

A FLORESTA TROPICAL SECA, CAATINGA: AS CERTEZAS E INCERTEZAS DAS ÁGUAS

Caatinga, the tropical dry forest: the certainties and uncertainties of water

EUNICE MAIA ANDRADE¹

(UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, BRASIL)

Resumo: O semiárido brasileiro não se caracteriza por baixas alturas pluviométricas mas pelas incertezas dos eventos, frequente de eventos extremos (secas e cheias), taxa anual de evaporação da superfície líquida variando de 1500 mm a 3000 mm e uma base geológica cristalina. A precipitação de 750 mm ano⁻¹, o que o caracteriza como um dos semiáridos mais chuvoso do planeta. Devido a sua proximidade ao equador, baixas altitudes e geologia, a sua rede de drenagem é composta em quase sua totalidade por rios efêmeros ou intermitentes. As interações solo-clima ocorridas no processo de evolução e adaptação às condições ambientais resultou no surgimento do Bioma Caatinga, o qual apresenta uma área de 844000 km² correspondendo a 86% do semiárido brasileiro. A caatinga apresenta elevada biodiversidade e endogenia adaptadas às condições climáticas do semiárido tropical. Das de 1700 espécies vegetais (árvores e arbustos) forma catalogadas até os dias atuais, 19% são endógenas. As incertezas do regime hidrológico da região juntamente com a sua base geológica levaram a construção de uma intensa rede de reservatórios artificiais (2660 lagos artificiais com área superficial > 20 ha) para suprimento de água dos mais diferentes usos. Esta extensa rede de corpos hídricos, contribuiu para que a mesma se tornasse a região seca do globo de maior densidade demográfica, aproximadamente 27 milhões de habitantes, o que exerce uma elevada pressão sobre os recursos naturais. Tal fato conduz a necessidade de estudos voltados para o entendimento das incertezas dos processos hidrológicos na floresta tropical seca – caatinga.

Palavras-chave: Semiárido, regime pluviométrico, escassez hídrica, açudes, demanda hídrica

¹ Department of Agricultural Engineering, Federal University of Ceará – UFC, Campus do Pici. eandra-de.ufc@gmail.com

Abstract: The Brazilian semi-arid is not characterized by a small rainfall depth, but by how uncertain the events are, the frequency of extreme events (droughts and floods), annual evaporation rate (1,500 mm – 3,000 mm) and crystalline base. The rainfall depth of 750 mm/year characterizes it as one of the rainiest semi-arids in the world. Due to the proximity to the equator, altitude and geology, its drainage is almost composed by ephemeral or intermittent rivers. The soil-climate interaction in the evolution process and adaptation to the natural conditions of the place resulted in the appearance of the Caatinga Biome, which has an area of 844,000 km², corresponding to 86% of the Brazilian semi-arid. The Caatinga presents high biodiversity and endogenous species adapted to the climatic conditions of the tropical semi-arid. Of the more than 1,700 vegetation species (trees and brush) catalogued to the present day, 19% of them are endogenous. The uncertainties of the hydrological regime, together with its geological base, are the reason for the formation of an intense network of artificial reservoirs (2,660 lakes with surface area > 20 ha) for supplying the water needed for multiple uses. This network of reservoirs is what contributed to make this region one of the dry regions with highest demographic density in the world, approximately 27 million inhabitants, which exerts a high pressure on the natural resources. Such a fact leads to the need for studies which focus on understanding the uncertainties of the hydrological processes in the tropical dry forest, the Caatinga.

Key words: Semi-arid, rainfall regime, water scarcity, reservoirs, water supply.

1. O semiárido brasileiro e seus contrastes

As regiões semiáridas do globo terrestre se caracterizam pelo déficit hídrico e por um elevado saldo positivo da energia solar, contribuído para altas taxas evaporativas dos corpos hídricos e superfícies úmidas. As regiões semiáridas dos climas temperados apresentam menores taxas de evaporação durante as estações do inverno e outono enquanto que o semiárido da zona tropical apresenta praticamente a mesma taxa de evaporação ao longo do ano. O semiárido brasileiro se caracteriza por peculiaridades que o torna uma região distinta. É a região seca do globo de maior densidade demográfica, aproximadamente 27 milhões de habitantes. Com uma precipitação média anual em 750 mm ano⁻¹ é um dos semiáridos mais chuvosos do globo, por outro lado apresenta uma a evaporação

da superfície líquida variando de 1500 mm ano⁻¹ (regiões do litoral), a 3000 mm/ano na área continental (Molle, 1989; IICA, 2001).

