

CIENCIOMETRIA: ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DA LITERATURA CIENTÍFICA GLOBAL SOBRE ESTRESSES ABIÓTICOS EM *Jatropha curcas* L.

Karen Andreon Viçosi¹, Igor Alberto Silvestre Freitas¹, Edvan Costa da Silva¹, João Paulo Costa¹, Jefferson Ferreira da Silva¹, Franciely Magalhães Barroso¹, Luis Augusto Batista de Oliveira¹, Cinthia Luzia Teixeira Silva¹, Fábio Santos Matos²

RESUMO:

O objetivo do presente trabalho foi estudar e avaliar qualitativa e quantitativamente a produção científica sobre estresse abiótico em plantas de *Jatropha curcas* L. (pinhão-manso). Para a análise das publicações, foram utilizados os artigos indexados na plataforma Web of Knowledge. A pesquisa foi realizada através da busca de artigos com as palavras *Jatropha curcas* publicados durante o período compreendido entre 2005 e 2016, categorizados em ano de publicação; revista em que o texto foi publicado; tema do artigo; número de autores; país da pesquisa e idioma da publicação. Brasil, Índia e China são os principais países no desenvolvimento de pesquisas com estresses abióticos em plantas de pinhão-manso. A deficiência nutricional foi o principal tema das pesquisas desenvolvidas nestes países, sendo que o Brasil foi o país com maior número de publicações científicas. Neste país, a produção científica catalogada apresenta fator de impacto JCR entre 0 e 1.

Palavras-chave: Biocombustível, Oleaginosa, Produção científica, Pinhão-manso.

SCIENTOMETRICS: QUALITATIVE ANALYSIS AND QUANTITY OF GLOBAL SCIENTIFIC LITERATURE ABOUT ABIOTIC STRESSES IN *Jatropha curcas* L.

ABSTRACT:

This is a scientometric study aimed to evaluate qualitatively and quantitatively the scientific production on abiotic stress in *Jatropha curcas* L. (*Jatropha*) plants. The scientometric literature review in this study, used indexed articles from Web of Knowledge platform. The analysis of publications was carried out by searching articles with the words *Jatropha curcas* published during 2005 and 2016 categorized by; (i) year of publication; (ii) theme of the article; (iii) number of authors per article; (iv) country of the survey and language of publication. Results show that Brazil, India and China are among the main countries developing research with abiotic stresses in *Jatropha* plants. The analyses identified nutritional deficiency as the main theme of research developed by these countries. It also shows Brazil as the largest country in number of scientific publications cataloged within the journal, presenting JCR impact factor between 01 and 1.

Keywords: Biofuel, Oleaginous, Scholarly production, *Jatropha* plant.

¹ MSc, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Estadual de Goiás. Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, CEP: 75780-000, Ipameri (GO), Brasil. karen_vicosi@hotmail.com (Corresponding author); igor_alberto99@hotmail.com; edvan_costa@outlook.com; joapaulo_mc@hotmail.com; jeffersonferreira@grupoprodutec.com; fran_magb@hotmail.com; luisaugusto-1993@hotmail.com; cinthiateixeirasilva@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Dsc., Professor do curso de Agronomia. Universidade Estadual de Goiás. Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, CEP: 75780-000, Ipameri (GO), Brasil. fabio.matos@ueg.br

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), espécie oleaginosa pertencente à família Euphorbiaceae, é uma planta rústica que se desenvolve em diversas condições edafoclimáticas, por apresentar baixa exigência hídrica, adaptação a solos de baixa fertilidade natural e suportar variações de temperatura e luminosidade (Gouveia et al., 2015; Matos et al., 2013).

Por se tratar de uma espécie que possui alto potencial econômico a ser explorado, principalmente devido ao elevado teor de óleo na semente facilmente convertido em biodiesel, houve aumento expressivo da exploração comercial dessa cultura (Matos et al., 2014a). Além de ser utilizado como biocombustível, o pinhão-manso é utilizado na indústria farmacêutica devido suas atividades farmacológicas comprovadas (Santos et al., 2008), na alimentação animal como torta ou farelo (Abdalla et al., 2008) e na recuperação de áreas degradadas (Alves et al., 2008).

