

CLEAN WATER AND SANITATION

CONTRIBUTIONS OF EMBRAPA

Maria Sonia Lopes da Silva
Alexandre Matthiensen
Luiza Teixeira de Lima Brito
Jorge Enoch Furquim Werneck Lima
Cláudio José Reis de Carvalho

Technical Editors



**Brazilian Agricultural Research Corporation
Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply**



Sustainable Development Goal 6

CLEAN WATER AND SANITATION

CONTRIBUTIONS OF EMBRAPA

*Maria Sonia Lopes da Silva
Alexandre Matthiensen
Luiza Teixeira de Lima Brito
Jorge Enoch Furquim Werneck Lima
Cláudio José Reis de Carvalho*

Technical Editors

Translated by
Paulo de Holanda Moraes

Embrapa
Brasília, DF
2020

Chapter 4

Water use efficiency and supply in agricultural production

Welson Lima Simões

Luiza Teixeira de Lima Brito

Maria Sonia Lopes da Silva

Alexandre Matthiensen

Eugênio Ferreira Coelho

Rosângela Silveira Barbosa

Gherman Garcia Leal de Araújo

Daniela Ferraz Bacconi Campeche

Rafael Dantas dos Santos

Roseli Freire de Melo

Introduction

This chapter discusses aspects related to the water-use efficiency in irrigated agriculture and animal production, as well as possibilities to use rainwater as a way to reduce the effects of regional climate irregularities, and alternatives to using brackish/saline water, constituting a strategy of utilization of available water resources. This information, expressed in the form of knowledge and technologies generated by Embrapa, has the potential to contribute to the achievement of target 6.4, which seeks, by 2030, to substantially increase water-use efficiency across all sectors and ensure sustainable withdrawals and supply of freshwater to address water scarcity, and substantially reduce the number of people suffering from water scarcity (Nações Unidas, 2017).

Water use efficiency in irrigated agriculture

Agricultural production depends fundamentally on the water availability, in which this activity corresponds to 72% of water consumption in Brazil (Agência Nacional de Águas, 2018). The high consumption demand, coupled with the increasing scarcity of water resources, requires commitment and responsibility of all to guarantee food production for the growing population, so that less water is used without reducing the maximum production potential of the crops. In Brazil, irrigation efficiency is approximately 60%. The impact of the improvement of only 1% of this efficiency is observed when evaluating the effect of applying a water

slide of 4 mm day⁻¹ in 1 ha, which will save about 1.3 thousand L ha⁻¹ (Coelho; Silva, 2014). In the Northeast, the irrigated areas with fruits and vegetables have increased significantly, since the climate is highlighted by the high incidence of solar radiation and low and irregular precipitations. In practice, the efficient use of technologies generated by Embrapa and partners has provided productions at different times of the year. Aware of the water problem in the region and with due competence, Embrapa has provided adequate knowledge and technology to minimize water consumption in irrigated crops, but not reducing its productive capacity. Following there are some of the technological solutions generated and/or adapted by Embrapa and partners that can contribute to Brazil's effective collaboration with target 6.4 of SDG 6.

Management of irrigation water by soil water balance

This practice consists of avoiding that the soil reaches a level of moisture between the irrigation systems, which compromises the maximum productivity of the crops, and it is ideal to keep it close to its maximum water retention capacity up to the effective depth of its root system. Embrapa has contributed with the following techniques of optimization and practicality of this management:

- Use of the Irrigas Sensor: (Marouelli et al., 2010). In this study, the effect of different irrigation systems was evaluated. It is a simple and inexpensive system, much more accessible than other equipment available in the market for soil moisture measurement.
- Recommendation of the number and positioning of soil water sensors for irrigation water management: a technological solution developed by Embrapa Cassava & Fruits has helped producers to define the ideal installation site and the number of soil moisture sensors for different crops, soil types and irrigation systems (Coelho; Coelho Filho, 2007; Silva et al., 2007; Sousa et al., 2011; Coelho et al., 2012; Coelho; Simões, 2015).
- Recommendation of the moment of irrigation by critical soil moisture: a technological solution to indicate the momentum and irrigation depth in banana and papaya under climatic conditions of Coastal Tablelands, from the critical moistures for different types of soil (Sousa et al., 2011; Coelho et al., 2012).

- Description of the effective depth of the root system of the crops: technological solution to facilitate irrigation water management by the producers (Coelho; Simões, 2015; Coelho et al., 2008).

