efluentes, tais como o avanço do conhecimento técnico científico, a escassez de recurso hídrico, a legislação ambiental, a redução de problemas à saúde e o controle da poluição ambiental, além da diminuição dos custos de adubação e correção do solo.

As áreas fertirrigadas com efluentes em diversos países demonstraram por pesquisadores que o manejo adequado aumenta consideravelmente a produtividade agrícola. A maioria das pesquisas foi utilizada águas residuárias de origem doméstica verificando os benefícios propiciados às culturas (Virgílio et al., 2010).

A relação da aquicultura e agricultura na reutilização da água de piscicultura é de grande valia econômica e sustentável, pois impede o descarte da mesma nos mananciais, sendo águas ricas em nutrientes, que contribui ao solo e às culturas e, ao mesmo tempo, deixa de contaminar ou eliminar esses nutrientes com algum tipo de tratamento. (BILLARD & SERVI-REYSSAC, 1992). Pesquisas apontam que a utilização de águas provenientes da piscicultura no cultivo de hortaliças, gera a redução dos custos com adubação (CASTRO, 2003).

### 1.3. Malefícios e benefícios da utilização de efluentes

De acordo com Matos (2007) as águas residuárias possuem características poluidoras na agricultura, porém, consiste em uma alternativa promissora para a problemática ambiental. O aproveitamento de efluentes ricos em nutrientes em cultivos agrícolas contribui na redução dos passivos ambientais e dos custos de produção, além de melhorar a estrutura do solo.

A reutilização de água pode acarretar a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas, porém as propriedades e características da água residuária que determinam a influência, entretanto esta interligado a difusão e quantidade de efluentes lançados (MARCIANO et al., 2001).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos, através da Resolução nº 54/2005 estabelece diretrizes e critérios para a prática de reuso direto de águas não potável (CNRH, 2005). Contudo, a população brasileira em relação a reutilização necessita de conscientização e entendimento quando diz respeito a legislação.

Os efluentes são ricos em nutrientes e quando bem manejados, podem ser reutilizados, principalmente na fertirrigação de culturas agrícolas, com o aproveitamento há possibilidade de aumentar a qualidade e produtividade, a diminuição dos custos e da poluição ambiental, além do melhoramento nas características biológicas, químicas e físicas do solo (SOUSA et al, 2011)

O efluente possui os principais componentes nutricionais, disponibilizando-o para o desenvolvimento da cultura, como nitrogênio, cálcio, o fósforo, magnésio e o potássio de acordo com Souza Filho (2013). Cavallet et al. (2006) destacam que a água residuária de suinocultura é a que mais se destaca quando se trata de reuso, pois possui alto índice de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, sódio, etc, que contribui com nutrientes necessários ao solo e às culturas.

## 2.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2017. Acessado em <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrigacao-UsodaAguanaAgriculturaIrigada.pdf>

BILLARD, R. & SERVRIN-REYSSAC, J. Les impacts négatifs et positifs de la pisciculture d'élevage sur l'environnement. In.: BARNABÉ, G. & KESTEMONT, P. Production, Environment and Quality. **European Aquaculture Society Special Publication**, v.18, p.17-29, 1992

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, SECRETARIA DE POLÍTICA AGRÍCOLA, Departamento de Crédito e Estudos Econômicos, **INFORME ECONÔMICO DA POLÍTICA AGRÍCOLA**, 2016. disponível em <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/arquivos-de-estatisticas/edicao-n-7-2016.pdf/view>. Acesso em 25/10/2017

BRASIL, Terra o Planeta Azul, Disponível em: [http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos\\_agua\\_doce/terra\\_o\\_planeta\\_azul.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/terra_o_planeta_azul.html)  
Acesso em: 10 de outubro de 2017.

CARLESSO, R.; JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F. PETRY, M.; WOLSHK, D. Efeito da lâmina de Irrigação na Senescência. Foliar do Feijoeiro. **Irriga**, Botucatu, v.12, n.4, p.545-546, 2007.

CASTRO, R. S. Cultivo de tomate cereja em sistema orgânico irrigado com efluentes de piscicultura. Mossoró, 2003. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura de Mossoró.

CAVALLET, L.E.; LUCCHESI, L.A.C.; MORAES, A. DE; SCHIMIDT, E.; PERONDI, M.A.; FONSECA, R.A. da. Melhoria da fertilidade do solo decorrentes da adição de água residuária da indústria de enzimas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.3, p.724–729, 2006

CNRH, CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências **Resolução nº 54** de 28/11/2005

EPAGRI, EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA, comissão técnica sul-brasileira de feijão. **Informações técnicas para o**

**cultivo de feijão na Região Sul brasileira.** 2.ed. Florianópolis;, 2012. Feijão; Prática cultural; Região Sul; Brasil.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de recursos hídricos.** Reúso de água. Barueri, SP: Manole, 2003. 37-95p.

LIMA, C.J.G.S. et.al Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. **Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.** Mossoró, v.2, n.2, 2007

MARCIANO, C. R.; MORAES, S.O.; OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E. Efeito do lodo de esgoto e do composto de lixo urbano sobre a condutividade hidráulica de um Latossolo Amarelo saturado e não saturado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n.1, p. 1-9, 2001.

MATOS, A. T. Disposição de águas residuárias no solo. Viçosa, **MG: AEAGRI**, 2007. 142 p. (Caderno Didático, n. 38)

SANDRI, D. Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e Solo) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003

SETTI, A.A. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. 3. ed. Brasília: **ANEEL/ANA**, 2002. 328p.

SOUSA, ANTONIO EVAMI CAVALCANTE; GHEYI HANS RAJ; SOARES, FREDERICO ANTONIO LOUREIRO; MEDEIROS, EVERALDO PAULO DE E NASCIMENTO, ELKA COSTA SANTOS. Teor de óleo no pinhão manso em função de lâminas de água residuária **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.46, n.1, p.108-111, jan. 2011

SOUZA FILHO, EDÉCIO JOSÉ DE. Reúso de esgoto doméstico tratado, baseado em diferentes níveis de reposição nutricional para cultura da melancia no semiárido pernambucano/ Edécio José de Souza Filho. - Recife: O Autor, 2013. v, 58 folhas, il., gráfs., tabs.

VIRGÍLIO, J. T. ERTHAL. Características fisiológicas, nutricionais e rendimento de forrageiras fertigadas com água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.5, p.458–466, 2010

YOKOYAMA, L.P.; DEL PELOSO, M.J.; DI STEFANO, J.G.; YOKOYAMA, M. Nível de aceitabilidade da cultivar de feijão “Pérola”: avaliação preliminar. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 1999. 20p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 98).

### **3. OBJETIVO**

#### Objetivo Geral:

Objetivou-se verificar o desenvolvimento da cultura do feijão-comum (Cultivar Pérola) irrigado com água residuária de suinocultura e piscicultura em solos argiloso e arenoso, além de caracterizar as alterações na fertilidade dos solos.

#### **Objetivos Específicos:**

- Verificar a alteração nos teores de macronutrientes do solo, decorrente da aplicação de água residuária de suinocultura e piscicultura;
- Encontrar melhor qualidade do solo na irrigação dos efluentes.

**CAPÍTULO I**

**CULTIVO DE FEIJÃO PÉROLA COM DIFERENTES**

**CONCENTRAÇÕES DE EFLUENTES NOS SOLOS ARENOSOS E**

**ARGILOSOS**

(Normas de acordo com a revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental)

**Resumo**

O feijão é de suma importância na alimentação da população mundial, por possui um valor elevado de nutrientes, tais como proteínas e carboidratos, além da geração de empregos e renda familiar. Contudo em regiões semiáridas, é fundamental a prática de irrigação pelo alto índice de evapotranspiração, mas pela má distribuição de água mundial e o uso desordenado

ou crescimento populacional, é necessário possuir fontes hídricas alternativas bem como águas de piscicultura, suinocultura. Mediante o exposto, objetivou-se com a pesquisa verificar o desenvolvimento da cultura do feijão Pérola, irrigado com água residuária de suinocultura e piscicultura em dois tipos de solos, além de caracterizar a fertilidade dos solos. O experimento foi desenvolvido no Instituto Federal Goiano, o delineamento experimental adotado foi em blocos totalmente ao acaso, analisados em esquema fatorial  $2 \times 2 \times 3 + 2$  permitindo assim 14 tratamentos com quatro repetições. Foi verificado que não houve diferença significativa entre os tipos de água e frequência de aplicação, nos variáveis números de folhas, diâmetro caulinar e altura da planta, porém houve significância entre os tipos de solo para número de folha e altura da planta, constatou-se ainda o incremento de macronutrientes no solo argiloso no final do experimento.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, reciclagem de nutrientes, Água residuária, reuso da água.

