

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Peptídeos RALF em tecidos reprodutivos: caracterização e efeito dos  
AtRALFs 4, 25, 26 e 34**

**Tábata Bergonci**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em  
Ciências. Área de concentração: Genética e  
Melhoramento de Plantas

**Piracicaba  
2016**

**Tábata Bergonci**  
**Licenciada em Ciências Biológicas**

**Peptídeos RALF em tecidos reprodutivos: caracterização e efeito dos AtRALF4,  
25, 26 e 34**

Orientador:  
Prof. Dr. **DANIEL SCHERER DE MOURA**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em  
Ciências. Área de concentração: Genética e  
Melhoramento de Plantas

**Piracicaba**  
**2016**

## DEDICATÓRIA

Dedico a minha mãe, Fátima Justo Bergonci,  
que com amor e compreensão me apoiou em todos esses anos de ausência familiar,  
ao meu pai, Hermínio Carlos Bergonci,  
fonte de inspiração que tão cedo se foi, mas deixou todo o seu amor pela ciência conosco,  
aos meus irmãos Richard e Renan Bergonci,  
orgulho maior de minha vida e exemplos de caráter e inteligência



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço imensamente a oportunidade de trabalhar com meu orientador, Daniel Scherer de Moura. Todos esses anos no laboratório me fez crescer cientificamente e pessoalmente. Muito obrigada por todos os ensinamentos e também pela grande amizade.

Agradeço ao professor Marcio de Castro Silva-Filho por ter disponibilizado o laboratório. Agradeço à professora Helaine Carrer, pelo companheirismo e confiança e a sempre disponibilidade do laboratório.

À professora Alice Yatpak Cheung, da University of Massachusetts Amherst, que além de grande cientista é também pessoa maravilhosa, e me acolheu em seu laboratório com tanto carinho. Agradeço por todos os ensinamentos científicos e toda a confiança depositada.

Agradeço às agências de fomento FAPESP, pelo financiamento de projetos no laboratório, CAPES, pelos meses iniciais de bolsa e, principalmente, ao CNPq, pela bolsa de doutorado concedida, e ao programa Ciência sem Fronteiras, que me possibilitou uma experiência pessoal e científica incrível.

À minha família, que foi meu refúgio em Santa Bárbara d'Oeste/SP sempre quando Piracicaba pareceu sufocante, os meus mais dedicados agradecimentos. A minha mãe, a quem esta tese dedico e que me ensinou a ser forte e lutar pelo que quero, sempre me dando toda a liberdade para arriscar profissionalmente, estando sempre pronta para escutar meus motivos. Aos meus irmãos: Richard Bergonci, pelo exemplo de paciência; Renan Bergonci, por todas as risadas e falta de paciência; Matheus Messias Fonseca Moro, irmãozinho que a vida me deu, que alegra meus dias com esse jeito positivo de ver as coisas. A Carla Cristina Fonte, cunhadinha companheira que entrou nas nossas vidas pra somar. A vocês quatro: obrigada por todas as conversas, risadas, momentos culturais, isso faz com que a vida seja mais leve. Ao meu padrasto Irineu Moro, pelo amor e paciência. As minhas irmãszinhas da vida Daiany Fonseca Moro e Adrielle Fonseca Moro, por entenderem minha ausência de todos os almoços e jantares. Ao meu cunhado Ivo Abreu, pela amizade. Ao Simba, por ser o único a conseguir me alegrar quando todo o resto da família já não foi suficiente, se você pudesse ler em português odiaria esse agradecimento.

Ao Gilvano Ebling Brondani, pelo amor incondicional, pelo companheirismo, pelo exemplo de profissional, cientista e, principalmente, caráter. Muito obrigada por todo o carinho e cuidado de todos os dias nesses quatro anos de doutorado. Pela paciência eterna, pela presença constante mesmo longe. Foi muito mais leve com você sempre me apoiando.

Ao Matheus Macedo-Lima, por todo o companheirismo, por acreditar em mim quando eu descreditei, pelas longas conversas científicas e culturais, pela cumplicidade. Obrigada por todo amor e amizade, por fazer de Massachusetts um lugar melhor mesmo quando a neve passava a altura dos joelhos, e por estar presente aí de longe. À Kaline Mello, por ter sido grande companheira em Massachusetts e ter virado uma amiga pra vida toda.

Ao Augusto Lima Diniz, pelo companheirismo, amor e amizade, por não me deixar sozinha nessa vida acadêmica. Obrigada por toda a compreensão e paciência, pelo exemplo de caráter. À Carina Anoni, pela amizade sincera e duradoura, por todas as risadas, por formar o trio perfeito.

Ao Juan Carlos Guerrero Abad, por todos esses anos me aturando todos os dias no laboratório. Pela amizade e companheirismo, por todos os debates científicos. À Akemi Lueli Niitsu, pela amizade e cumplicidade, pelo apoio mesmo quando eu estava tão longe. Ao Guilherme Hosaka, pela amizade e apoio. Vocês três são muito importantes pra mim.

Ao técnico do nosso laboratório e, mais que isso, grande amigo Antônio Francisco de Campos Amaral, pelo apoio diário, conversas e risadas. Às minhas grandes amigas e ex-companheiras de laboratório Bianca Ribeiro e Marina Lyra Soriano Saleme, que agora estão longe e fazem falta todos os dias. À Aparecida Leonir Silva e Perla Novais de Oliveira, pelo apoio diário no laboratório e pela amizade. Ao Lucas Alves Neubus Claus, ex-bolsista de iniciação científica que faz parte desse projeto tanto quanto eu, muito obrigada por estar sempre disposto a ajudar. Aos colegas de laboratório Fernando Henrique Silva Garcia e Larissa Helena Visioli, pelo convívio.

Aos amigos do laboratório da professora Cheung, em especial ao David Vyshedsky, que tornava a ciência sempre mais emocionante e as horas do café muito mais divertidas. À minha estagiária Shayla Thomas, por toda a ajuda no laboratório e pela amizade. Ao Hunter Carpenter, Jake Maman, Aaron Feinstein e Jeff Stith. Vocês todos são demais meninos, podem traduzir isso.

À Marcela Fernanda Esteves pela amizade, carinho e companheirismo. Amiga, a minha falta de tempo pra você não significa que te amo menos, você sabe. Às vezes quando tudo na ESALQ parece desabar você é o que me faz saber que tenho um lugar em Piracicaba pra chamar de casa, aonde as coisas são mais fáceis.

