

5.5. Análise do efeito inibitório *in vitro* dos extratos totais contra fungos fitopatogênicos

Efeito dos extratos sobre o crescimento micelial e a esporulação de Colletotrichum guaranicola

Os efeitos dos extratos de *C. ferrea* var. *cearensis* e *C. catenaeformis* sobre o crescimento micelial do fungo não foram significativos, ao contrário do efeito sobre a esporulação (figuras 23 e 24). Esses resultados sugerem que a atividade antifúngica *in vitro* destes extratos sobre *C. guaranicola* pode estar concentrada fundamentalmente sobre a inibição da esporulação, uma vez que a diminuição do número de conídios das colônias foi crescente como resposta ao aumento nas concentrações de proteínas totais testadas.

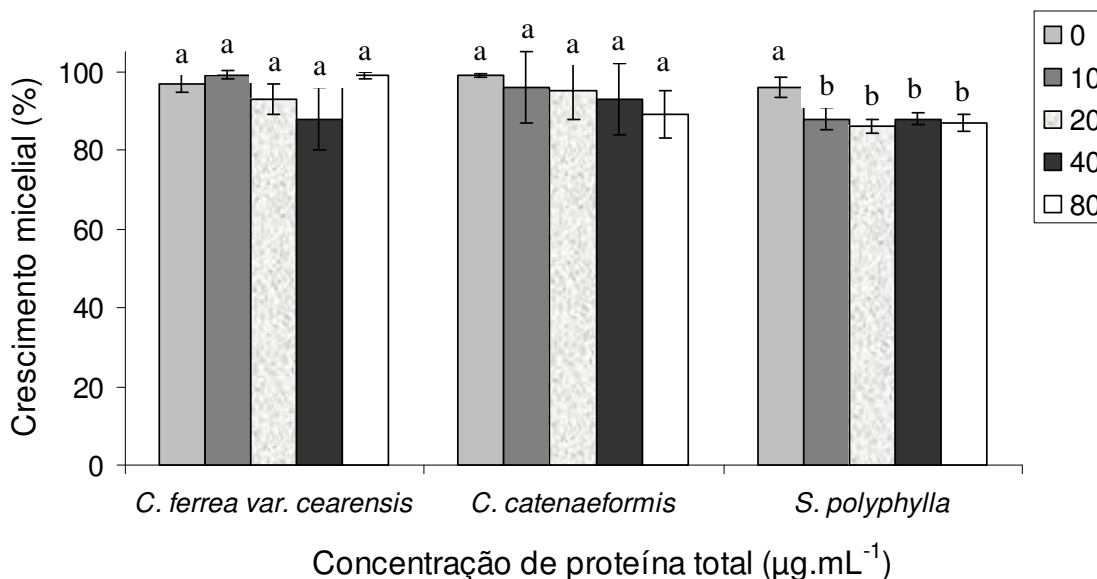


Figura 23 - Efeito dos extratos de *C. ferrea* var. *cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla* sobre o crescimento micelial de *C. guaranicola*. "0" Controle representado pelo crescimento fúngico em meio batata-dextrose-ágar sólido; As barras representam os desvios padrão (± 1). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% (n=30).

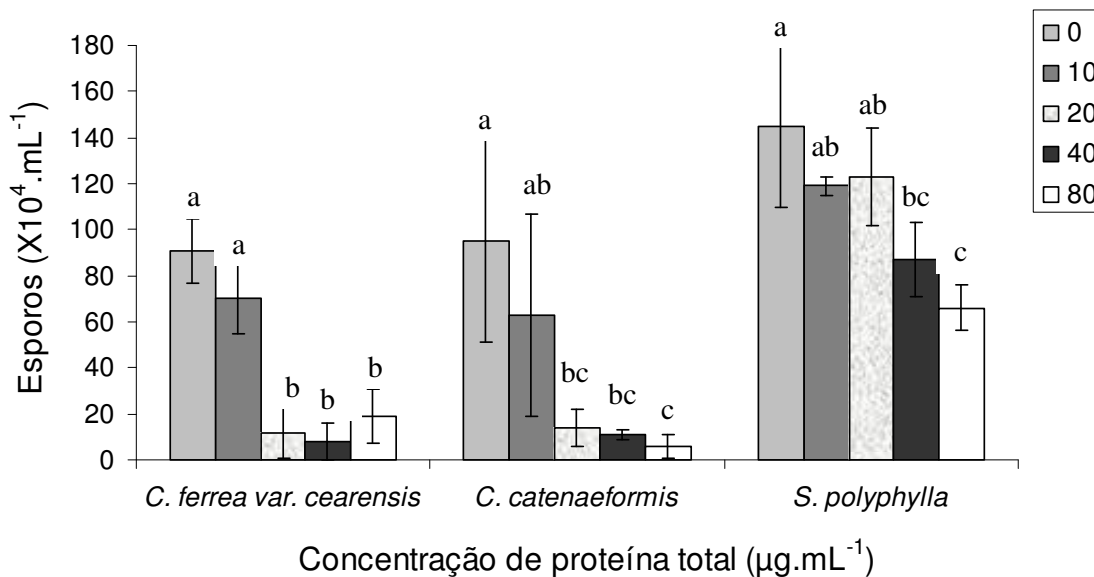


Figura 24 - Efeito dos extratos de *C. ferrea var. cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla* sobre a esporulação de colônias de *C. guaranicola*. “0” Controle representado pelo crescimento fúngico em meio batata-dextrose-ágar sólido; As barras representam os desvios padrão (± 1). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% (n=30).

Adicionalmente, os resultados indicam que, apesar dos extratos não terem ocasionado efeito sobre o crescimento da colônia, os mesmos podem exercer algum efeito na morfologia do fungo, uma vez que diminuiu significativamente a produção de esporos. Assim, a utilização destes extratos para o controle de *C. guaranicola* não impede que o fungo inicie o processo de infecção nas plantas, mas atuam no metabolismo deste fungo, particularmente na estrutura reprodutiva, resultando na diminuição da proliferação da doença. Já o efeito do extrato de *S. polyphylla* foi significativo tanto na diminuição do crescimento micelial quanto da esporulação.

O extrato de *C. ferrea var. cearensis* apresentou o máximo de inibição da esporulação (91 %) com o tratamento 40 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, embora já tenha ocorrido uma inibição média (54 %) com as menores concentrações. Com relação ao extrato de *C. catenaeformis* a diminuição média do número de conídios das colônias foi crescente de acordo com as concentrações de proteína total, apresentando inibição aproximada da esporulação de 34 % (10 $\mu\text{g.mL}^{-1}$), 85 % (20 $\mu\text{g.mL}^{-1}$), 89 % (40 $\mu\text{g.mL}^{-1}$) e 95 % (80 $\mu\text{g.mL}^{-1}$). Estes resultados indicam a especificidade de extratos vegetais no efeito antifúngico de fitopatógenos.

Ribeiro & Bedendo (1999) ao estudarem o efeito de extratos vegetais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, verificaram que todos os extratos testados apresentam propriedade antifúngica, diminuindo o crescimento micelial e a esporulação do fungo. Bonaldo *et al.* (2004), observaram que a germinação máxima de conídios de *Colletotrichum lagenaria* foi de 75 % na presença de extratos de *Eucalyptus citriodora* e Balbi-Peña *et al.* (2006), ao avaliarem o efeito de extratos brutos de *Curcuma longa*, verificaram inibição máxima de 38,2 % no crescimento micelial e de 87 % na esporulação de *Alternaria solani*.

Quando comparado ao controle, em todas as concentrações de proteína total do extrato de *S. polyphylla*, pode-se verificar uma diminuição no número de conídios das colônias do fungo, porém esta inibição não foi superior a 45 % ($80 \mu\text{g.mL}^{-1}$). Por outro lado, quando comparado à concentração $20 \mu\text{g.mL}^{-1}$, que inibiu apenas 15 %, ocorreu uma diferença significativa. Isso indica que, caso esse efeito ocasionado seja devido a inibidores presentes nesse extrato, a aplicação desses possíveis inibidores purificados poderá exercer um efeito bem mais significativo e em concentrações também bem menores que as testadas neste trabalho. Como mostra Yang *et al.* (2006), em que Psc-AFP, inibidor de tripsina isolado de sementes de *Psoralea corylifolia*, na concentração de 10 mM inibiu o crescimento micelial de *Alternaria brassicae*, *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum* e *Rhizoctonia cerealis*.

Muitos estudos demonstraram que inibidores de proteinases e lectinas apresentaram efeito contra fungos fitopatogênicos, seja na inibição do crescimento micelial, na esporulação, na morfologia e/ou germinação de esporos, como o estudo realizado por Pando (2001), em que inibidores de tripsina de *Crotalaria juncea* (CjTI), de *Crotalaria spectables* (CsTI), de *Bauhinia variegata var. candida* (BvcTI) e de *Phaseolus vulgaris* (PvTI) apresentaram efeito sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum graminicola* do sorgo.

O efeito das concentrações de proteína na esporulação do fungo mostrou que em $80 \mu\text{g.mL}^{-1}$ de proteína total, o extrato de *C. ferrea* var. *cearensis* apresentou uma menor inibição comparada com as outras concentrações, sendo ainda assim menor que o controle, bem como o extrato de *S. polyphylla* também apresentou menor inibição no crescimento da colônia em 40 e $80 \mu\text{g.mL}^{-1}$ e da esporulação na concentração $20 \mu\text{g.mL}^{-1}$. Resultados similares foram encontrados por Motoyoma *et al.* (2003) que ao avaliarem o efeito de extratos cítricos sobre *Colletotrichum*

lagenarium, observaram que em 10 ppm houve uma menor inibição do fungo comparado à inibição apresentada em 1 ppm e nas demais concentrações houve uma inibição crescente do fungo, chegando a 70 %. Esse comportamento pode ocorrer, devido ao fator genético das colônias, visto que cada colônia apresenta características genotípicas diferenciadas, podendo resultar na produção de hifas e esporos em quantidades distintas.

Efeito dos extratos sobre o crescimento micelial e a esporulação de Corynespora cassiicola

Os resultados dos extratos sobre o crescimento micelial e sobre a esporulação de *C. cassiicola* são apresentados nas figuras 25 e 26. Pode-se observar que houve diferença entre os tratamentos, porém sobre o crescimento micelial, apenas o extrato de *S. polyphylla* não apresentou efeito significativo. Por outro lado, a diminuição do crescimento micelial ocasionada pelos extratos de *C. ferrea* var. *cearensis* e *C. catenaeformis* só foi significativa a partir da concentração 20 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, não diferindo de 40 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ e 80 $\mu\text{g.mL}^{-1}$.

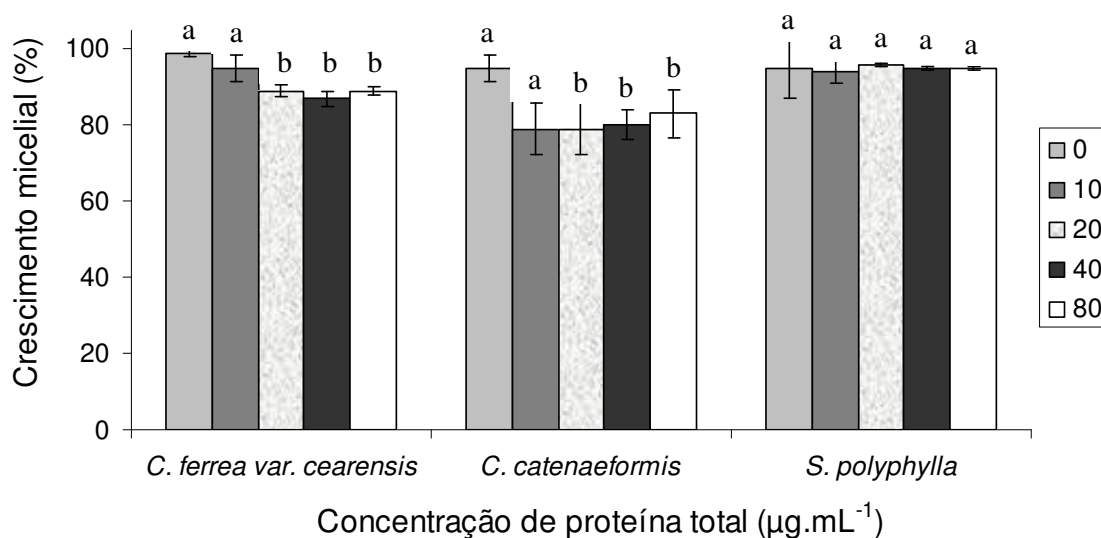


Figura 25 - Efeito dos extratos de *C. ferrea* var. *cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla* sobre o crescimento micelial de colônias de *C. cassiicola*. “0” Controle representado pelo crescimento fúngico em meio batata-dextrose-ágar sólido para crescimento micelial; As barras representam os desvios padrão (± 1). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% (n=30).