## **CULTIVATION OF PEARL BEANS WITH DIFFERENT EFFLUENT CONCENTRATIONS IN SANDY AND CLAY SOILS**

### **Abstract**

Beans are of great importance in feeding the world population, because it has a high nutrient value, such as proteins and carbohydrates, besides the jobs generation and family income. However in semi-arid regions, irrigation is essential due to the high rate of evapotranspiration, but due to poor global water distribution and disordered use or population growth, it is necessary to have alternative water sources as fish farming and swine waters. The objective of this study was to verify the development of the bean culture irrigated with swine and fish farming waste waters in two types of soils, besides characterizing the soils fertility. The experiment was carried out at the Goiano Federal Institute, in a completely randomized block

design, using a  $2 \times 2 \times 3 + 2$  factorial scheme, allowing 14 treatments with four replications. It was verified that there was no significant difference between the water types and the application frequency, in the variables leaf numbers, stem diameter and plant height, but there was significance between soil types for leaf number and plant height, also it was verified increased macronutrients levels in the clay soil at the end of the experiment.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, nutriets recicyng, wastewater.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura de feijão é de suma importância na alimentação da população mundial, principalmente para os mais necessitados, possui um valor nutritivo elevado, garantindo, um dos principais elementos da dieta alimentar como fonte básica de proteína e carboidratos, além da geração de empregos e renda familiar (LIMA et al., 2007)

A irrigação é fundamental na prática agrícola, a fim de produzir com qualidade e segurança, principalmente em regiões semiáridas com clima quente e seco, onde ocorre alto índice de evapotranspiração e déficit hídrico nas plantas, por causa da precipitação ser baixa na maior parte do ano. Isto incentiva o uso da irrigação nessa região, em que 70% de água potável do Brasil é consumida na agricultura, conforme a Constituição Brasileira (ANA, 2017).

Apesar de o Brasil possuir mais de 13% de água potável do mundo, as fontes hídricas são mal distribuídas na superfície terrestre, haja vista, que em algumas regiões com demanda elevada em relação a oferta demonstram diminuição dos recursos hídricos, tanto superficial quanto subterrâneo (SETTI, 2002). Com este recurso cada vez mais escasso, seja pela contaminação dos mananciais, uso desordenado ou crescimento populacional, é necessário possuir fontes hídricas alternativas, a exemplo de esgoto doméstico, águas de piscicultura, suinocultura, salobras ou até mesmo de drenagens agrícolas (HESPANHOL, 2003).

Sandri (2003) salienta que vários fatores contribuíram para o aumento do interesse pela irrigação de efluentes, tais como o avanço do conhecimento técnico científico, a escassez de recurso hídrico, a legislação ambiental, a redução de problemas à saúde e o controle da poluição ambiental além da diminuição dos custos de adubação e correção do solo.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos através da Resolução nº 54/2005 estabelece diretrizes e critérios para a prática de reuso direto de águas não potável (CNRH, 2005). Contudo, a população brasileira em relação à reutilização necessita de conscientização e entendimento, quando diz respeito a legislação.

Portanto o objetivo deste estudo foi verificar o desenvolvimento da cultura do feijão-comum (cv. Pérola) irrigado com água residuária de suinocultura e piscicultura em um solo arenoso e um argiloso, além de caracterizar as alterações na fertilidade dos solos. (PADRONIZAR IDÊNTICO AO DO RESUMO)

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido entre julho e outubro de 2017, em área experimental a céu aberto pertencente ao Instituto Federal Goiano–Campus Rio Verde- GO, localizado na Rodovia Sul Goiana, Km 01, s/n - Zona Rural, Rio Verde - GO, cuja a coordenada geográfica é 17°48'19.56"S de latitude, 50°54'15.13"W de longitude.

O município possui duas estações climáticas bem definidas, sendo uma seca e fria (maio a outubro) e uma chuvosa e quente (novembro a abril), com temperatura média anual que varia entre 20°C e 35°C (INMET, 2016).

O delineamento experimental adotado foi em blocos totalmente ao acaso, analisados em esquema fatorial 2 x 2 x 3 + 2, constituindo, assim, 14 tratamentos, com quatro repetições (Figura 1). Os tratamentos foram compostos pela combinação de dois tipos de solos ( $S_1 =$

arenoso e  $S_2$  = argiloso); dois tipos de águas ( $TA_1$  = água residuária de piscicultura e  $TA_2$  = água residuária de suinocultura); três frequências de aplicação da água residuária na irrigação ( $FA_1$  = 100% da irrigação,  $FA_2$  = 50% da irrigação e  $FA_3$  = 25% da irrigação); e dois tratamentos adicionais testemunhas ( $T_1$  = 100% da irrigação com água de abastecimento em solo arenoso e  $T_2$  = 100% da irrigação com água de abastecimento em solo argiloso).

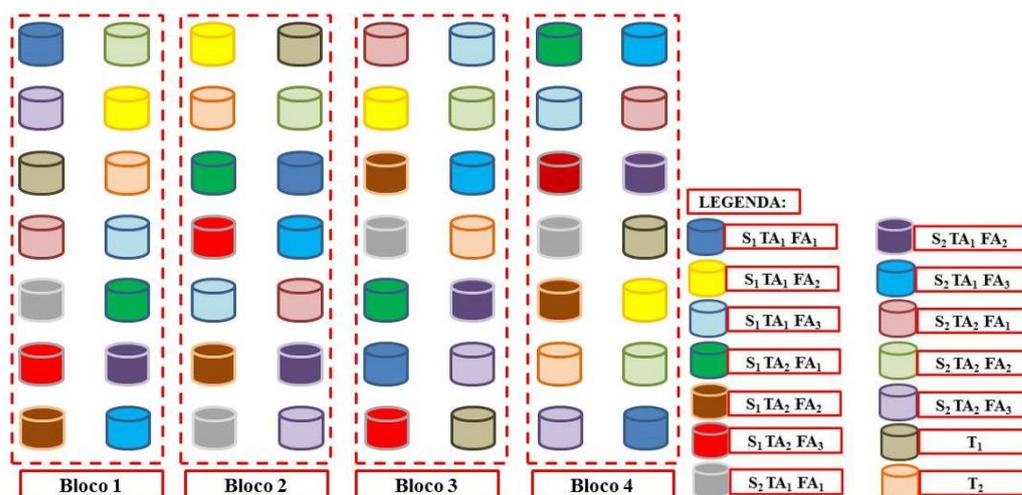


Figura 1: Distribuição dos tratamentos dentro da área experimental cultivada com feijoeiro-comum (cv. Pérola), cultivado com água residuária de piscicultura e suinocultura.

No início do experimento, foi realizada a capacidade de campo por tratamentos para verificação da quantidade de água a ser irrigada, e deparou-se com um litro de água absorvida durante o primeiro mês, assim a irrigação foi realizada de dois em dois dias, a partir do primeiro mês nota-se a capacidade de campo de dois litros a cada dois dias.

Para o tratamento com frequência de 100% foi irrigado a cada irrigação apenas com a água do tratamento, quando irrigado com frequência de 50% a irrigação foi intercalada e irrigou-se um dia com efluente e outro com abastecimento, já a frequência de 25% foi irrigado três vezes com água de abastecimento e uma vez com água residuária, ou seja, foi irrigado no primeiro dia com efluente e nas três próximas irrigações foi com água de abastecimento tornando o ciclo constante até o termino do experimento.

Tabela 1. Análise granulométrica e química do solo arenoso e argiloso utilizado para cultivo ao feijoeiro-comum (cv. Pérola)

Tipo de solo	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	H+Al	K	K	S
ARENOSO	0,27	0,16	0,4	0,01	3,3	0,07	26	3,3
ARGILOSO	2,31	1,43	3,74	0,02	2,60	0,18	72,00	ns
Tipo de solo	P	pH	M.O.	CTC Total	SB	V%	m%	Ca/Mg
ARENOSO	20,9	4,4	14,2	3,8	0,5	13	1,9	1,8
ARGILOSO	1,15	5,15	4,62	6,52	3,92	60,10	0,50	1,62
Tipo de solo	Ca/K	Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	Areia	Silte	Argila
ARENOSO	4,1	2,3	0,07	0,04	0,02	7	2	91
ARGILOSO	12,83	7,94	35,43	21,93	2,76	46,00	12,00	42,00

Utilizou-se no experimento 56 vasos de 11 litros contendo três furos no fundo, dispostos a céu aberto, e foram preenchidos com 9 kg de solo argiloso e arenoso, sendo 28 vasos para cada tipo de solo. Antes da montagem do experimento os solos utilizados foram analisados físicos e químicos pelo Laboratório Solotech Cerrado para execução da correção e adubação do mesmo conforme Tabela 1. Após os vasos preenchidos, foram semeadas 10 sementes por vaso da cultivar de feijão-comum cv. Pérola, com posterior desbaste aos 10 dias após a semeadura, mantendo uma planta por vaso.

As águas residuárias de piscicultura e suinocultura foram analisadas pela empresa Germinar agroanálises & ambiental com temperatura ambiente de 28°C contendo temperatura amostral de 5°C antes das irrigações para observar os elementos físicos, químicos e microbiológicos (Tabela 2).

Tabela 2. Análise físico, química e microbiológica da água residuária de piscicultura e suinocultura aplicada ao feijoeiro-comum (cv. Pérola).

Parâmetros	Pisci cultura	Suino cultura	LQ	Metodologia
DBO (mg L <sup>-1</sup> – O <sub>2</sub> )	61,2	2982	0,1	SMWW 5210 – B
DQO(mg L <sup>-1</sup> – O <sub>2</sub> )	89,9	4970	1	SMWW 5220 – D
Ferro dissolvido (mg L <sup>-1</sup> – Fe)	2,32	9,23	0,01	SMWW 3500 – Fe B
Manganês dissolvido (mg L <sup>-1</sup> – Mn)	0,534	2,26	0,01	SMWW 3500–Mn–B
Materiais flutuantes	Ausência	Presente	-	SMWW 2100
Nitrogênio amoniacal total (mg L <sup>-1</sup> – N)	7,2	290,40	0,1	SMWW 4500–NH <sub>3</sub> –B e C
Nitrogênio Total (mg L <sup>-1</sup> – N)	13	528	0,01	SMWW 4500 Norg–B e C
Óleos e Graxas minerais (mg L <sup>-1</sup> )	<5	38	5	SMWW 5520–D e F
Óleos e Graxas Vegetais e Animais (mg L <sup>-1</sup> )	<5	39,4	5	SMWW 5520–D e F
Sólidos sedimentáveis (mg L <sup>-1</sup> )	10	70	0,1	SMWW 2540–F
Metais dissolvidos (%)	120	116	1	EPA 6782 A
Coliforme Totais (NMP 100mL <sup>-1</sup> )	196800	155300	1	SMWW 9221–B, C e E
Coliformes Termotolerantes (NMP 100mL <sup>-1</sup> )	9,0	280000	1	SMWW 9221–B, C e E

LQ - Limite de quantificação; NMP – Número mais provável

Aos 30 dias, após a semeadura, teve início à adubação via solo com NPK, conforme a necessidade do solo e da cultura, que foi uma mistura de 186 gramas de MAP, Ureia e cloreto de potássio, dividido em duas aplicações ao dia 06 de agosto e a outra dia 06 de setembro de 2018.