Ao Guilherme Pereira, João Ricardo Bachega Feijó Rosa e Gabriel Dequigiovanni por serem exemplos de profissionais dedicados. Mas também pela grande amizade. Ao Gui por todas as ligações e longas conversas. Ao João pelo apoio em tudo, principalmente nos eventos

organizados. Ao Gabs por todos os cafés e por toda a companhia durante nossa representação discente.

Aos meninos do laboratório do professor Fábio Tebaldi, muito obrigada pelos almoços, discussões científicas e risadas. Em especial, ao Geraldo Felipe Ferreira e Silva, pelos longos anos de amizade. Às meninas do laboratório do professor Marcio de Castro, pela companhia. À técnica do laboratório da professora Helaine, Valentina de Fátima de Martin, por todos os ensinamentos, e também pelos anos de amizade.

Aos professores do departamento de genética, em especial ao professor Augusto, à professora Claudia e à professora Beth. À secretária do programa de Genética e Melhoramento de Plantas, por todo o auxílio. Aos professores Lázaro e Fábio do departamento de ciências biológicas, por todos os conselhos.

A todos os colegas do programa de Genética e Melhoramento de Plantas, que fizeram desses meus quatro anos algo cientificamente enriquecedor.





## EPÍGRAFE

“Tudo o que temos de decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado”

Gandalf



## SUMÁRIO

RESUMO .....	15
ABSTRACT.....	17
1 INTRODUÇÃO .....	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 Peptídeo hormonal RALF.....	21
2.1.1 Peptídeos RALF em tecido reprodutivo .....	26
2.2 Tecido reprodutivo .....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	33
3.1 Material vegetal.....	33
3.2 Confirmação de mutantes .....	33
3.3 Extração de DNA genômico .....	34
3.4 Reação em Cadeia de Polimerase (PCR) .....	34
3.5 Análise de expressão gênica .....	35
3.6 Obtenção de plantas transgênicas .....	37
3.6.1 Clonagem da sequência do promotor do gene <i>AtRALF26</i> para fusão com a proteína verde fluorescente GFP .....	37
3.6.2 Produção de células eletrocompetentes de <i>Escherichia coli</i> e <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .....	38
3.6.3 Extração de DNA plasmidial .....	38
3.6.4 Geração de plantas transgênicas .....	39
3.7 Visualização de plantas transgênicas no microscópio confocal .....	39
3.8 Análise fenotípica de plantas transgênicas e mutantes tratadas com os peptídeos AtRALFs .....	40
3.9 Transformação de grãos de pólen através de microprojéteis .....	40
3.10 Clonagem, produção e purificação dos peptídeos AtRALFs .....	40
3.11 Ensaio de germinação e crescimento de tubo polínico in vitro .....	41

3.12	Ensaio de crescimento de tubo polínico semi <i>in vivo</i> .....	42
3.13	Tratamento dos pistilos excisados .....	42
3.14	Ensaio de alcalinização e mobilização de Ca <sup>++</sup> .....	42
3.15	Análise estatística .....	43
4	RESULTADOS .....	45
4.1	Peptídeos AtRALFs em tecidos reprodutivos .....	45
4.1.1	Análise da expressão <i>in silico</i> dos genes que codificam os peptídeos AtRALF4, 8, 9, 25, 26 e 34.....	45
4.1.2	Estrutura primária dos peptídeos AtRALF4, 8, 9, 25, 26 e 34.....	46
4.1.3	Atividades de alcalinização, inibição da raiz primária, inibição do alongamento do hipocótilo e mobilização de Ca <sup>++</sup> dos peptídeos AtRALF4, 25, 26 e 34 .....	48
4.2	Peptídeo presente em ovários .....	50
4.2.1	Expressão do gene AtRALF34 .....	50
4.2.2	Análise fenotípica do tecido reprodutivo de plantas que superexpressam ou silenciam o gene AtRALF34.....	51
4.2.3	Análise da interação tubo polínico-óvulo em mutantes <i>atralf34</i> e plantas 35S:AtRALF34.....	56
4.2.4	Ensaio de crescimento do tubo polínico semi <i>in vivo</i> na presença do peptídeo AtRALF34 .....	59
4.2.4.1	Análise do papel do Ca <sup>++</sup> no efeito do peptídeo AtRALF34 em tubos polínicos ....	62
4.2.5	Tratamento do pistilo com o peptídeo AtRALF34 .....	64
4.3	Peptídeos presentes em grãos de pólen e tubos polínicos .....	65
4.3.1	Estudo da expressão dos genes AtRALF4, 8, 9, 25 e 26 .....	65
4.3.2	Mutantes <i>atralf4</i> , <i>atralf25</i> e <i>atralf26</i> .....	69
4.3.2.1	Análise fenotípica do tecido vegetativo, raiz e hipocótilo dos mutantes <i>atralf4</i> , <i>atralf25</i> e <i>atralf26</i> .....	69
4.3.2.2	Análise fenotípica dos órgãos reprodutivos dos mutantes <i>atralf4</i> , <i>atralf25</i> e <i>atralf26</i>	
	72	
4.3.2.3	Crescimento do tubo polínico em mutantes <i>atralf4</i> , <i>atralf25</i> e <i>atralf26</i> .....	77

4.3.3	Localização subcelular do peptídeo AtRALF4 .....	79
4.3.4	Germinação e crescimento do tubo polínico na presença dos peptídeos AtRALF4, AtRALF25 e AtRALF26 .....	81
4.3.4.1	Ensaio do crescimento do tubo polínico <i>in vitro</i> na presença dos peptídeos AtRALF4, AtRALF25 e AtRALF26 .....	81
4.3.4.2	Ensaio de crescimento de tubo polínico semi <i>in vivo</i> na presença dos peptídeos AtRALF4, AtRALF25 e AtRALF26 .....	84
5	DISCUSSÃO .....	93
6	CONCLUSÃO .....	99
	REFERÊNCIAS .....	100
	APÊNDICES .....	111



## RESUMO

### **Peptídeos RALF em tecidos reprodutivos: caracterização e efeito dos AtRALFs 4, 25, 26 e 34**

Pequenos peptídeos são importantes sinalizadores celulares e estão envolvidos na comunicação célula-a-célula em diversos aspectos do desenvolvimento da planta. Durante a reprodução sexual, moléculas sinalizadoras atuam na interação entre o gametófito feminino e o masculino, controlando processos como germinação do grão de pólen, alongamento do tubo polínico e liberação das células espermáticas, entre outros. RALF é um peptídeo de sinalização codificado por genes de expressão ubíqua ou tecido-específica e que regulam negativamente a expansão celular. Em *Arabidopsis*, peptídeos AtRALFs podem ser agrupados em uma família de 39 membros e, interessante, os maiores níveis de expressão gênica dessa família são encontrados nos *AtRALFs* expressos em tecidos reprodutivos.