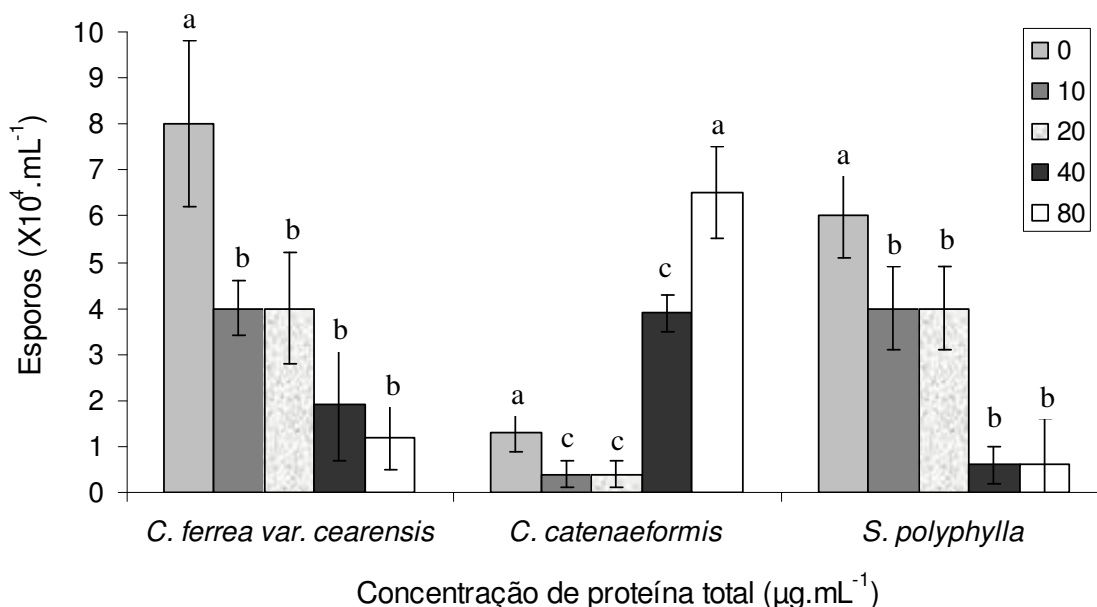


Figura 26 - Efeito dos extratos de *C. ferrea var. cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla* sobre a esporulação de colônias de *C. cassiicola*. “0” Controle representado pelo crescimento fúngico em meio batata-dextrose-ágar sólido para esporulação; As barras representam os desvios padrão (± 1). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% (n=30).

Quando comparado com o controle, o efeito dos extratos sobre a esporulação mostrou resultados satisfatórios, uma vez que a inibição máxima ocasionada pelos extratos de *C. ferrea var. cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla*, no número de esporos produzidos, foi em torno de 74 %, 68 % e 47 %, respectivamente. Porém entre os tratamentos com os extratos de *C. ferrea var. cearensis* e *S. polyphylla* não foi verificada diferença estatística.

Pode-se verificar ainda que a diminuição da esporulação do fungo foi crescente nas concentrações menores do extrato de *C. catenaeformis*, porém, a concentração 80 µg.mL⁻¹ não diferiu estatisticamente do controle. Provavelmente, nas condições experimentais do ensaio, fatores como a solubilidade e presença de espuma nas soluções do extrato quando acrescentados ao meio de cultura podem ter interferido no desenvolvimento da colônia.

Os extratos de *C. catenaeformis* e *C. ferrea var. cearensis* ocasionaram diminuição máxima do crescimento micelial do fungo de aproximadamente 20 % e

12 %, respectivamente. Estes resultados evidenciam a especificidade do efeito de cada extrato, uma vez que a curva de crescimento é um parâmetro que possibilita verificar os diferentes comportamentos miceliais dos fungos, representando os valores indicativos para o desenvolvimento micelial de cada espécie fúngica sob o efeito de cada concentração do extrato, como também outros fatores como meio de cultura, características do extrato e solventes, dentre outros fatores que possivelmente possam interferir na atividade antifúngica do extrato, como mostra o trabalho realizado por Aqil & Ahmad (2003), em que extratos de *Caesalpinia bonducella* inibiram o crescimento micelial de *Fusarium chlamydosporum*, *Rhizoctonia bataticola*, *Aspergillus niger* e *Alternaria alternata*.

Efeito dos extratos sobre o crescimento micelial e a esporulação de *Fusarium oxysporum*

A análise de variância do efeito dos extratos sobre o crescimento micelial e a esporulação de colônias de *F. oxysporum* apresentou diferença estatística entre os tratamentos. Estes resultados indicam que os três extratos testados apresentam efeito sobre o fungo, tanto sobre a estrutura vegetativa quanto reprodutiva (figuras 27 e 28).

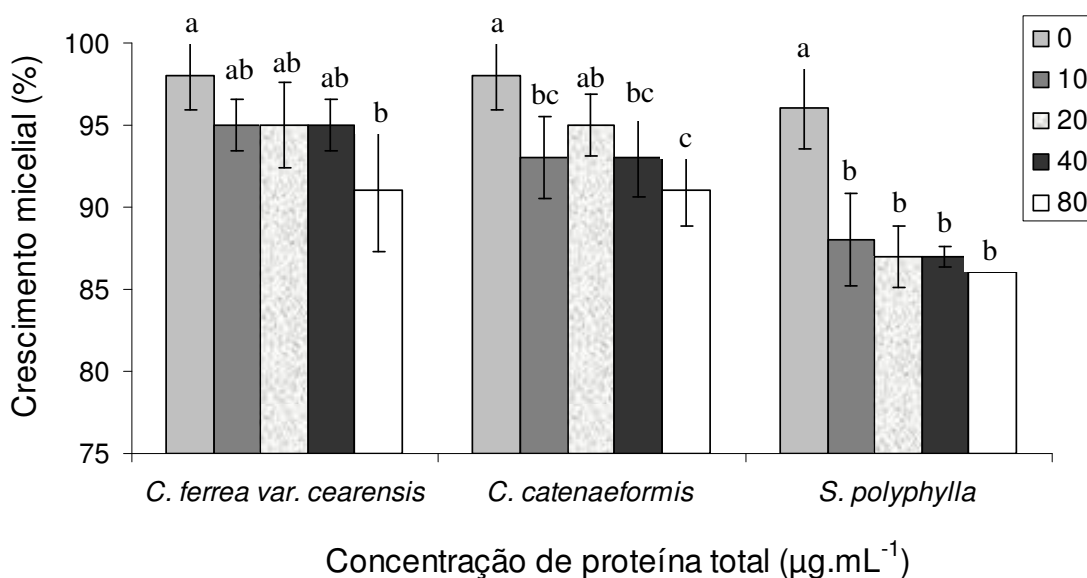


Figura 27 - Efeito dos extratos de *C. ferrea var. cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla* sobre o crescimento micelial de colônias de *F. oxysporum*. “0” Controle representado pelo crescimento fúngico em meio batata-dextrose-ágar sólido para crescimento micelial; As barras representam os desvios padrão (± 1). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% (n=30).

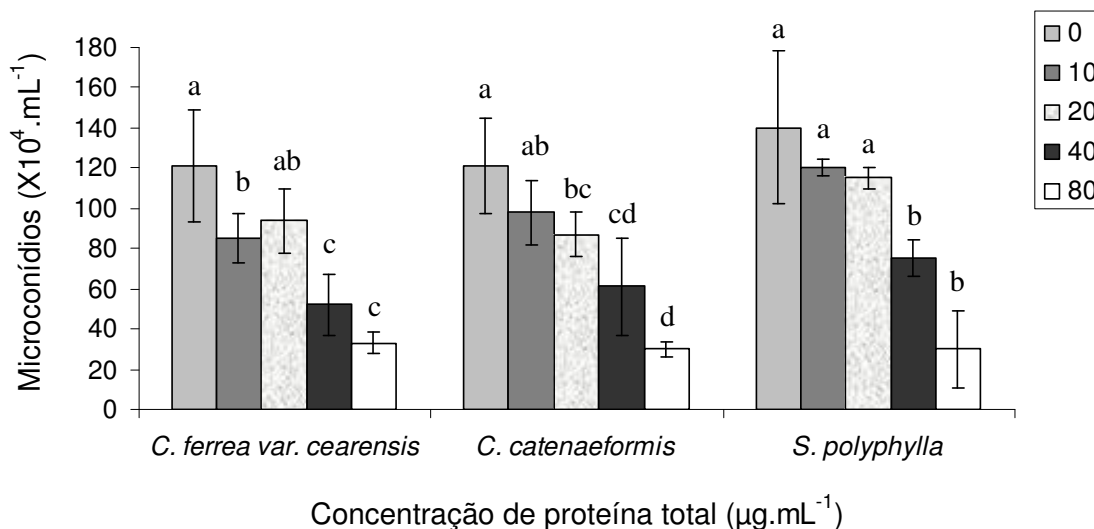


Figura 28 - Efeito dos extratos de *C. ferrea var. cearensis* , *C. catenaeformis* e *S. polyphylla* sobre a esporulação de colônias de *F. oxysporum*. “0” Controle representado pelo crescimento fúngico em meio batata-dextrose-ágar sólido para esporulação; As barras representam os desvios padrão (± 1). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% (n=30).

O efeito das concentrações de extrato de *C. ferrea var. cearensis* sobre o crescimento micelial do fungo, quando comparados com o controle, mostram que apenas a concentração 80 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ apresentou diferença, o que não ocorreu entre os tratamentos, indicando com isso que as concentrações de proteína total testadas não diferem quanto ao efeito sobre o crescimento das colônias. Apesar dessa concentração ter apresentado diferença significativa em relação ao controle, não se pode afirmar que a mesma seja melhor que as menores concentrações testadas, uma vez que inibiu apenas 7,4 % do crescimento da colônia.

Quanto ao efeito do extrato de *C. ferrea var. cearensis* sobre a esporulação, as concentrações 40 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ e 80 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ foram as que apresentaram melhor efeito na diminuição do número de microconídios do fungo, apresentando inibição aproximada de 57 % e 73 %, respectivamente.

De acordo com os resultados do efeito do extrato de *C. catenaeformis* sobre *F. oxysporum*, apesar de significativo, a inibição máxima do crescimento micelial foi

de aproximadamente 7,5 %, enquanto que o efeito sobre a esporulação apresentou uma inibição da produção de microconídios de 18 %, 28 %, 50 % e 75 % para as concentrações 10, 20, 40 e 80 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, respectivamente.

Por outro lado, o efeito do extrato de *S. polyphylla* sobre o crescimento da colônia foi de no máximo 10 % e a melhor concentração que ocasionou diminuição do número de microconídios das colônias em relação ao controle foi a 40 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, com diminuição de aproximadamente 47 %.

O inibidor de tripsina do milho, na concentração de 7,1 mM, inibiu o crescimento micelial e a esporulação de *Fusarium oxysporum* (Chen *et al.*, 1999). Um inibidor de feijão lima (lunatisin) apresentou inibição de 50 % em *F. oxysporum* na concentração de 1,9 mM (Wong & Ng, 2005). O inibidor de tripsina isolado da batata (Potamin-1) e o inibidor AFP-J inibiram o crescimento micelial de alguns fitopatógenos na concentração de 100 mM (Kim *et al.*, 2005; Park *et al.*, 2005).

Pando (2001) avaliou o efeito de inibidores de tripsina sobre *Fusarium sp* da cana-de-açúcar, demonstrando que CpTI e PvTI não apresentaram efeito no crescimento micelial das colônias, enquanto que CjTI e BvcTI além de diminuir o crescimento da colônia, também ocasionaram mudança sobre a morfologia do fungo, que apresentou diferença no arranjo e diminuição da concentração das hifas, quando comparado com o controle. Este estudo ainda mostrou que o inibidor de tripsina de soja estimulou o crescimento de hifas aéreas.

Fortes *et al.* (1999), realizaram um experimento em que avaliaram o efeito de Ecolife e *Allium sativum* nas concentrações de 500, 1.000, 5.000 e 10.000 ppm sobre o desenvolvimento de *Colletotrichum lindemuthianum* e *Fusarium oxysporum*. Os resultados mostraram que Ecolife na concentração de 10.000 ppm inibiu o crescimento micelial de *C. lindemuthianum* em 74 % e de *F. oxysporum* em 56 %.

