

EFEITO DAS COMPETIÇÕES INTER E INTRAESPECÍFICA NO SISTEMA RADICULAR E BIOMASSA AÉREA E SUBTERRÂNEA DE DUAS ESPÉCIES DE CACTACEAE

PEDRO A.N. OLIVEIRA^{1*}, JOSIENE M.F.F. SANTOS², EVERTHON A. XAVIER¹, GILSON L. FERREIRA JUNIOR³, PAULA R.F. NASCIMENTO³

¹ Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. *E-mail: pedrolumus@live.com

² Programa de Pós-Graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

³ Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade Frassinetti do Recife, Recife, Pernambuco, Brasil.

Recebido em Maio de 2015. Aceito em Agosto de 2015. Publicado em Outubro de 2015.

RESUMO – A competição é uma das principais relações ecológica encontrada na natureza que ocorre por recursos naturais como a água. Nas cactáceas, o poder de aumentar a rizosfera para melhor captar esses recursos é uma estratégia importante. Logo, este estudo teve como objetivo analisar os efeitos das relações de competição inter e intraespecífica sobre o crescimento radicular e biomassa de duas espécies: *Melocactus bahiensis* (Britton & Rose) Luetzelb. subsp. *bahiensis* e *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*. Os valores de crescimento médio do sistema radicular demonstraram que a competição interespecífica ocasionou diminuição no crescimento. Por outro lado, as raízes de ambas as espécies apresentaram maior sistema radicular na competição intraespecífica. Os resultados de biomassa demonstraram maior desenvolvimento do sistema radicular na competição intraespecífica, sugerindo uma maior alocação de recursos para a raiz. Considerando a carência de trabalhos sobre adaptações morfofisiológicas em espécies de cactos, estudos mais detalhados tornam-se relevantes para melhor entendimento sobre como essas plantas se adequam à competição na natureza.

PALAVRAS-CHAVE: *relações ecológicas; raízes; ambientes secos.*

EFFECT OF INTRA AND INTERSPECIFIC COMPETITION ON ROOT SYSTEM AND BIOMASS OF TWO SPECIES OF CACTACEAE

ABSTRACT – The competition is a major ecological relationships found in nature that occurs by natural resources such as water. In Cactaceae, the ability to increase the rhizosphere to better capture these resources is an important strategy. Therefore, this study aimed to analyze the effects of inter and intraspecific competition on root growth and biomass of two species: *Melocactus bahiensis* (Britton & Rose) Luetzelb. subsp. *bahiensis* and *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*. The average values of the root system growth showed that interspecific competition caused a reduction in growth. On the other hand, the roots of both species showed greater root system in intraspecific competition. The results of biomass showed greater root development in intraspecific competition, suggesting a greater allocation of resources to the root. Considering the lack of studies on morphophysiological adaptations in species of cacti, more detailed studies are relevant for better understanding of how these plants are suited to competition in nature.

KEYWORDS: *ecological relationships; roots; dry environments.*

EFEECTO DE LAS COMPETICIONES INTER E INTRAESPECÍFICAS EN SISTEMAS DE RAÍCES Y BIOMASA DE DOS ESPECIES DE CACTACEAE

RESUMEN – La competición es una de las principales relaciones ecológicas que se encuentran en la naturaleza que se producen por los recursos naturales como el agua. En los cactus, la capacidad de aumentar la rizosfera para captar mejor estos recursos es una estrategia importante. Por lo tanto, se objetivó en este estudio analizar los efectos de las competiciones intra e interespecífica en el crecimiento de la raíz y biomasa de dos especies: *Melocactus bahiensis* (Britton & Rose) Luetzelb. subsp. *bahiensis* y *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*. Los valores promedio del crecimiento del sistema radicular han demostrado una disminución en el crecimiento en la competición interespecífica. Sin embargo, las raíces de ambas especies mostraron mayor sistema radicular en la competición intraespecífica. Los resultados de biomasa mostraron mayor desarrollo de las raíces en la competición intraespecífica, lo que sugiere una mayor asignación de recursos a la raíz. Teniendo en cuenta la falta de estudios sobre adaptaciones morfológicas y fisiológicas de especies de cactus, estudios más detallados son relevantes para una mejor comprensión de cómo estas plantas se ajustan a las condiciones de competición en la naturaleza.