Palavras-chave: Interação pólen-pistilo; Ruptura de tubo polínico; Inibição de crescimento; Germinação de grão de pólen; *Arabidopsis thaliana*; Sinalização celular; Fecundação; Sinalização de Ca<sup>++</sup>





## ABSTRACT

### **RALF peptides in reproductive tissues: characterization and effect of AtRALFs 4, 25, 26 and 34**

Small peptides are important cell signaling involved in several aspects of plant development. During sexual reproduction, signaling molecules act in the interaction between female and male gametophyte, controlling processes such as pollen grains germination, pollen tube elongation and sperm cells release. RALF is a signaling peptide ubiquitous or tissue-specific that negatively regulates cell growth. In arabidopsis, AtRALFs peptides can be grouped into a family of 39 members and, interestingly, the highest levels of gene expression of this family are found in AtRALFs expressed in reproductive tissues.

Keywords: Pollen-pistil interaction; Break pollen tube; Growth inhibition; Pollen grain germination; *Arabidopsis thaliana*; Cell signaling; Fertilization; Ca<sup>++</sup> signaling



## 1 INTRODUÇÃO

A comunicação célula-a-célula é essencial nos diversos processos que envolvem o crescimento e desenvolvimento em plantas. Diferentes aspectos do desenvolvimento reprodutivo, tais como formação e desenvolvimento do gameta, interação pólen-pistilo e embriogênese, ocorrem através da regulação por sinalização intercelular mediada por hormônios (HISCOCK; ALLEN, 2008). Assim como outros hormônios vegetais, peptídeos hormonais também estão envolvidos na sinalização celular (MATSUBAYACHI; SAKAGAMI, 2006).

Os peptídeos RALF (Rapid Alkalinization Factor) estão presentes em todo o reino vegetal, sendo sinalizadores celulares relacionados ao desenvolvimento (PEARCE et al., 2001). Estes peptídeos apresentam isoformas expressas ubiquamente ou tecido-específicas (MORATO DO CANTO et al., 2014). As proteínas precursoras dos peptídeos RALF possuem um peptídeo sinal em sua porção N-terminal e uma região C-terminal conservada que contém o peptídeo maduro (PEARCE et al., 2001).

Em arábido, peptídeos RALFs compõem uma família gênica composta de 39 isoformas denominadas *AtRALFs* (SHARMA et al., 2016). A superexpressão de três dessas isoformas, *AtRALF1*, *AtRALF8* e *AtRALF23*, resultaram em plantas com um fenótipo semi-anão (ATKINSON; LILLEY; URWIN, 2013; MATOS et al., 2008; SRIVASTAVA et al., 2009). O silenciamento gênico parcial da isoforma *AtRALF1* obtido por meio de construção gênica contendo sequências repetidas e invertidas (*irAtRALF1*) gerou plantas com células de raízes e hipocótilos maiores, enquanto células menores foram encontradas em plantas que superexpressam esse gene (*35S:AtRALF1*). Ainda, *irAtRALF1* possui maior número de raízes laterais enquanto plantas *35S:AtRALF1* mostram um menor número destas (BERGONCI et al., 2014).

Algumas isoformas de RALF com função em tecidos reprodutivos já foram caracterizadas (CHEVALIER; LOUBERT-HUDON; MATTON, 2013; COVEY et al., 2010). Análises de bibliotecas de cDNA de ovário e óvulos fertilizados de *Solanum chacoense* identificaram 5 isoformas (*ScRALF1-5*) com expressão menor durante a polinização e fertilização e sofrendo aumento considerável durante o processo de maturação dos frutos (GERMAIN et al., 2005). Dos peptídeos *ScRALF*, sabe-se que *ScRALF3* está envolvido na comunicação intercelular entre os gametófitos masculino e feminino durante o desenvolvimento do óvulo (CHEVALIER; LOUBERT-HUDON; MATTON, 2013).

No presente trabalho, foram caracterizadas as isoformas exclusivamente expressas em grãos de pólen, *AtRALF4*, 25 e 26, e a isoforma mais expressa em ovário, *AtRALF34*.

## 6 CONCLUSÃO

AtRALF34 é expresso em ovário.

AtRALF4, 25 e 26 são expressos em grãos de pólen e tubo polínicos.

**REFERÊNCIAS**

AALEN, R.B.; WILDHAGEN, M.; STØ, I.M.; BUTENKO, M.A. IDA: a peptide ligand regulating cell separation processes in *Arabidopsis*. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 64, n. 17, p. 5253-5261, 2013. DOI: 10.1093/jxb/ert338.

ALVAREZ-BUYLLA, E.R.; BENÍTEZ, M.; CORVERA-POIRÉ, A.; CADOR, A.C.; FOLTER, S.; BUEN, A.G.; GARAY-ARROYO, A.; GARCÍA-PONCE, B.; JAIMES-MIRANDA, F.; PÉREZ-RUIZ, R.V.; PIÑEYRO-NELSON, A.; SÁNCHEZ-CORRALES, Y.E. Flower development. **The Arabidopsis Book**, Washington, v. 8, p. e0127, 2010. DOI: 10.1199/tab.0127.

ATKINSON, N.J.; LILLEY, C.J.; URWIN, P.E. Identification of genes involved in the response of *Arabidopsis* to simultaneous biotic and abiotic stresses. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 162, n. 4, p. 2028-2041, 2013. DOI: 10.1104/pp.113.222372.

BASU, D.; WANG, W.; MA, S.; DEBROSSE, T.; POIRIER, E.; EMCH, K.; SOUKUP, E.; TIAN, L.; SHOWALTER, A. M. Two hydroxyproline galactosyltransferases, GALT5 and GALT2, function in arabinogalactan-protein glycosylation, growth and development in *Arabidopsis*. **PLoS ONE**, San Francisco, v.10, n.5, e0125624, p.1-36, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0125624

BECKER, J.D.; BOAVIDA, L.C.; CARNEIRO, J.; HAURY, M.; FEIJÓ, J.A. Transcriptional profiling of *Arabidopsis* tissues reveals the unique characteristics of the pollen transcriptome. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 133, n. 2, p. 713-725, 2003. DOI: 10.1104/pp.103.028241.