Silva *et al.* (2005), ao avaliarem o efeito do extrato de *Pterodon emarginatus* sobre o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos, demonstram que o crescimento micelial de *Alternaria brassicae*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* e *Ceratocystis fimbriata* foi reduzido significativamente na presença do extrato, apresentando uma inibição de 70 %, 74 %, 62 % e 82 %, respectivamente.

Uma glicoproteína (EcV) isolada de *Enterolobium contortisiliquum* exerceu efeito inibitório sobre o crescimento e a germinação de esporos de *Fusarium solani* nas concentrações 10 e 20 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ (Moura *et al.*, 2007).

Efeito dos extratos sobre o crescimento micelial e a esporulação de Sclerotium rolfsii

Os efeitos dos extratos sobre o crescimento micelial (figura 29) de *S. rolfsii* diferiram estatisticamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade, exceto o extrato de *C. catenaeformis*. Em relação ao efeito na esporulação (figura 30) as concentrações de proteína dos extratos de *C. ferrea* var. *cearensis* e *C. catenaeformis* apresentaram efeito significativo, ao contrário de *S. polyphylla*, que não apresentou efeito.

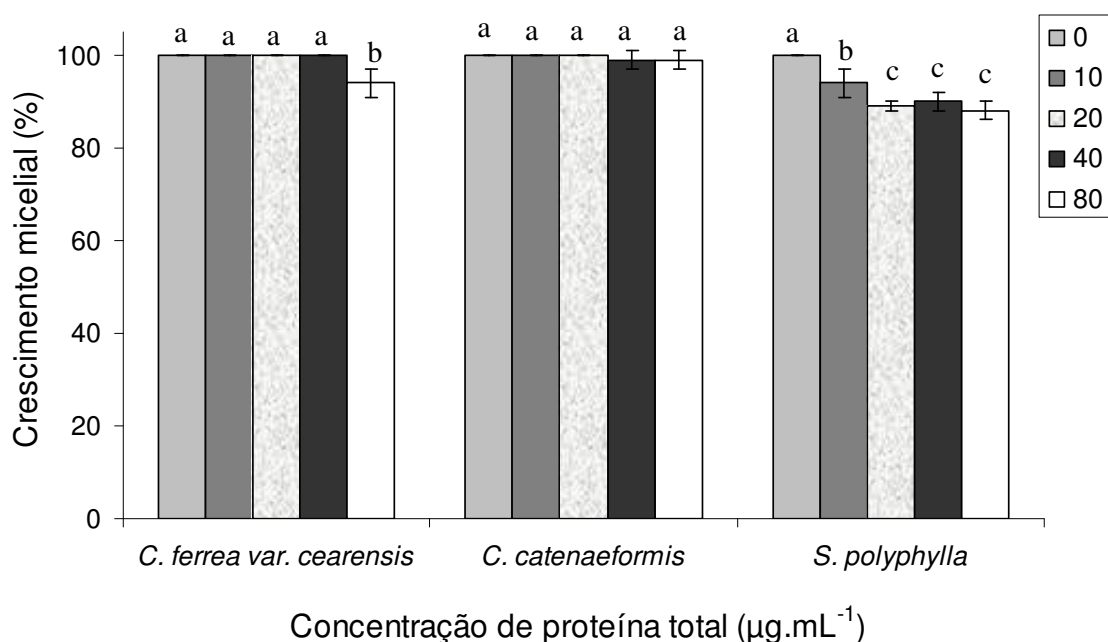


Figura 29 - Efeito dos extratos de *C. ferrea* var. *cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla* sobre o crescimento micelial de colônias de *S.rolfsii*. "0" Controle representado pelo crescimento fúngico em meio batata-dextrose-ágar sólido para crescimento micelial; As barras representam os desvios padrão (± 1). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% (n=30).

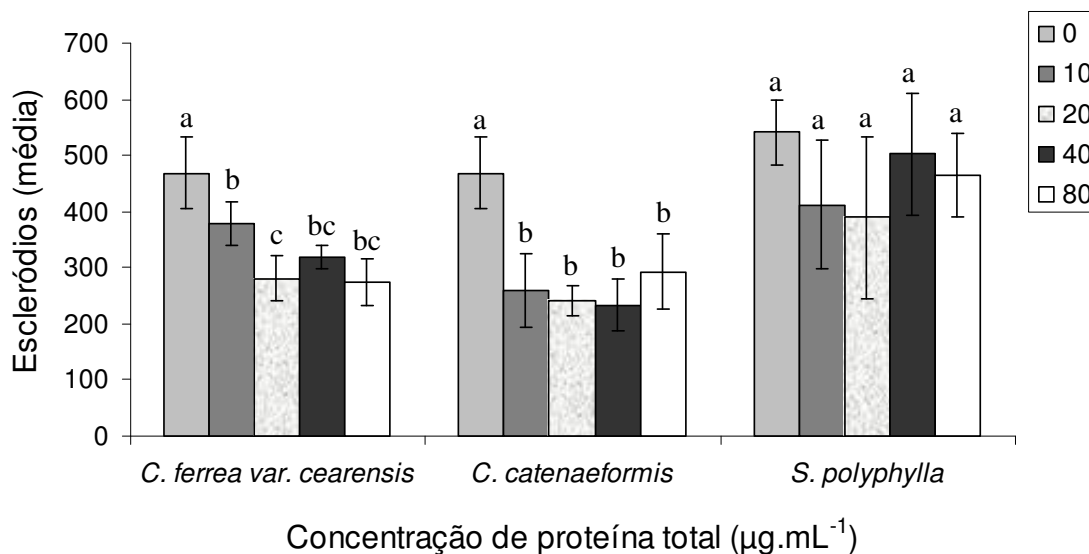


Figura 30 - Efeito dos extratos de *C. ferrea var. cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla* sobre a produção de escleródios de colônias de *S.rolfissii*. “0” Controle representado pelo crescimento fúngico em meio batata-dextrose-ágar sólido para esporulação; As barras representam os desvios padrão (± 1). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% (n=30).

Esses resultados evidenciam que cada extrato apresenta característica distinta diretamente associada à sua especificidade. Especificidade esta que pode ser relacionada às características próprias de cada subfamília, de cada gênero e de cada espécie, como em estudo realizado por Jesus (2003), em que diferentes concentrações (0, 1, 0,01 e 0,001 mg/ μ L) de extratos do ritidoma, da casca, do caule, dos frutos e das sementes de diferentes espécies de *Swartzia* (*S. argentea*, *S. laevicarpa*, *S. panacoco*, *S. polyphylla* e *S. sericea*) apresentaram diferença significativa entre as médias do crescimento micelial de fungos degradadores de madeira (*Pycnoporus sanguineus*, *Trametes villosa* e *Lenzites trabea*), sendo que *L. trabea* demonstrou ser mais sensível aos extratos testados, principalmente nas concentrações menores.

Exsteen *et al.* (2001) também realizaram um estudo em que extratos vegetais de onze espécies apresentaram efeito antifúngico contra sete fungos fitopatogênicos (*Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, *Botryosphaeria dothidea* e *Pythium ultimum*), diminuindo o crescimento micelial em aproximadamente 40 %, porém o extrato de *Eucomis*

autumnalis foi o mais efetivo, apresentando um efeito semelhante ao ocasionado por um fungicida sintético.

Cunico *et al.* (2003), demonstraram que extrato de *Ottonia martiana* exerceu inibição do crescimento micelial acima de 40 % de *Cylindrocladium spathulatum* em folhas de *Ilex paraguariensis* (erva-mate) e Fiori *et al.* (2000) observaram que as lectinas de *Dioclea violacea* foram mais eficientes em inibir a germinação de esporos de *Fusarium sp.*, *Puccinia sp.*, *Fusarium semitectum* e *Colletotrichum lagenarium*, enquanto que as lectinas de *Cratylia floribunda* proporcionaram maior inibição de *C. lagenarium*. Já Giudici *et al.* (2000), isolou uma proteína de flores de *Helianthus annuus* que apresentou completa inibição da germinação de ascósporos de *Sclerotinia sclerotiorum* na concentração de 5 µg.mL⁻¹ da proteína.

Vale ressaltar ainda que extratos vegetais podem atuar na redução de doenças e pragas ocasionadas nas plantas, a exemplo do LONLIFE, um produto natural à base de extratos cítricos, que na menor concentração testada, ocasionou redução significativa do diâmetro das colônias de *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium solani*, *Alternaria solani* e *Rhizoctonia solani* (Fortes *et al.*, 1997). Desta forma, *C. ferrea* var. *cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla* são espécies promissoras para a produção de produtos naturais que tenham o objetivo de controlar *S. rolfsii*, desde que outros ensaios comprovem a sua eficiência no controle deste patógeno.

6. CONCLUSÃO

Apenas os extratos de *C. ferrea* var. *cearensis* e *S. polyphylla* apresentaram inibidores específicos para tripsina bovina, podendo ser caracterizados como inibidores de serinoproteinases. Por outro lado, nos extratos de *C. catenaeformis* e *P. venosa* algumas frações apresentaram AHE, indicando que estas espécies podem conter lectinas em suas sementes, o que evidencia que as subfamílias Caesalpinoideae, Mimosoideae e Papilionoideae podem diferir quanto à presença e especificidade de inibidores de proteinases e lectinas.

Os extratos de *C. ferrea* var. *cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla* são promissores para futuros estudos relacionados a prospecção de fungicidas naturais, uma vez que diminuíram o crescimento micelial e a esporulação de *C. guaranicola*, *C. cassicola*, *F. oxysporum* e *S. rolfssi*.

Investimentos na purificação, isolamento, caracterização físico-química e biológica das frações parcialmente purificadas neste trabalho, podem contribuir para identificar as substâncias ativas responsáveis pela diminuição do crescimento micelial e da esporulação de *C. guaranicola*, *C. cassicola*, *F. oxysporum* e *S. rolfssi*.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aqil, F.; Ahmad, I. 2003. Broad-spectrum antibacterial and antifungal properties of certain traditionally used Indian medicinal plants. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 19(6): 653-657.
- Arai, S.; Matsumoto, I.; Abe, K. 1998. Phytocystatins and their target enzymes: From molecular biology to practical application: A review. *Journal of Food Biochemistry*, 22(4): 287-299.
- Argôlo, A.C.C.; Coelho, L.C.B.B.; Pletsch, M. 2005. Produção de Lectinas por culturas de raízes de *Bauhinia monandra* (Sabaceae). *Sociedade Brasileira de Química: Resumos*, (23): 786.
- Ayoama, H.; Cavagis, A.D.M.; Taga, E.M.; Ferreira, C.V. 2001. Endogenous lectin as possible regulator of the hydrolysis of physiological substrates by soybean seed acid phosphatase. *Phytochemistry*, 58(2): 221-225.
- Azzouz, H.; Cherqui, A.; Campan, E.D.M.; Rahbé, Y.; Duport, G.; Jouanin, L.; Kaiser, L.; Giordanengo, P. 2005. Effects of plant proteinase inhibitors, oryzacystatin I and soybean Bowman-Birk inhibitor, on the aphid *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera, Aphididae), and its parasitoid *Aphelinus abdominalis* (Hymenoptera, Aphelinidae). *Journal of Insect Physiology*, (51): 75-86.
- Balbi-Peña, M.I.; Becker, A.; Stangarlin, G.F.; Lopes, M.C.; Schwan-Estrada, K.R.F. 2006. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Curcuma longa* e curcumina – I. Avaliação in vitro. *Fitopatologia Brasileira*, 31(3): 310-314.
- Balestrazzi, A.; Confalonieri, M.; Odoardi M.; Ressegotti, V.; Allegro G.; Tava A.; Carbonera D. 2004. A trypsin inhibitor cDNA from a novel source, snail medic (*Medicago scutellata* L.): cloning and functional expression in response to wounding, herbivore, jasmonic and salicylic acid. *Plant Science*, 167: 337-346.
- Barreto, M. 1997. Doenças do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A.; Rezende, J. A. M. (Eds). *Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas*, v.2. Universidade de