PALABRAS CLAVE: *relaciones ecológicas; raízes; ambientes secos.*

INTRODUÇÃO

A competição é um tipo de relação ecológica presente na natureza que pode ser interespecífica (entre espécies diferentes) ou intraespecífica (dentro da mesma espécie). Essas interações ocorrem quando ambos buscam um mesmo recurso e, principalmente, quando esse recurso é limitado no tempo e/ou no espaço (Raven *et al.*, 2007). Os principais recursos ambientais que podem ser reduzidos com o aumento em número de indivíduos de uma mesma espécie ou espécies diferentes são luz, substrato, água no solo e nutrientes (Gustafson *et al.*, 2004). De uma maneira geral, as plantas

podem se comportar de forma diferenciada de acordo com as variações apresentadas no ambiente em sua volta (Park *et al.*, 2003), mas, para isso, ela precisa utilizar mecanismos de percepção das condições de competição e alguns desses mecanismos podem estar diretamente relacionados às raízes (Park *et al.*, 2001) e ao seu crescimento (Aerts, 1999), caracterizado pelo ganho em biomassa.

A partir da fixação de seu sistema radicular no solo, a raiz pode interagir com fatores condicionantes do ambiente (Maina *et al.*, 2002). Estudos sobre o comportamento de

indivíduos vegetais mostraram que as raízes são capazes de distinguir-se entre 'auto' (raízes da mesma espécie) e 'não auto' (raízes de outras espécies), mesmo sem contato físico entre as raízes. Nesse caso, as relações de competição e crescimento entre plantas 'auto' são mais acentuadas (Macedo, 2011).

Segundo Casper e Jackson (1997), a biomassa subterrânea, densidade dos pelos radiculares e a taxa de crescimento do indivíduo estão relacionados à habilidade de ocupação do sistema radicular em um processo de competição. Essas habilidades variam principalmente na presença de duas ou mais espécies, ao qual cada uma das espécies poderá disputar por um mesmo recurso, ou serem seletivas quanto a qual recurso disputar no solo (Griew *et al.*, 2001).

A disponibilidade de nutrientes no solo é o principal fator pelo qual a competição se intensifica no sistema radicular (Lemaire, 2001). Além disso, o tamanho das raízes e o local em que ela se desenvolve também são de grande importância para se compreender um processo de competição na região subterrânea. No caso das cactáceas, aumentar a rizosfera consiste em uma das principais estratégias para melhor captação de água, já que raízes profundas e de maior tamanho possibilitam que a planta acesse as fontes de água que não estão disponíveis próximas à superfície do solo (Morris e Myerscough, 1991). Essa estratégia pode ser uma vantagem numa situação de estresse hídrico que faz com que a planta estabeleça uma relação de competição com outras espécies próximas ou até mesmo com indivíduos da mesma espécie.

A competição entre as plantas ainda apresenta inúmeras perguntas sobre o seu comportamento, principalmente na relação entre espécies (Ford, 2014). Com base nessas informações, nós hipotetizamos que o crescimento radicular, assim como o seu desenvolvimento, são maiores em relações interespecíficas (Radosevich *et al.*, 1997; Maina *et al.*, 2002). Logo, este estudo teve como objetivo testar os efeitos das relações de competição inter e intraespecífica sobre o crescimento radicular e biomassa aérea e subterrânea em *Melocactus bahiensis* (Britton & Rose) Luetzelb. subsp. *bahiensis* e *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*, ambos pertencentes à família Cactaceae.

TABELA 1. Experimentos conduzidos na casa de vegetação da Faculdade Frassinetti do Recife, município de Recife, Estado de Pernambuco. CE1 = controle 1; CE2 = controle 2; T1 = tratamento 1; T2 = tratamento 2; T3 = tratamento 3.