O aumento do cultivo comercial do pinhão-manso gerou uma grande demanda por informações sobre o desenvolvimento da cultura sobre diversos estresses abióticos, como excesso ou escassez hídrica, variações térmicas, deficiência nutricional e salinidade. Porém, segundo Andréo-Souza et al. (2010), as pesquisas sobre a espécie ainda se encontram em fase inicial de desenvolvimento e muitos aspectos básicos que assegurem plantio comercial precisam ser esclarecidos; no entanto, nos últimos anos verifica-se uma razoável preocupação com os estresses abióticos muito em função das mudanças climáticas globais. Diversas pesquisas a nível mundial visam identificar materiais promissores para cultivo em condição marginal.

A análise cienciométrica é utilizada como ferramenta de avaliação do desenvolvimento das atividades científicas. Segundo Ruiz et al. (2009), ciencimetria é a ciência que busca analisar a produção científica e tecnológica, através do estudo dos aspectos quantitativos da produção intelectual com o objetivo de mensurar e compreender a dimensão científica. Diante disso, os estudos cienciométricos são encarregados de avaliar a produção científica, utilizando indicadores numéricos e análises estatísticas na perspectiva de terem suas informações validadas (Razera, 2016).

O objetivo do presente trabalho foi estudar e avaliar qualitativa e quantitativamente a produção científica sobre estresse abiótico em plantas de *Jatropha curcas* L. para auxiliar na identificação dos rumos da ciência a respeito da espécie.

Para a análise quantitativa das publicações, foram utilizados os artigos indexados na plataforma Web of Knowledge-Thomson Reuters, acessados através do Web of Science

(www.isiknowledge.com) no laboratório de informática da Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Ipameri no ano de 2017.

A pesquisa foi realizada através da busca de artigos com as palavras *Jatropha curcas* publicados durante o período compreendido entre 2005 e 2016. Os artigos sobre estresses abióticos foram inicialmente selecionados pelo título e depois registradas as seguintes informações: (i) ano de publicação; (ii) revista em que o texto foi publicado; (iii) tema do artigo (estresse nutricional, estresse térmico, estresse salino, déficit hídrico, floresta, hormônio, inundação); (iv) número de autores; (v) país da pesquisa; (vi) e idioma da publicação.

Na análise de dados foi utilizada estatística descritiva, barra de erros e correlação de Pearson ($P < 0,01$) para avaliar a tendência na relação entre o ano de publicação e a quantidade de trabalhos publicados de acordo com o tema, países e o JCR da revista utilizando o programa Statistica (Statsoft, 2004).

As análises multivariadas foram feitas por meio das técnicas de componentes principais utilizando-se uma matriz de correlação e o critério de seleção dos eixos por Broken Stick aliado a análise de variância multivariada por permutação - PERMANOVA (Anderson, 2001). Para a realização dessas análises foi utilizado o software R (R Core Team, 2017).

De acordo com o levantamento realizado, foram encontrados 290 trabalhos sobre estresses abióticos no período de 2005 a 2016 utilizando a palavra-chave “*Jatropha curcas*” no banco de dados Web of Science.

O estresse nutricional do pinhão-manso foi o assunto que apresentou o maior número de artigos publicados (102 publicações), com destaque para o ano de 2012, com um total de 17 publicações (Figura 1), seguidas do déficit hídrico e estresse salino, com 59 e 46 artigos publicados, respectivamente. A fácil adaptação às condições adversas, principalmente relacionado a estresses abióticos, (Matos et al., 2013; Drumond et al., 2016) possivelmente tenha impulsionado o desenvolvimento de pesquisas e incrementado o número de artigos. Houve aumento expressivo de publicações de 2006 até o ano de 2012. A partir de 2012 ocorreu pequeno decréscimo do número de artigos, sendo que em 2016 foram apenas 36 artigos envolvendo os estresses abióticos em pinhão-manso. Essa redução nas publicações sobre estresses abióticos é um indicativo do aumento de pesquisadores interessados em outros ramos da espécie *J. curcas*, principalmente em função do pouco uso para a produção de biodiesel.