- São Paulo/Escola Superior de agricultura "Luiz de Queiroz, São Paulo, SP. p. 65-77.
- Barrett, A.J. 1986. The classes of proteolytic enzymes. *In: Dalling, M.J., (ed.). Plant Proteolytic Enzymes*, v. 1, Florida: CRC Press, p. 1-6.
- Belitz, H.D.; Weder, J.K.P. 1990. Protein inhibitor of hydrolases in plant foodstuffs. *Food Reviews International*, 6(2): 151-211.
- Bentes, J.L.S.; Barreto, R.W. 2004. Reavaliação taxonômica de *Colletotrichum guaranicola* Albuq. agente causal da antracnose do guaranazeiro. *Acta Amazônica*, 34(1): 129-131.
- Berg, J.M.; Tymoczko, J.L.; Stryer, L. 2004. *Bioquímica*. 5a edição. Guanabara Koogan S. A. p. 43-118.
- Bezerra, D.P.; Leite, K.B.; Aragão, K.S.; Nagano, C.S.; Nascimento, K.S.; Goersch, G.V.; Gadelha, C.A.A.; Nunes, E.P.N.; Cavada, B.S. 2005. Caracterização bioquímica de uma lectina presente em sementes de *Machaerium acutifolium* (Leguminosae, Papilionoideae-Dalbergaceae). *54º Congresso Nacional de Botânica e 3º reunião amazônica de Botânica*, Belém/ PA, (1): R0062.
- Bhattacharyya, A.; Mazumdar, S.; Leighton, S.M.; Babu, C.. 2006. A Kunitz proteinase inhibitor from *Archidendron ellipticum* seeds: purification, characterization, and kinetic properties. *Phytochemistry*, 67: 232-241.
- Birk, Y. 1985. The Bowman-Birk inhibitor Trypsin-and and chymotrypsin-inhibitor from soybeans. *International Journal of Peptide and Protein Research*, 25(2): 113-131.
- Birk, Y. 1996. Protein proteinase inhibitors in legume seeds-overview. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 44(4): 26S-30S.
- Bode, W.; Huber, R. 1992. Proteinase-protein inhibitor interaction. *Biomedica Biochimica Acta*, 50:437-446.
- Bode, W.; Huber, R. 2000. Structural basis of the endoproteinase-protein inhibitor interaction. *Biochimica et Biophysica Acta*, (1477): 241-252.
- Boleti, A.P.A. 2003. Isolamento, caracterização físico-química e estudo da atividade inseticida e fungicida da lectina de sementes de *Pouteria torta* (Mart.) Radlk. Tese

- de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas/Instituto de Biologia, Campinas, São Paulo. 117p.
- Bonaldo, S.M.; Schwan-Estrada, K.R.F.; Stangarlin, J.R.; Tessmann, D.J.; Scapim, C.A. 2004. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de pepino contra *Colletotrichum lagenaria* pelo extrato aquoso de *Eucalyptus citriodora*. *Fitopatologia Brasileira*, 29: 128-134.
- Bueno, F.; Lucca, L.L.; Collaziol, D.; Farias, F.M.; Vozári-Hampe, M.M. 2004. Propriedades biológicas da lectina de *Mikania laevigata*. *XVI Salão de Iniciação Científica e XIII Feira de Iniciação Científica: Sessões temáticas - Ciências Biológicas*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul., RESUMO 1:338.
- Calderon, L.A.; Teles, R.C.L.; Leite, J.R.S.A.; Block, C.Jr.; Astolfi-Filho, S.; Freitas, S.M. 2001. Serine protease inhibitors from Amazon Leguminosae seeds: purification and preliminary characterization of two chymotrypsin inhibitors from *Inga umbratica*. *Protein and Peptide Letters*. 8(6): 485-493.
- Campos, J.E.; Martinez-Gallardo, N.; Mendiola-Olaya, E.; Blanco-Labra, A. 1997. Purification and partial characterization of a proteinase inhibitor from therapy bean (*Phaseolus acutifolius*) seeds. *Journal of Food Biochemistry*, 21: 203-218.
- Capobianco, J.P.R; Veríssimo, A.; Moreira, A.; Santos, I.; Pinto, L.P. & Sawyer. D. 2001. *Biodiversidade na Amazônia Brasileira*. Manaus, AM. Editora Estação Liberdade, 544p.
- Carlini, C.R.; Grossi-de-Sá, M.F. 2002. Plant toxic proteins with insecticidal properties. A review on their potentialities as bioinsecticides. *Toxicon*, 40: 1515-1539.
- Casaretto, J.A.; Zuniga, G.E.; Corcuera, L.J. 2004. Abscisic acid and jasmonic acid affect proteinase inhibitor activities in barley leaves. *Journal of Plant Physiology*, 161(4): 389-396.
- Cavada, B.S.; Madeira, S.V.F.; Calvete, J.J.; Souza, L.A.G.; Bonfim, L.R.; Dantas, A.R.; Lopes, M.C.; Grangeiro, T.B.; Freitas, B.T.; Pinto, V.P.T.; Leite, K.B.; Ramos, M.V. 2000. Purification, chemical, and immunochemical properties of a new lectin from Mimosoideae (*Parkia discolor*). *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 30(4): 271-280.

- Cavada, B.S.; Marinho, E.S.; Souza, E.P.; Benevides, R.G.; Delatorre, P.; Souza, L.A.G.; Nascimento, K.S.; Sampaio, A.H.; Moreno, F.B.M.B.; Rustiguel, J.K.R.; Canduri, F.; Azevedo Jr., W.F. de.; Debray, H. 2006. Purification, partial characterization and preliminary X-ray diffraction analysis of a mannose-specific lectin from *Cymbosema roseum* seeds. *Acta Crystallographica Section F: Structural Biology and Crystallization Communications*, F62: 235-237.
- Cavada, B.S.; Santi, T.; Gadelha, C.A.A.; Grangeiro, T.B.; Neto, M.A.; Nunes, E.P.; Galvani, F.R. 1996. Bases quimiotaxonômicas para diferenciação dos taxónes *Acacia caven* (Mol.) Mol. e *Acacia farnesiana* (L.) Willdenow (Leguminosae, Mimosoideae). *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, 2/3(1): 78-83.
- Cavalcanti, M.S.M.; Oliva, M.L.V.; Fritz, H.; Jochum, M.; Mentele, R.; Sampaio, M.; Coelho, L.; Batista, I.F.C.; Sampaio, C.A.M. 2002. Characterization of a Kunitz trypsin inhibitor with one disulfide bridge purified from *Swartzia pickellii*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 291: 635-639.
- Chandra, N.R.; Kumar, N.; Jeyakani, J.; Singh, D.D.; Gowda, S.B.; Prathima, M.N. 2006. Lectindb: a plant lectin database. *Glycobiology*, 16 (10): 938-946.
- Chen, Z.Y.; Brown, R.L.; Russin, J.S.; Lax, A.R.; Cleveland, T.E. 1999. A corn trypsin inhibitor with antifungal act inhibits *Aspergillus flavus* alpha-amylase. *Phytopathology*, 89(10): 902-907.
- Chevreuril, L.R. 2007. *Caracterização de proteínas com AHE em sementes de Sesbania exasperata H. B. K. e de Tachigali plumbea Ducke*. Monografia, Universidade Estadual do Amazonas/Escola Superior de Tecnologia/Curso de Engenharia Florestal, Manaus, Amazonas. 38p.
- Chrispeels, M.J.; Raikhei, N.V. 1991. Lectins, lectin genes, and their role in plant defense. *The Plant Cell*, 3: 1-9.
- Chumkhunthod, P.; Rodtong, S.; Lambert, S.J.; Fordham-Skelton, A.P.; Rizkallah, P.J.; Wilkinson, M.C.; Reynolds, C.D. 2006. Purification and characterization of an N-acetyl-D-galactosamine-specific lectin from the edible mushroom *Schizophyllum commune*. *Biochimica et Biophysica Acta-General Subjects*, 1760(3): 326-332.
- Clay, J.W.; Sampaio, P.T.B.; Clement, C.R. 2000. *Biodiversidade Amazônica:*

- exemplos e estratégias de utilização*. 1 ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico. Manaus, Amazonas. 409p.
- Coelho, M.B.; De Souza, I.A.; Freire, M.G.; Marangoni, S.; Antunes, E.; Macedo, M.L. 2006. Neutrophil migration in mice induced by a mannose-binding lectin isolated from *Annona coriacea* seeds. *Toxicon*, 48: 529-535.
- Coelho, M.B.; Freire, M.G.M.; Toyama, M.H.; Marangoni, S.; Novello, J.C.; Macedo, M.L.R. 2003. Purification and characterization of a lectin from *Annona coriacea* seeds. *Protein and Peptide Letters*, 10: 154-173.
- Conrath, U.; Thulke, O.; Schwindling, S.; Kohler, A. 2001. Priming as a mechanism in induced systemic resistance of plants. *European Journal of Plant Pathology*, 107(1): 113-119.
- Corrêa, M. P. 1984. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*, v. II. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, RJ, 707 p.
- Cunico, M.M.; Miguel, O.G.; Miguel, M.D.; Carvalho, J.L.S.; Peitz, C.; Auer, C.G.; Grigoletti Júnior, A. 2003. Efeito da atividade antifúngica de *Ottonia martiana* Miq., Piperaceae: um teste *in vivo*. *Visão Acadêmica*, 4(2): 77-82.
- Czapla, T.H.; Lang, B.A. 1990. Effect of pant-lectins on the larval development of European corn-borer (Lepidoptera, Pyralidae) and southern corn-rootworm (Coleoptera, Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*, 83(6): 2480-2485.
- Damico, D.C.S.; Freire, M.G.M.; Gomes, V.M.; Toyama, M.H.; Marangoni, S.; Novello, J.C.; Macedo, M.L.R. 2003. Isolation and characterization of a lectin from *Annona muricata* seeds. *Journal of Protein Chemistry*, 22(7-8): 655-661.
- Datta, K.; Usha, R.; Dutta, S.K.; Singh, M. 2001. A comparative study of the winged bean protease inhibitors and their interaction with proteases. *Plant Physiology and Biochemistry*, 39: 949-959.
- Dias, F.L. 1993. Estudo da genotoxicidade *in vivo* e *in vitro* dos cercaricidas naturais óleo de sucupira e cremantina em células de mamíferos. Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, São Paulo, 105p.
- Dornelas, M.C.; Rodriguez, A.P.M. 2005. The rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell.

- Arg.) homologue of the Leafy/Floricaula gene is preferentially expressed in both male and female floral meristems. *Journal of Experimental Botany*, 56(417):1965-1974.
- Elden, T.C. 2000. Influence of a cysteine proteinase inhibitor on alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) growth and development over successive generations. *Journal of Entomological Science*, 35(1): 70-76.
- Exsteen, B.D.; Pretorius, J.C.; Nieuwoudt, T.D.; Zietsman, P.C. 2001. Mycelial growth inhibition of plant pathogenic fungi by extracts of South African plant species. *Ann. Appl. Biol*, 139: 243-249.
- Fearnside, P.M. 2003. *A Floresta Amazônica nas Mudanças Globais*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 134p.
- Fiori, A.C.G. 2000. Atividade de lectinas sobre a germinação de esporos e indução de fitoalexinas. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 25: 374. Resumo n. 266.
- Fitches, E.; Gatehouse, J.A. 1998. A comparison of the short and long term effects of insecticidal lectins on the activities of soluble and brush border enzymes of tomato moth larvae (*Lacanobia oleracea*). *Journal Insect Physiology*. 44: 1213-1224.
- Fortes, N.L.P. 1997. O efeito de Lonlife sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium solani*, *Alternaria solani* e *Rhizoctonia solani*. *XXX Congresso Brasileiro de Fitopatologia*, Poços de Caldas, Minas Gerais, v.1. p.39-40.
- Fortes, N.L.P. 1999. Ação de extratos vegetais no controle *in vitro* de *Colletotrichum lindemuthianum* e *Fusarium oxysporum*. *XXXII Congresso Brasileiro de Fitopatologia*, v. 24: p. 211-380.
- Franco, O.L.; Dias, S.C.; Magalhães, C.P.; Monteiro, A.C.S.; Bloch Jr., C.; Melo, F.R.; Oliveira-Neto, O.B.; Monnerat, R.G.; Grossi-de-Sá, M.F. 2004. Effects of soybean Kunitz trypsin inhibitor on the cotton boll weevil (*Anthonomus grandis*). *Phytochemistry*, 65: 81-89.
- Freire, M.G.M.; Gomes, V.M.; Corsini, R.E.; Machado, O.L.T.; De Simone, S.G.; Novello, J.C.; Marangoni, S.; Macedo, M.L.R. 2002. Isolation and partial characterization of a novel lectin from *Talisia esculenta* seeds that interferes with