Tratamentos	Espécies Avaliadas
CE1 (controle)	Vaso com indivíduo da espécie 1 (<i>Melocactus bahiensis</i> subsp. <i>bahiensis</i>)
CE2 (controle)	Vaso com indivíduo da espécie 2 (<i>Cereus jamacaru</i> subsp. <i>jamacaru</i>)
T1	E1 + E1 (<i>Melocactus bahiensis</i> subsp. <i>bahiensis</i> + <i>Melocactus bahiensis</i> subsp. <i>bahiensis</i>)
T2	E2 + E2 (<i>Cereus jamacaru</i> subsp. <i>jamacaru</i> + <i>Cereus jamacaru</i> subsp. <i>jamacaru</i>)
T3	E1 + E2 (<i>Melocactus bahiensis</i> subsp. <i>bahiensis</i> + <i>Cereus jamacaru</i> subsp. <i>jamacaru</i>)

Ao final do monitoramento em casa de vegetação, todos os indivíduos foram cuidadosamente removidos do recipiente para que não tivessem sua estrutura radicular afetada. Após a remoção dos mesmos, foram realizadas as medições finais do comprimento da raiz, considerando os mesmos parâmetros para aferição do comprimento inicial.

Para avaliar a biomassa da parte aérea e subterrânea, foi considerado o peso da biomassa fresca de cada indivíduo tanto

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Faculdade Frassinetti do Recife (FAFIRE). Para montagem do experimento, foram selecionadas duas espécies de Cactaceae: *M. bahiensis* subsp. *bahiensis* e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, sendo denominadas, neste estudo, de espécies 1 (E1) e 2 (E2), respectivamente. Essas espécies possuem características morfológicas e fisiológicas extremamente adaptadas às condições ambientais das regiões semiáridas do Brasil, além de possuírem características peculiares de desenvolvimento e crescimento da região subterrânea e aérea.

Durante o experimento, os indivíduos foram cultivados em vasos de polietileno com capacidade de 2,8L, todos preenchidos por solo arenoso, ocupando aproximadamente 50% do volume total dos vasos. O experimento consistiu em duas amostras controle e três tratamentos. As amostras controle foram denominadas de controle 1 (vaso com indivíduo da espécie 1 – CE1) e controle 2 (vaso com indivíduo da espécie 2 – CE2). O tratamento 1 consistiu em um vaso contendo dois indivíduos da espécie 1 (T1 = E1 + E1), o tratamento 2 consistiu no vaso contendo dois indivíduos da espécie 2 (T2 = E2 + E2) e o tratamento 3 consistiu no vaso com um indivíduo da espécie 1 e um indivíduo da espécie 2 (T3 = E1 + E2) (Tabela 1). Em todos os tratamentos, foi estabelecido uma distância de 15 centímetros entre os indivíduos que estavam presentes no mesmo vaso. O experimento teve duração total de sete meses, iniciado em abril e finalizado em novembro de 2012. Todos os indivíduos foram submetidos a um tratamento de rega quinzenal, levando em consideração o fato de serem fisiologicamente adaptados à disponibilidade de água reduzida.

Todos os indivíduos foram adquiridos em sementeira e, antes de serem transplantados para o recipiente do experimento, tiveram o comprimento de suas raízes medidas (comprimento inicial). Essas medições foram realizadas com o auxílio de uma régua de 30 centímetros. Foram aferidos os valores das raízes incluindo sua estrutura primária, considerando a distância entre o colo e a coifa.

nos tratamentos quanto nos controles. Para a medida de peso fresco, os indivíduos foram removidos ao final de cada repetição, e pesados diretamente em balança analítica (Shimadzu – AUY), com as partes aérea e subterrânea devidamente separadas.

Todos os dados coletados de comprimento da raiz e biomassa, neste experimento, foram tabulados e organizados em planilhas do EXCEL. Para responder os objetivos deste estudo, os dados foram analisados com a ajuda do programa Bioestat 5.0,

através das análises de Kruskal-Wallis, com teste de Student-Newman-Kleus para obtenção dos dados de média (\pm desvio padrão) do crescimento absoluto mensal em comprimento da raiz (cm) e da biomassa fresca aérea e subterrânea (g).

