

Análise qualitativa e quantitativa da literatura científica global sobre estresses abióticos em *Jatropha curcas* L. na última década

Karen Andreon Viçosi¹; Cinthia Luzia Teixeira Silva¹; Edvan Costa da Silva¹; Franciely Magalhães Barroso¹; Igor Alberto Silvestre Freitas¹; João Paulo Costa¹ e Fábio Santos Matos²

¹ Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Estadual de Goiás. Rodovia GO.

² Docente da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri. fabio.matos@ueg.br

* karen_vicosi@hotmail.com

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 posterior identificação dos rumos da ciência a respeito da espécie. Para a análise das publicações foram utilizados os artigos indexados no Web of Knowledge-Thomson Reuters, acessados através do Web of Science. A pesquisa foi realizada através da busca de artigos com as palavras *Jatropha curcas* publicados durante o período de 2005 e 2016. Na análise de dados foi utilizada estatística descritiva, barra de erros e correlação de Pearson ($P < 0,01$) para avaliar a relação entre o ano de publicação e a quantidade de trabalhos publicados de acordo com o tema, países e o JCR da revista, além da análise multivariada por meio das técnicas de componentes principais. Os artigos sobre estresses abióticos foram inicialmente selecionados pelo título e depois registradas as seguintes informações: 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 nesses países. O Brasil foi o país com maior número de publicações científicas. Nesse país, a produção científica catalogada apresenta fator de impacto JCR entre 0 e 1. O JCR das publicações sobre estresse abiótico apresentou correlação positiva com o IDH do país de origem da pesquisa.

Palavras-chave: oleaginosa, biocombustível, produção científica, pinhão manso.

Qualitative analysis and quantity of global scientific literature about abiotic roads in *Jatropha curcas* L. in the last decade

Abstract: The objective of the present work was to study and evaluate qualitative and quantitative the scientific production of abiotic stress in *Jatropha curcas* plants for later identification of the scientific directions regarding the species. Articles indexed in the Web platform of Knowledge-Thomson Reuters, accessed through the Web of Science (www.isiknowledge.com) were used for the analysis of the publications. The research was carried out by searching for articles with the words *Jatropha curcas* published during the period between 2005 and 2016. Articles of abiotic stress were initially selected by title and then recorded the following information: year of publication; journal of publication; theme of the article; number of authors; country of research; language of the publication. The data analysis was used descriptive statistics, and error bar Pearson correlation ($P < 0.01$) to evaluate a relationship between the year of publication and the amount of published works according to the subject, countries and JCR of the journal, in addition to the multivariate analysis using main component techniques. Brazil, India and China are the main countries in the development of researches with abiotic stresses in *Jatropha* plants. Nutritional deficiency was the main stress of research in these countries. Brazil are the country with the highest number of scientific publications. In this country, the scientific production cataloged presents JCR between 0 and 1. The JCR impact factor of the publications on abiotic stress showed a positive correlation with the HDI of the origin country of the research.

Key words: oilseed, biofuel, scientific production, *Jatropha*.

Introdução

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 (MATOS *et al.*, 2013; GOUVEIA *et al.*, 2015;).

Por se tratar de uma espécie de grande potencial econômico 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, a semente de pinhão manso é empregada 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 formação de plantios com intenção recuperar 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 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 para, assim, 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 posterior identificação dos rumos da ciência a respeito da espécie.

Material e Métodos

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).