- fungal growth. *Plant Physiology Biochemistry*, 40: 61-68.
- Frokiaer, H.; Horlyck, L.; Sorensen, S.; Sorensen, H. 1994. Immunoaffinity chromatography purification and characterization of pea trypsin-inhibitors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 66(1): 61-69.
- Gadelha, C.A.A.; Moreno, F.B.M.B.; Santi-Gadelha, T.; Cajazeiras, J.B.; Rocha, B.A. M.; Assreuy, A.M.S.; Mota, M.R.L.; Pinto, N.V.; Meireles, A.V.P.; Borges, J.C.; Freitas, B.T.; Canduri, F.; Souza, E.P.; Delatorre, P.; Criddle, D.N.; Azevedo Jr., W.F.; Cavada, B.S. 2005. Native crystal structure of a nitric oxide-releasing lectin from the seeds of *Canavalia maritima*. *Journal of Structural Biology*, 152: 185-194.
- Gatehouse, A.M.R.; Powell, K.S.; Peumans, W.J.; Van Damme, E.J.M.; Gatehouse, J.A. 1995. Insecticidal properties of plant lectins: their potential in plant protection. *In: Pusztai, A.; Bardocz, S. Lectins: Biomedical Perspectives*. London: Francis & Taylor, p. 35-57.
- Gentry, A.H. 1993. To the families and genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes on herbaceous taxa. The University of Chicago Press, 508-509p.
- Giudici, A.M.; Regente, M.C.; La Canal, L. de. 2000. A potent antifungal protein from *Helianthus annuus* flowers is a trypsin inhibitor. *Plant Physiology Biochemistry*, 38: 881-888.
- Goldstein, I.J.; Poretz, R.D. 1986. Isolation, physicochemical characterization and carbohydrate-binding specificity of lectins. *In: Sharon, N. and Goldstein, I. J. The lectins: Properties, Functions and Applications in Biology and Medicine*. Liemer, Orlando, Florida: Academic Press, 33-248.
- Gonçalves, J.F.C.; Fernandes, A.V.; Oliveira, A.F.M.; Rodrigues, L.F.; Marengo, R.A. 2002. Primary metabolism components of seeds from Brazilia Amazon tree species. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 14: 139-142.
- Graham, J.S.; Ryan, C.A. 1981. Accumulation of a metallo-carboxypeptidase inhibitor in leaves of wounded potato plants. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 101(4): 1164-1170.
- Grangeiro, T.B.; Cavada, B.S. 1996. *Clonagem, sequenciamento e expressão do gen da lectina (Com Br) de sementes de Canavalia brasiliensis*. Tese de

- Doutorado em Bioquímica e Biologia Molecular. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 133p.
- Hahn, M.G. 1996. Microbial elicitors and their receptors in plants. *Annual Review of Phytopathology*, 34: 387-412.
- Hahn, M.G.; Cheong, J.J.; Alba, R.; Enkerli, J.; Côté, F. 1993. Oligossacharide elicitors: structure and recognition. *In: International Conference of European Foundation for Plant Pathology. 2., Strasbourg. Proceedings.* Dordrecht: Kluwer Academic, 99-116p.
- Haq, S.K.; Atif, S.M.; Khan, R.H. 2004. Protein proteinase inhibitor genes in combat against insects, pests, and pathogens: natural and engineered phytoprotection. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 431: 145-159.
- Haq, S.K.; Atif, S.M.; Khan, R.H. 2005. Biochemical characterization, stability studies and N-terminal sequence of a bi-functional inhibitor from *Phaseolus aureus* Roxb. (Mung bean). *Biochimie*, 87: 1127-1136.
- Hartl, P.M.; Tan-Wilson, A.L.; Wilson, K.A. 1986. Proteolysis of Kunitz soybean trypsin inhibitor during germination. *Phytochemistry*, 25: 23-26.
- Heinrich, E.L.; Welty, L.A.Y.; Banner, L.R.; Oppenheimer, S.B. 2005. Direct targeting of cancer cells: A multiparameter approach. *Acta Histochemica*, 107: 335-344.
- Henz, G.P.; Lopes, C.A. 2000. Doenças das apiáceas. *In: Zambolim, L.; Jaccoud Filho, D. S. (Eds). Controle de doenças de plantas hortaliças, v.2.* Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, p. 483-485.
- Herrera-Estrella, L. 1999. Transgenic plants for tropical regions: some considerations about their development and their transfer to the small farmer. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 96: 5978-5981.
- Heywood, V.H. 1971. The Leguminosae – a systematic purview. *In: Harbone, J. B.; Bouter, D. and Turner B. L. (eds.). Chemotaxonomy of the Leguminosae, v.1-29.* Academic Press, London and New York.
- Higuchi, M.I.G.; Higuchi, N. 2004. *A Floresta Amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental.* Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasília: CNPq, Manaus, Amazonas, 146p.

- Honée, G. 1999. Engineered resistance against fungal plant pathogens. *European Journal of Plant Pathology*, 105: 319-326.
- Iamauti, M.T.; Salgado, C.L. 1997. Doenças da alfafa (*Medicago sativa* L.). In: Kimati, H., Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A.; Rezende, J. A. M. (Eds). *Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivada*, v.2. Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, SP, p. 26-32.
- Inanaga, H.; Kobayasi, D.; Kouzuma, Y.; Aoki-Yasunaga, C.; Iiyama, K.; Kimura, M. 2001. Protein engineering of novel proteinase inhibitors and their effects on the growth of *Spodoptera exigua* larvae. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 10: 2259-2264.
- Isidro, R.; Sales, F.J.M.; Cavada, B.S.; Grangeiro, T.B.; Moreira, R.A. 2001. Ação de lectina de sementes de *Canavalia* *brasiliensis* Mart. sobre o comportamento da saúva do Nordeste (*Atta opaciceps* Borgmeier). *Revista da Faculdade de Agronomia*, 27: 77-86.
- IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry. 2007. *Nomenclature and Symbolism for Amino Acids and Peptides*. Disponível em <http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/AminoAcid/>. Acesso em 10/05/2007.
- Jaccoud Filho, D.S.; Zambolim, L. 2000. Doenças de pós-colheita em alho e cebola. In: Zambolim, L.; Jaccoud Filho, D. S. (Eds). *Controle de doenças de plantas hortaliças*, v.1. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, p. 131-150.
- Jacobson, R. L.; Doyle, R. J. 1996. Lectin-parasite interactions. *Parasitology*, 12: 55-61.
- Jesus, M.A. 2003. Efeito dos extratos obtidos de *Swartzia argentea* Spruce ex Benth., *S. laevicarpa* Amshoff, *S. panococo* (Aublet) Cowan, *S. polyphylla* DC. e de *S. sericea* Vogel da Amazônia Central sobre fungos degradadores de madeira. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Rio Claro, São Paulo. 97 p.
- Jordão, B.P. ; Lehane, M.J. ; Terra, W.R. ; Ribeiro, A.F. ; Ferreira, C. 1996. An immunocytochemical investigation of trypsin secretion in the midgut of the

- stablefly, *Stomoxys calcitrans*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 26(5) : 445-453.
- José, M.O.M.A. 2002. Inibidores de proteinase do tipo Bowman-Birk: evolução molecular, expressão na superfície de fagos filamentosos e seu papel na interação planta-inseto. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo, 108p.
- Kennedy, J.F.; Palva, P.M.G.; Corella, M.T.S.; Cavalcanti, M.S.M.; Coelho, L.C.B.B. 1995. Lectins, versatile proteins of recognition: a review. *Carbohydrate Polymers*, 26(3): 219-230.
- Khang, N. Q. ; Jean-Luc, G. ; Johan, H. 1990. A blood group A specific lectin from the seeds of *Crotalaria striata*. *Biochemical Biophysical Acta*, 1033 : 210-213.
- Kim, J-Y.; Park, S-C.; Kim, M-H.; Lim, H-T.; Park, Y.; Hahm, K-S. 2005. Antimicrobial activity studies on a trypsin-chymotrypsin protease inhibitor obtained from potato. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 330: 921-927.
- Kim, M-H.; Park, S.C.; Kim, J-Y.; Lee, S.Y.; Lim, H-T.; Cheong, H.; Hahm, K-S.; Park, Y. 2006. Purification and characterization of a heat-stable serine protease inhibitor from the tubers of new potato variety "Golden Valley". *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 346: 681-686.
- Koiwa, H.; Bressan, R.A.; Hasegawa, P. M. 1997. Regulation of proteinase inhibitors and plant defense. *Trends in plant Science: Review*, 2(10): 379-384.
- Krauchenco, S.; Pando, S.C.; Marangoni, S.; Polikarpov, I. 2003. Crystal structure of the Kunitz (STI)-type inhibitor from *Delonix regia* seeds. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 312: 1303-1308.
- Kuroda, M.; Ishimoto, M.; Suzuki, K.; Kondo, H.; Abe, K.; Kitamura, K.; Arai, S. 1996. Oryzacystatins exhibit growth-inhibitor and lethal effects on different species of bean insect pests, *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera) and *Riptortus clavatus* (Hemiptera). *Bioscience biotechnology and biochemistry*, 60 (2):209-212.
- Labanca, E.R.G. 2002. *Purificação parcial de elicitores presentes em Saccharomyces cerevisiae: atividade como indutores de resistência em pepino (Cucumis sativus) contra Colletotrichum lagenarium e da síntese de gliceolinas em soja (Glycine max)*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São

- Paulo/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo, 107p.
- Ladeira, H.P. 2002. *Quatro décadas de Engenharia Florestal no Brasil*. Sociedade de Investigações Florestais, Universidade Federal de Viçosa. Suprema Gráfica Editora Ltda. Viçosa, Minas Gerais, 207p.
- Laemmli, U.K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227: 680-685.
- Lam, S.K.; Ng, T.B. 2001. First simultaneous isolation of a ribosome inactivating protein and an antifungal protein from a mushroom (*Lyophyllum shimeji*) Together with evidence for synergism of their antifungal effects. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 393:271-280.
- Laskowski, M.; Qasim, M.A. 2000. What can the structures of enzyme-inhibitor complexes tell us about the structures of enzyme substrate complexes? *Biochemical et Biophysica Acta-protein Structure and Molecular Enzymology*, 1477(1-2): 324-337.
- Latha, V.L.; Rao, R.N.; Nadimpalli, S.K. 2006. Affinity purification, physicochemical and immunological characterization of a galactose-specific lectin from the seeds of a *Dolichos lablab* (Indian lablab beans). *Protein Expression and Purification*, 45: 296-306.
- Lawrence, P.K.; Koundal, K.R. 2002. Review: Plant protease inhibitors in control of phytophagous insects. *EJB Electronic Journal of Biotechnology*, 5(1): 1-17.
- Ledoigt, G.; Griffaut, B.; Debiton, E.; Vian, C.; Mustel, A.; Evray, G.; Maurizis, J-C.; Madelmont, J-C. 2006. Analysis of secreted protease inhibitors after water stress in potato tubers. *International Journal of Biological Macromolecules*, 38: 268-271.
- Leite, S.P.; Leite, A.C.R.; Silva, M.B.R.; Paiva, P.M.G.; Lima, E.E.O.; Coelho, L.C.B.B.; Lima, V.L.M. 2002. *Atividade lectínica em folhas de Indigofera suffruticosa*. Universidade Federal do Ceará, p. 1-4.
- Liao, H.; Ren, W.; Kang, Z.; Jiang, J-H.; Zhao, X-J.; Du, F. 2007. A trypsin inhibitor from *Cássia obtusifolia* seeds: isolation, characterization and activity against *Pieris rapae*. *Biotechnology Letters*, 29(4): 653-658.
- Liener, I.E. 1994. Implications of antinutritional components in soybean foods.

- Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34(1): 31-67.
- Loris, R. 2002. Principles of structures of animal and plant lectins. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1572: 198-208.
- Loris, R.; Hamelryck, T.; Bouckaert, J.; Wyns, L. 1998. Legume lectin structure. *Biochemical Biophysical Acta*, 1838: 9-36.
- Loureiro, A.A.; Rodrigues, W.A. 1975. Estudo anatômico da madeira do gênero *Swartzia* (Leguminosae) da Amazônia - I. *Acta Amazônica*, 5(1): 79-86.
- Loureiro, A.A.; Silva, M.F.; Alencar, J.C. 1977. *Essências Madeireiras da Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Manaus, Amazonas, v. 1, 313p.
- Lowry, O.H.; Rosebrough, N.J.; Farr, A.L.; Randall, R.J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193(1): 265-275.
- Lu, X.F.; Xia, Y.X.; Pei, Y. 1998. Roles of plant proteinase inhibitors in the resistance of plant against insects and pathogens. *Progress in Biochemistry and Biophysics*, 25(4): 328-333.
- Macedo, M.L.R.; Damico, D.C.S.; Freire, M.G.M.; Toyama, M.H.; Marangoni, S.; Novello, J.C. 2003. Purification and characterization of an N-Acetylglucosamine-binding lectin from *Koelerutera paniculata* seeds and its effect on the larval development of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 2980-2986.
- Macedo, M.L.R.; Freire, M.G.M.; Cabrini, E.C.; Toyama, M.H.; Novello, J.C. Marangoni, S. 2003. A trypsin inhibitor from *Peltophorum dubium* seeds active against pest proteases and its effect on the survival of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Biochimica et Biophysica Acta (Elsevier)*, 1621:170-182.
- Macedo, M.L.R.; Freire, M.G.M.; Novello, J.C.; Marangoni, S. 2002. *Talisia esculenta* lectin and larval development of *Callosobruchus maculatus* and *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Biochimica et Biophysica Acta (Elsevier)*, 1571(2): 83-88.
- Mancini Filho, J.; Lajolo, F.M.; Vizeu, D.M. 1979. Lectins from red Kidney beans: radiation effect on agglutinating and mitogenic activity. *Journal of Food Science*,

44(4): 1194-1196.