Management of irrigation by crop evapotranspiration

The knowledge of crop evapotranspiration is fundamental to irrigation management, resulting from the product between the reference evapotranspiration (ET_o) and the crop coefficient (K_c). In ET_o determination, climatic data provided by meteorological stations, as well as the evaporation obtained through the class A tank, are used. In practice, ET_o data available for a given location can be used in areas up to 40 km away from the station (Moura, 2007). The K_c is directly related to the variety, the phenological stage, the height, the coloring of the leaves, the location of the property, among others. In order to improve water-use efficiency, Embrapa has conducted research to determine K_c for the main crops harvested in the country's irrigated poles (Teixeira et al., 1999, 2008; Moreira et al., 2001).

Other irrigation management strategies aiming at greater efficiency of water use being tested by Embrapa researchers are the application of irrigation with controlled deficit, which reduces the amount of water applied in one of the phases of the crop; alternating lateral irrigation, with a deficit in parts of the irrigation system; and planting with soil cover, which minimizes evaporation, reducing the amount of water to be applied. In addition to the reduction of the amount of water applied, these strategies do not interfere with the production and quality of the final products (Stone et al., 2008; Santos et al., 2014).

Rainwater harvesting and efficient use

In the Brazilian semiarid region, precipitation is the only source of replenishment for water reservoirs used to meet the consumption demands of families, animals and agriculture. It occurs variably in quantity, intensity, space and time. The underground water potential is restricted and of low quality, due to the predominance of crystalline rocks, which have low flows and high salinity levels. Among the alternative solutions, the strategies for capturing rainwater for productive coexistence in the region are mentioned. These technologies are consolidated in public policies, through the Programa Cisternas (Cisterns

Program) (Brasil, 2017)¹, with 1.3 million cisterns installed throughout the country, especially in the Brazilian semiarid region.

In situ capture

In situ uptake is made up of soil preparation techniques to induce runoff to the planting area, increasing the time of infiltration of water into the soil (Anjos et al., 2007; Brito et al., 2008).

Cistern

The research carried out at Embrapa Semiarid Agriculture had the challenge of reducing construction costs, filling the insufficient coverage of rural facilities that could be used as a catchment area, and demonstrating its technical efficiency as a reservoir for the storage of rainwater in semiarid conditions. The most widespread models, which are being implemented throughout the Brazilian semiarid region by the Cistern Program are 16 m³ for human and animal consumption and 52 m³ for food production (Figure 1). Embrapa Semiarid Agriculture has been developing researches on the efficiency of water applied in the production of fruits and vegetables for both types of cistern (Brito et al., 2012; Brito, 2016). The rural cistern, due to its importance in human and animal watering, as well as in food production, has been the main technology for water abstraction for rainfall dependent areas in the Brazilian semiarid region.

Underground dams

The research carried out by Embrapa Semiarid Agriculture since 1982 contributed to technological innovation, with the inclusion of drainage lines/waterways as one more favorable location option for construction; with a reduction in costs and construction time, of which excavation started to be done with a backhoe excavator, and as a layer of impediment the use of PVC plastic canvas or polyethylene of 200 microns thickness (Brito et al., 1989). Experiences shared by Embrapa Semiarid Agriculture and Embrapa Soils (UEP Recife) with family farmers confirm that the underground dam (Figure 2) reduces the risks of regional climate irregularity, thus favoring crop development and productivity, which has

¹ Message sent by e-mail, on November 16, 2017, by the coordinator of the Cistern Program.



Photo: Nilton de Brito Cavalcanti

Figure 1. Tank for food production.



Photos: Maria Sonia Lopes da Silva

Figure 2. Opening of the dam of the underground dam (A); placing the plastic in the ditch by waterproofing the wall (B); ditch closing (C); underground dam ready, with wall, well, bleeding and planting area (D).

contributed with the socioecological and economic resilience, consequently with the [sustainability of the agroecosystems](#) of the Brazilian semiarid region (Melo et al., 2013; Nascimento et al., 2015; Silva, 2017).