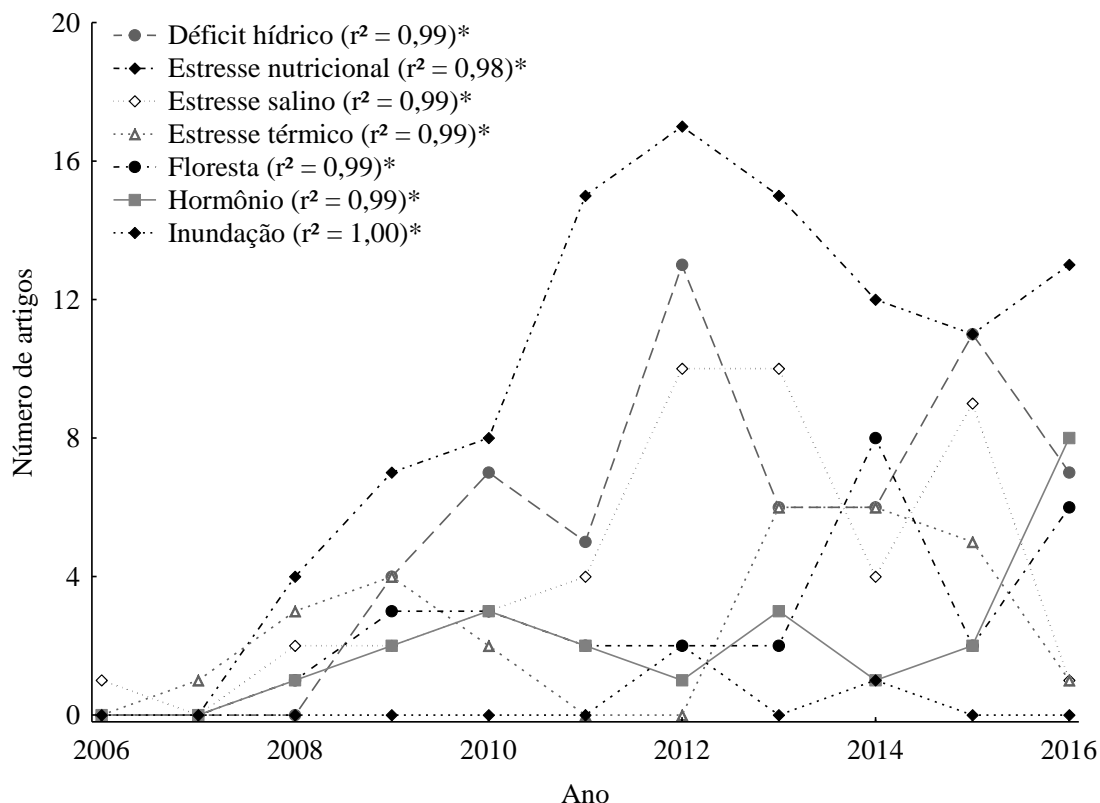
As análises multivariadas foram feitas por meio das técnicas de componentes principais utilizando-se uma matriz de correlação e o critério de seleção dos eixos por Broken Stick aliado a análise de variância multivariada por permutação - PERMANOVA (ANDERSON, 2001). Para a realização dessas análises foi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

Resultados e Discussão

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 elevada rusticidade da planta de pinhão manso e fácil adaptação às condições de estresse (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* L., principalmente em função do pouco uso para a produção de biodiesel.



* Significativo a $P < 0,01$.

Figura 1 – Número de artigos publicados de acordo com o assunto ao longo dos últimos dez anos.

A produção científica sobre estresse abiótico em plantas de *J. curcas* L. 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).