BERGONCI, T. **Análise funcional dos peptídeos RALF em Arabidopsis**: avaliação do efeito do hormônio brassinolide em plantas superexpressoras e silenciadas para os genes *AtRALF1* e *AtRALF34*. 2012. 78 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

BERGONCI, T.; SILVA-FILHO, M.C.; MOURA, D.S. Antagonistic relationship between *AtRALF1* and brassinosteroid regulates cell expansion-related genes. **Plant Signaling & Behavior**, Georgetown, v. 9, n. 10, p. e976146, 2014. DOI: 10.4161/15592324.2014.976146.

BERGONCI, T.; RIBEIRO, B.; CECILIATO, P.H.O.; GUERRERO-ABAD, J.C.; SILVA-FILHO, M.C.; MOURA, D.S. *Arabidopsis thaliana* RALF1 opposes brassinosteroid effects on root cell elongation and lateral root formation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 65, n. 8, p. 2219-2230, 2014. DOI: 10.1093/jxb/eru099.

BOAVIDA, L.C.; McCORMICK, S. Temperature as a determinant factor for increased and reproducible *in vitro* pollen germination in *Arabidopsis thaliana*. **The Plant Journal**, Oxford, v. 52, n. 3, p. 570-582, 2007. DOI: 10.1111/j.1365-313X.2007.03248.x.

BOCK, K.W.; HONY, D.; WARD, J.W.; PADMANABAN, S.; NAWROCKI, E.P.; HIRSCHI, K.D.; TWELL, D.; SZE, H. Integrating membrane transport with male gametophyte development and function through transcriptomics. **Plant Physiology**, Lancaster, v.140, n.4, p.1151-1168, 2006. DOI: 10.1104/pp.105.074708.

- BOSCH, M.; CHEUNG, A. Y.; HEPLER, P. K. Pectin methylesterase, a regulator of pollen tube growth. **Plant Physiology**, Lancaster, v.138, n.3, p.1334-1346, 2005. DOI: 10.1104/pp.105.059865
- CAMPOS, W. F. **A inibição do crescimento radicular pelo peptídeo hormonal AtRALF1 é dependente da interação com a proteína AtCML38, uma proteína secretada semelhante a calmodulina.** 2013. 104p. Tese (Doutorado em Ciências, Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.
- CANTO, A.M.; CECILIATO, P.H.O.; RIBEIRO, B.; MOREA, F.A.O.; GARCIA, A.A.F.; SILVA-FILHO, M.C.; MOURA, D.S. Biological activity of nine recombinant AtRALF peptides: implications for their perception and function in *Arabidopsis*. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 75, p. 45-54, 2014. DOI: 10.1016/j.plaphy.2013.12.005.
- CAO, J.; SHI, F. Evolution of the *RALF* gene family in plants: gene duplication and selection patterns. **Evolutionary Bioinformatics Online**, Auckland, v. 8, p. 271-292, 2012. DOI: 10.4137/EBO.S9652.
- CAROL, R.J.; DOLAN, L. The role of reactive oxygen species in cell growth: lessons from root hairs. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 57, n. 8, p. 1829-1834, 2006. DOI: 10.1093/jxb/erj201.
- CHAE, K.; LORD, E.M. Pollen tube growth and guidance: roles of small, secreted proteins. **Annals of Botany**, Oxford, v. 108, n. 4, p. 627-636, 2011. DOI: 10.1093/aob/mcr015.
- CHAIWANON, J.; WANG, W.; ZHU, J-Y.; OH, E.; WANG, Z-Y. Information integration and communication in plant growth regulation. **Cell**, Cambridge, v. 164, n. 6, p. 1257-1268, 2016. DOI: 10.1016/j.cell.2016.01.044.
- CHEUNG, A.Y.; WU, H-M. Structural and signaling networks for the polar cell growth machinery in pollen tubes. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 59, p. 547-572, 2008. DOI: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092921.
- \_\_\_\_\_. THESEUS1, FERONIA and relatives: a family of cell wall-sensing receptor kinases? **Current Opinion in Plant Biology**, London, v.14, n.6, p.632-641, 2011. DOI: 10.1016/j.pbi.2011.09.001
- CHEUNG, A. Y.; WANG, H.; WU, H-M. A floral transmitting tissue-specific glycoprotein attracts pollen tubes and stimulates their growth. **Cell**, Cambridge, v.82, n.3, p.383-393, 1995. DOI: 10.1016/0092-8674(95)90427-1
- CHEUNG, A.Y.; CHEN, C.Y-H.; TAO, L-Z.; ANDREYEVA, T.; TWELL, D.; WU, H-M. Regulation of pollen tube growth by Rac-like GTPases. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 54, n. 380, p. 73-81, 2003. DOI: 10.1093/jxb/erg044.
- CHEUNG, A.Y.; CHEN, C. Y-H.; GLAVEN, R.H.; GRAAF, B.H.J.; VIDALI, L.; HEPLER, P.K.; WU, H-M. Rab2 GTPase regulates vesicle trafficking between the endoplasmic reticulum and the golgi bodies and is important to pollen tube growth. **The Plant Cell**, Rockville, v. 14, n. 4, p. 945-962, 2002. DOI: 10.1105/tpc.000836.



CHEVALIER, E.; LOUBERT-HUDON, A.; MATTON, D.P. ScRALF3, a secreted RALF-like peptide involved in cell-cell communication between the sporophyte and the female gametophyte in a solanaceous species. **The Plant Cell**, Rockville, v. 73, n. 6, p. 1019-1033, 2013. DOI: 10.1111/tpj.12096.

CLOUGH, S.J.; BENT, A.F. Floral dip: a simplified method for *Agrobacterium*-mediated transformation of *Arabidopsis thaliana*. **The Plant Journal**, Oxford, v. 16, n. 6, p. 735-743, 1998. DOI: 10.1046/j.1365-313x.1998.00343.x.

COMBIER, J-P.; KÜSTER, H.; JOURNET, E-P.; HOHNJEC, N.; GAMAS, P.; NIEBEL, A. Evidence for the involvement in nodulation of the two small putative regulatory peptide-encoding genes *MtRALFL1* and *MtDVL1*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, Saint Paul, v. 21, n. 8, p. 1118-1127, 2008. DOI: 10.1094/MPMI-21-8-1118.

COSGROVE, D.J. Plant expansins: diversity and interactions with plant cell walls. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 25, p. 162-172, 2015. DOI: 10.1016/j.pbi.2015.05.014.

COVEY, P.A.; SUBBAIAH, C.C.; PARSONS, R.L.; PEARCE, G.; LAY, F.T.; ANDERSON, M.A.; RYAN, C.A.; BEDINGER, P.A. A pollen-specific RALF from tomato that regulates pollen tube elongation. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 153, n. 2, p. 703-715, 2010. DOI: 10.1104/pp.110.155457.