Water use efficiency in animal production

In the livestock context, the topic water must be worked in all points of the production chain of the different species and in several fronts of the production system. Water must be calculated for animal watering, food production, animal hygiene, among others, and free access to quality water is a basic condition essential to good production practices and animal welfare. In this sense, Embrapa has been working with guidelines to assist producers, technicians, extension workers and managers to manage natural resources and conserve the environment, through publications on the quantity to be offered for each animal category, adequate sizing of the drinkers according to the number and category of animals, adequate water flow to supply drinking fountains, adequate distribution of drinking fountains (Campos, 2000); practical solutions to reduce water and feed waste in pig farms (Lima et al., 2012); good water practices related to the activity of dairy cattle production (Palhares, 2016b); water quality in animal production (Palhares, 2014); rainwater harvesting and use in animal production (Brito et al., 2007; Palhares, 2016b); water challenges for animal production (Palhares, 2016c); among others.

An important source of water that contributes to the reduction of its consumption by the animals is the food that has in their composition 40% to 90% of water. As an example, there are rich forages such as forage palm, mandacaru, grasses, vegetables and forage watermelon (Araújo et al., 2010). Another important source is in fodder preserved in the form of silage, such as corn, sorghum and millet. Agroindustrial byproducts (brewer's residues, sisal defibration and fruit processing) are also viable alternatives for the water supply to the semiarid herds, as they can contribute to the attendance of up to 80% of the water demand of the animals. The additional input of water contained in food is especially important for animals raised in regions and communities with little access to drinking water.

Multiple uses of saline water

It is estimated that, in the Northeast, there are more than 100 thousand deep wells, with average flows around 2 thousand L per hour. It is important to

emphasize that, in most cases, the waters of these wells present levels of salts higher than 1 g L^{-1} , rendering them unfit for human consumption. However, these sources of water are essential for animals, especially goats, whose water demand for watering the entire herd in the region is about 40 million m^3 per year. Embrapa Semiárid Agriculture, in partnership with other institutions, developed an integrated production system in which parameters were established for the use of brackish or saline waters, both for human and animal consumption, as well as for plant production and aquaculture (Porto et al., 2004).

Several studies on the subject were developed involving management of irrigation with brackish/saline water in the crops bean, beet, forage and grain sorghum, maize and salt grass (forage) (Nogueira Filho et al., 2003; Assis Júnior et al., 2007; Carvalho Júnior et al., 2010; Guimarães et al., 2016; Simões et al., 2016), with information on water management techniques such as: ideal leaching factors (LF), the amount of water being greater than necessary, which is applied to provide reduction of the amount of salts of the root zone of the crop; and the varieties adapted to the saline environment, highlighting the choice of soil with good drainage to facilitate the leaching of salts in the rainy season, which facilitates new crop cycles.

Regarding animal intake, from the salinity point of view, waters with high salt content, as well as those containing toxic elements, represent a danger and can affect the quality of the meat and milk produced. The management of animal consumption in relation to water salinity is based on the classification of Runyan and Bader (1994). It is emphasized that the use or the ingestion of water by the animal can be directly related to different variables, besides the quality (Nutrient..., 2007).

Another alternative is the use of brackish/salted waters for aquaculture. Species such as tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) are suitable for cultivation in brackish waters, since they are rustic and accessible in Brazil. Currently, there is the possibility of producing tilapia and shrimp intensively using water from salinized wells. In this system, rejects from fish farming are being indicated for the cultivation of salinity-tolerant crops that serve for human and animal feeding (Dias et al., 2012). However, as described previously, this model of bioassaline agriculture requires that the management be sustainable in a rational, economic and environmental way.

Final considerations

The efficiency of water use is an indispensable tool for the sustainability of agroecosystems. In the case of bioassaline agriculture, the choice of irrigation and crop management is fundamental for a socioeconomic and environmental sustainability. Rainwater harvesting technologies respond to the demands of the Brazilian semiarid rural environment, both in the context of family consumption, focusing on aspects of quality, quantity and regularity, attending to the consumption of animals, as well as reducing the risks of agricultural exploitation climate variability. Much needs to be done to provide families in this region with rainwater harvesting technologies capable of overcoming years of drought, similar to 2011/2012 to 2017, and enabling productive coexistence of the population with climatic adversity. The use of rainwater, accompanied by a set of technologies adapted to local conditions, combined with the training of families and extension agents, could contribute to the change of this scenario. In the socioeconomic context, most of these technologies are inserted in the concept of [social technologies](#).