- Mann, K.; Farias, C.M.S.A.; Del Sol, F.G.; Santos, C.F.; Grangeiros, T. B.; Nagano, C.S.; Cavada, B.S.; Calvete, J.J. 2001. The amino-acid sequence of the glucose/mannose-specific lectin isolated from *Parkia platycephala* seeds reveals three tandemly arranged jacalin-related domains. *European Journal of Biochemistry*, 268: 4414-4422.
- Marcellino, L. H. 2002. Proteínas de reserva de plantas: caracterização e estudos de expressão gênica. Universidade de Brasília/DF. Tese (Doutorado).
- Mares, M.; Meloun, B.; Pavlik, M.; Kostks, V.; Baudys, M. 1989. Primary structure of cathepsin-D inhibitor from potatoes and its structure relationship to soybean trypsin-inhibitor family. *FEBS Letters*, 251(1-2): 94-98.
- Maringoni, A.C. 1997. Doenças do aspargo (*Asparagus officinalis* L.). In: Kimati, H., Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A.; Rezende, J. A. M. (Eds). *Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas*, vol. 2., Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", São Paulo, SP, p.100-104.
- Mello, G.C.; Desouza, I.A.; Marangoni, S.; Novello, J.C.; Antunes, E.; Macedo, M.L.R. 2006. Oedematogenic activity induced by Kunitz-type inhibitors from *Dimorphandra mollia* seeds. *Toxicon*, 47: 150-155.
- Métraux, J.P. 2001. Systemic acquired resistance and salicylic acid: current state of knowledge. *European Journal of Plant Pathology*, 107(1): 13-18.
- Mikola, J. 1983. Proteinases, peptidases and inhibitors of endogenous proteinases. In Germinating seeds. In: Daussant, J.; Mossé, J.; and Vaughan, J. (eds.). *Seeds proteins: Annual proceedings of the phytochemical society of Europe Academic Press*, p.35-51.
- Miller, E.A.; Lee, M.C.S; Atkinson, A.H.; Anderson, M.A. 2000. Identification of a novel four-domain member of the proteinase inhibitor II family from the stigmas of *Nicotiana glauca*. *Plant Molecular Biology*, 42(2): 329-333.
- Moore, J.G.; Fuchs, C.A.; Hata, Y.S.; Hicklin, D.J.; Colucci, G.; Chrispeels, M.J.; Feldman, M. 2000. A new lectin in red kidney beans called PvFRIL stimulates proliferation of NIH3T3 cells expressing the FIT3 receptor. *Biochimica et*

- Biophysica Acta*, 1475: 216-224.
- Moraes, M.G. 1998. Mecanismos de resistência sistêmica adquirida em plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, 6: 261-284.
- Moreira, R.A.; Cavada, B.S.; Oliveira, J.T.A.; Ainouz, I.L. 1990. Plant lectins. *Proceeding of the first Brazilian congress on proteins – COBRAP*, 90: 73-96.
- Mosolov, V.V.; Valueva, T.A. 2005. Proteinase inhibitors and their function in plants: a review. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 41(3): 227-246.
- Mota, C.G. 2000. *Biologia reprodutiva de Virola surinamensis (Rol.) Warb.* Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, Pará.
- Motoyoma, M.M.; Schuwan-Estrada, K.R.F.; Stargarlin, J.R.; Fiori-Tutida, A.C.G.; Scapim, C.A. 2003. Indução de fitoalexinas em soja e em sorgo e feito fungitoxico de extratos cítricos sobre *Colletotrichum lagenarium* e *Fusarium semicectum*. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 25(2): 491-496.
- Moura, F.T.; Oliveira, A.S.; Macedo, L.L.P.M.; Vianna, A.L.B.R.; Andrade, L.B.S.; Martins-Miranda, A.S.; Oliveira, J.T.A.; Santos, E.A.; Sales, M.P. de. 2007. Effects of a chitin-binding vicilin from *Enterolobium contortisiliquum* seeds on bean bruchid pests (*Callosobruchus maculatus* and *Zabrotes subfasciatus*) and phytopathogenic fungi (*Fusarium solani* and *Colletotrichum lindemuntianum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 260-266.
- Nagata, Y.; Yamashita, M.; Honda, H.; Akabane, J.; Uehara, K.; Saito, A.; Sumisa, F.; Nishibori, K.; Oodaira, Y. 2005. Characterization, occurrence, and molecular cloning of a lectin from *Grifola frondosa*: jacalin-related lectin of fungal origin. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 69(12): 2374-2380.
- Neurath, H. 1984. Evolution of proteolytic enzymes. *Science*, 224: 350-357.
- Neurath, H. 1989. The diversity of proteolytic enzymes. In: Beynon, R. J. and Bond, J. S. (ed.). *Proteolytic Enzymes*, Oxford, IRL Press, p. 1-13.
- Neurath, H. 1993. The regulation of protease action: an overview. In: *Innovations in proteases and their inhibitors*. Avilés, F. X. (ed). Editora de Gruyter, Berlin.
- Ng, T.B. 2004. Review: antifungal proteins and peptides of leguminous and non-leguminous origins. *Peptides*, 25(7): 1215-1222.

- Ngai, P.H.K.; Ng, T.B. 2007. A lectin with antifungal and mitogenic activities from red cluster pepper (*Capsicum frutescens*) seeds. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 74(2): 366-371.
- Odani, S.; Ikenaka, T. 1972. Studies on soybean trypsin-inhibitors 4 complete amino-acid sequence and anti-proteinase sites of Bowman-Birk soybean proteinase inhibitor. *Journal of Biochemistry*, 71(5): 839-848.
- Oliveira, S.R.M.; Nascimento, A.E.; Lima, M.E.P.; Leite, Y.F.M.M.; Benevides, N.M.B. 2002. Purification and characterization of a lectin from the red marine alga *Pterocladia capillacea* (S.G. Gmel.) Santel. & Hommers. *Revista Brasileira de Botânica*, 25(4): 397-403.
- Osborne, T.B. 1924. *The vegetable protein*. Monograph in biochemistry. Longmans Green, London. 2. ed.
- Paes, N.S.; Lima, J.N.; Osório, R.; Monteiro, A.C.S.; Grossi-de-Sá, M.F. 2002. Uso de chagasina, um inibidor de cisteíno-proteinase de *Trypanosoma cruzi*, na produção de feijão resistente a caruncho. *Encontro de talento estudantil: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia*, 7:48. Brasília, DF.
- Pando, L.A. 2001. Caracterização físico-química e biológica de proteínas isoladas de sementes de leguminosas: lectinas e inibidores de proteinases. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas/Instituto de Biologia, Campinas, São Paulo, 100p.
- Pando, S.C. 2003. Caracterização bioquímica de uma lectina e determinação da estrutura primária de um inibidor de serinoproteinases tipo Kunitz de sementes de *Delonix regia* (Flamboyant): estudo do papel inseticida do inibidor em relação aos insetos *Anagasta kuehniella* e *Corcyra cephalonica* (Lepdoptera-Pyralidae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, São Paulo, 192p.
- Pando, S.C.; Macedo, M.L.R.; Freire, M.G.M.; Toyama, M.H.; Novello, J.C.; Marangoni, S. 2002. Biochemical characterization of a lectin from *Delonix regia* seeds. *Journal of Protein Chemistry*, 21(4): 279-285.
- Pando, S.C.; Olíva, M.L.V.; Sampaio, C.A.M.; Di Ciero, L.; Novello, J.C.; Marangoni, S. 2001. Primary sequence determination of a Kunitz inhibitor isolated from

- Delonix regia* seeds. *Phytochemistry*, 57: 625-631.
- Park, E.Y.; Kim, J-A.; Kim, H-W.; Kim, Y.S.; Song, H.K. 2004. Crystal structure of the Bowman-Birk inhibitor from barley seeds in ternary complex with porcine trypsin. *Journal of Molecular Biology*, 343: 173-186.
- Park, Y.; Choi, B.H.; Kwak, J-S.; Kang, C-W.; Lim, H-T.; Cheong, H-S.; Hahm, K-S. 2005. Kunitz-type serine protease inhibitor from potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Jopung). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 6491-6496.
- Pekkarinen, A.I.; Jones, B.L. 2003. Purification and identification of barley (*Horleum vulgare* L.) proteins that inhibit the alkaline serine proteinases of *Fusarium culmorum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 1710-1717.
- Pereira, R.S. 1998. Comportamento ecofisiológico do mogno (*Swietenia macrophylla* King), no município de Miguel Pereira, Rio de Janeiro. *Floresta e Ambiente*, 5(1): 139-145.
- Pernas, M.; Lopez-Solanilla, E.; Sanchez-Monge, R.; Salcedo, G.; Rodriguez-Palenzuela, P. 1999. Antifungal activity of a plant cystatin. *Molecular plant-microbe interactions*, 12(7): 624-627.
- Peumans, W.J.; Van Damme, E.J.M. 1995. Lectins as plant defense proteins. *Plant Physiology*, 109: 347-352.
- Peumans, W.J.; Van Damme, E.J.M.; Barre, A.; Rougé, P. 2001. Classification of plant lectins in families of structurally na evolutionary related proteins. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 491: 27-54.
- Portela, A.C.; Souza, L.A.G.; Lopes, M.C. 2001. Organização do germoplasma de leguminosas arbóreas do INPA/CPCA: fenologia e desenvolvimento inicial das espécies. *Anais: X Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/INPA*, 1: 223-226.
- Prance, G.T.; Silva, M.F. 1975. *Árvores de Manaus*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 312p.
- Pusztai, 1991. *Plant Lectin*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 263p.
- Radisky, E.S.; Koshland Jr., D.E. 2002. A clogged gutter mechanism for protease inhibitors. *Biochemical*, 99(16): 10316-10321.
- Rawlings, N.D.; Tolle, D.P.; Barrett, A.J. 2004. Evolutionary families of peptidase

- inhibitors. *Biochemistry Journal* A clogged gutter mechanism for protease inhibitors. *Biochem. J.*, 378: 705-716.
- Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J. M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R.; Procópio, L.C. 1999. *Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 816p.
- Ribeiro, L.F.; Bedendo, I.P. 1999. Efeito inibitório de extratos vegetais sobre *Colletotrichum gloeosporioides* – agente causal da podridão de frutos de mamoeiro. *Scientia Agricola*, 56(4): 1267-1271.
- Richardson, M. 1977. The proteinase inhibitors of plants and microorganisms. *Phytochemistry*, 16: 159-169.
- Richardson, M. 1991. Seed storage proteins: the enzyme inhibitors. *Methods in Plant Biochemistry*, 5: 259-305.
- Rudiger, H. 1998. Plant-lectins – more than just tools glycoscientists: occurrence, structure, and possible functions of plant lectins. *Acta Anatomica*, 161:130-152.
- Ryan, C.A. 1990. Protease inhibitors in plants: genes for improving defenses against insects and pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 28: 425-449.
- Sa, Q.; Wang, Y.; Li, W.; Zhang, L. Sun, Y. 2003. The promoter of an antifungal protein gene from *Gastrodia elata* confers tissue-specific and fungus-inducible expression patterns and responds to both salicylic acid and jasmonic acid. *Plant Cell Reports*, 22(1): 79-84.
- Sadeghi, A.; Van Damme, E.J.M.; Peumans, W.J.; Smagghe, G. 2006. Deterrent activity of plant lectins on cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (F.) oviposition. *Phytochemistry*, 67: 2078-2084.
- Sampietro, A.R.; Islã, M.I.; Ouiroga, E.N.; Vattuone, M.A. 2001. An N-acetylglucosamine oligomer binding agglutinin (lectin) from ripe *Cyphomandra betacea* Sendt. Fruits. *Plant Science*, 160: 659-667.
- Santos, M.M.F.B.; Stangarlin, J.R.; Pascholati, S.F. 1997. Doenças da alcachofra (*Cynara scolymus* L.). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.