Ante este quadro de elevado déficit hídrico, é possível rios permanecerem naturalmente secos por mais de 18 meses, o que expressa a baixa disponibilidade hídrica da região. Do total das chuvas ocorridas no semiárido brasileiro, 88% se transformam em evapotranspiração real, 9% em escoamento superficial e apenas 3% se transformam em escoamento subterrâneo (Campos, 2011). Além desta característica de déficit hídrico a região se caracteriza pela presença constantes de anos secos alternados por anos de cheias.

Em uma visão climática simplista, as secas são fenômenos naturais que representam desvios negativos à média pluviométrica de longo prazo, as quais geram excessiva escassez hídrica. Em função da intranual distribuição temporal de dias secos consecutivos durante a estação chuvosa, o fenômeno da seca pode ser classificado como: seca efetiva, seca hidrológica e seca agrícola. A seca efetiva se caracteriza por baixas alturas pluviométricas, alta variabilidade espaço temporal, havendo o comprometimento da segurança alimentar e hídrica das populações rurais e dos animais domésticos e selvagens. A seca hidrológica é definida pela ocorrência de chuvas de baixa altura pluviométrica, porém bem distribuídas no tempo e no espaço, promovendo umidade suficiente no solo para a produção agrícola e pasto para os animais. Este tipo de seca se caracteriza pela ausência de escoamento superficial nos cursos principais e o não aporte de água aos reservatórios. Se classifica como seca agrícola a estação chuvosa em que poucos eventos são registrados, os quais se caracterizam por elevadas intensidades e altura pluviométrica (eventos extremos) com uma elevada variabilidade espaço temporal. Durante esta seca é possível ocorrer aporte de água aos reservatórios, porém a produção agrícola de sequeiro é totalmente comprometida.

De fato, seja seca hidrológica, agrícola ou efetiva, elas, naturalmente, fazem parte do clima semiárido. O certo é que ocorreu no passado, ocorre no presente e ocorrerá no futuro. O primeiro registro de seca no Bioma Caatinga data de 1583 nas cartas do jesuíta português Fernão Cardim (Neto, 2006). Ao longo de toda a história de ocupação e exploração da caatinga o registro de secas é frequente (Marengo *et al.*, 2016), sendo um das mais graves a de 1776-1778, época em que ocorreu um alto índice de mortalidade humana e do rebanho bovino. Uma outra grande seca foi a registrada de 1888 a 1889, quando se inicia a política da açudagem com o projeto do açude Cedro (Figura 1) no mu-

nicípio de Quixadá, Ceará. Outras duas grandes secas foram registradas nos anos de 1898, 1915, 1919, 1932, 1958 e 2012-2015. A seca de 1915 se encontra bem detalhada no livro “O Quinze” de autoria de Raquel de Queiroz.



Figura 1: Açude do Cedro, Quixadá, Ceará.

Iniciado em 1890 e concluído em 1906

Em oposição às secas, a região registra também ocorrências de cheias extremas. Poucos são os registros sobre as cheias ocorridas na caatinga. As informações são obtidas através de entrevistas com as pessoas mais idosas. As maiores cheias foram registradas nos anos de 1866, 1872, 1894, 1899, 1912, 1964, 1974, 1985, 1994 e 2003 (Malveira, 2015). Pode-se dizer que a caatinga é uma região de contrastes, onde a sua população aprendeu a viver em condições extremas quanto a disponibilidade hídrica, seja pela ocorrência de anos secos ou de cheias periódicas. No entanto, sabemos que a escassez hídrica no semiárido brasileiro não está ligada somente às incertezas do regime hidrológico da região, mas também a fatores determinantes, tais como: solos rasos, retirada da cobertura vegetal natural e organização social.

2. Bioma Caatinga

A região semiárida do nordeste brasileiro compreende uma área de aproximadamente 982563 km² (MMA, 2014), sendo composta pelos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, sudeste do Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe, região norte e central da Bahia, uma faixa seguindo o rio São Francisco em Minas Gerais, juntamente com um enclave no vale seco do médio rio Jequitinhonha e uma pequena faixa no leste do Maranhão.