CZYZEWICZ, N.; YUE, K.; BEECKMAN, T.; De SMET, I. Message in a bottle: small signalling peptide outputs during growth and development. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 64, n. 17, p. 5281-5296, 2013. DOI: 10.1093/jxb/ert283.

DIXIT, R.; RIZZO, C.; NASRALLAH, M.; NASRALLAH, J. The *Brassica MIP-MOD* gene encodes a functional water channel that is expressed in the stigma epidermis. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v.45, n.1, p.51-62, 2001. DOI: 10.1023/A:1006428007826

DRESSELHAUS, T.; FRANKLIN-TONG, F. Male–female crosstalk during pollen germination, tube growth and guidance, and double fertilization. **Molecular Plant**, Oxford, v. 6, n. 4, p. 1018-1036, 2013. DOI: 10.1093/mp/sst061.

DUAN, Q.; KITA, D.; JOHNSON, E.A.; AGGARWAL, M.; GATES, L.; WU, H-M.; CHEUNG, A.Y. Reactive oxygen species mediate pollen tube rupture to release sperm for fertilization in *Arabidopsis*. **Nature Communications**, London, v. 5, n. 3129, p. 1-10, 2014. DOI: 10.1038/ncomms4129.

DUNAND, C.; CRÈVECOEUR, M.; PENEL, C. Distribution of superoxide and hydrogen peroxide in *Arabidopsis* root and their influence on root development: possible interaction with peroxidases. **New Phytologist**, Oxford, v. 174, n. 2, p. 332-341, 2007. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2007.01995.x.

ESCOBAR-RESTREPO, J-M.; HUCK, N.; KESSLER, S.; GAGLIARDINI, V.; GHEYSELINCK, J.; YANG, W-C.; GROSSNIKLAUS, U. The FERONIA receptor-like kinase mediates male-female interactions during pollen tube reception. **Science**, New York, v. 317, n. 5838, p. 656-660, 2007. DOI: 10.1126/science.1143562.

FALHOF, J.; PEDERSEN, J. T.; FUGLSANG, A. T.; PALMGREN, M. Plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase regulation in the center of plant physiology. **Molecular Plant**, Oxford, v.9, n.3, p.323-337, 2016. DOI: 10.1016/j.molp.2015.11.002

GERMAIN, H.; CHEVALIER, É.; CARON, S.; MATTON, D.P. Characterization of five RALF-like genes from *Solanum chacoense* provides support for a developmental role in plants. **Planta**, Berlin, v. 220, n. 3, p. 447-454, 2005. DOI: 10.1007/s00425-004-1352-0.

HANAHAN, D. Studies on transformation of *Escherichia coli* with plasmids. **Journal of Molecular Biology**, London, v. 166, n. 4, p. 557-580, 1983. DOI: 10.1016/S0022-2836(83)80284-8.

HARPER, J. F.; BRETON, G.; HARMON, A. Decoding Ca<sup>2+</sup> signals through plant protein kinases. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v.55, p.263-288, 2004. DOI: 10.1146/annurev.arplant.55.031903.141627

HARUTA, M.; CONSTABEL, C.P. Rapid alkalization factors in poplar cell cultures. Peptide isolation, cDNA cloning, and differential expression in leaves and methyl jasmonate-treated cells. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 131, n. 2, p. 814-823, 2003. DOI: 10.1104/pp.014597.

HARUTA, M.; MONSHAUSEN, G.; GILROY, S.; SUSSMAN, M.R. A cytoplasmic Ca<sup>2+</sup> functional assay for identifying and purifying endogenous cell signaling peptides in *Arabidopsis* seedlings: identification of AtRALF1 peptide. **Biochemistry**, Washington, v. 47, n. 24, p. 6311-6321, 2008. DOI: 10.1021/bi8001488.

HARUTA, M.; SABAT, G.; STECKER, K.; MINKOFF, B.B.; SUSSMAN, M.R. A peptide hormone and its receptor protein kinase regulate plant cell expansion. **Science**, New York, v. 343, n. 6169, p. 408-411, 2014. DOI: 10.1126/science.1244454.

HIMSCHOOT, E.; BEECKMAN, T.; FRIML, J.; VANNESTE, S. Calcium is an organizer of cell polarity in plants. **Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Cell Research**, Amsterdam, v. 1853, n. 9, p. 2168-2172, 2015. DOI: 10.1016/j.bbamcr.2015.02.017.

HISCOCK, S.J.; ALLEN, A.M. Diverse cell signalling pathways regulate pollen-stigma interactions: the search for consensus. **New Phytologist**, Oxford, v. 179, n. 2, p. 286-317, 2008. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2008.02457.x.

HOCHMAL, A.K.; SCHULZE, S.; TROMPELT, K.; HIPPLER, M. Calcium-dependent regulation of photosynthesis. **Biochimica et Biophysica Acta - Bioenergetics**, Amsterdam, v. 1847, n. 9, p. 993-1003, 2015. DOI: 10.1016/j.bbabbio.2015.02.010.

HOLDAWAY-CLARKE, T.L.; HEPLER, P.K. Control of pollen tube growth: role of ion gradients and fluxes. **New Phytologist**, Oxford, v. 159, n. 3, p. 539-563, 2003. DOI: 10.1046/j.1469-8137.2003.00847.x.

HOLMES, P.; GOFFARD, N.; WEILLER, G.F.; ROLFE, B.G.; IMIN, N. Transcriptional profiling of *Medicago truncatula* meristematic root cells. **BMC Plant Biology**, London, v. 8, n. 21, p. 11-22, 2008. DOI: 10.1186/1471-2229-8-21.

HUALA, E.; SUSSEX, I.M. Leafy interacts with floral homeotic genes to regulate *Arabidopsis* floral development. **The Plant Cell**, Rockville, v. 4, n. 8, p. 901-913, 1992. DOI: 10.1105/tpc.4.8.901.

HUCK, N.; MOORE, J.M.; FEDERER, M.; GROSSNIKLAUS, U. The *Arabidopsis* mutant *feronia* disrupts the female gametophytic control of pollen tube reception. **Development**, Cambridge, v. 130, n. 10, p. 2149-2159, 2003. DOI: 10.1242/dev.00458.