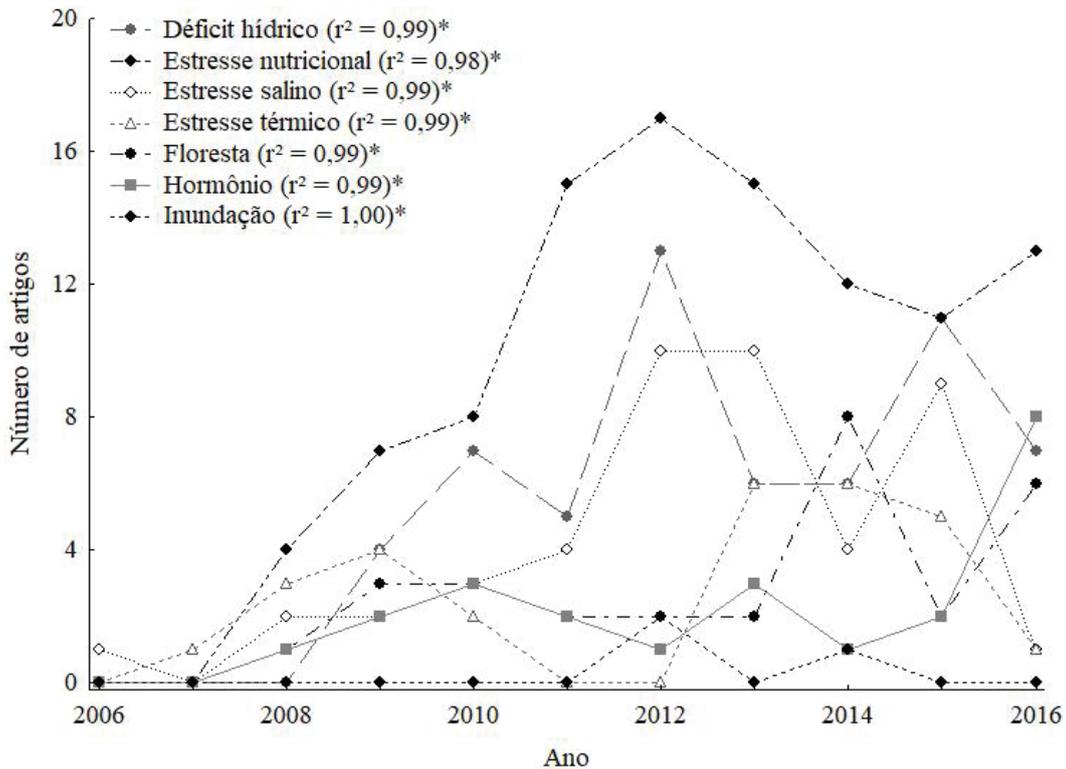


Figura 1. Evolução do número de artigos publicados de acordo com o estresse abiótico na cultura do pinhão-mansão durante o período de 2006 a 2016. * Correlação de Person significativa a $P < 0,01$.

A produção científica sobre estresse abiótico em plantas de *J. curcas* foi verificada em 35 diferentes países, com destaque para os países em subdesenvolvimento da América Latina e Ásia. Os 10 países com maior número de publicações representam juntos 82% do total da produção científica (Figura 2). O Brasil foi o país com maior número de publicações com 108 trabalhos, seguido da Índia (49) e China (43), respectivamente. O fato de o país ter maior produção científica brasileira sobre a espécie possivelmente seja reflexo do incentivo federal para produção de biocombustível através do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), criado em 2005 com aumentos

compulsórios e gradativos de mistura do biodiesel ao petrodiesel. Isso se efetivou porque a lei nº 13.033 de 24 de setembro de 2014 tornou obrigatória a adição de 7% de biodiesel (B7) ao petrodiesel distribuído nas refinarias no Brasil e, em fevereiro de 2018 foi antecipada a mistura B10 (ANP, 2017). Este programa ampliou a produção de biodiesel no Brasil de forma que a capacidade instalada para produzir o biocombustível aumenta a cada ano e, com isso, inúmeras pesquisas são desenvolvidas com o pinhão-mansão com o objetivo de inserir esta espécie no fornecimento de matéria-prima na cadeia produtiva de biodiesel que é alicerçada na soja.