References

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **ANA e Embrapa concluem levantamento sobre irrigação com pivôs centrais no Brasil**. Brasília, DF, 2015. Available at: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12669>. Accessed on: Mar. 5, 2018.
- ANJOS, J. B. dos; CAVALCANTI, N. de B.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, M. S. L. da. Captação “in situ”: água de chuva para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 141-155.
- ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; CHIZZOTTI, M. L.; TURCO, S. H. N.; CARVALHO, F. F. R. Water and small ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 326-336, 2010.
- ASSIS JÚNIOR, J. O. de; LACERDA, C. F. de; SILVA, F. B. da; SILVA, F. L. B. da; BEZERRA, M. A.; GHEYI, H. R. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 702-713, 2007. DOI: [10.1590/S0100-69162007000400013](https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000400013).
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social. **Programa cisternas**. 2017. Available at: <<http://mds.gov.br/assuntos/seguranca-alimentar/acesso-a-agua-1/programa-cisternas>>. Accessed on: Mar. 5, 2018.
- BRITO, L. T. de L.; ARAÚJO, J. O. de; CAVALCANTI, N. de B.; SILVA, M. J. da. Água de chuva armazenada em cisterna produz frutas e hortaliças para o consumo pelas famílias rurais: estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 8., 2012, Campina Grande. **Aproveitamento da água de chuva em diferentes setores e escalas: desafio da gestão integrada**. Campina Grande: ABCMAC; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 1 CD-ROM.

BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de B.; ANJOS, J. B. dos; SILVA, A. de S.; PEREIRA, L. A. Perdas de solo e de água em diferentes sistemas de captação in situ no semi-árido brasileiro. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 3, p. 507-515, 2008.

BRITO, L. T. de L.; PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; CAVALCANTI, N. de B. Cisterna rural: água para o consumo animal. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 105-116.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; MACIEL, J. L.; MONTEIRO, M. A. R. **Barragem subterrânea I: construção e manejo**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1989. 38 p. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de pesquisa, 36).

CAMPOS, A. T. de. **Importância da água para bovinos de leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2000. (Embrapa Gado de Leite. Instrução técnica, 31).

CARVALHO JÚNIOR, G. S.; PEREIRA, J. R.; QUESADO, F. C.; CASTRO, M. A. N.; SOUZA, D. F.; ABDALA, C. S.; ARAÚJO, W. P.; LIMA, F. V. Comportamento da mamoneira brs energia em diferentes lâminas de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Inclusão social e energia**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1053-1059.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação da mangueira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2007. 1 CD-ROM (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular técnica, 87).

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P. da. **Manejo, eficiência e uso da água em sistemas de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. 26 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 206).

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P.; DONATO, S. L. R.; MAROUELLI, W. A.; ARANTES, A. M.; SOUZA CRUZ, A. J.; COTRIM, C. E.; COSTA, S. F.; SANTANA, J. A.V.; MARQUES, P. R. R.; OLIVEIRA, P. M. **Irrigação da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2012. 280 p.

COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L. **Onde posicionar sensores de umidade e de tensão de água do solo próximo da planta para um manejo mais eficiente da água de irrigação**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. 6 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular técnica, 109).

COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L.; CARVALHO, J. E. B. de; COELHO FILHO, M. A. **Distribuição de raízes e extração de água do solo em fruteiras tropicais sob irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008. 80 p.

DIAS, N. S.; COSME, C. R.; SOUZA, A. C. M.; SILVA, M. R. F. Gestão das águas residuárias provenientes da dessalinização da água salobra. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. da S.; MEDEIROS, S. de S.; GALVÃO, C. de O. (Ed.). **Recursos hídricos em regiões semiáridas**: estudos e aplicações. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2012. p. 176-187.

GUIMARÃES, M. J. M.; SIMÕES, W. L.; TABOSA, J. N.; SANTOS, J. E. dos; WILLADINO, L. Cultivation of forage sorghum varieties irrigated with saline effluent from fish-farming under semiarid conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 5, p. 461-465, May 2016. DOI: [10.1590/1807-1929/agriambi.v20n5p461-465](https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n5p461-465).

LIMA, G. J. M. M. de; AMARAL, A. L. do; PALHARES, J. C. P.; MANZKE, N. E.; DALLA COSTA, O. A. Como racionalizar o uso da água e evitar desperdícios de ração em granjas de suínos. In: SIMPÓSIO

INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 7., Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2012. p. 233-248.

MAROUELLI, W. A.; FREITAS, V. M. T.; COSTA JÚNIOR, A. D. **Guia prático para uso do Irrigas na produção de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2010. 32 p.

MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos; SILVA, M. S. L. da; PEREIRA, L. A.; BRITO, L. T. de L. **Barragem subterrânea: tecnologia para armazenamento de água e produção de alimentos**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013. 8 p. (Embrapa Semiárido. Circular técnica, 104).

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; ANDRADE, R. da S. **Manejo da irrigação do feijoeiro no sistema plantio direto: coeficiente de cultura**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em foco, 63).

MOURA, M. S. B. de. **Dados climáticos estação meteorológica automática do campo experimental de Bebedouro, 2005**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 42 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 200).

NAÇÕES UNIDAS. **Água potável e saneamento**: objetivo 6: assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos. 2017. Available at: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>>. Accessed on: Mar. 7, 2018.

NASCIMENTO, A. F. do; SILVA, M. S. L. da; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; PARAHYBA, R. da B. V.; AMARAL, A. J. do. **Caracterização geoambiental em áreas com barragem subterrânea no Semiárido brasileiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2015. 54 p. (Embrapa Solos. Documentos, 180).

NOGUEIRA FILHO, H.; SANTOS, O.; BORCIONI, E.; SINCHAK, S.; PUNTEL, R. Aquaponia: interação entre alface hidropônica e criação superintensiva de tilápias. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 280, 2003. Suplemento 2.

NUTRIENT requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC: National Research Council, 2007. 384 p.

PALHARES, J. C. P. A experiência brasileira no manejo hídrico das produções animais. In: PALHARES, J. C. P. (Org.). **Produção animal e recursos hídricos**. São Carlos, SP: Cubos, 2016a. v. 1, p. 11-32.

PALHARES, J. C. P. **Boas práticas hídricas na produção leiteira (versão 2)**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016b. 14 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado técnico, 105).

PALHARES, J. C. P. **Captação de água de chuva e armazenamento em cisterna para uso em produção animal**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016c. 32 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado técnico, 122).

PALHARES, J. C. P. **Qualidade da água na produção animal**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2014. 6 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado técnico, 103).

PORTO, E. R.; ARAÚJO, O. de; ARAUJO, G. G. L. de; AMORIM, M. C. C.; PAULINO, R. V.; MATOS, A. N. B. **Sistema de produção integrado usando efluentes da dessalinização**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 22 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 187).

RUNYAN, C.; BADER, J. Water quality for livestock and poultry. In: AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. Rome: FAO, 1994. (FAO. Irrigation and drainage paper, 29).

SANTOS, M. R. dos; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F. Fruit yield and root system distribution of Tommy Atkins mango under different irrigation regimes. **Revista Brasileira**

de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 4, p. 362-369, 2014. DOI: [10.1590/S1415-43662014000400002](https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000400002).

SILVA, A. de S.; MOURA, M. S. B. de; BRITO, L. T. de L. Irrigação de salvação em culturas de subsistência. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 159-179.

SILVA, M. S. L. da. Avaliação socioambiental de um agroecossistema no sertão do Araripe, Pernambuco. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 2., 2017, Campina Grande. **Saberes do semiárido: desafios às pesquisas científicas: anais**. Campina Grande: Realize, 2017. Available at: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/171021/1/2017-108.pdf>>. Accessed on: Mar. 7, 2018.

SIMÕES, W. L.; CALGARO, M.; COELHO, D. S.; SANTOS, D. B. dos; SOUZA, M. A. de. Growth of sugar cane varieties under salinity. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, p. 265-271, 2016.

SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. v. 1, 769 p.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da; MOREIRA, J. A. A. **Efeito de palhadas de culturas de cobertura na evapotranspiração do feijoeiro irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 158).

TEIXEIRA, A. H. de C.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; SOARES, J. M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 413-416, 1999.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTIAANSEN, W. G. M.; MOURA, M. S. B.; SOARES, J. M.; AHMAD, M. D.; BOS, M. G. Energy and water balance measurements for water productivity analysis in irrigated mango trees, Northeast Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 148, n. 10, p. 1524-1537, Sept. 2008. DOI: [10.1016/j.agrformet.2008.05.004](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2008.05.004).

Recommended literature

BENOLIEL, M. A.; TAVARES, J. M. R.; COLDEBELLA, A.; TURMINA, L. P.; OLIVEIRA, P. A. V. de. Influência do sistema de alojamento na concentração de gases de efeito estufa e amônia, em unidades de gestação de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 17., 2015, Campinas. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2015. p. 509-511.