IVANOV, R.; FOBIS-LOISY, I.; GAUDE, T. When no means no: guide to Brassicaceae self-incompatibility. **Trends in Plant Science**, Oxford, v.15, n.7, p.387-394, 2010. DOI: 10.1016/j.tplants.2010.04.010

JOHNSON, F. H.; SHIMOMURA, O. Preparation and use of aequorin for rapid microdetermination of Ca<sup>2+</sup> in biological systems. **Nature New Biology**, London, v.237, n.78, p.287-288, 1972. DOI: 10.1038/newbio237287a0

JOHNSON, M.A.; PREUSS, D. Plotting a course: multiple signals guide pollen tubes to their targets. **Developmental Cell**, Cambridge, v. 2, n. 3, p. 273-281, 2002. DOI: 10.1016/S1534-5807(02)00130-2.

JOHNSTON, A.J.; MEIER, P.; GHEYSELINCK, J.; WUEST, S.E.; FEDERER, M.; SCHLAGENHAUF, E.; BECKER, J.D.; GROSSNIKLAUS, U. Genetic subtraction profiling identifies genes essential for *Arabidopsis* reproduction and reveals interaction between the female gametophyte and the maternal sporophyte. **Genome Biology**, London, v. 8, n. 10, R204, 2007. DOI: 10.1186/gb-2007-8-10-r204.

KENDE, H.; ZEEVAART, J.A.D. The five “classical” plant hormones. **The Plant Cell**, Rockville, v. 9, n. 7, p. 1197-1210, 1997. DOI: 10.1105/tpc.9.7.1197.

KIM, S.; MOLLET, J-C.; DONG, J.; ZHANG, K.; PARK, S-Y.; LORD, E.M. Chemocyanin, a small basic protein from the lily stigma, induces pollen tube chemotropism. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 100, n. 26, p. 16125-16130, 2003. DOI: 10.1073/pnas.2533800100.

KNOCH, E.; DILOKPIMOL, A.; GESHI, N. Arabinogalactan proteins: focus on carbohydrate active enzymes. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v.5, a.n.198, p.1-9, 2014. DOI: 10.3389/fpls.2014.00198

LAMESCH, P.; BERARDINI, T.Z.; LI, D.; SWARBRECK, D.; WILKS, C.; SASIDHARAN, R.; MULLER, R.; DREHER, K.; ALEXANDER, D.L.; GARCIA-HERNANDEZ, M.; KARTHIKEYAN, A.S.; LEE, C.H.; NELSON, W.D.; PLOETZ, L.; SINGH, S.; WENSEL, A.; HUALA, E. The *Arabidopsis* information resource (TAIR): improved gene annotation and new tools. **Nucleic Acids Research**, Oxford, v. 40, n. D1, p. D1202-D1210, 2012. DOI: 10.1093/nar/gkr1090.

LI, C.; YEH, F-L.; CHEUNG, A.Y.; DUAN, Q.; KITA, D.; LIU, M-C.; MAMAN, J.; LUU, E.J.; WU, B.W.; GATES, L.; JALAL, M.; KWONG, A.; CARPENTER, H.; WU, H-M. Glycosylphosphatidylinositol-anchored proteins as chaperones and co-receptors for FERONIA receptor kinase signaling in *Arabidopsis*. **eLife**, Cambridge, v. 4, p. e06587, 2015. DOI: 10.7554/eLife.06587.

- LI, Y.; NIE, C.; CAO, J. Isolation and characterization of a novel *BcMF14* gene from *Brassica campestris* ssp. *chinensis*. **Molecular Biology Reports**, Dordrecht, v. 38, n. 3, p. 1821-1829, 2011. DOI: 10.1007/s11033-010-0298-5.
- LI, Y.L.; DAI, X.R.; YUE, X.; GAO, X-Q.; ZHANG, X.S. Identification of small secreted peptides (SSPs) in maize and expression analysis of partial *SSP* genes in reproductive tissues. **Planta**, Berlin, v. 240, n. 4, p. 713-728, 2014. DOI: 10.1007/s00425-014-2123-1.
- LINDSEY, K.; CASSON, S.; CHILLEY, P. Peptides: new signalling molecules in plants. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 7, n. 2, p. 78-83, 2002. DOI: 10.1016/S1360-1385(01)02194-X.
- MA, W.; BERKOWITZ, G.A. The grateful dead: calcium and cell death in plant innate immunity. **Cellular Microbiology**, Oxford, v. 9, n. 11, p. 2571-2585, 2007. DOI: 10.1111/j.1462-5822.2007.01031.x.
- MARSCH-MARTÍNEZ, N.; FOLTER, S. Hormonal control of the development of the gynoeceium. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 29, p. 104-114, 2016. DOI: 10.1016/j.pbi.2015.12.006.
- MASACHIS, S.; SEGORBE, D.; TURRÀ, D.; LEON-RUIZ, M.; FÜRST, U.; EI GHALID, M.; LEONARD, G.; LÓPEZ-BERGES, M.S.; RICHARDS, T.A.; FELIX, G.; Di PIETRO, A. A fungal pathogen secretes plant alkalizing peptides to increase infection. **Nature Microbiology**, New York, v. 1, n. 16043, p. 21-30, 2016. DOI: 10.1038/nmicrobiol.2016.43.
- MATOS, J.L.; FIORI, C.S.; SILVA-FILHO, M.C.; MOURA, D.S. A conserved dibasic site is essential for correct processing of the peptide hormone AtRALF1 in *Arabidopsis thaliana*. **FEBS Letters**, Amsterdam, v. 582, n. 23/24, p. 3343-3347, 2008. DOI: 10.1016/j.febslet.2008.08.025.
- MATSUBAYASHI, Y.; SAKAGAMI, Y. Peptide hormones in plants. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 57, p. 649-674, 2006. DOI: 10.1146/annurev.arplant.56.032604.144204.
- MENG, L.; FELDMAN, L.J. CLE14/CLE20 peptides may interact with CLAVATA2/CORYNE receptor-like kinases to irreversibly inhibit cell division in the root meristem of *Arabidopsis*. **Planta**, Berlin, v. 232, n. 5, p. 10161-1074, 2010. DOI: 10.1007/s00425-010-1236-4.
- MINGOSSI, F.B.; MATOS, J.L.; RIZZATO, A.P.; MEDEIROS, A.H.; FALCO, M.C.; SILVA-FILHO, M.C.; MOURA, D.S. SacRALF1, a peptide signal from the grass sugarcane (*Saccharum* spp.), is potentially involved in the regulation of tissue expansion. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 73, n. 3, p. 271-281, 2010. DOI: 10.1007/s11103-010-9613-8.
- MURPHY, E.; De SMET, I. Understanding the RALF family: a tale of many species. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 19, n. 10, p. 664-671, 2014. DOI: 10.1016/j.tplants.2014.06.005.