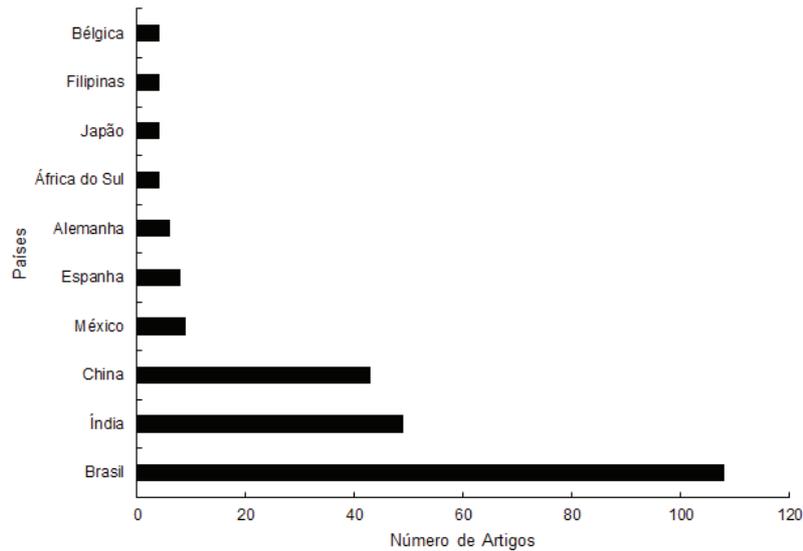


Figura 2. Os dez países com maior número de artigos científicos publicados relacionados com estresses abióticos na cultura do pinhão-mansu durante o período de 2006 a 2016.

Os cinco países com maior número de publicação concentram as pesquisas em estresse nutricional, déficit hídrico, salinidade e estresse térmico (Figura 3). As mudanças climáticas globais, aliadas a reduzida disponibilidade de água para a agricultura, têm incentivado o desenvolvimento de pesquisas com os estresses abióticos

citados (Matos et al., 2014b). No Brasil, especialmente, o destaque para o avanço no desenvolvimento de pesquisas com estresse nutricional refere-se ao fato da produção de biodiesel ocorrer principalmente no Centro-Oeste, caracterizada por solos pobres de baixa fertilidade típicos do Cerrado Brasileiro.

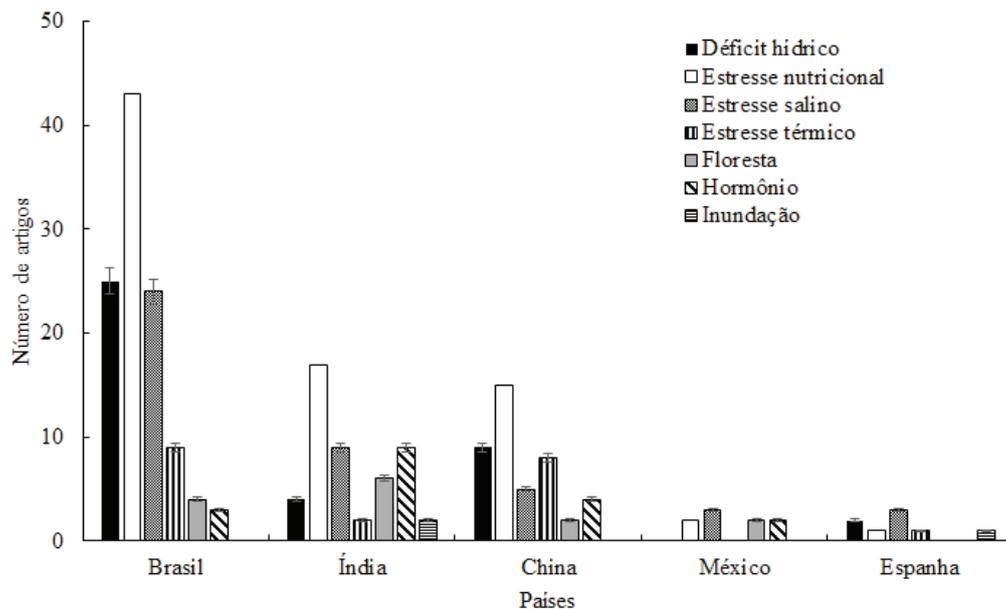


Figura 3. Os cinco países com maior número de artigos científicos publicados, com desdobramento do tipo de estresse abiótico, para a cultura do pinhão-mansu durante o período de 2006 a 2016.

Nota-se que 93% das publicações acerca dos assuntos pesquisados possuem JCR inferior a 4 (Figura 4), sendo que 47% (136 artigos) tem nota entre 0 e 1, evidenciando que os artigos são publicados em revistas de menor impacto. A publicação em revistas com baixo JCR pode ser atribuído a diversos fatores, como o início recente da pesquisa com a cultura, sua baixa importância em termos globais e a falta de financiamento das pesquisas. No entanto, foram encontrados 21 trabalhos com JCRs superiores a 4 e apenas 2 trabalhos com nota de 9 a 10.