As características morfológicas avaliadas foram altura da parte aérea, diâmetro do colo da planta e número de folhas. Para as medições da altura, foi utilizada uma régua milimétrica e para o diâmetro mediu-se a 0,5 cm de altura do substrato, utilizando um paquímetro digital. Para a verificação do número de folhas das plantas foi realizado a contagem manual. A primeira análise morfológica da altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas foi realizada aos 60 dias, após a semeadura e realizou novamente a adubação e realizou a segunda amostra de análise morfológica.

No término do experimento, os vasos foram separados por tratamento e realizou-se a mistura do solo homogeneizando-os, após a homogeneização foi coletado uma amostra de

cada solo/tratamento para a caracterização química, e o mesmo foi comparado com o solo inicial analisado.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e, quando detectados efeitos significativos pelo teste F, a 5% de probabilidade, foi realizada a comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Por fim, os dados foram submetidos ao programa Pcord para realizar a análise canônica a fim de avaliar as relações entre dois grupos de variáveis, variáveis dependentes múltiplas de interesse direto e variáveis que supostamente influenciam as variáveis do primeiro grupo.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Não houve diferença significativa entre os tipos de água e frequência de aplicação, nas variáveis número de folhas, diâmetro caulinar e altura da planta de feijão, porém houve significância entre os tipos de solo para número de folha e altura da planta (Tabela 2). Quando se leva em consideração a análise de interação entre os tipos de água (TA) com tipos de solo (TS), não houve significância para diâmetro caulinar e altura da planta. Na interação do tipo de água (TA) com frequência de aplicação (FA), nota-se que não houve interação em nenhuma variável analisada, já nas interações TS x FA e na interação tripla (TA x TS x FA) houve diferença significativa apenas na altura da planta de feijão (Tabela 2).

Observa-se que contraste entre a água residuária de piscicultura vs água de abastecimento no solo arenoso (TA1 vs T1), água residuária de suinocultura vs água de abastecimento no solo arenoso (TA2 vs T1), água residuária de piscicultura vs água de abastecimento no solo argiloso (TA1 vs T2) e água residuária de suinocultura vs água de abastecimento no solo argiloso (TA2 vs T2), apenas no contraste TA2 vs T2 ocorreu diferença significativa para o número de folhas, diâmetro caulinar e altura da planta (Tabela 2).

Analisado o desdobramento do número de folhas para o tipo de água dentro de cada nível do tipo de solo, verifica-se que não houve diferença significativa entre as águas utilizadas na irrigação em nenhum tipo de solo (Figura 2).

Tabela 2: Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro do colo (DC) e altura de planta (AP) do feijoeiro comum (cv. Pérola) irrigado com diferentes frequências de aplicação de água residuária de suinocultura e de piscicultura em um solo arenoso e um argiloso.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médio		
		NF	DC	AP
Tipo de Água (TA)	2	1,02ns	0,16ns	20,02ns
Tipo de Solo (S)	1	609,18*	0,00ns	414,18*
Frequência de aplicação (FA)	2	99,75ns	1,06ns	131,68ns
Interação TA x TS	2	368,52*	5,46ns	157,68ns
Interação TA x FA	1	128,58ns	2,80ns	99,64ns
Interação TS x FA	2	208,00ns	4,03ns	287,31*
Interação TA x TS x FA	1	243,58ns	4,88ns	272,43*
Bloco	3	110,57ns	1,95ns	65,68ns
TA <sub>1</sub> vs T <sub>1</sub> no S <sub>1</sub>	1	0,12ns	0,01ns	8,00ns
TA <sub>2</sub> vs T <sub>1</sub> no S <sub>1</sub>	1	55,12ns	1,12ns	18,00ns
TA <sub>1</sub> vs T <sub>2</sub> no S <sub>2</sub>	1	28,12ns	0,06ns	21,12ns
TA <sub>2</sub> vs T <sub>2</sub> no S <sub>2</sub>	1	882,00**	13,00*	990,12**
Resíduo	41	83,88	1,91	65,96
CV (%)		36,18	26,63	36,20

GL – Grau de liberdade; \* e \*\* significativo pelo teste F a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo pelo teste F a 5% de significância; CV (%) – coeficiente de variação.

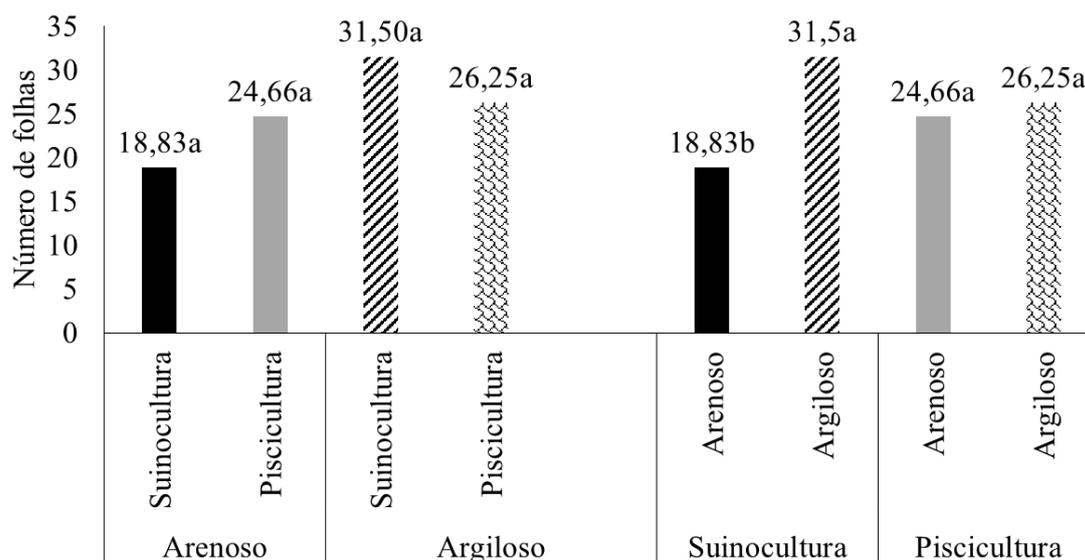


Figura 2. Desdobramento do número de folhas do feijoeiro-comum (cv. Pérola) para o tipo de solo dentro de cada tipo de água utilizado na irrigação e vice-versa

Em relação ao desdobramento da interação dos tipos de solos dentro de cada tipo de água, para o número de folhas, constata-se que com o uso de água residuária de suinocultura as plantas cultivadas em solo argiloso produziram significativamente 40,22% folhas a mais que as plantas cultivadas em solo arenoso. Já utilizando água de piscicultura, não houve diferença significativa no número de folhas das plantas cultivada nos diferentes solos (Figura 2). Mediante o exposto, nota-se que o feijão cultivado em solos argilosos produz mais folhas, independentemente do tipo de água utilizada.

O cultivo do feijoeiro em solo arenoso, com as frequências de aplicação de 100, 50 ou 25% com água residuária de suinocultura e piscicultura, não se verifica diferença significativa entre as plantas. Por outro lado, no solo argiloso, aplicando 100% da irrigação com água de suinocultura a altura das plantas superaram significativamente em 44,44% a altura das plantas irrigadas com água de piscicultura (Figura 3A), o mesmo não acontecendo com as frequências de aplicação de 50 e 25%, e não ocorreu diferença significativa.

Com o uso de 100, 50 e 25% da frequência de aplicação com água de piscicultura não foi verificado diferença significativa na altura de planta entre o solo arenoso e argiloso tipos de

solo (Figura 3B). Já quando a irrigação foi realizada com 100% da água de suinocultura, constatou-se diferença significativa entre a altura de planta, cujas plantas cultivadas em solo argiloso foram 63,16% maiores do que as plantas cultivadas em solos arenosos (Figura 3B). Já nas frequências de aplicação de 50 e 25% não houve diferença significativa entre os tipos de solos para altura de planta.

Irrigando a cultura do feijão com água de piscicultura e suinocultura em diversas frequências de aplicação e usando solo arenoso e argiloso, nota-se diferença significativa apenas quando se aplica na irrigação 100% de água de suinocultura em um solo argiloso, que cresceu 1,76 vezes a mais que as plantas que receberam 50% de aplicação e foi 2,59 vezes maior que as plantas irrigadas com 25% de frequência de aplicação (Figura 3C). Entre a frequência de aplicação de 50 e 25% não se verificou diferença significativa na altura da planta.