MURPHY, E.; SMITH, S.; De SMET, I. Small signaling peptides in *Arabidopsis* development: how cells communicate over a short distance. **The Plant Cell**, Rockville, v. 24, n. 8, p. 3198-3217, 2012. DOI: 10.1105/tpc.112.099010.

NASRALLAH, J.B.; STEIN, J.C.; KANDASAMY, M.K.; NASRALLAH, M.E. Signaling the arrest of pollen tube development in self-incompatible plants. **Science**, New York, v. 266, n. 5190, p. 1505-1508, 1994. DOI: 10.1126/science.266.5190.1505.

NIITSU, A. L. **A inibição da expansão celular causada pelo peptídeo AtRALF1 é dependente de etileno**. 2016. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área de Concentração: Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

OLSEN, A.N.; MUNDY, J.; SKRIVER, K. Peptomics, identification of novel cationic *Arabidopsis* peptides with conserved sequence motifs. **In Silico Biology**, Amsterdam, v. 2, n. 4, p. 441-451, 2002.

PARK, C. H.; KIM, T-W.; SON, S-H.; HWANG, J-Y.; LEE, S. C.; CHANG, S. C.; KIM, S-H.; KIM, S. W.; KIM, S-K. Brassinosteroids control *AtEXPA5* gene expression in *Arabidopsis thaliana*. **Phytochemistry**, Oxford, n.71, v.4, p.380-387, 2010. DOI: 10.1016/j.phytochem.2009.11.003

PARK, S-Y.; JAUH, G-Y.; MOLLET, J-C.; ECKARD, K. J.; NOTHNAGEL, E. A.; WALLING, L. L.; LORD, E. M. A lipid transfer-like protein is necessary for lily pollen tube adhesion to an in vitro stylar matrix. **The Plant Cell**, Rockville, v.12, n.1, p.151-163, 2000. DOI: 10.1105/tpc.12.1.151

PEARCE, G.; MOURA, D.S.; STRATMANN, J.; RYAN Jr., C.A. RALF, a 5-kDa ubiquitous polypeptide in plants, arrests root growth and development. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 98, n. 22, p. 12843-12847, 2001. DOI: 10.1073/pnas.201416998.

PEARCE, G.; YAMAGUCHI, Y.; MUNSKE, G.; RYAN, C.A. Structure-activity studies of RALF, Rapid Alkalinization Factor, reveal an essential - YISY - motif. **Peptides**, New York, v. 31, n. 11, p. 1973-1977, 2010. DOI: 10.1016/j.peptides.2010.08.012.

RIBEIRO, B. **Análise funcional de peptídeos AtRALFs foliares e purificação por afinidade de proteínas que interagem com o AtRALF1 in planta**. 2014. 77 p. Dissertação (Mestrado Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

ROTMAN, N.; ROZIER, F.; BOAVIDA, L.; DUMAS, C.; BERGER, F.; FAURE, J-E. Female control of male gamete delivery during fertilization in *Arabidopsis thaliana*. **Current Biology**, London, v. 13, n. 5, p. 432-436, 2003. DOI: 10.1016/S0960-9822(03)00093-9.

RUSSELL, S.D. Double fertilization. **International Review of Cytology**, New York, v. 140, p. 357-388, 1992. DOI: 10.1016/S0074-7696(08)61102-X.

RYAN, C.A.; PEARCE, G.; SCHEER, J.; MOURA, D.S. Polypeptide hormones. **The Plant Cell**, Rockville, v. 14, suppl. 1, S251-S264, 2002. DOI: 10.1105/tpc.010484.

SCHEER, J.M.; PEARCE, G.; RYAN, C.A. *LeRALF*, a plant peptide that regulates root growth and development, specifically binds to 25 and 120 kDa cell surface membrane proteins of *Lycopersicon peruvianum*. **Planta**, Berlin, v. 221, n. 5, p. 667-674, 2005. DOI: 10.1007/s00425-004-1442-z.

SCHMID, M.; DAVISON, T.S.; HENZ, S.R.; PAPE, U.J.; DEMAR, M.; VINGRON, M.; SCHÖLKOPF, B.; WEIGEL, D.; LOHMANN, J.U. A gene expression map of *Arabidopsis thaliana* development. **Nature Genetics**, New York, v. 37, n. 5, p. 501-506, 2005. DOI: 10.1038/ng1543.

SCHOPFER, C. R.; NASRALLAH, M. E.; NASRALLAH, J. B. The male determinant of self-incompatibility in *Brassica*. **Science**, New York, v.286, n.5445, p.1697-1700, 1999. DOI: 10.1126/science.286.5445.1697

SHARMA, A.; HUSSAIN, A.; MUN, B-G.; IMRAN, Q.M.; FALAK, N.; LEE, S-U.; KIM, J.Y.; HONG, J.K.; LOAKE, G.J.; ALI, A.; YUN, B-W. Comprehensive analysis of plant rapid alkalization factor (RALF) genes. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 106, p. 82-90, 2016. DOI: 10.1016/j.plaphy.2016.03.037.

SHIMIZU, K.K.; OKADA, K. Attractive and repulsive interactions between female and male gametophytes in *Arabidopsis* pollen tube guidance. **Development**, Cambridge, v. 127, n. 20, p. 4511-4518, 2000.

SILVERSTEIN, K.A.T.; GRAHAM, M.A.; VANDENBOSCH, K.A. Novel paralogous gene families with potential function in legume nodules and seeds. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 9, n. 2, p. 142-146, 2006. DOI: 10.1016/j.pbi.2006.01.002.

SMYTH, D.R.; BOWMAN, J.L.; MEYEROWITZ, E.M. Early flower development in *Arabidopsis*. **The Plant Cell**, Rockville, v. 2, n. 8, p. 755-767, 1990. DOI: 10.1105/tpc.2.8.755.

SRIVASTAVA, R.; LIU, J-X.; GUO, H.; YIN, Y.; HOWELL, S. H. Regulation and processing of a plant peptide hormone, AtRALF23, in *Arabidopsis*. **The Plant Journal**, Oxford, v. 59, n. 6, p. 930-939, 2009. DOI: 10.1111/j.1365-313X.2009.03926.x.

STEIN, J. C.; HOWLETT, B.; BOYES, D. C.; NASRALLAH, M. E.; NASRALLAH, J. B. Molecular cloning of a putative receptor protein kinase gene encoded at the self-incompatibility locus of *Brassica oleracea*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v.88, n.19, p.8816-8820, 1991.

SWANSON, R.; EDLUND, A.F.; PREUSS, D. Species specificity in pollen-pistil interactions. **Annual Review of Genetics**, Palo Alto, v. 38, p. 793-818, 2004. DOI: 10.1146/annurev.genet.38.072902.092356.