A Figura 4 mostra o fator de impacto (JCR) dos artigos publicados. Os resultados indicam que a maior parte da produção com estresses abióticos está concentrada em pe-

riódicos com JCR inferiores a dois (67,2%), indicando um baixo grau de impacto em relação aos artigos publicados. Os artigos foram publicados em 129 revistas diferentes, sendo que 82% dos artigos estavam no idioma inglês, 17% em português e 1% em outros idiomas (espanhol e alemão). A publicação de um mesmo tema em diversas revistas e países demonstra claramente a corrida científica para disponibilizar informações que assegurem a produção de *J. curcas* em áreas marginais sujeita a diferentes estresses (Marcionilio et al., 2015). A língua inglesa predomina nas produções científicas catalogadas neste trabalho, pois mesmo em países com língua nativa portuguesa é comum encontrar muitas publicações em inglês.

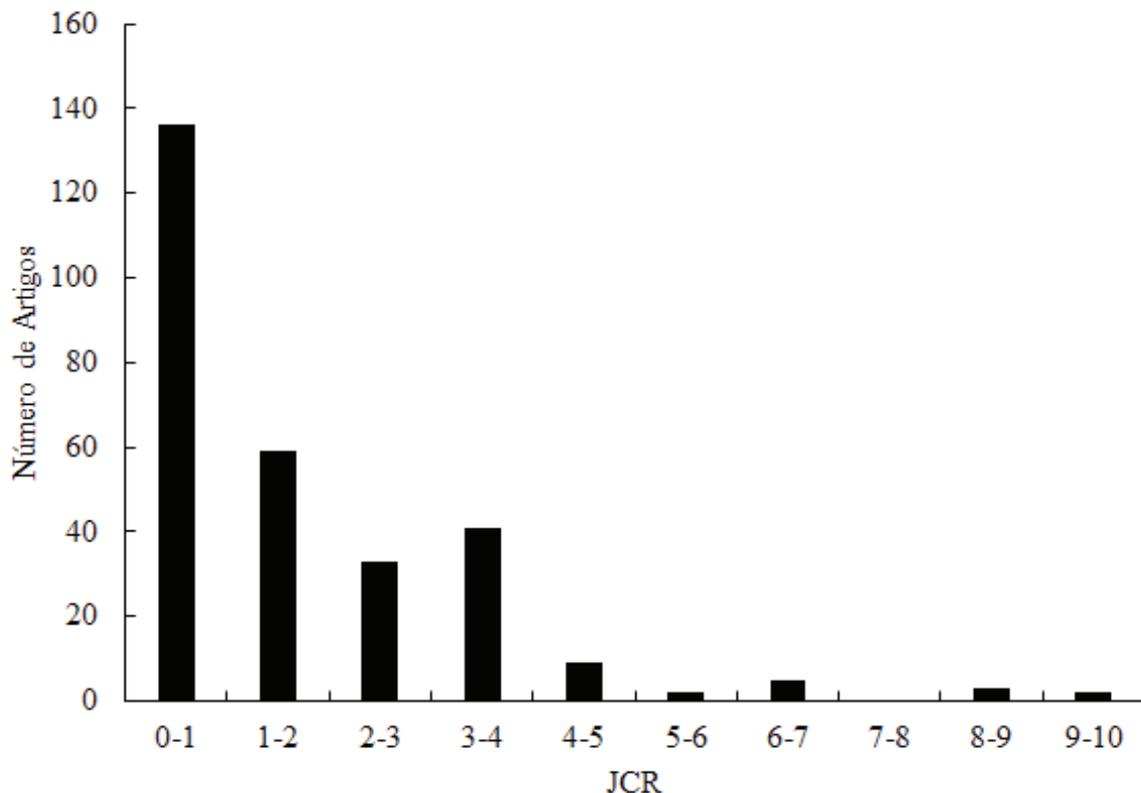


Figura 4. Número de artigos científicos publicados sobre estresse abiótico na cultura do pinhão-mansão durante o período de 2006 a 2016.

Os dez periódicos com maior número de publicações sobre estresse abiótico em pinhão-mansão detêm 26% dos artigos publicados neste tema. A Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental com 12 publicações e JCR de 0,478 é a primeira em número de artigos com estresse abiótico em *J. curcas* (Tabela 1). Nota-se predomínio de periódicos brasileiros em

função do país liderar a produção científica mundial de estresses ambientais em pinhão-mansão. É importante destacar que ao publicar em revistas com baixo JCR e língua portuguesa, o conhecimento publicado fica limitado a um número restrito de países e possui baixa divulgação em âmbito internacional. Todos os artigos em português obtiveram JCR entre 0 e 1.