As interações solo-clima ocorridas ao longo do Terciário e do Quaternário, em um processo de evolução e adaptação às condições ambientais, resultou no surgimento de diferentes tipologias vegetacionais no nordeste do Brasil, predominando a floresta tropical seca, as quais compõem o Bioma Caatinga. Este bioma apresenta uma extensão territorial de aproximadamente 844000 km² (Figura 2) correspondendo a 86% do semiárido brasileiro e 10% do território nacional. A caatinga apresenta elevada biodiversidade e endogenia adaptadas às condições climáticas do semiárido tropical. Até os dias atuais, mais de 1700 espécies vegetais (árvores e arbustos) foram catalogadas, das quais 318 são endógenas (Moro *et al.*, 2014; Pagano *et al.*, 2013). A região se caracteriza pelo elevado saldo positivo da energia solar, déficit hídrico e baixa umidade do ar, o que contribui para elevadas taxas evaporativas dos corpos hídricos e das superfícies úmidas.

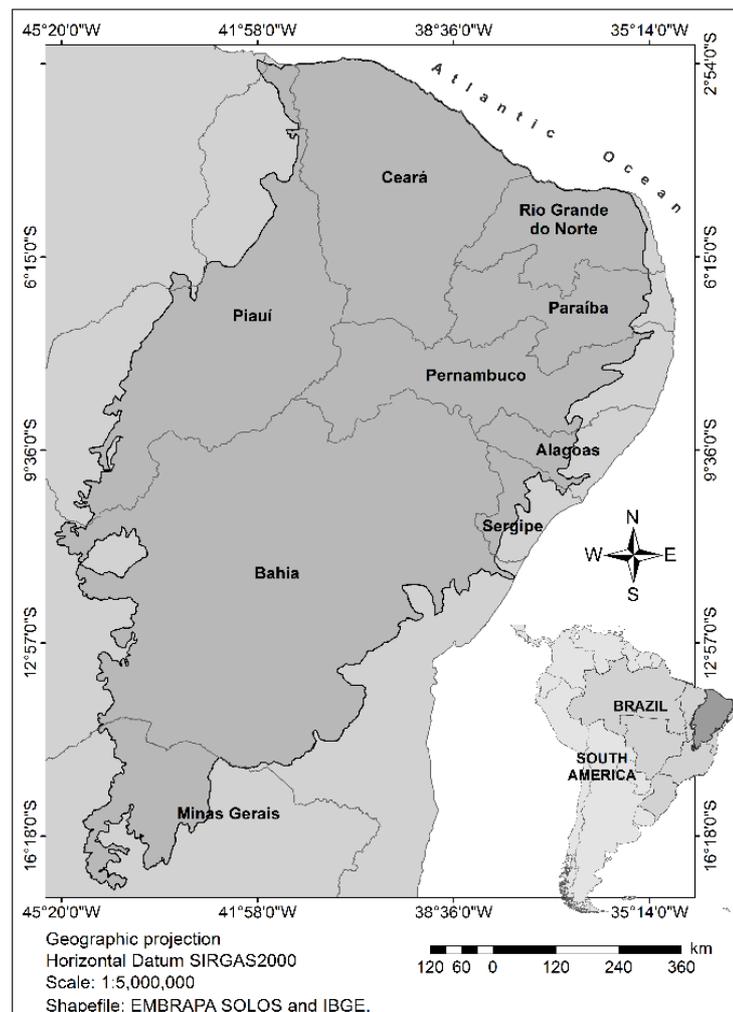


Figura 2: Mapa do Bioma Caatinga, segundo EMBRAPA SOLOS

3. Regime pluviométrico

A precipitação média da região é de 750 mm ano⁻¹, podendo um único mês registrar até 70% do total anual (Andrade *et al.*, 2010). Pela sua proximidade do equador, a região apresenta somente duas estações bem distintas: uma úmida (jan-maio) e outra seca (jun-dez). É comum a precipitação total anual variar em mais de 1000% de um ano para outro em certas localidades, como é o caso do posto de Iguatu, Ceará, Brasil (Figura 3). Para o referido posto, a série histórica anual apresenta registros de 150 e 2050 mm para os anos de 1915 e de 1984, respectivamente.