RESULTADOS

Os dados de comprimento absoluto do sistema radicular demonstraram que a relação interespecífica apresentou uma diminuição no crescimento bastante significativa em relação aos controles e nos tratamentos entre indivíduos da mesma

TABELA 2. Média \pm desvio padrão do crescimento absoluto mensal em comprimento da raiz (cm) e biomassa fresca aérea e subterrânea (g) dos indivíduos de *Melocactus bahiensis* (Britton & Rose) Luetzelb. subsp. *bahiensis* (E1) e *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (E2) (Cactaceae), em diferentes tratamentos de competição e controle. Letras diferentes na mesma coluna denotam diferença significativa no comprimento da raiz e biomassa entre os diferentes tratamentos e controle, pela análise de Kruskal-Wallis, com teste de Student-Newman-Kleus a *posteriori*.

Tratamentos	Comprimento da raiz	Biomassa aérea	Biomassa subterrânea
Controle E1	17,500 \pm 1,772 ^a	58,625 \pm 4,749 ^b	65,625 \pm 5,040 ^a
Controle E2	16,625 \pm 3,248 ^a	60,250 \pm 3,105 ^b	64,000 \pm 3,545 ^a
Intraespecífica E1	9,914 \pm 4,242 ^b	34,062 \pm 2,537 ^a	64,226 \pm 3,950 ^a
Intraespecífica E2	8,437 \pm 3,075 ^b	33,054 \pm 2,055 ^a	63,546 \pm 5,310 ^a
Interespecífica E1 x E2	2,875 \pm 2,845 ^c	52,039 \pm 2,705 ^b	34,320 \pm 2,490 ^b

A biomassa fresca da parte aérea de *M. bahiensis* subsp. *bahiensis* isoladamente variou entre 31 e 40g e a de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* variou entre 34 e 37g. Considerando a biomassa fresca da parte subterrânea de *M. bahiensis* subsp. *bahiensis*, o menor valor foi de 62g e o maior foi de 67g. Em *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, o menor valor de foi de 63g e o maior foi 71g. Essa semelhança na variação dos valores brutos de biomassa aérea e subterrânea entre os experimentos controle, confirmaram a ausência de diferença significativa (**Tabela 2**).

A biomassa fresca subterrânea em *M. bahiensis* subsp. *bahiensis* foi de 69 a 78g e em *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* foi de 63 a 79g. Já a biomassa fresca da parte aérea de *M. bahiensis* subsp. *bahiensis* foi de 30 a 37g e de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* foi de 34 a 39g. Os valores médios da biomassa da parte aérea e subterrânea nas relações intraespecífica não apresentaram diferença significativa (**Tabela 2**).

Isoladamente, as espécies de *M. bahiensis* subsp. *bahiensis* e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, apresentaram crescimento da raiz mais acentuado (**Figura 1**). Nas relações intraespecíficas, o crescimento reduz significativamente em relação ao controle e em relação às interações interespecíficas, os valores médios de crescimento de raiz são consideravelmente maiores.

DISCUSSÃO

As pesquisas que consideram o efeito das relações interespecíficas têm indicado uma maior intensidade na competitividade entre os indivíduos (Macedo, 2011; Ford, 2014), pois, na presença de outra espécie próxima, o sistema

espécie (**Tabela 2**).

O crescimento das raízes no experimento controle de *M. bahiensis* subsp. *bahiensis* apresentou variação de crescimento bruto de 19 a 23 cm, enquanto em *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* foi de 18 a 22cm. Nos tratamentos intraespecíficos, observou-se uma variação no crescimento entre 11 e 19 cm no comprimento da raiz de *M. bahiensis* subsp. *bahiensis* e entre 12 e 17 cm considerando *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*. Nas relações interespecíficas, o menor crescimento foi de 3 cm e o maior crescimento foi de 10 cm.

radicular sofre variação em relação ao tamanho. Segundo Macedo (2011), no tratamento 'auto' (aqui considerado como intraespecífico), o crescimento das raízes apresenta valores maiores do que no tratamento 'não auto', apontando uma tendência similar aos resultados do presente estudo. Já nas relações interespecíficas, os valores médios de crescimento inferior podem ser uma indicação que, nessa situação, as raízes reduzem a velocidade de crescimento, alocando, assim, mais recurso para a parte aérea (Lemos, 2010). Este autor, ao utilizar em sua pesquisa raízes de milho e uma planta daninha (picão preto), verificou, visivelmente, a redução no crescimento, densidade e disposição das raízes dos indivíduos. Esses atributos podem conter mecanismos associados ao reconhecimento das raízes de diferentes espécies (Macedo, 2011).