Tabela 1. Nome dos dez periódicos com maior número de publicações sobre estresse abiótico em *Jatropha curcas*, os respectivos JCR e total de artigos.

Revista	JCR	Total
1 Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	0,478	12
2 Biomass & Bioenergy	3,429	11
3 Semina: Ciências Agrárias	0,229	10
4 Revista Ciência Agronômica	0,498	9
5 Revista Caatinga	0,106	8
6 Environmental and Experimental Botany	3,712	6
7 Acta Physiologiae Plantarum	1,563	6
8 Pesquisa Agropecuária Brasileira	0,564	5
9 Revista Brasileira de Ciência do Solo	0,611	5
10 Global Change Biology Bioenergy	6,151	5
Total		98

O diagrama de ordenação resultante da análise de componentes principais (PCA) das variáveis referentes a publicações científicas com *J. curcas* resumiu 50,08% da variabilidade total dos dados nos eixos 1 e 2 (Figura 5).

É possível observar um padrão quanto às variáveis utilizadas na análise. Para tanto, nota-se correlação altamente positiva entre artigos publicados em periódicos com maior fator de impacto JCR e elevado IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) do local de origem da publicação e do índice estatístico que leva em conta a educação do país no

seu cálculo, demonstrando que são locais onde há um maior investimento financeiro para a ciência, o que resulta em maior número de pesquisas de alto nível de impacto (Caleiro, 2016).

Outro padrão interessante se dá entre a idade da publicação e o número de autores do artigo científico, mostrando que ao longo do tempo, o nº de autores foi crescendo, indicando um maior número de parcerias e colaborações resultando em artigos com um maior impacto científico, como podemos ver pelo JCR, que é também, um fator correlacionado positivamente com o nº de autores.

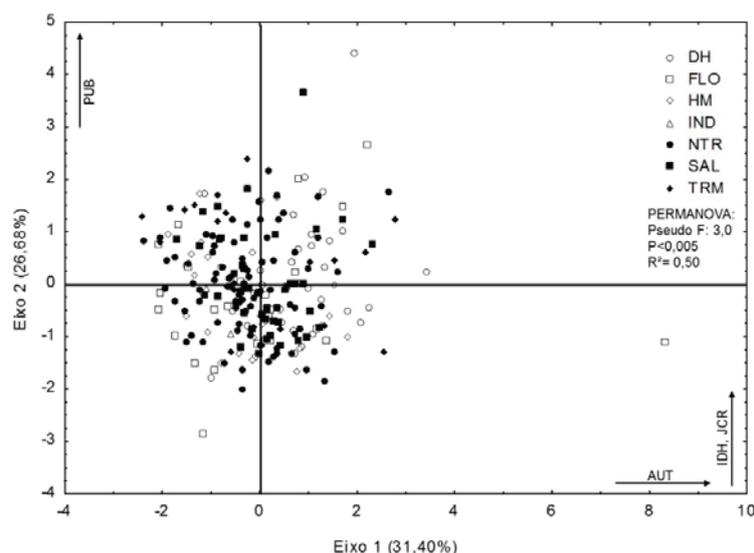


Figura 5. Análise de componentes principais (PCA) para as publicações de pinhão-mansão. DH (déficit hídrico), FLO (florestal), HM (hormônio), IND (inundação), NTR (nutrição), SAL (salinidade), TRM (estresse térmico), AUT (número de autores), JCR, IDH (Índice de desenvolvimento humano), PUB (idade da publicação). As setas indicam os sentidos em que cada variável aumenta em relação aos eixos, selecionando aquelas com contribuição acima de 30%. As formas dos ícones representam as publicações de *Jatropha curcas* encontradas na plataforma Web of Knowledge-Thomson Reuters.

Conclui-se então que o Brasil, Índia e China são os principais países no desenvolvimento de pesquisas com estresses abióticos em plantas de *J. curcas*, sendo que a deficiência nutricional foi o principal estresse tema das pes-

quisas desenvolvidas nestes países. O Brasil foi o país com maior número de publicações científicas com estresse abiótico em pinhão-manso, cuja produção científica catalogada apresenta JCR entre 0 e 1.