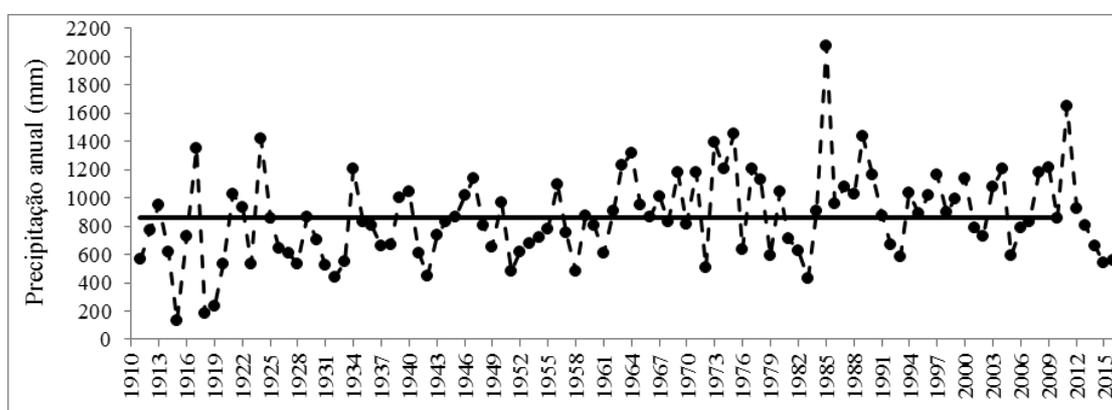


Figura 3: Totais anuais da precipitação pluviométrica da estação de Iguatu, Ceará, Brasil

Devido a sua base geológica, os rios em quase sua totalidade são efêmeros ou intermitentes. Nas áreas sedimentares vamos encontrar alguns cursos de água perenes ou que mantém fluxo de água por um maior período de tempo (variando de um mês a dois meses após o encerramento do período chuvoso), já nas áreas de base cristalina os cursos em sua totalidade são efêmeros. Nessas áreas, os aquíferos apresentam baixas vazões (< 1 m³ h⁻¹) e elevadas concentrações dos sais de sódio e de cloreto. Apesar de toda esta condição natural de elevado déficit hídrico, a região é habitada por 27 milhões de pessoas. Acredita-se que tão elevada população seja decorrente da política de açudagem adotada desde a grande seca de 1888-1889. Hoje, no semiárido brasileiro existem mais de 2660 lagos artificiais (> 20 ha), o que corresponde a uma área de superfície líquida igual a 7987 km². Segundo Suassuna em 2002, existiam no semiárido brasileiro aproximadamente 70 mil açudes de pequeno porte, ou seja, com volumes variando de 10000 a 200000 m³ e representam 80% dos corpos d'água no nordeste brasileiro.

Entendemos que por se tratar de uma região equatorial de baixas latitudes e altitudes, onde não existe água de degelo, a chuva passa a ser a única forma de entrada de água no sistema havendo, portanto, a necessidade de estudos voltados para o entendimento das incertezas dos processos hidrológicos na floresta tropical seca – caatinga.

4. Ações desenvolvidas

Na busca de melhor entender esses processos no bioma Caatinga, estudos em escala de microbacias experimentais têm buscado encontrar um manejo sustentável dos recursos naturais onde o solo, a água e a vegetação possam ser explorados de forma a haver uma maior conservação e disponibilidade hídrica no meio. Desde o ano de 2008 investigam-se os processos de interceptação, produção de serapilheira, escoamento superficial, produção de sedimentos nos seguintes usos da terra: caatinga em regeneração há 35 anos, raleamento para produção de pasto, agricultura de sequeiro e retirada da cobertura vegetal para implantação da gramínea (*Andropogon gayanus*, Kunt) (Figura 4).