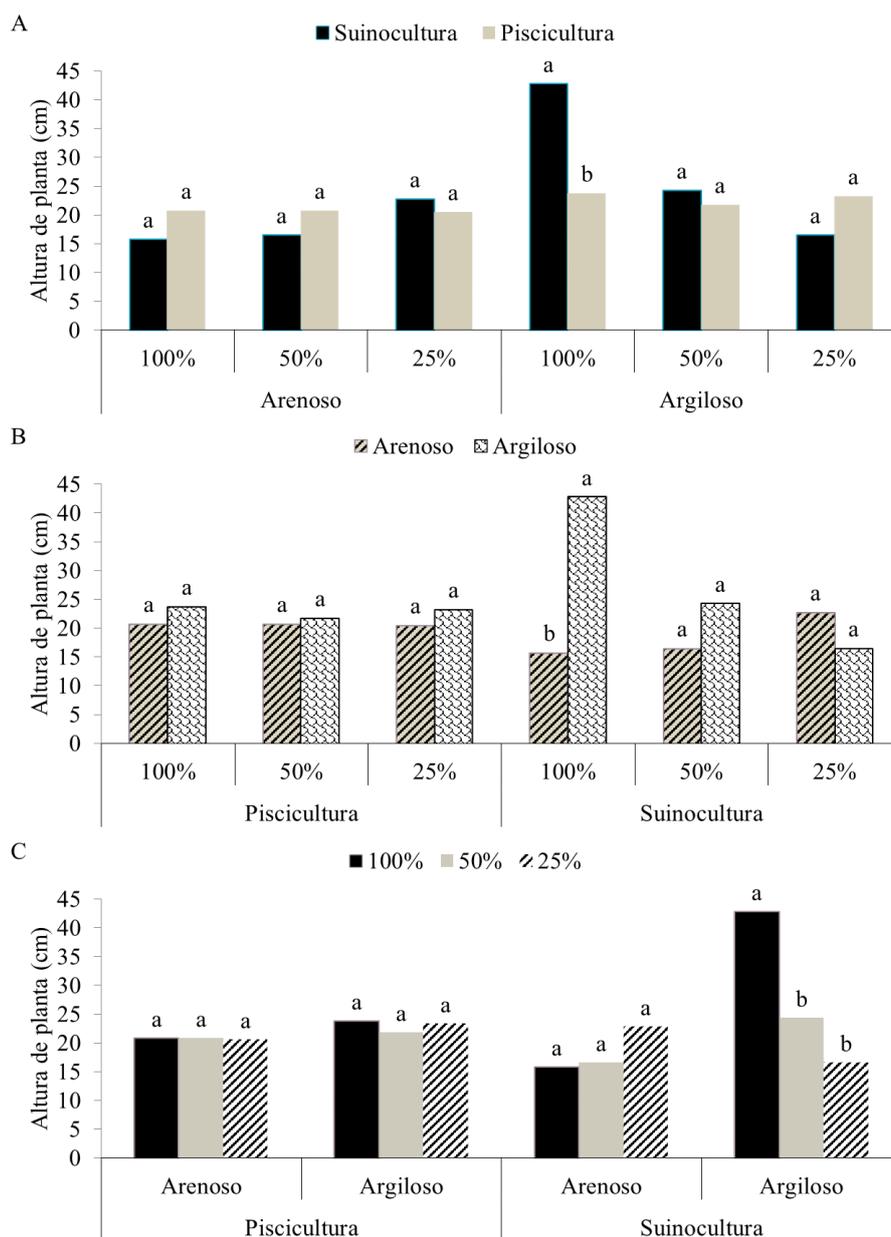


Figura 3. Desdobramento da interação tripla Altura de plantas do feijoeiro irrigado com diferentes tipos de água em função do tipo de solo e frequência de aplicação da água

Verificando o número de folhas, observa-se nos contrastes entre a água de abastecimento vs piscicultura e entre abastecimento vs suinocultura utilizando solo arenoso e argiloso, diferença significativa apenas quando se utiliza solo argiloso (Figura 4A), com as plantas irrigadas com água de suinocultura produzindo 47,46% folhas a mais que as plantas irrigadas com água de abastecimento. Este resultado pressupõe que em solo arenoso pode-se irrigar

usando água de piscicultura, proporcionando uma alternativa para irrigar feijoeiros neste tipo de solo.

Alves et al. (2009) depararam com efeitos significativos no contraste entre o fatorial e os tratamentos adicionais sobre a área foliar nas amostragens do cultivo de feijão. Cruz et al. (2008) salienta ainda que houve efeito da aplicação de água residuária de suinocultura em todas as características avaliadas, demonstrando resultados parecidos ao encontrado neste trabalho.

Feitosa et al (2015) encontraram os mesmos resultados identificando valores maiores no tratamento com 100% de água de reuso na cultura do feijão. No trabalho de Cruz et al (2008) a respeito de mudas de maracujazeiro-azedo foi identificado na concentração de 100% de água residuária o maior índice de folhas, Rebouças et al (2010) também identificou maior número de folhas na aplicação de água residuária, sendo superior ao de abastecimento, comprovando que a concentração mais elevada do efluente acarreta maior crescimento.

Observando o diâmetro do caule consta-se que usando um solo arenoso no cultivo do feijoeiro não ocorre diferença significativa quando se irriga com água de abastecimento e água de suinocultura ou de piscicultura (Figura 4B). Por outro lado, se utilizar um solo argiloso, nota-se diferença significativa entre a irrigação com água de abastecimento e água de suinocultura, sendo o diâmetro do caule das plantas irrigadas com água de suinocultura 35,81% mais espessa que as plantas irrigadas com água de abastecimento (Figura 8).

Igualmente como número de folhas e diâmetro do caule, não foi constatado diferença significativa entre a altura das plantas do feijoeiro cultivado em solo arenoso e irrigado com água de abastecimento e água de suinocultura e entre água de abastecimento e de piscicultura (Figura 4C).

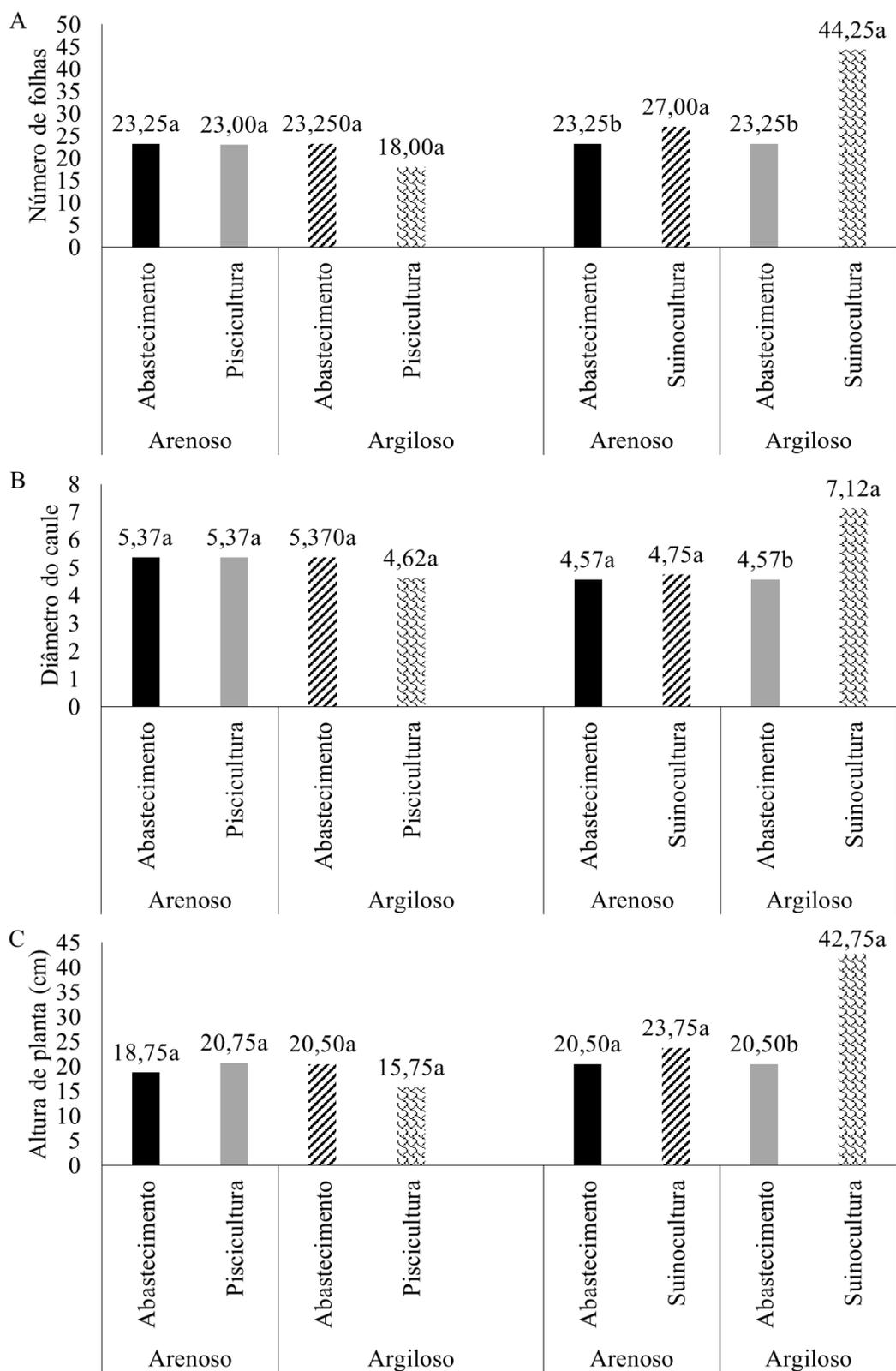


Figura 4. Número de folhas, diâmetro do caule e altura de planta do feijoeiro-comum (cv. Pérola) irrigados com água de abastecimento, piscicultura e suinocultura cultivados com diferentes tipos de solos.