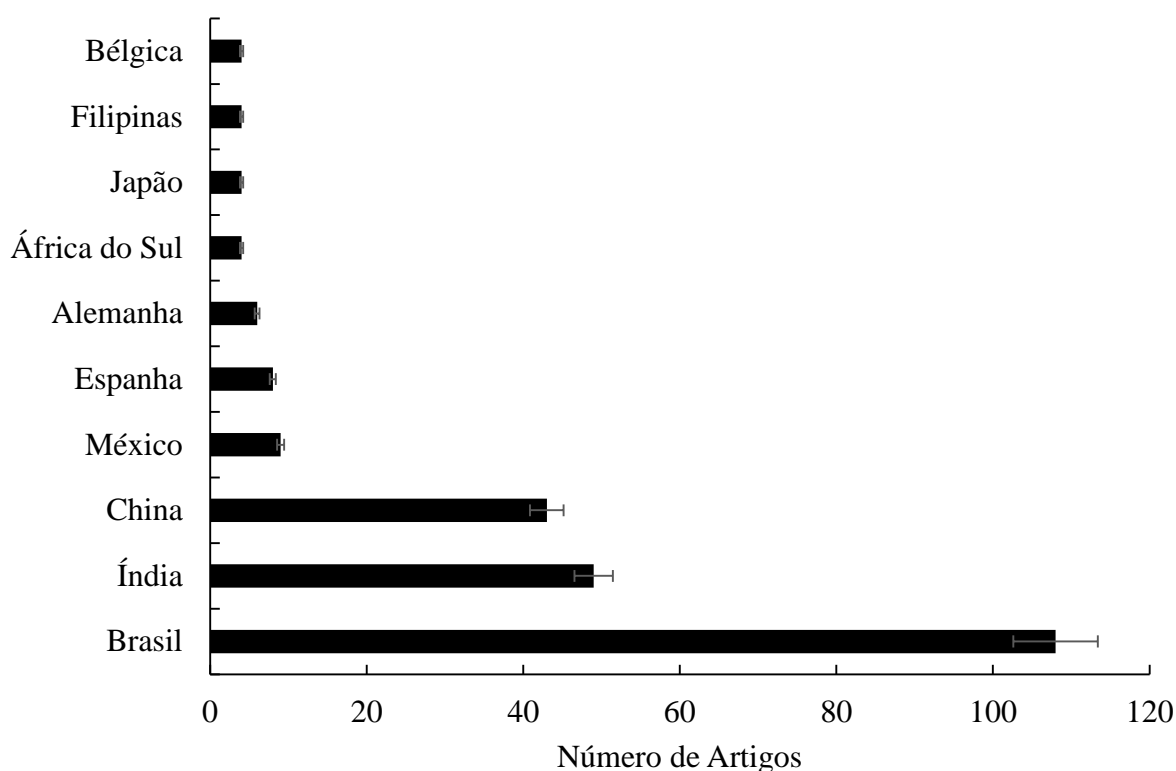


Figura 2 – Número de artigos científicos relacionados com estresses abióticos nos 10 países com mais publicações

O Brasil foi o país com maior número de publicações com 108 trabalhos, seguido da Índia (49) e China (43), respectivamente. O fato do Brasil ter maior produção científica 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. A lei 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 será antecipada a mistura B10 (ANP, 2017). Esse 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 manso com o objetivo de inserir essa espécie no fornecimento de matéria-prima na cadeia produtiva de biodiesel que é alicerçada na soja.

Os cinco países com maior número de publicação concentram as pesquisas com estresse nutricional, déficit hídrico, salinidade e estresse térmico (Figura 3). Isso porque as mudanças climáticas globais, aliadas a reduzida disponibilidade de água para a agricultura, tem 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.