Figura 4: Usos da terra: (a) – caatinga em regeneração há 35 anos; (b) raleamento para produção de pasto; (c) agricultura de sequeiro; (d) retirada da cobertura vegetal para implantação do *Andropogon gayanus*, Kunt

Neste curto período de investigação a precipitação total anual variou de 1417 mm para o ano de 2011 a 540 mm em 2014. Os estudos relacionados com interceptação na caatinga apontam para um percentual em torno de 18% (Izídio *et al.*, 2013) apresentando similaridade com bosques tropicais subúmidos (Arcova *et al.*, 2003). A produção de serapilheira concentra-se nos três meses iniciais da estação seca, ficando a vegetação sem folhas até o início da próxima estação chuvosa. Neste período de “hibernação” a vegetação cessa todos os seus processos fisiológicos como uma forma de defesa contra a total falta de água no solo. Os resultados encontrados mostraram um aumento do escoamento

mento superficial e perdas de solo somente no ano em que foi efetuada mudança do uso do solo. Nos anos seguintes, após o surgimento do estrato herbáceo e o crescimento da gramínea *Andropogon gayanus*, Kunt, ocorreu redução no escoamento superficial (Figura 5) e no processo erosivo, bem como aumento da umidade do solo (Figura 6). No entanto, entende-se que mais anos de estudos são necessários para se identificar de fato como os processos hidrológicos responderão a estabilização da nova cobertura vegetal decorrente da mudança do uso da terra.

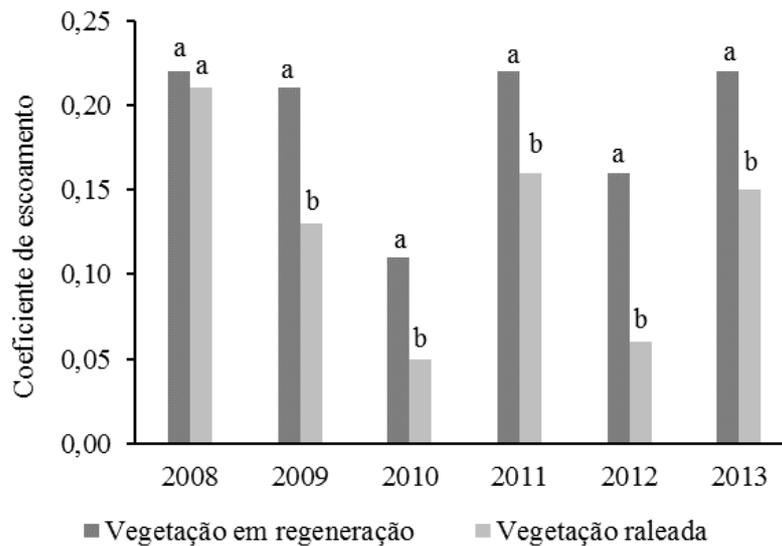


Figura 5: Escoamento superficial dos usos da terra: vegetação em regeneração e vegetação raleada