Ao utilizar um solo argiloso e irrigar com água de piscicultura, a altura das plantas é estatisticamente iguais as das plantas irrigadas com água de abastecimento, porém ao utilizar água de suinocultura as plantas são 22,25% mais altas que as irrigadas com água de abastecimento (Figura 4C).

Os resultados da variável altura de planta coincidem com os de Oliveira et al. (2012), que em sua pesquisa de irrigação de pimenta com água residuária constatou aumento de 114% em um tratamento, no tamanho das plantas em relação as irrigadas com água de abastecimento.

Analisando a fertilidade do solo arenoso, observa-se que ocorreu acréscimo de 27,03% no teor de cálcio, após utilizar água de piscicultura na irrigação e ainda maior foi o incremento verificado no teor de cálcio quando se irriga com água de suinocultura que foi de 76,11% (Figura 5A). Mostrando benefícios ao utilizar estas águas na irrigação, pois de acordo com Lopes (1998) o cálcio auxilia na redução da acidez do solo, promove o crescimento das raízes além de aumentar a atividade microbiana, e de outros nutrientes. Caovilla et al. (2010) encontraram resultados semelhantes em relação ao nível de cálcio e houve pouca variação conforme a aplicação das águas residuárias.

O teor de magnésio no solo irrigado com água de piscicultura, constata-se decréscimo de 37,5% no termino do experimento, ao contrário a água de suinocultura usada na irrigação proporcionou, aumento de 46,67% no teor de magnésio (Figura 5B). Lima et al (2001) encontraram valores elevados de magnésio ( $2 \text{ mmol}_c\text{dm}^3$ ) quando adubados com NK, o mesmo afirma que o efeito do cálcio sobre a absorção de potássio é verificado quando o mesmo está em baixas, porém com o aumento gradativo na concentração do cálcio, esse efeito diminui, pois, depende das trocas entre os cátions.

O potássio obteve um incremento no seu teor de 30,00 e 68,18%, após aplicação da água de piscicultura e suinocultura, respectivamente (Figura 5C), verificando que água de suinocultura aumenta no solo o teor de potássio duas vezes mais que a água de piscicultura.

Em relação ao potássio Doblinski et al. (2010) em seu trabalho na cultura de feijão também observaram o incremento de potássio no solo quando irrigado com água residuária.

Na Figura 5D, verifica-se que o teor de alumínio no solo no final do experimento foi 15 vezes maior do que no início do experimento quando se utiliza água de piscicultura na irrigação e ao utilizar água de suinocultura na irrigação o teor de alumínio no final foi sete vezes maior que no início. Isto mostra que a água de piscicultura pode apresenta altos índices de acidez trocável ou acidez nociva caso seja utilizada de forma continua e sem um manejo adequado.

O teor de hidrogênio (H) presente no solo arenoso ao utilizar água de piscicultura na irrigação apresentou aumento de apenas 7,32% em relação ao teor inicial, no entanto, ao utilizar água de suinocultura na irrigação ocorre incremento no teor de H de 38,62% (Figura 5E). Isto indica que água de suinocultura aumenta 31,30% o teor de H quando comparado com a água de piscicultura.

O acréscimo no teor de fósforo (P) foi de 12,55%, apresentado no solo após utilizar água de piscicultura, valor muito próximo do apresentado quando se utiliza água de suinocultura, que promoveu incremento de 15,38% no teor de P (Figura 5F).

Avaliando a fertilidade do solo argiloso, nota-se acréscimo de 73,68% e 38,32% no teor de cálcio, após utilizar água de piscicultura e suinocultura na irrigação respectivamente (Figura 5G). O teor de magnésio no solo irrigado com água de piscicultura, demonstrou acréscimo no final do experimento de quase 4,7 vezes, quando se compara com o solo inicial, enquanto na água de suinocultura houve aumento de 3,3 vezes no final do experimento (Figura 5H). O potássio obteve incremento no seu teor de 33,33% na irrigação com água de piscicultura e 50,00% após aplicação da água de suinocultura (Figura 5I).

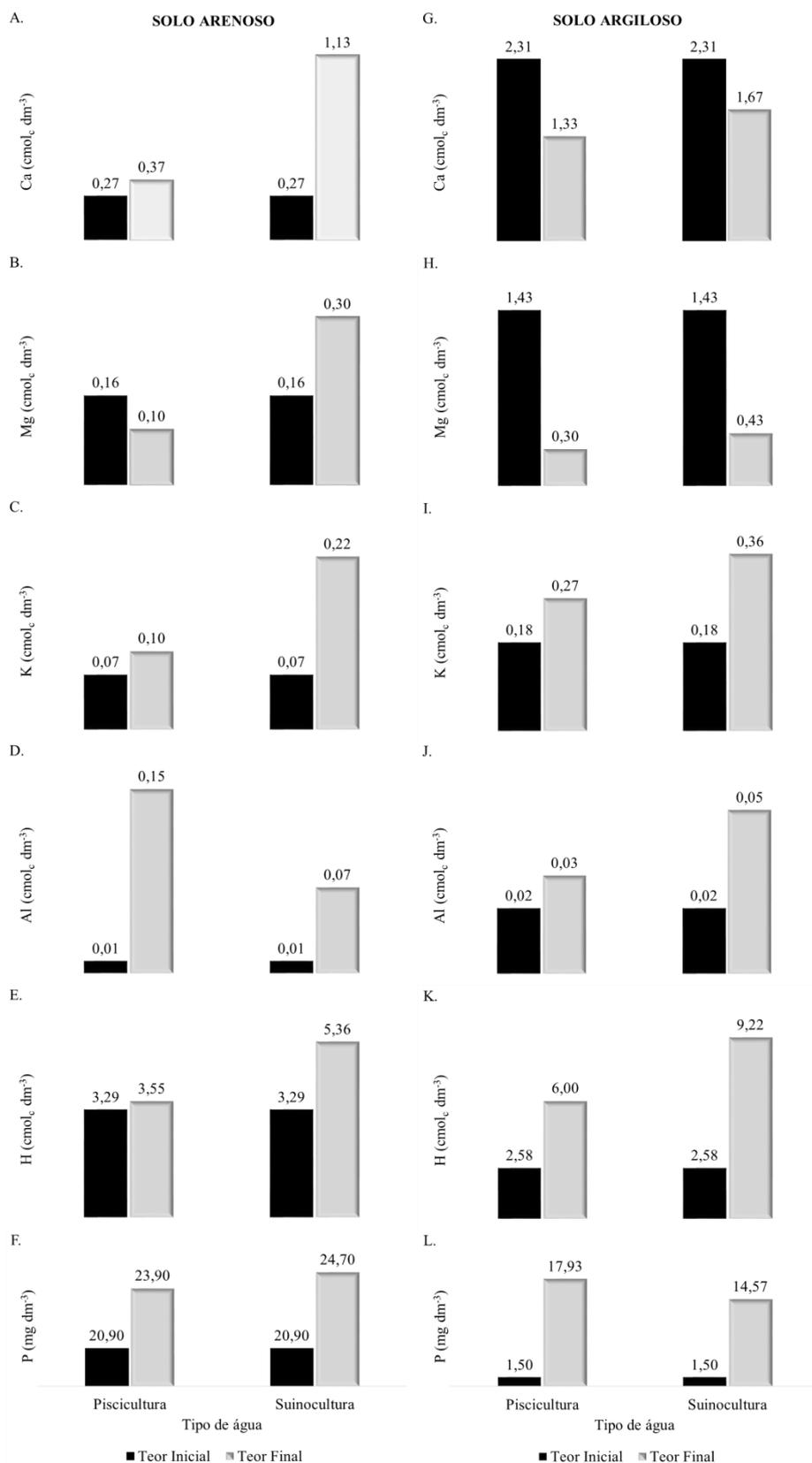


Figura 5. Teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), Potencial Hidrogeniônico em cloreto de cálcio (pH  $\text{CaCl}_2$ ), alumínio (Al), hidrogênio (H), fósforo (P) e matéria orgânica (M.O) no solo arenoso e argiloso no início e no final do experimento com feijoeiro-comum (cv. Pérola) irrigado com água de piscicultura e suinocultura.

O teor de alumínio no solo no final do experimento, quando se utiliza água de piscicultura na irrigação apresenta aumento de 33,33% e ao utilizar água de suinocultura na irrigação demonstrou o incremento de 2,5 vezes em relação ao início do experimento. (Figura 5J). Identificando que a água de suinocultura pode apresentar altos índices de acidez trocável ou acidez nociva caso seja utilizada de forma contínua e sem um manejo adequado.

O teor de hidrogênio (H) presente no solo arenoso ao utilizar água de piscicultura na irrigação apresentou aumento de 2,3 vezes em relação ao teor inicial, enquanto, ao utilizar água de suinocultura na irrigação ocorre incremento no teor de H de 3,5 vezes (Figura 5K). Indicando que água de suinocultura aumenta 15% o teor de H quando comparado com a água de piscicultura.

Analisando a Figura 5L verifica-se que o fósforo (P) no solo argiloso irrigado com piscicultura e suinocultura constata-se o incremento de quase 12 e 10 vezes, respectivamente, possuindo como diferença de 1,93% quando comparado a irrigação de suinocultura e piscicultura.