GOPINGER, E.; KRABBE, E. L.; BAVARESCO, C.; AVILA, V. S. de; CONTREIRA, C. L.; SUREK, D.; MATTHIENSEN, A. Condicionamento da água de chuva e efeito no desempenho de frangos de corte. In: SALÃO INTERNACIONAL DE AVICULTURA E SUINOCULTURA, 2017, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABPA, 2017. p. 294-296.

MATTHIENSEN, A.; BORDIN, F. B.; BRINGHENTI, I.; WASKIEWIC, M. E.; OLIVEIRA, M. de M.; COMASSETTO, V. **Gestão da água subterrânea**. Concórdia: Comitê do Rio Jacutinga, 2016. 46 p.

MATTHIENSEN, A.; COMASSETTO, V.; ALVES, J.; FAVASSA, C. T. A.; WASKIEWIC, M. E.; BÓLICO, J. Diagnóstico dos poços tubulares profundos e da qualidade das águas subterrâneas no município de Concórdia, SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 18.; ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 19.; FEIRA NACIONAL DA ÁGUA-FENÁGUA, 8., 2014, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABAS, 2014. 1 CD ROM.

MATTHIENSEN, A.; OLIVEIRA, M. de M. **Principais problemas de qualidade da água subterrânea da região do Alto Uruguai Catarinense (e subsídios para resolvê-los)**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2015. 9 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado técnico, 531).

MAZZUCO, H.; HENN, J. D.; JAENISCH, F. R. F.; ABREU, P. G. de; MATTHIENSEN, A.; NICOLOSO, R. da S.; DUARTE, S. C.; AVILA, V. S. de; ROSA, P. S.; KLEIN, C. H.; KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M. **Boas práticas na produção de ovos comerciais para poedeiras alojadas em gaiolas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016. (Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica, 60).

MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos; PEREIRA, L. A.; BRITO, L. T. de L.; COELHO, L. C. Efeito do esterco de caprino na produtividade do inhame da costa (*Dioscorea cayennensis*) em barragem subterrânea. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 8., 2012, Campina Grande. **Aproveitamento da água de chuva em diferentes setores e escalas: desafio da gestão integrada**. Campina Grande: ABCMAC; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, P. A. V. de; MATTHIENSEN, A.; ALBINO, J. J.; BASSI, L. J.; GRINGS, V. H.; BALDI, P. C. **Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012. 38 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 157).

OLIVEIRA, P. A. V. de; WOLOSZYN, N. **PNMA II - Racionalização do uso da água na produção de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005. 1 folder.

PALHARES, J. C. P. Água: desafios hídricos na produção animal. **Agroanalysis**, v. 35, n. 3, p. 26-28, mar. 2015.

PALHARES, J. C. P. Produção animal e recursos hídricos. In: ZOOTECA NA AMAZÔNIA LEGAL, 1.; CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20., 2010, Palmas. **Sustentabilidade e produção animal: anais**. Palmas: UFT: Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2010. p. 167-173. Projeto/Plano de Ação: 01.06.10304-04.

PALHARES, J. C. P. **Qualidade da água em cisternas utilizadas na dessedentação de animais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2010. 4 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado técnico, 481).

PALHARES, J. C. P.; COLDEBELLA, A. Monitoramento da qualidade da água no sistema integrado piscicultura-suinocultura em propriedades do Oeste Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v. 25, n. 1, p. 58-62, 2012.

PALHARES, J. C. P.; COLDEBELLA, L.; CURIOLLETTI, F.; MULINARI, M. R. Monitoramento da qualidade da água da chuva em sistema de produção de suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAS, 2., 2011, Foz do Iguaçu. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. v. 2., 1 CD-ROM.

SILVA, A. de S.; PORTO, E. R. **Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do tropico semi-árido do Brasil: tecnologias de baixo custo**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1982. 128 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 14).

SOUZA, J. C. P. V. B.; OLIVEIRA, P. A. V. de; TAVARES, J. M. R.; BELLI FILHO, P.; ZANUZZI, C. M. das S.; TREMEA, S. L.; PEIKAS, F.; SQUEZZATO, N. C.; ZIMMERMANN, L. A.; SANTOS, M. A.; AMARAL, N. do. **Gestão da água na suinocultura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016. 32 p.

TAVARES, J. M. R.; OLIVEIRA, P. A. V. de; BELLI FILHO, P. Sustentabilidade da suinocultura: reduções de consumo de água e de dejetos na produção animal. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 15., 2012, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABES, 2012.