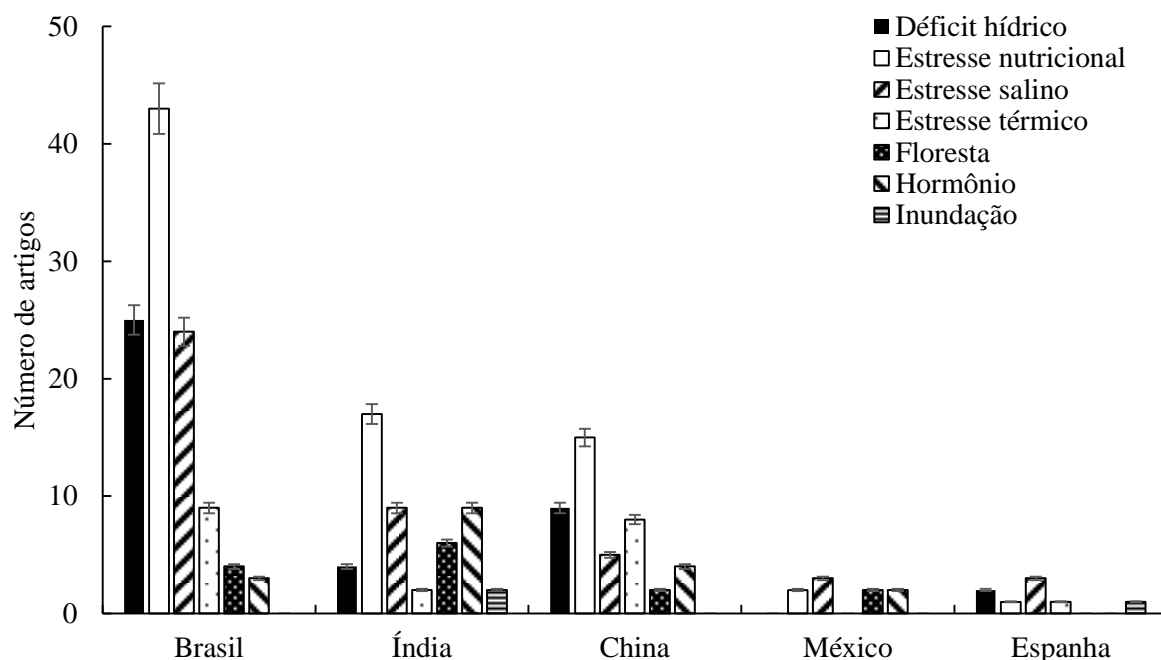


Figura 3 – Cinco países com mais publicações, de acordo com o estresse abiótico.

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. 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 periódicos 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 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* L. em áreas marginais sujeita a diferentes estresses (MARCIONILIO *et al.*, 2015). A língua inglesa predomina nas produções científicas catalogadas nesse trabalho, pois mesmo em países com língua nativa português é comum encontrar muitas publicações em inglês.