Ao analisar o pH do solo irrigado com água piscicultura, constatou-se aumento de 7,37% em relação ao inicial, quando verificado o solo irrigado com suinocultura verifica o aumento de 15,87% no término do experimento, deixando-o mais base, conforme Figura 6A. Cavallet et al (2006) apresenta valores de pH no solo parecidos aos valores encontrados neste, porém identificou o maior valor de pH com maiores dosagens aplicadas.

Em relação a Soma das Bases trocáveis (SB) verifica-se no término do experimento que o solo arenoso com água de piscicultura obteve o aumento de 12,28% em quanto o solo irrigado com água de suinocultura possuiu incremento de 69,70% conforme Figura 6B.

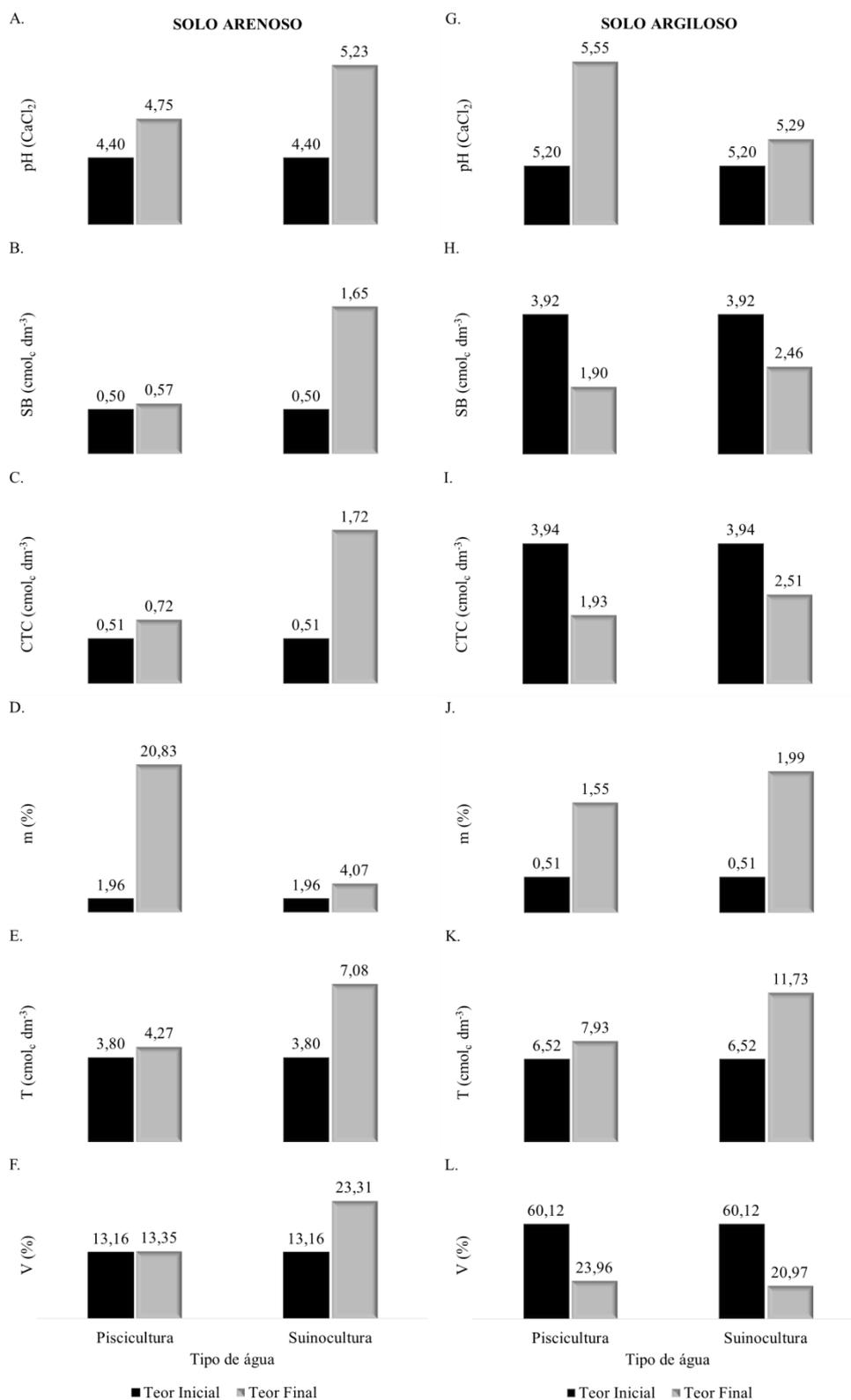


Figura 6. Potencial Hidrogeniônico em cloreto de cálcio (pH CaCl<sub>2</sub>), soma de bases trocáveis (SB), capacidade efetiva de troca de cátions (CTC), porcentagem de saturação por alumínio (m), capacidade de troca de cátions potencial do solo (T) e Percentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0 (V) do solo arenoso e argiloso no início e no final do experimento com feijoeiro-comum (cv. Pérola) irrigado com água de piscicultura e suinocultura.

A capacidade efetiva de troca de cátions (CTC) no solo irrigado com piscicultura demonstrou o aumento de 29,17% enquanto o solo irrigado com suinocultura aumentou mais de 3 vezes em relação ao de piscicultura, ou seja, obteve 70,35% comparado com o solo inicial de acordo com a Figura 6C.

Na Figura 6E, verifica-se a capacidade de troca de cátions potencial do solo (T) no final do experimento em relação ao inicial o aumento de 11,01% e 46,33% no solo arenoso quando irrigado com água de piscicultura e de suinocultura respectivamente, demonstrando que o solo irrigado com água de suinocultura obteve aumento de 35,32% em relação ao solo irrigado com piscicultura.

Quando analisado Percentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0 (V) do solo arenoso verifica-se o aumento de 1,43 irrigado com água de piscicultura, no entanto em relação a irrigação de suinocultura nota-se aproximadamente 44% de acordo com a Figura 6F.

Na Figura 6G, identifica-se o Potencial Hidrogeniônico em cloreto de cálcio (pH CaCl<sub>2</sub>) do solo argiloso irrigado com água de piscicultura e suinocultura apresentou diminuição da acidez de 19,23% e 1,70%, respectivamente, em relação ao início para o término do experimento.

As Somas de Bases trocáveis (SB) também demonstraram decréscimo nos valores, com a irrigação com água de piscicultura, cuja diminuição foi de duas vezes em relação ao valor inicial, enquanto com o uso de irrigação com água residuária de suinocultura diminuiu 1,6 vezes (Figura 6H). Já a capacidade efetiva de troca de cátions (CTC), diminuiu duas vezes com a irrigação com efluente de piscicultura e 57,97% na irrigação de suinocultura de acordo com a Figura 6I.

Verificando a porcentagem de saturação por alumínio (m) (Figura 6J), com a irrigação com água residuária de piscicultura e suinocultura, constata-se o aumento de 3 e 4 vezes, respectivamente, no final do experimento. Já a capacidade de troca de cátions potencial do

solo (T) apresenta aumento de 17,78% irrigado com piscicultura, porém analisando a irrigação com suinocultura o acréscimo foi 44,41% (Figura 6K).

A Figura 6L, demonstra que a percentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0 (V) diminuiu três vezes no final do experimento, comparado ao valor inicial, tanto com a irrigação com água de piscicultura quanto de suinocultura.

A relação cálcio e magnésio no final do experimento no solo arenoso irrigado com água piscicultura e suinocultura, aumentaram 54,32% e 55,17% respectivamente de acordo com Figura 7A, quando comparado com os nutrientes separados, demonstra-se que a relação é de 2:1 identificando a preferência de absorção pelo cálcio. Na Figura 7B, a relação de cálcio e o potássio (Ca/K) demonstra decréscimo de 4,32% quando irrigado com piscicultura porém ao analisar a irrigação de suinocultura nota-se acréscimo de 24,90%.

A interação magnésio e potássio (Mg/K), Figura 7C, presente no solo irrigado com água de piscicultura e suinocultura apresentou o decréscimo em ambas irrigações no final do experimento, sendo que houve redução de 2 vezes e de 68,38% respectivamente. Na Figura 7D, apresenta o cálcio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Ca/CTC), na análise de irrigação com água de piscicultura, nota-se o acréscimo de 20% e no de suinocultura o aumento foi de 60%.

No final do experimento, o magnésio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Mg/CTC) no solo arenoso irrigado com água de piscicultura apresentou redução de 1 vez enquanto a irrigação de suinocultura aumentou 33,33% de acordo com Figura 7E. O potássio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (K/CTC) permaneceu idêntico com irrigação de piscicultura e possuiu o acréscimo de 100% na irrigação de suinocultura.

Ao analisar os macronutrientes do solo argiloso no início e final do experimento, verifica-se que o cálcio e o magnésio (Ca/Mg) obtiveram aumento de 2,7 vezes quando irrigado com água de piscicultura e 2,4 vezes com a irrigação do efluente de suinocultura (Figura 7G).