Radosevich *et al.* (1997) registraram crescimento radicular maiores nas relações interespecíficas, justificando que a presença de uma outra espécie estimula o crescimento radicular de ambas. Segundo Maina *et al.* (2002), plantas de diferentes espécies em ambientes secos, ao competirem, aumentam seu sistema radicular para garantir maior obtenção de recursos. No entanto, o comportamento das raízes na relação interespecífica das cactáceas foi justamente o oposto do observado. Provavelmente, as cactáceas apresentam uma forma diferente de competição, representada na redução de suas raízes em uma relação de competição interespecífica. Isso pode indicar também que as variações no sistema radicular nas relações de competição não dependem apenas das características ambientais, como também podem variar entre grupos taxonômicos distintos, uma vez que as espécies estudadas por Maina *et al.* (2002) e Radosevich *et al.* (1997) não pertencem a família Cactaceae, apesar de também pertencerem a ambientes secos.

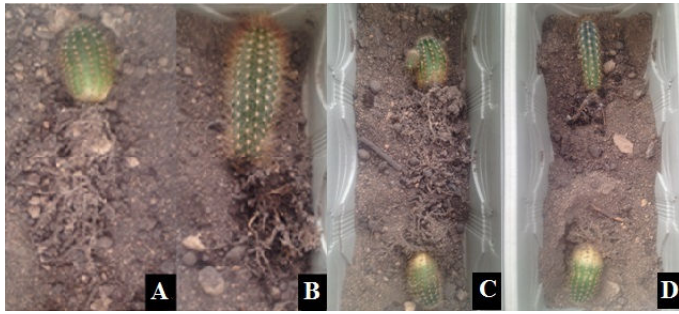


FIGURA 1. Amostra do crescimento das raízes nos seguintes tratamentos: A – controle de *Melocactus bahiensis* (Britton & Rose) Luetzelb. subsp. *bahiensis*; B – controle de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*; C – tratamento intraespecífico; D – tratamento interespecífico.

Em relação à biomassa na competição interespecífica, houve um aumento na parte aérea e uma diminuição na parte subterrânea e o inverso ocorreu na relação intraespecífica, ou seja, aumento na biomassa subterrânea e redução da biomassa aérea. Esses dados reforçam a ideia de que a resposta para a competição por recurso pode variar em função da presença de outra espécie (Sanderson e Elwinger, 2002). Essa mudança no sistema de crescimento da biomassa subterrânea e aérea em *M. bahiensis* subsp. *bahiensis* e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* pode apontar para uma variação da forma de alocação de recurso nessas espécies quando estão competindo com indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes. *Ambrosia dumosa* (A. Gray) W.W. Payne (Asteraceae) e *Ceratonia siliqua* L. (Fabaceae) (Gray, 1864), que também são espécies encontradas em ambientes secos, diferem de *M. bahiensis* subsp. *bahiensis* e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* quanto à forma de alocação de recursos nos processos de competição intra e interespecíficos. Normalmente, as cactáceas, por serem caracterizadas por um profundo e eficiente sistema radicular, aumentam sua raiz para maior captação de recursos (principalmente água) para armazenamento, possibilitando o seu uso durante condições de escassez hídrica.

Apesar deste trabalho apresentar resultados significativos quanto ao efeito da competição inter e intraespecífica em *M. bahiensis* subsp. *bahiensis* e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* sobre crescimento de raiz e biomassa, explicando alocação de recursos, estudos que aprofundem outras questões como, por exemplo, quantificação de biomedidores (Ciszack *et al.*, 2012; Mancuso, 2012; Mugnai *et al.*, 2012) podem também responder a estes processos ecológicos.