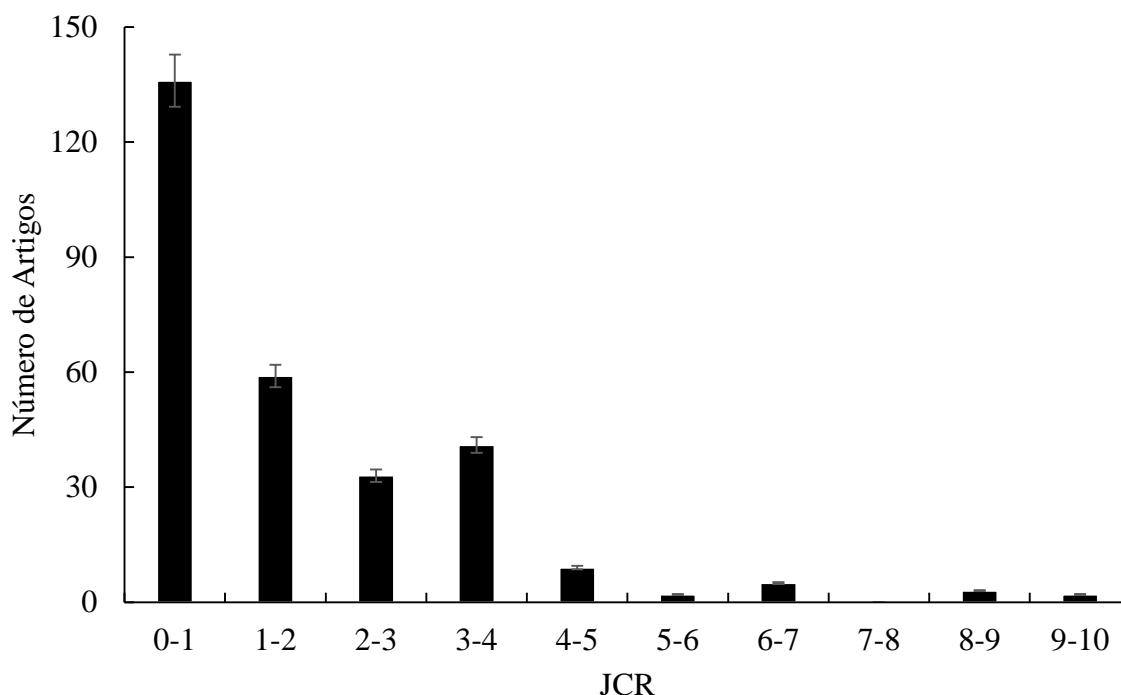


Figura 4 – Número de artigos sobre estresses abióticos publicados em cada faixa de JCR.

Os dez periódicos com maior número de publicações sobre estresse abiótico em pinhão manso 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* L. (Tabela 1).

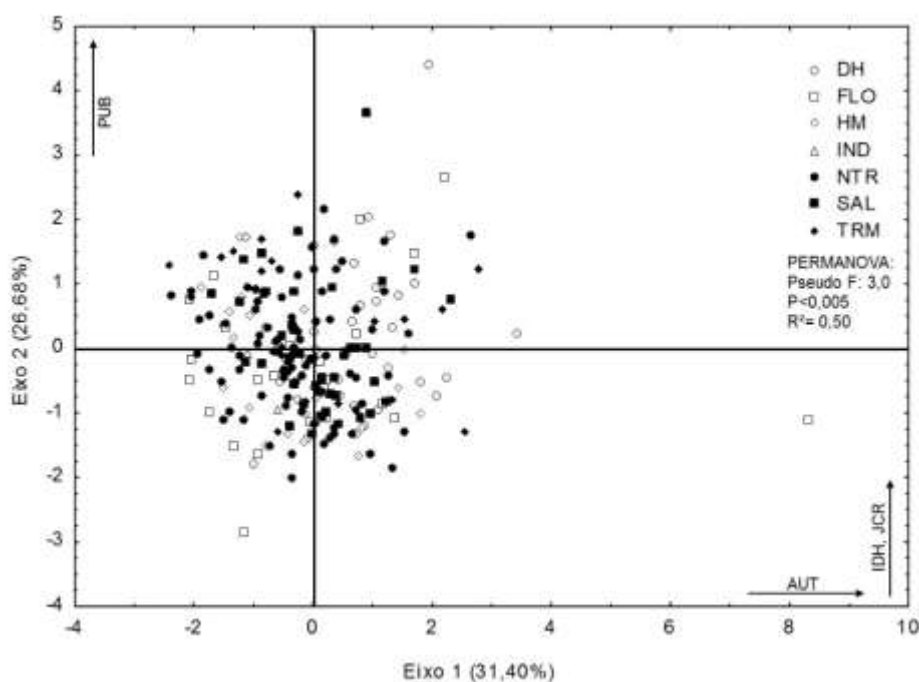
Tabela 1 – Nome dos 10 periódicos com maior número de publicações sobre estresse abiótico em *Jatropha curcas*, os respectivos JCR e total de artigos.

| | 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 |

Nota-se predomínio de periódicos brasileiros em função do país liderar a produção científica mundial de estresses ambientais em pinhão manso. 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.

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

É possível observar um padrão quanto as variáveis utilizadas na análise, 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, 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; NATURE, 2016).



Legenda: 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).

Figura 5 - Análise de componentes principais (PCA) para as publicações de pinhão manso.

Outro padrão interessante se dá entre a idade da publicação e o n° de autores do artigo científico, mostrando que ao longo do tempo, o n° 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 n° de autores.

Conclusões

Brasil, Índia e China são os principais países no desenvolvimento de pesquisas com estresses abióticos em plantas de *Jatropha curcas* L.. A deficiência nutricional foi o principal estresse tema das pesquisas desenvolvidas nestes países.