- E. A.; Rezende, J. A. M. (Eds). *Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas*, vol. 2. Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, SP, p. 15-17.
- Santos, S.R. 1999. Dos espirros à morte: agrotóxicos provocam mortes e danos irreversíveis à saúde humana. *Revista CREA/PR*, 1(4): 22-23.
- Sharon, N.; Lis, H. 1990. Legumes lectins - a large family of homologous proteins. *FASEB Journal*, 4: 3198-3208.
- Sharon, N.; Lis, H. 1995. Lectins – proteins with a sweet tooth: functions in cell recognition. *Essays In Biochemistry*, 30: 59-75.
- Sharon, N.; Lis, H. 2004. History of lectins: from hemagglutinins to biological recognition molecules. *Glycobiology*, 14(11): 53R-62R.
- Silva, A.L.C.S.; Horta, A.C.G.; Moreira, R.A.M. 2001. Isolation and partial characterization of a lectin from *Bauhinia pentandra* (Bong) Vog. ex. Steud. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 13(3): 262-268.
- Silva, I.D.; Takatsuka, F.S.; Rocha, M.R.; Cunha, M.G. 2005. Efeito do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vog.) sobre o desenvolvimento de fungos e bactérias fitopatogênicas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 35(2): 109-115.
- Silva, M.F. 1975. *Dimorphandra* (Caesalpinaceae), *Flora Neotropicalica*, 44: 1-128.
- Silva, M.F.; Carreira, L.M.M.; Cortês, A.L. 1992. Leguminosas da Amazônia brasileira – II *Cedrelinga* Ducke (Leg. Mimos.). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica*, 8(1):143-156.
- Silva, M.R.; Silva, M.A.A.P. 2000. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. *Revista de Nutrição*, 13(1): 3-9.
- Silveira, V. D. 1968. *Lições de Micologia*. 2 ed. Rio de Janeiro/RJ, 301p.
- Souza, L.A.G.; Silva, M.F. 2002a. Bioeconomical potential of Leguminosae from the Lower Negro River, Amazon, Brazil. In: Bussmann, R.W. & Lange, S. (Eds.) *Conservación de Biodiversidad em los Andes y la Amazonia. CD-Room, Proceedings of the International Congress of Biodiversity*. Cusco. Peru. Inka. p. 529-538.
- Souza, L.A.G.; Silva, M.F. 2002b. Levantamento das leguminosas do arquipélago

- das Anavilhanas, baixo Rio Negro, Amazonas. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica*, 18 (1): 3-35.
- Souza, L.A.G.; Silva, M.F.; Moreira, F.M.S. 1997. Associações rizóbios-arbóreas na Amazônia. *In: Noda, H.; Souza, L.A.G.; Fonseca, O.J.M. (Eds). Duas décadas de contribuições do INPA à pesquisa agrônômica no Trópico Úmido*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p. 193-219.
- Souza, V.C.; Lorenzi, H. 2005. *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*, Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 640p.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 2002. *Fisiologia Vegetal*. Editora Artmed. Porto Alegre. 719p.
- Tan, C.G.L.; Stevens, F.C. 1971. Amino acid sequence of lima bean protease inhibitor component-IV.2. Isolation and sequence determination of chymotryptic peptides and complete amino acid sequence. *European Journal of Biochemistry*, 18(4): 515-523.
- Taylor, B.H.; Young, R.J.; Scheuring, C.F. 1993. Induction of proteinase-inhibitor II-class gene by auxin in tomato roots. *Plant Molecular Biology*, 23(5): 1005-1014.
- Toms, G.C. 1981. Lectins in Leguminosae. *In: Polhill, R. M. & Raven, P. H., (Eds.). Advances in Legumes Systematic*. Royal Botanic Garden, Kew.
- Trabulsi, L.R.; Alterthum, F.; Martinez, M.B.; Campos, L.C.; Gompertz, O.F.; Rácz, M.L. 2005. *Microbiologia*. 4 ed. Editora Atheneu. São Paulo, SP. 579p.
- Tremacoldi, C.R.; Pascholati, S.F. 2004. Inibidor de Tripsina em raízes de *Eucalyptus urophylla*. *Fitopatologia Brasileira*, 29(2):135-140.
- Trindade, D.R.; Furtado, E.L. 1997. Doenças da seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.D. de Juss.) Muell. & Arg.). *In: Kimati, H., Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A.; Rezende, J. A. M. (Eds). Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas, v. 2*. Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", São Paulo, SP, p. 629-641.
- Trindade, D.R.; Poltronieri, L.S. 1997. Doenças do guaraná (*Paullinia cupana* Ducke). *In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A.; Rezende, J. A. M. (Eds). Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas, vol. 2*. Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura "Luiz

- de Queiroz”, São Paulo, SP, p. 459-462.
- Udedibie, A.B.I.; Carlini, C.R. 1998. Questions and answers to edibility problem of the *Canavalia ensiformis* seeds – A review. *Animal Feed Science Technology*, 74: 95-106.
- Unemoto, N.; Kakitani, M.; Iwamatsu, A.; Yoshikawa, M.; Yamaoka, N.; Ishida, I. 1997. The structure and function of a soybean β -glucan-elicitor-binding protein. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 94: 1029-1034.
- Van Loon, L.C.; Van Strien, E.A. 1999. Then families of pathogenesis-related proteins, their activities, and comparative analysis of PR-1 type proteins. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 55: 85-97.
- Vasconcelos, I.M.; Oliveira, J.T.A. 2004. Antinutritional properties of plant lectins. *Toxicon*, 44: 385-403.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R.; Lima, J.C.A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, RJ. 123 p.
- Vieira, E.C. 1999. *Bioquímica Celular e Biologia Molecular*, 2ed.; São Paulo/São Paulo, Editora Atheneu, 360p.
- Voet, D.; Voet, J.G.; Pratt, C.W. 2000. *Fundamentos de Bioquímica*. Ed. Artmed. Porto Alegre. Trad. Arthur Germano Fett Neto “*et al.*”
- Vozári-Hampe, M.M. 2006. Reconhecimento de células transformadas por lectinas vegetais. In: Mariath, J. E. de A.; Santos, R. P. dos. (Orgs.): *Conferências, Plenárias e Simpósios do 57^o Congresso Nacional de Botânica “Os avanços da botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética”*, Porto Alegre/Rio Grande do Sul, Sociedade Botânica do Brasil. 752p.
- Weis, W.I.; Drickamer, K. 1996. Structural basis of lectin-carbohydrate recognition. *Annual Review of Biochemistry*, 65: 441-473.
- White A.; Handler, P.; Smith, E.L. 1986. In: *Princípios de Bioquímica: Enzimas Hidrolíticas*. v. 1, ed. Guanabara Koogan, 183p.
- Wong, J.H.; Ng, T.B. 2005. Lunatusin, a trypsin-stable antimicrobial peptide from

- lima beans (*Phaseolus lunatus* L.). *Peptides*, 26: 2089-92.
- Wulff, N.A.; Pascholati, S.F. 1997. Doenças do gergelim (*Sesamum indicum* L.). In: Kimati, H., Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A.; Rezende, J. A. M. (Eds). *Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas*. Vol. 2. Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", São Paulo, São Paulo, p. 427-435.
- Wulff, N.A.; Pascholati, S.F. 1999. Partial characterization of sorghum phytoalexin elicitors isolated from *Saccharomyces cerevisiae*. *Fitopatologia Brasileira*, 24(3): 428-435.
- Yang, X.; Li, J.; Wang, X.; Fang, W.; Bidochka, M.J.; She, R.; Xiao, Y.; Pei, Y. 2006. Psc-AFP, an antifungal protein with trypsin inhibitor activity from *Psoralea corylifolia* seeds. *Peptides*, 27: 1726-1731.
- Ye, X.Y.; Ng, T.B. 2002 (a). Delandin, a chitinase-like protein with antifungal, HIV-1 reverse transcriptase inhibitory and mitogenic activities from the rice bean *Delandia umbellate*. *Protein Expression and Purification*, 24(3): 524-529.
- Ye, X.Y.; Ng, T.B. 2002 (b). A new antifungal protein and achitinase with prominent macrophage-stimulating activity from seeds of *Phaseolus vulgaris* cv. pinto. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 290: 810-819.
- Ye, X.Y.; Ng, T.B.; Rao, P.F. 2001. A Bowman-Birk-Type trypsin-chymotrypsin inhibitor from broad beans. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 289(1): 91-96.
- Ye, X.Y.; Wang, H.X.; Ng, T.B. 2000. Structurally dissimilar proteins with antiviral and antifungal potency from cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds. *Life Sciences* 67: 3199-3207.

ANEXOS

Anexo 1 – Resultados das análises estatísticas dos bioensaios

Análise estatística do bioensaio com os três extratos sobre o crescimento micelial e a esporulação de Colletotrichum guaranicola

Quadro 1 – Estatística básica do Bioensaio com *C. guaranicola* e os extratos das três espécies (*C. ferrea* var. *cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla*).

| Variável | Crescimento micelial (mm) | | | Nº de conídios x 10 ⁴ .mL ⁻¹ | | |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|--|--------|---------|
| | Cf | Cc | Sp | Cf | Cc | Sp |
| N | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Valor mínimo | 78,57 | 75 | 84,29 | 1,8 | 1,5 | 51,25 |
| Valor máximo | 100 | 100 | 100 | 107,6 | 149 | 216 |
| Mediana | 99,29 | 98,93 | 87,14 | 23,60 | 15 | 115,5 |
| Média | 96,36 | 94,6 | 88,97 | 39,93 | 37,7 | 108,31 |
| Erro Padrão | 0,99 | 1,47 | 0,775 | 6,691 | 8,44 | 6,45 |
| Desvio Padrão | 5,47 | 8,03 | 4,247 | 36,65 | 46,3 | 35,34 |
| Variância | 29,921 | 64,52 | 18,04 | 1343,03 | 2136,8 | 1248,64 |
| Limite superior | 98,4 | 97,62 | 90,56 | 53,62 | 54,93 | 121,51 |
| Limite inferior | 94,3 | 91,62 | 87,39 | 26,25 | 20,41 | 95,12 |
| Coeficiente de Variação | 0,057 | 0,085 | 0,048 | 0,918 | 1,227 | 0,326 |

* Cf, Cc e Sp: extrato total de *Caesalpinia ferrea* var. *cearensis*, *Cedrelinga catenaeformis* e *Swartzia polyphylla*, respectivamente.

Análise de Variância

Tabela 1 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. ferrea* var. *cearensis* sobre o crescimento micelial de *C. guaranicola*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|--------|----|---------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 360,31 | 4 | 90,077 | 4,438 | 0,008 | 0,644 | 0,415 |
| Resíduo | 507,39 | 25 | 20,296 | | | | |
| Total | 867,70 | 29 | 110,370 | | | | |

Tabela 2 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. ferrea* var. *cearensis* sobre a esporulação de colônias de *C. guaranicola*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|-----------|----|----------|--------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 34460,507 | 4 | 8615,127 | 47,997 | 0,000 | 0,941 | 0,885 |
| Resíduo | 4487,280 | 25 | 179,491 | | | | |
| Total | 38947,787 | 29 | 8794,618 | | | | |

Tabela 3 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. catenaeformis* sobre o crescimento micelial de *C. guaranicola*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|----------|----|---------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 366,905 | 4 | 91,726 | 1,524 | 0,225 | 0,443 | 0,196 |
| Resíduo | 1504,252 | 25 | 60,170 | | | | |
| Total | 1871,157 | 29 | 151,896 | | | | |

Tabela 4 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. catenaeformis* sobre a esporulação de colônias de *C. guaranicola*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|-----------|----|-----------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 37617,917 | 4 | 9404,479 | 9,655 | 0,000 | 0,779 | 0,607 |
| Resíduo | 24350,125 | 25 | 974,005 | | | | |
| Total | 61968,042 | 29 | 10378,484 | | | | |

Tabela 5 – Análise de variância do efeito do extrato de *S. polyphylla* sobre o crescimento micelial de *C. guaranicola*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|---------|----|--------|--------|---|-------|----------------|
| Tratamento | 373,741 | 4 | 93,435 | 15,635 | | 0,845 | 0,714 |
| Resíduo | 149,405 | 25 | 5,976 | | | | |
| Total | 523,146 | 29 | 99,411 | | | | |

Tabela 6 – Análise de variância do efeito do extrato de *S. polyphylla* sobre a esporulação de colônias de *C. guaranicola*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|-----------|----|----------|--------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 23857,679 | 4 | 5964,420 | 12,071 | 0,000 | 0,812 | 0,659 |
| Resíduo | 12352,813 | 25 | 494,113 | | | | |
| Total | 36210,492 | 29 | 6458,533 | | | | |

Análise estatística do bioensaio com os três extratos sobre o crescimento micelial e a esporulação de *Corynespora cassiicola*.