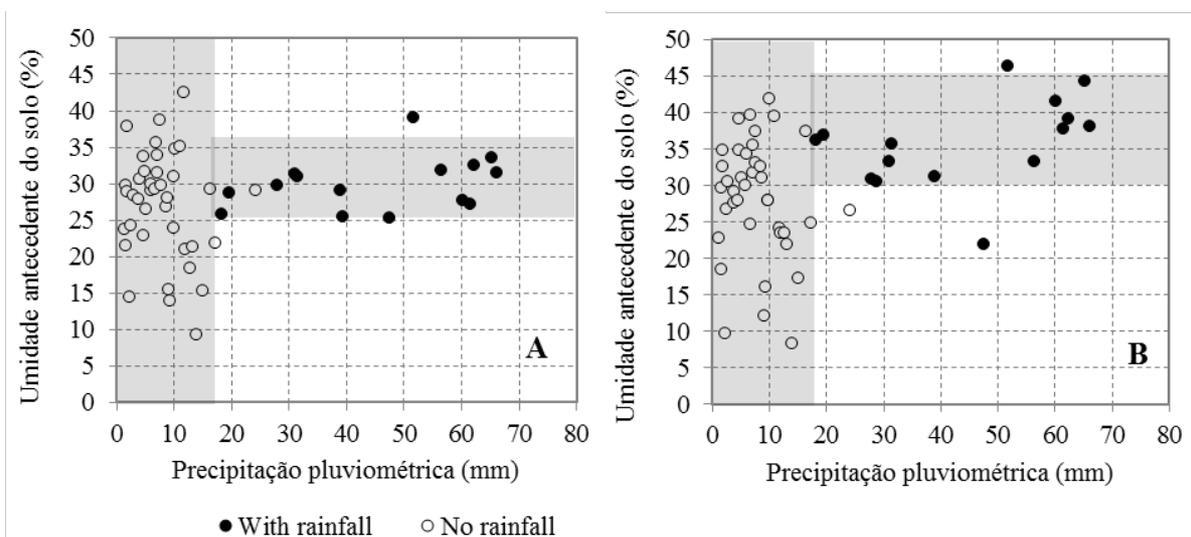


Figura 6: Umidade do solo nos usos da terra: (A) – vegetação em regeneração e (B) vegetação raleada

5. Considerações finais

Ante o que foi apresentado e discutido neste documento entende-se que o semi-árido brasileiro, embora com uma precipitação média anual de 750 mm, conta com uma alta intensidade de energia solar, elevadas incertezas dos eventos pluviométricos e uma base geológica predominantemente cristalina. A combinação destes quatro fatores resulta em características específicas para a região, tais como:

- presença de eventos extremos, anos de seca alternados por anos chuvosos;
- elevada predominância de rios efêmeros e/ou intermitentes;
- águas subterrâneas com elevadas concentrações de sais e baixas vazões;
- elevada quantidade de corpos hídricos artificiais para atender a demanda hídrica para os diferentes usos;
- definição de um uso do solo de forma a promover o armazenamento de água

6. Referências

- Andrade, E.M., Meireles, A.C.M., Palácio, H.A.Q., 2010. O semiárido cearense e suas águas. In: Andrade et al. (eds), *O Semiárido e o manejo dos recursos naturais*. 1ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, pp.71-94.
- Arcova, F.C.S., Cicco, V., Rocha, P.A.B., 2003. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. *Rev. Arvore*. 27:2, 257-262.
- Campos, J.N.B., 2011. Águas superficiais no semiárido brasileiro: Desafios ao atendimento aos usos múltiplos. In: Medeiros SS et al (Ed) *Recursos Hídricos em regiões áridas e semiáridas*, 1.Ed. Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, p 250-268
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA AGRICULTURA – IICA, 2001. Projeto Áridas. Disponível em: <http://www.iica.org.br/2001/projaridas/> Acesso em 02 ago. 2016.
- Izídio, N.S.C., Palácio, H.A.Q., Andrade, E.M., Araújo Neto, J.R., Batista, A.A., 2013. Interceptação da chuva pela vegetação da caatinga em microbacia no semiárido cearense. *Agro@mbiente On-line*. 7:1, 44-52.
- Malveira, V.T.C., 2015. *A primeira síntese hidrológica do semiárido brasileiro: um tributo ao Engenheiro Francisco Gonçalves de Aguiar*. 1ed. Rio de Janeiro: Comitê Brasileiro de Barragens. 155p.

- Marengo, J.A., Torres, R.R., Alves, L.M., 2016. Drought in Northeast Brazil - past, present, and future. *Theor Appl Climatol.* 124:3-4, 1-12. doi: 10.1007/s00704-016-1840-8
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA, 2014. Bioma Caatinga: Contexto, Características e Estratégias de Conservação. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga/item/191>. Acesso em 24 de julho de 2016.
- Molle, F., 1989. Perdas por evaporação e infiltração em pequenos açudes. Série Brasil. SUDENE. Hidrologia. Recife, série.25, p. 11 A 70.
- Moro, M.F., Nic Lughadha, E., Filer, D.L., Araújo, F.S., Martins, F.R., 2014. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. 160p. doi: 10.11646/phytotaxa.160.1.1.
- Neto, J.L.S., 2006. Primeiras impressões dos cronistas e viajantes sobre o tempo e o clima no Brasil colônia. Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, v.11, 691, www.ub.es/geocrit/b3w-691.htm
- Pagano, M.C., Zandavalli, R.B., Araújo, F.S., 2013. Biodiversity of arbuscular mycorrhizas in three vegetational types from the semiarid of Ceará State, Brazil, *Appl. Soil Ecol.*, 67, 37-46. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.02.007>.
- Suassuna, J. A pequena e média açudagem no semi-árido nordestino: uso da água na produção de alimentos. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/>. Acesso em 02 ago. 2016.