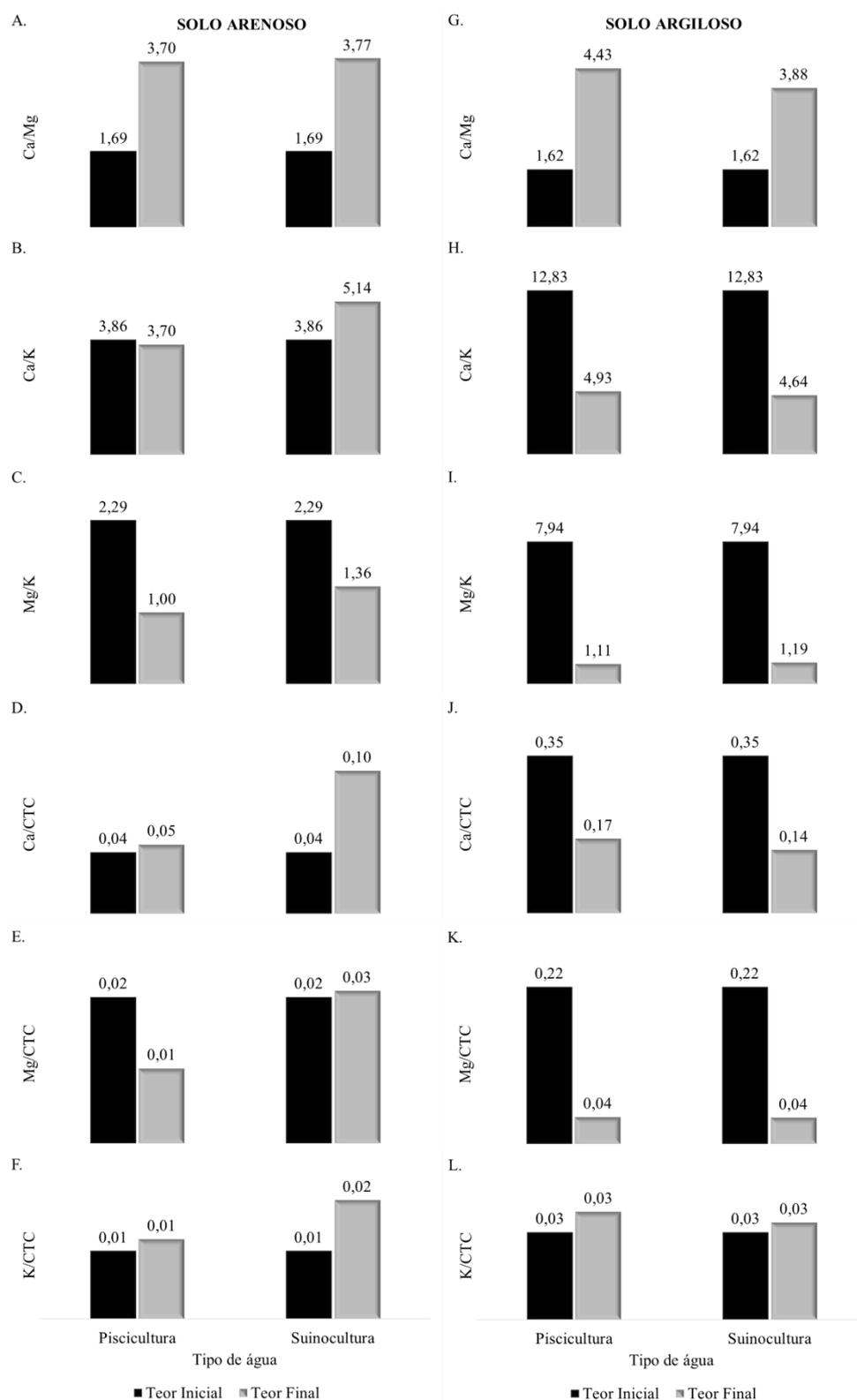


Figura 7. Relação entre: o cálcio e o magnésio (Ca/Mg), o cálcio e o potássio (Ca/K), o magnésio e o potássio (Mg/K), o cálcio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Ca/CTC), o magnésio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Mg/CTC) e o potássio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (K/CTC) do solo arenoso e argiloso no início e no final do experimento com feijoeiro-comum (cv. Pérola) irrigado com água de piscicultura e suinocultura.

Em relação ao cálcio e o potássio (Ca/K) na figura 7H, observa-se a proporção de 1:2,5 quando irrigado com piscicultura e suinocultura no final do experimento. Da mesma forma ao analisar o magnésio e o potássio (Mg/K) em que a relação considerada é de 7:1, demonstrando a redução em 7 vezes na irrigação de piscicultura e suinocultura (Figura 7I).

Na figura 7J, apresenta o cálcio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Ca/CTC) argiloso no início e no final do experimento constatando o decréscimo de 51,42% na irrigação de efluente de piscicultura e no efluente de suinocultura a diminuição foi de 60%. A irrigação com água de piscicultura e suinocultura demonstraram decréscimo de 5,5 vezes em ambas as irrigações quando analisado o magnésio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Mg/CTC) de acordo com a figura 7K. Mas, ao verificar o potássio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (K/CTC) (figura 7L) observa-se o a mesma proporção no início e no final do experimento, tanto na irrigação de piscicultura quanto na de suinocultura.

Quando realizado um comparativo entre solos, verifica-se que houve incremento maior de cálcio nos solos argiloso irrigado com solo de suinocultura, o mesmo ocorreu quando observado o magnésio. Ao analisar o potássio constata-se aumento de duas vezes no solo arenoso e argiloso quando irrigado com efluente de suinocultura. Porém, ao analisar o pH nota-se o aumento do pH deixando os solos mais básico.

Nos solos arenosos, verificou-se a água de piscicultura com maior teor de alumínio, porém ao observar o solo argiloso nota-se o efluente de suinocultura com alto índice de alumínio. Mas, ao observar o teor de hidrogênio presente em ambos os solos, constata-se o maior aumento quando irrigado com água de suinocultura. Contudo ao comparar o fósforo, o mesmo apresenta no final do experimento o aumento de 12 vezes no solo argiloso, entretanto os valores em relação a água de piscicultura e suinocultura foram semelhantes.

Ao observar as Soma das Bases, o solo arenoso foi melhor pois obteve aumento enquanto no solo argiloso houve a redução, o mesmo ocorreu com a CTC. Mas ao verificar a capacidade de troca de cátions potencial do solo nota-se aumento no solo arenoso quanto no solo argiloso, entretanto, observa-se o incremento maior na irrigação de suinocultura. Quando analisado Percentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0 (V) há acréscimo no solo arenoso, mas decréscimo no solo argiloso tanto irrigado com piscicultura quanto suinocultura.

A relação cálcio e magnésio (Ca/Mg), no final do experimento, aumentou em ambos os solos, mas obteve maior incremento no solo argiloso irrigado com a aplicação de efluente de piscicultura (Figura 7G). Quanto à relação ao cálcio e potássio (Ca/K), o solo argiloso apresentou maiores valores quando irrigado com efluente de suinocultura (Figura 7H); porém ao analisar a relação do magnésio e o potássio (Mg/K) nota-se a redução em ambos os solos, apesar que no solo argiloso irrigado com efluente de suinocultura a diminuição foi menor (Figura 7I). Já a relação cálcio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Ca/CTC) irrigados com efluente de suinocultura e piscicultura, o solo arenoso possuiu aumento enquanto o argiloso houve decréscimo em ambas as irrigações (Figura 7J).

Em relação ao magnésio e à capacidade de troca de cátions potencial do solo (Mg/CTC), houve aumento apenas no solo arenoso irrigado com efluente de suinocultura, nos demais, os valores no final do experimento diminuíram (Figura 7K). Para o potássio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (K/CTC), houve acréscimo apenas no solo arenoso irrigado com efluente de suinocultura, enquanto os demais permaneceram o mesmo valor inicial (Figura 7K).

Na verificação do número de folhas, altura da planta e diâmetro caulinar na análise de correlação canônica, nota-se que o potássio e magnésio obteve uma relação maior no tratamento 10, já nos tratamentos 6 e 8 observa-se a afinidade com a CTC e T, os demais

tratamentos correlacionaram com a relação Cálcio/Magnésio, Cálcio/Potássio e com o Alumínio, demonstrando a alteração do pH (Figura 8).

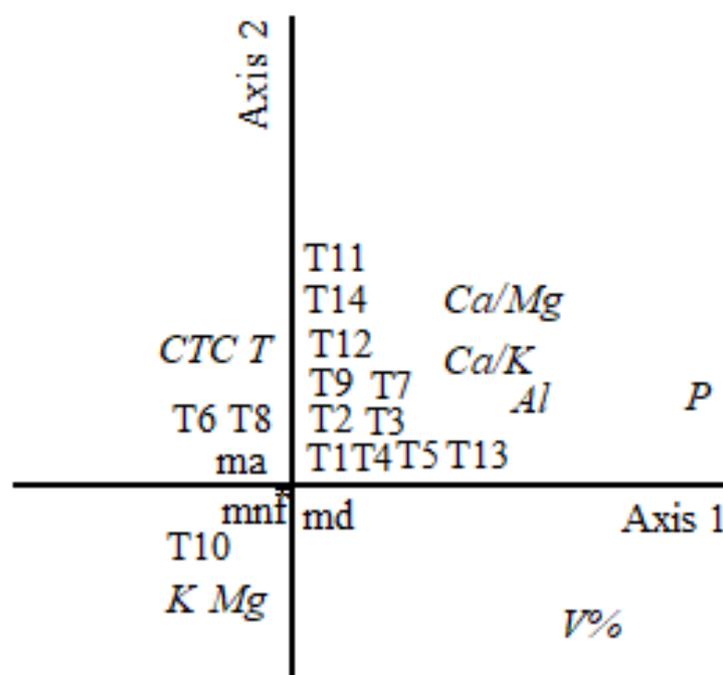


Figura 8. Coeficientes canônicos padronizados entre a relação: o cálcio e o magnésio (Ca/Mg), o cálcio e o potássio (Ca/K), o magnésio e o potássio (Mg/K), o cálcio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Ca/CTC), o magnésio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (Mg/CTC) e o potássio e a capacidade de troca de cátions potencial do solo (K/CTC) do solo arenoso e argiloso no início e no final do experimento com feijoeiro-comum (cv. Pérola) irrigado com água de piscicultura e suinocultura.