Quadro 2 – Estatística básica do Bioensaio com *C. cassiicola* e os extratos das três espécies (*C. ferrea* var. *cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla*).

| Variável | Crescimento micelial (mm) | | | Nº de conídios x 10 ⁴ .mL ⁻¹ | | |
|--------------------------|---------------------------|--------|--------|--|-------|-------|
| | Cf | Cc | Sp | Cf | Cc | Sp |
| N | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Valor mínimo | 83,333 | 67,778 | 77,778 | 1,25 | 0 | 2,250 |
| Valor máximo | 100 | 100 | 100 | 10,75 | 2,75 | 7,250 |
| Mediana | 89,72 | 81,94 | 95,28 | 3,250 | 0,750 | 3,750 |
| Média | 92,24 | 83,43 | 94,94 | 4,183 | 0,800 | 4,125 |
| Erro Padrão | 0,905 | 1,583 | 0,714 | 0,440 | 0,129 | 0,250 |
| Desvio Padrão | 4,955 | 8,671 | 3,910 | 2,409 | 0,708 | 1,367 |
| Variância | 24,553 | 75,183 | 15,291 | 5,801 | 0,502 | 1,870 |
| Limite superior | 94,09 | 86,66 | 96,40 | 5,083 | 1,064 | 4,636 |
| Limite inferior | 90,39 | 80,19 | 93,48 | 3,284 | 0,536 | 3,614 |
| Coefficiente de Variação | 0,054 | 0,104 | 0,041 | 0,576 | 0,885 | 0,331 |

* Cf, Cc e Sp: extrato total de *Caesalpinia ferrea* var. *cearensis*, *Cedrelinga catenaeformis* e *Swartzia polyphylla*, respectivamente.

Análise de Variância

Tabela 7 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. ferrea* var. *cearensis* sobre o crescimento micelial de *C. cassiicola*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|---------|----|---------|--------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 583,683 | 4 | 145,921 | 28,424 | 0,000 | 0,905 | 0,820 |
| Resíduo | 128,344 | 25 | 5,134 | | | | |
| Total | 712,027 | 29 | 151,055 | | | | |

Tabela 8 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. ferrea* var. *cearensis* sobre a esporulação de colônias de *C. cassiicola*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|---------|----|--------|--------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 124,346 | 4 | 31,086 | 17,705 | 0,000 | 0,860 | 0,739 |
| Resíduo | 43,896 | 25 | 1,756 | | | | |
| Total | 168,242 | 29 | 32,842 | | | | |

Tabela 9 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. catenaeformis* sobre o crescimento micelial de *C. cassiicola*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|----------|----|---------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 1213,374 | 4 | 303,344 | 7,843 | 0,000 | 0,746 | 0,557 |
| Resíduo | 966,924 | 25 | 38,677 | | | | |
| Total | 2180,298 | 29 | 342,021 | | | | |

Tabela 10 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. catenaeformis* sobre a esporulação de colônias de *C. cassiicola*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|--------|----|-------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 4,967 | 4 | 1,242 | 3,239 | 0,028 | 0,584 | 0,341 |
| Resíduo | 9,583 | 25 | 0,383 | | | | |
| Total | 14,550 | 29 | 1,625 | | | | |

Tabela 11 – Análise de variância do efeito do extrato de *S. polyphylla* sobre o crescimento micelial de *C. cassiicola*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|---------|----|--------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 11,687 | 4 | 2,922 | 0,169 | 0,952 | 0,162 | 0,026 |
| Resíduo | 431,739 | 25 | 17,270 | | | | |
| Total | 443,426 | 29 | 20,192 | | | | |

Tabela 12 – Análise de variância do efeito do extrato de *S. polyphylla* sobre a esporulação de colônias de *C. cassiicola*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|--------|----|-------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 31,521 | 4 | 7,880 | 8,679 | 0,000 | 0,762 | 0,581 |
| Resíduo | 22,698 | 25 | 0,908 | | | | |
| Total | 54,219 | 29 | 8,788 | | | | |

Análise estatística do bioensaio com os três extratos sobre o crescimento micelial e a esporulação de *Fusarium oxysporum*.

Quadro 3 – Estatística básica do Bioensaio com *F. oxysporum* e os extratos das três espécies (*C. ferrea* var. *cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla*).

| Variável | Crescimento micelial (mm) | | | Nº de conídios x 10 ⁴ .mL ⁻¹ | | |
|-------------------------|---------------------------|--------|--------|--|---------|---------|
| | Cf | Cc | Sp | Cf | Cc | Sp |
| N | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Valor mínimo | 82,857 | 88,571 | 84,286 | 21,250 | 22,5 | 63 |
| Valor máximo | 100 | 100 | 100 | 173,250 | 173,25 | 216 |
| Mediana | 94,286 | 94,286 | 86,786 | 78,500 | 90,375 | 114 |
| Média | 94,929 | 94,286 | 88,905 | 76,800 | 79,392 | 107,35 |
| Erro Padrão | 0,627 | 0,627 | 0,780 | 6,574 | 6,727 | 5,711 |
| Desvio Padrão | 3,435 | 3,433 | 4,272 | 36,009 | 36,843 | 31,281 |
| Variância | 11,800 | 11,787 | 18,252 | 1296,65 | 1357,39 | 978,528 |
| Limite superior | 96,211 | 95,568 | 90,500 | 90,246 | 93,149 | 119,031 |
| Limite inferior | 93,646 | 93,004 | 87,309 | 63,354 | 65,634 | 95,669 |
| Coeficiente de Variação | 0,036 | 0,036 | 0,048 | 0,469 | 0,464 | 0,291 |

* Cf, Cc e Sp: extrato total de *Caesalpinia ferrea* var. *cearensis*, *Cedrelinga catenaeformis* e *Swartzia polyphylla*, respectivamente.

Análise de Variância

Tabela 13 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. ferrea* var. *cearensis* sobre o crescimento micelial de *F. oxysporum*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|---------|----|--------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 161,327 | 4 | 40,332 | 5,575 | 0,002 | 0,687 | 0,471 |
| Resíduo | 180,867 | 25 | 7,235 | | | | |
| Total | 342,194 | 29 | 47,567 | | | | |

Tabela 14 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. ferrea* var. *cearensis* sobre a esporulação de colônias de *F. oxysporum*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|-----------|----|----------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 28990,904 | 4 | 7247,726 | 21,04 | 0,000 | 0,878 | 0,771 |
| Resíduo | 8611,896 | 25 | 344,476 | | | | |
| Total | 37602,800 | 29 | 7592,202 | | | | |

Tabela 15 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. catenaeformis* sobre o crescimento micelial de *F. oxysporum*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|---------|----|--------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 193,707 | 4 | 48,427 | 8,173 | 0,000 | 0,753 | 0,567 |
| Resíduo | 148,129 | 25 | 5,925 | | | | |
| Total | 341,836 | 29 | | | | | |

Tabela 16 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. catenaeformis* sobre a esporulação de colônias de *F. oxysporum*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|-----------|----|----------|--------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 29896,325 | 4 | 7474,081 | 19,735 | 0,000 | 0,871 | 0,759 |
| Resíduo | 9467,885 | 25 | 378,715 | | | | |
| Total | 39364,210 | 29 | 7852,806 | | | | |

Tabela 17 – Análise de variância do efeito do extrato de *S. polyphylla* sobre o crescimento micelial de *F. oxysporum*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|---------|----|---------|--------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 394,966 | 4 | 98,741 | 18,373 | 0,000 | 0,864 | 0,746 |
| Resíduo | 134,354 | 25 | 5,374 | | | | |
| Total | 529,320 | 29 | 104,125 | | | | |

Tabela 18 – Análise de variância do efeito do extrato de *S. polyphylla* sobre a esporulação de colônias de *F. oxysporum*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|-----------|----|----------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 16676,888 | 4 | 4169,222 | 8,908 | 0,000 | 0,767 | 0,588 |
| Resíduo | 11700,437 | 25 | 468,017 | | | | |
| Total | 28377,325 | 29 | 4637,239 | | | | |

Análise estatística do bioensaio com os três extratos sobre o crescimento micelial e a esporulação de *Sclerotium rolfsii*.

Quadro 4 – Estatística básica do Bioensaio com *S. rolfsii* e os extratos das três espécies (*C. ferrea* var. *cearensis*, *C. catenaeformis* e *S. polyphylla*).

| Variável | Crescimento micelial (mm) | | | Nº de conídios x 10 ⁴ .mL ⁻¹ | | |
|-------------------------|---------------------------|---------|--------|--|---------|---------|
| | Cf | Cc | Sp | Cf | Cc | Sp |
| N | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Valor mínimo | 88,889 | 93,333 | 85 | 205 | 150 | 240 |
| Valor máximo | 100 | 100 | 100 | 590 | 590 | 686 |
| Mediana | 100 | 100 | 89,444 | 327,5 | 275,5 | 447 |
| Média | 98,796 | 99,556 | 92,259 | 344,6 | 299,233 | 461,533 |
| Erro Padrão | 0,527 | 0,309 | 0,875 | 15,633 | 19,209 | 22,074 |
| Desvio Padrão | 2,889 | 1,691 | 4,790 | 85,623 | 105,212 | 120,906 |
| Variância | 8,346 | 2,861 | 22,945 | 7331,42 | 11069,5 | 14618,3 |
| Limite superior | 99,875 | 100,187 | 94,048 | 376,572 | 338,520 | 506,680 |
| Limite inferior | 97,718 | 98,924 | 90,471 | 312,628 | 259,947 | 416,386 |
| Coeficiente de Variação | 0,029 | 0,017 | 0,052 | 0,248 | 0,352 | 0,262 |

* Cf, Cc e Sp: extrato total de *Caesalpinia ferrea* var. *cearensis*, *Cedrelinga catenaeformis* e *Swartzia polyphylla*, respectivamente.

Análise de Variância

Tabela 19 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. ferrea* var. *cearensis* sobre o crescimento micelial de *S. rolfsii*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|---------|----|--------|--------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 173,868 | 4 | 43,467 | 15,943 | 0,000 | 0,848 | 0,718 |
| Resíduo | 68,158 | 25 | 2,726 | | | | |
| Total | 242,026 | 29 | 46,292 | | | | |

Tabela 20 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. ferrea* var. *cearensis* sobre a esporulação de colônias de *S. rolfsii*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|------------|----|-----------|--------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 156944,867 | 4 | 39236,217 | 17,621 | 0,000 | 0,859 | 0,738 |
| Resíduo | 55666,333 | 25 | 2226,653 | | | | |
| Total | 212611,200 | 29 | 41462,870 | | | | |

Tabela 21 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. catenaeformis* sobre o crescimento micelial de *S. rolfssi*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|--------|----|-------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 8,889 | 4 | 2,222 | 0,750 | 0,567 | 0,327 | 0,107 |
| Resíduo | 74,074 | 25 | 2,963 | | | | |
| Total | 82,963 | 29 | 5,185 | | | | |

Tabela 22 – Análise de variância do efeito do extrato de *C. catenaeformis* sobre a esporulação de colônias de *S. rolfssi*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|------------|----|----------|--------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 228235,2 | 4 | 57058,8 | 15,375 | 0,000 | 0,843 | 0,711 |
| Resíduo | 92780,1 | 25 | 3711,207 | | | | |
| Total | 321015,367 | 29 | | | | | |

Tabela 23 – Análise de variância do efeito do extrato de *S. polyphylla* sobre o crescimento micelial de *S. rolfssi*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|---------|----|---------|--------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 566,111 | 4 | 141,528 | 35,639 | 0,000 | 0,922 | 0,851 |
| Resíduo | 99,280 | 25 | 3,971 | | | | |
| Total | 665,391 | 29 | 145,499 | | | | |

Tabela 24 – Análise de variância do efeito do extrato de *S. polyphylla* sobre a esporulação de colônias de *S. rolfssi*.

| Fator de Variação | SQ | GL | QM | F | P | r | R ² |
|-------------------|------------|----|-----------|-------|-------|-------|----------------|
| Tratamento | 94542,5 | 4 | 23635,617 | 1,794 | 0,162 | 0,472 | 0,223 |
| Resíduo | 329389,0 | 25 | 13175,560 | | | | |
| Total | 423931,467 | 29 | 36811,177 | | | | |