REFERÊNCIAS

- Abdalla, A.L.; Silva Filho, J.C.; Godoi, A.R.; Carmo, C.A. & Eduardo, J.L.P. (2008). Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 260-268. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008001300030>
- Alves, J.M.A.; Sousa, A.A.; Silva, S.R.G.; Lopes, G.N.; Smiderle, O.J. & Uchôa, S.C.P. (2008). Pinhão-manso: uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da Amazonia Brasileira. **Agro@ambiente On-line** 2 (1):57-68. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v2i1.160>
- Anderson, M.J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral ecology** 26 (1): 32-46. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x>
- Andréo-Souza, Y.; Pereira, A.L.; Silva, F.F.S.; Ribeiro-Reis, R.C.; Evangelista, M.R.V.; Castro, R.D. & Dantas, B.F. (2010). Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes** 32 (2): 83-92. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222010000200010>
- ANP - Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural E Biocombustíveis. (2011). **Boletim mensal de biodiesel**. Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/publicacoes/boletins-anp/2386-boletim-mensal-do-biodiesel>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- Caleiro, J. P. (2016). **15 países que mais investem em pesquisa (e o Brasil em 36°)**. Revista Exame, São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/economia/15-paises-que-mais-investem-em-pesquisa-e-o-brasil-em-36o/>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- Drumond, M.A.; Oliveira, A.R.; Simões, W.L.; Junqueira, N.T.V.; Anjos, J.B. & Laviola, B.G. (2016). Produção e distribuição da biomassa de *Jatropha curcas* no semiárido brasileiro. **Cerne** 22 (1): 35-42. <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201622012031>
- Gouveia, A.F.; Macruz, P.D. & Araújo, J.H.B. (2015). Fitorremediação de solos contaminados com chumbo utilizando *Jatropha curcas* L.. **Blucher Chemical Engineering Proceedings** 1 (2): 8213-8219. <http://dx.doi.org/10.5151/chemeng-cobeq2014-1105-20957-149786>
- Marcionilio, S.M.L.O.; Alves, M.T.R.; Borges, P.P; Machado, K.B.; Araújo, C.S.T.; Cunha, H.F. & Nabout, J.C. (2015). The state of global scientific literature on chlorophyll-a. **Bioscience Journal** 31 (3): 941-950. <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n3a2015-23585>
- Matos, F.S.; Rocha, E.C.; Cruvinel, C.K.L.; Ribeiro, R.A.; Ribeiro, R.P. & Tinoco, C.F. (2013). Desenvolvimento de mudas de pinhão-manso irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 37:947-954. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000400012>
- Matos, F.S.; Torres Junior, H.D.; Rosa, V.R.; Santos, P.G.F.; Borges, L.F.O.; Ribeiro, R.P.; Neves, T.G. & Cruvinel, C.K.L. (2014a). Estratégia morfofisiológica de tolerância ao déficit hídrico de mudas de pinhão-manso. **Magistra** 26 (1): 19-27.
- Matos, F.S.; Rosa, V.S.; Borges, L.F.O.; Ribeiro, R.P.; Cruvinel, C.K.L. & Dias, L.A.S. (2014b). Response of *Jatropha curcas* plants to changes in the availability of nitrogen and phosphorus in Oxissol. **African Journal of Agricultural Research** 9 (49): 3581-3586. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2014.9188>
- Santos, W.L.C.; França, F.A.; Lopez, L.B.; Silva, G.M.S.; Avelar, K.E.S. & Moraes, S.R. (2008). Atividades farmacológicas e toxicológicas da *Jatropha curcas* (pinhão-manso). **Revista Brasileira de Farmácia** 89 (4): 333-336.
- Statsoft, Inc. (2004). **Statistica: data analysis software system, version 7**. Tulsa. Disponível em: <http://www.statsoft.com/>. Acesso em: 30 jun. 2017.
- R Core Team. (2017). **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em 10 jun. 2017.

- Razera, J.C.C. (2016). Contribuições da cienciometria para a área brasileira de Educação em Ciências. **Ciência & Educação** 22 (3): 557-560. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160030001>
- Ruiz, M.A.; Greco, O.T. & Braile, D.M. (2009). Fator de impacto: importância e influência no meio editorial, acadêmico e científico. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular** 24 (3): 273-278. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-76382009000400004>