Bonnet et al (2006) verificou nos resultados estimativas de correlação genotípica, fenotípica e ambiental, entre a produtividade de grãos e seus componentes primários avaliados em cultivares crioulas e testemunhas demonstrando que houve concordância de sinais nas correlações fenotípicas e genotípicas.

Ferreira et al (2016) demonstra em seu trabalho que o modelo multivariado na avaliação dos parâmetros das plantas nas diferentes concentrações de zinco, apresentou modificações dos parâmetros em relação às doses estudadas

No estudo de caracteres e nutrição em genótipo de milhos, demonstrou correlação insignificância entre os caracteres morfológicos e nutricionais proteicos, mas na relação os caracteres morfológicos e nutricionais energéticos foram significativa (Alves et al, 2016)

Baretta (2006) apresenta em seu estudo correlação canônica nas propriedades microbiológicas e químicas, no atributo microbiológico carbono da biomassa microbiana e os atributos químicos pH H<sub>2</sub>O e Al, sofrendo influência da concentração de elementos como o P, K, Ca e COT no solo.

Coelho (2007) demonstra em seu trabalho a diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) que as espessuras do caule apresentaram na análise canônica valores semelhantes nos acessos avaliados mas com valores negativos.

#### **4. CONCLUSÃO**

A água residuária de piscicultura pode substituir a água de abastecimento na irrigação sem acarretar prejuízo para o desenvolvimento da cultura do feijoeiro, em solos arenosos.

O tipo e a quantidade de água aplicada na irrigação não influencia o desenvolvimento da cultura do feijão comum em solos arenosos.

O desenvolvimento das plantas de feijão irrigadas com água de suinocultura supera o desenvolvimento das plantas irrigadas com água de abastecimento, em solo argiloso

Independentemente do tipo de água residuária (piscicultura ou suinocultura) aplicada e da textura do solo, a relação Mg/K diminuiu.

A água residuária de suinocultura na irrigação, em um solo arenoso, promove acréscimos nos teores nutrientes e nas suas relações, exceto na relação Mg/K.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, W. W. A. ET AL. Área foliar do algodoeiro irrigado com água residuária adubado com nitrogênio e fósforo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 4, n. 1, p. 41- 46, 2009.

ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada / **Agência Nacional de Águas**. -- Brasília: ANA, 2017. Acessado em <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrigacao-UsodaAguanaAgriculturaIrigada.pdf>

BILLARD, R. & SERVRIN-REYSSAC, J. Les impacts negatifs et positifs de la pisciculture détang sur l'environnement. In.: BARNABÉ, G. & KESTEMONT, P. Production, Environment and Quality. **European Aquaculture Society Special Publication**, v.18, p.17-29, 1992

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, SECRETARIA DE POLÍTICA AGRÍCOLA, Departamento de Crédito e Estudos Econômicos, **INFORME ECONÔMICO DA POLÍTICA AGRÍCOLA**, 2016. disponível em <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/arquivos-de-estatisticas/edicao-n-7-2016.pdf/view>. Acesso em 25/10/2017

BRASIL, Terra o Planeta Azul, Disponível em: [http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos\\_agua\\_doce/terra\\_o\\_planeta\\_azul.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/terra_o_planeta_azul.html) Acesso em: 10 de outubro de 2017.

CAOVILLA, FRANCIELE A.; SAMPAIO, SILVIO C.; SMANHOTTO, ADRIANA; NÓBREGA, LÚCIA H. P.; QUEIROZ, MANOEL M. F. DE; GOMES, BENEDITO M. Características químicas de solo cultivado com soja e irrigado com água residuária da suinocultura **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.7, p.692–697, 2010

CARLESSO, R.; JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F. PETRY, M.; WOLSHK, D. Efeito da lâmina de Irrigação na Senescência. Foliar do Feijoeiro. **Irriga**, Botucatu, v.12, n.4, p.545-546, 2007.

CASTRO, R. S. Cultivo de tomate cereja em sistema orgânico irrigado com efluentes de piscicultura. Mossoró, 2003. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura de Mossoró.

CAVALLET, L.E.; LUCCHESI, L.A.C.; MORAES, A. DE; SCHIMIDT, E.; PERONDI, M.A.; FONSECA, R.A. da. Melhoria da fertilidade do solo decorrentes da adição de água residuária da indústria de enzimas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.3, p.724–729, 2006

CNRH, CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências **Resolução nº 54** de 28/11/2005

CRUZ, M. C. M et al. Utilização de água residuária de suinocultura na produção de mudas de maracujazeiro azedo cv redondo amarelo. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 4, p. 1107-1112, Dezembro 2008.

DOBLINSKI, A.F.; SAMPAIO, S.C.; SILVA, V.R.DA; NÓBREGA, L.H.P.; GOMES, S.D.; DAL BOSCO, T.C. Nonpoint source pollution by swine farming wastewater in bean crop. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.1, p.87–93, 2010

EPAGRI, EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA, comissão técnica sul-brasileira de feijão. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira**. 2.ed. Florianópolis;, 2012. Feijão; Prática cultural; Região Sul; Brasil.

FEITOSA, SIMONE OLIVEIRA; SILVA, SILVANEIDE LOBO; FEITOSA, HERNANDES OLIVEIRA; CARVALHO, CLAYTON MOURA; FEITOSA, ERIALDO OLIVEIRA, Crescimento do feijão caupi irrigado com diferentes concentrações efluente tratado e água salina **Revista AGROTEC** – v. 36, n. 1, p. 146-155, 2015

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M.; POSS, J. A.; ROBINSON, P. H.; SUAREZ, D. L.; BENES, S. E. Evaluation of salt-tolerant forages for sequential water reuse systems. I. Biomass production. **Agricultural Water Management**, v.70, p.109-120, 2004.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de recursos hídricos**. Reúso de água. Barueri, SP: Manole, 2003. 37-95p.

INMET, (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). 2015. Dados climáticos da Estação de Rio Verde: série histórica de 1961 a 2015. **Banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em: 10 de janeiro de 2018.

LIMA, C.J.G.S. et.al Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. **Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró, v.2, n.2, 2007

LIMA, EDUARDO DO VALLE; ARAGÃO, CARLOS ALBERTO; MORAIS, OTONIEL MAGALHÃES; TANAKA, ROBSON;FILHO, HÉLIO GRASSI, Adubação nk no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.125-129, jan./mar. 2001

LOPES, ALFREEDO SCHEID Manual internacional de fertilidade do solo, 2 ed., **rev e ampl.** Piracicaba: POTAFOS, 1998

MARCIANO, C. R.; MORAES, S.O.; OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E. Efeito do lodo de esgoto e do composto de lixo urbano sobre a condutividade hidráulica de um Latossolo Amarelo saturado e não saturado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n.1, p. 1-9, 2001.

MATOS, A. T. Disposição de águas residuárias no solo. Viçosa, **MG: AEAGRI**, 2007. 142 p. (Caderno Didático, n. 38)

MOHAMMAD, M. J.; AYADI, M. Forage yield and nutrient uptake as influenced by secondary treated wastewater. **Journal of Plant Nutrition**, v.27, p.351-364, 2004

OLIVEIRA, JACINEUMO FALCÃO DE; ALVES, SANDRA MARIA CAMPOS; NETO, MIGUEL FERREIRA; OLIVEIRA, RAFAEL BATISTA DE. Efeito da água residuária de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de pimenta cambuci e quiabo. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p. 2012

REBOUÇAS, JONATAS RAFAEL LACERDA; DIAS, NILDO DA SILVA; GONZAGA, MARIA ISIDÓRIA DA SILVA; GHEYI, HANS RAJ; NETO, OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 97-102, jan.-mar., 2010

SANDRI, D. Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e Solo) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003

SETTI, A.A. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. 3. ed. Brasília: ANEEL/ANA, 2002. 328p.

SOUSA, ANTONIO EVAMI CAVALCANTE; GHEYI HANS RAJ; SOARES, FREDERICO ANTONIO LOUREIRO; MEDEIROS, EVERALDO PAULO DE E NASCIMENTO, ELKA COSTA SANTOS. Teor de óleo no pinhão manso em função de lâminas de água residuária **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.46, n.1, p.108-111, jan. 2011

SOUZA FILHO, EDÉCIO JOSÉ DE. Reúso de esgoto doméstico tratado, baseado em diferentes níveis de reposição nutricional para cultura da melancia no semiárido pernambucano/ Edécio José de Souza Filho. - Recife: O Autor, 2013. v, 58 folhas, il., gráfs., tabs.

SOUZA, JOSÉ ANTONIO RODRIGUES DE; MOREIRA, DÉBORA ASTONI, FERREIRA; , PAULO AFONSO; MATOS, ANTONIO TEIXEIRA DE; avaliação de frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura. **Engenharia na agricultura**, viçosa - mg, V.18 N.3, MAIO / JUNHO 2010

VIRGÍLIO, J. T. ERTHAL. Características fisiológicas, nutricionais e rendimento de forrageiras fertigadas com água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.5, p.458-466, 2010

YOKOYAMA, L.P.; DEL PELOSO, M.J.; DI STEFANO, J.G.; YOKOYAMA, M. Nível de aceitabilidade da cultivar de feijão “Pérola”: avaliação preliminar. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 1999. 20p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 98).