O Brasil foi o país com maior número de publicações científicas com estresse abiótico em pinhão manso. Neste país a produção científica catalogada apresenta JCR entre 0 e 1. O fator de impacto JCR das publicações sobre estresse abiótico apresentou correlação positiva com o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) do país de origem da pesquisa.

Referências

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J. L. P.; Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v. 37, p. 260-268, 2008.

ALVES, J. M. A.; SOUSA, A. A.; SILVA, S. R. G.; LOPES, G. N.; SMIDERLE, O. J.; UCHÔA, S. C. P. Pinhão-manso: uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da Amazonia Brasileira **Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 2, n. 1, p. 57-68, 2008.

ANDERSON, M. J. A new method for non- parametric multivariate analysis of variance. **Austral ecology**, v. 26, n. 1, p. 32-46, 2001.

ANDRÉO-SOUZA, Y.; PEREIRA, A. L.; SILVA, F. F. S.; RIEBEIRO-REIS, R. C.; EVANGELISTA, M. R. V.; CASTRO, R. D.; DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 83-92, 2010.

ANP - Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural E Biocombustíveis. Boletim mensal de biodiesel, ago., 2011.

CALEIRO, J. P. **15 países que mais investem em pesquisa (e o Brasil em 36°)**. 2016. 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. DE; SIMÕES, W. L.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANJOS, J. B. DOS; LAVIOLA, B. G. Produção e distribuição da biomassa de *Jatropha curcas* no semiárido brasileiro. **Cerne**, Lavras, v. 22, n. 1, p. 35-42, 2016.

GOUVEIA, A. DE F.; MACRUZ, P. D.; DE ARAÚJO, J. H. B. Fitorremediação de solos contaminados com chumbo utilizando *Jatropha curcas* L.. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 8213-8219, 2015.

MARCIONILIO, S. M. L. O.; ALVES, M. T. R.; BORGES, P. P.; MACHADO, K. B.; C. ARAÚJO, S. T.; CUNHA, H. F.; NABOUT, J. C. The state of global scientific literature on chlorophyll-a. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 941-950, 2015.

MATOS, F. S.; ROCHA, E. C.; CRUVINEL, C. K. L.; RIBEIRO, R. A.; RIBEIRO, R. P.; TINOCO, C. F. Desenvolvimento de mudas de pinhão-manso irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, p. 947-954, 2013.

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. Estratégia morfofisiológica de tolerância ao déficit hídrico de mudas de pinhão manso. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 1, p. 19-27, 2014a.

MATOS, F. S.; ROSA, V. S.; BORGES, L. F. O.; RIBEIRO, R. P.; CRUVINEL, C. K. L.; DIAS, L. A. S. Response of *Jatropha curcas* plants to changes in the availability of nitrogen and phosphorus in Oxissol. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 49, p. 3581-3586, 2014b.

NATURE INDEX 2016. 2016. Disponível em: <<https://www.natureindex.com/annual-tables/2016>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

SANTOS, W. L. C.; FRANÇA, F. A.; LOPEZ, L. B.; SILVA, G. M. S.; AVELAR, K. E. S.; MORAES, S. R. Atividades farmacológicas e toxicológicas da *Jatropha curcas* (pinhão-manso). **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 89, n. 4, p. 333-336, 2008.

STATSOFT, Inc. **Programa computacional Statistica 7.0**. E.A.U. 2004.

R Core Team. A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. abr. 2017. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em 10 jun. 2017.

RAZERA, J. C. C. Contribuições da cienciometria para a área brasileira de Educação em Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 3, p. 557-560, 2016.

RUIZ, M. A.; GRECO, O. T.; BRAILE, D. M. Fator de impacto: importância e influência no meio editorial, acadêmico e científico. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, São José do Rio Preto, v. 24, n. 3, p. 273-278, 2009.