CONCLUSÕES

Os resultados das relações de competição deste trabalho não confirmaram a hipótese de que o crescimento radicular, assim como o seu desenvolvimento, são maiores em relações interespecíficas. Através dos dados de biomassa, comprovou-se que o desenvolvimento do sistema radicular também varia entre os tipos de competição, ocorrendo menor

alocação de recursos para a raiz e maior na parte aérea nas relações entre indivíduos de diferentes espécies. Contudo, outros trabalhos considerando novos aspectos em *M. bahiensis* subsp. *bahiensis* e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* podem explicar melhor sobre como essas espécies se comportam diante das relações competitivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aerts R. 1999. Interspecific competition in natural plant communities: mechanisms, trad-offs and plan-soil feedbacks. **Journal of Experimental Botany**, 50: 29-37.
- Casper RR e Jackson BR. 1997. Plant competition underground. **Annual reviews Ecology Systemic**, 28: 545-570.
- Ciszack M, Comparini D, Mazzolai B, Baluska F, Arecchi FT, Vicsek T e Mancuso S. 2012. Swarming behavior in plant roots. **Plos One**, 7: 5-6.
- Daneluzzi GS. 2012. **Uma abordagem neurofisiológica da acetilcolina em plantas de milho hidratadas e sob condições de estresse hídrico.** São Paulo: Universidade de Piracicaba. 104p. Dissertação de Mestrado.
- Grieu P, Lucero DW, Ardiani R e Ehleringer JR. 2001. The mean depth of soil water uptake by two temperate grassland species over time subjected to mild soil water deficit and competitive association. **Plant and Soil**, 230: 197-209.
- Gustafson DJ, Gibson DJ e Nickrent DL. 2004. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**, 18: 451-457.
- Lemaire G. 2001. **Ecophysiological of Grasslands: Dynamics aspects of forage plant population in grazed swards.** Proceedings of the XIX International Grassland Congress, São Pedro, Sao Paulo Brasil, 29-37.
- Lemos JP, Carvalho L, Manabe PMM, Corrêa MLP, Rodrigues OL e João CC. **Comportamento do sistema radicular do milho no controle mecânico de plantas daninhas em sistema de cultivo orgânico de produção.** XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação São José dos Campos.
- Macedo FCO. 2011. **Avaliação do comportamento competitivo de raízes de ervilha (*Pisum sativum*).** São Paulo: Universidade de Piracicaba. 104p. Dissertação de Mestrado.
- Mancuso S. 2012. Parlano e spesso combattono "Ho visto Le piante intelligenti". **Rhythms in Plants**, 3: 4.
- Maina GM, Brown JS e Gersani M. 2002. Intra-plant versus inter-plant root competition in beans: avoidance, resource matching or tragedy of the commons. **Plant Ecology**, 160: 235-247.
- Mahall BE e Callaway RM. 1990. **Root communication among desert shrubs.** University of California, Santa Barbara, CA 93106 Communicated by F. H. Bormann.
- Morris EC e Myerscough PJ. 1991. Selfthinning and competition intensity over a gradient of nutrient availability. **Journal of Ecology**, 79: 903-923.
- Mugnai S, Azzarello A, Baluska F e Mancuso S. 2012. Local Root Apex Hypoxia Induces NO-Mediated Hypoxic Acclimation of the Entire Root. **Plant Cell Physiology**, 5: 912-920.
- Park S, Benjamin RL e Watkinson AR. 2001. The theory Application of Plant Competition Models: an Agronomic Perspective. **Ecology**, 82: 2525-2535.

Radosevich SR, Holt JS e Ghera CM. 1997. **Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management**. Wiley.

Raven PH, Evert RF, Eichhorn SE. 2007. **Biologia Vegetal**. Editora Guanabara Koogan SA, Rio de Janeiro.

Sanderson MA e Elwinger GF. 2002. Plant density and environment effects Orchardgrass-White clover mixtures. **Crop Science**, 42: 2055-2063.

Zanine ADEM e Santos EM. 2004. Competição entre espécies de plantas. **Revista da FZVA**, 11: 10-30.