SZUMLANSKI, A.L.; NIELSEN, E. The Rab GTPase RabA4d regulates pollen tube tip growth in *Arabidopsis thaliana*. **The Plant Cell**, Rockville, v. 21, n. 2, p. 526-544, 2009. DOI: 10.1105/tpc.108.060277.

TAKAYAMA, S.; SHIBA, H.; IWANO, M.; ASANO, K.; HARA, M.; CHE, F-S.; WATANABE, M.; HINATA, K.; ISOGAI, A. Isolation and characterization of pollen coat

proteins of *Brassica campestris* that interact with *S* locus-related glycoprotein 1 involved in pollen-stigma adhesion. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v.97, n.7, p.3765-3770, 2000. DOI: 10.1073/pnas.97.7.3765

TANG, W.; EZCURRA, I.; MUSCHIETTI, J.; McCORMICK, S. A cysteine-rich extracellular protein, LAT52, interacts with the extracellular domain of the pollen receptor kinase LePRK2. **The Plant Cell**, Rockville, v.14, n.9, p.2277-2287, 2002. DOI: 10.1105/tpc.003103

TANG, W.; KELLEY, D.; EZCURRA, I.; COTTER, R.; McCORMICK, S. LeSTIG1, an extracellular binding partner for the pollen receptor kinases LePRK1 and LePRK2, promotes pollen tube growth *in vitro*. **The Plant Journal**, Oxford, v.39, n.3, p.343-353, 2004. DOI: 10.1111/j.1365-313X.2004.02139.x

TSUKAMOTO, T.; QIN, Y.; HUANG, Y.; DUNATUNGA, D.; PALANIVELU, R. A role for LORELEI, a putative glycosylphosphatidylinositol-anchored protein, in *Arabidopsis thaliana* double fertilization and early seed development. **The Plant Journal**, Oxford, v. 62, n. 4, p. 571-588, 2010. DOI: 10.1111/j.1365-313X.2010.04177.x.

TWELL, D.; YAMAGUCHI, J.; McCORMICK, S. Pollen-specific gene expression in transgenic plants: coordinate regulation of two different tomato gene promoters during microsporogenesis. **Development**, Cambridge, v. 109, n. 3, p. 705-713, 1990.

VANSTRAELEN, M.; BENKOVÁ, E. Hormonal interactions in the regulation of plant development. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, Palo Alto, v.28, p. 463-487, 2012. DOI: 10.1146/annurev-cellbio-101011-15574

WEI, Z.; LI, J. Brassinosteroids regulate root growth, development, and symbiosis. **Molecular Plant**, Oxford, v.9, n.1, p. 86-100, 2016. DOI: 10.1016/j.molp.2015.12.003

WENGIER, D.L.; MAZZELLA, M.A.; SALEM, T.M.; McCORMICK, S.; MUSCHIETTI, J.P. STIL, a peculiar molecule from styles, specifically dephosphorylates the pollen receptor kinase LePRK2 and stimulates pollen tube growth *in vitro*. **BMC Plant Biology**, London, v. 10, n. 33, p. 1-11, 2010. DOI: 10.1186/1471-2229-10-33.

WETERINGS, K.; RUSSELL, S.D. Experimental analysis of the fertilization process. **The Plant Cell**, Rockville, v. 16, suppl. 1, S107-S118, 2004. DOI: 10.1105/tpc.016873.

WINTER, D.; VINEGAR, B.; NAHAL, H.; AMMAR, R.; WILSON, G.V.; PROVART, N.J. An “electronic fluorescent pictograph” browser for exploring and analyzing large-scale biological data sets. **PLoS One**, San Francisco, v. 2, n. 8, p. e718, 2007. DOI: 10.1371/journal.pone.0000718.

WU, H-M.; WONG, E.; OGD AHL, J.; CHEUNG, A.Y. A pollen tube growth-promoting arabinogalactan protein from *Nicotiana glauca* is similar to the tobacco TTS protein. **The Plant Journal**, Oxford, v. 22, n. 2, p. 165-176, 2000. DOI: 10.1046/j.1365-313x.2000.00731.x.

WU, J.; KURTEN, E.L.; MONSHAUSEN, G.; HUMMEL, G.M.; GILROY, S.; BALDWIN, I.T. NaRALF, a peptide signal essential for the regulation of root hair tip apoplastic pH in *Nicotiana attenuata*, is required for root hair development and plant growth in native soils.

**The Plant Journal**, Oxford, v. 52, n. 5, p. 877-890, 2007. DOI: 10.1111/j.1365-313X.2007.03289.x.

WU, J.; SHANG, Z.; WU, J.; JIANG, X.; MOSCHOU, P. N.; SUN, W.; ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K. A.; ZHANG, S. Spermidine oxidase-derived H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> regulates pollen plasma membrane hyperpolarization-activated Ca<sup>2+</sup>-permeable channels and pollen tube growth. **The Plant Journal**, Oxford, v.63, n.6, p.1042-1053, 2010. DOI: 10.1111/j.1365-313X.2010.04301.x

YADEGARI, R.; DREWS, G.N. Female gametophyte development. **The Plant Cell**, Rockville, v. 16, suppl. 1, S133-S141, 2004. DOI: 10.1105/tpc.018192.

YAMAMURO, C.; ZHU, J-K.; YANG, Z. Epigenetic modifications and plant hormone action. **Molecular Plant**, Oxford, v. 9, n. 1, p. 57-70, 2016. DOI: 10.1016/j.molp.2015.10.008.

YANG, Z.; FU, Y. ROP/RAC GTPase signaling. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v.10, n.5, p. 490-494, 2007. DOI: 10.1016/j.pbi.2007.07.005

YU, H-J.; HOGAN, P.; SUNDARESAN, V. Analysis of the female gametophyte transcriptome of Arabidopsis by comparative expression profiling. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 139, n. 4, p. 1853-1869, 2005. DOI: 10.1104/pp.105.067314.

ZHANG, G-Y.; WU, J.; WANG, X-W. Cloning and expression analysis of a pollen preferential rapid alkalization factor gene, *BoRALF1*, from broccoli flowers. **Molecular Biology Reports**, Dordrecht, v. 37, n. 7, p. 3273-3281, 2010. DOI: 10.1007/s11033-009-9912-9.

ZHOU, L.; FU, Y.; YANG, Z. A genome-wide functional characterization of *Arabidopsis* regulatory calcium sensors in pollen tubes. **Journal of Integrative Plant Biology**, Victoria, v. 51, n. 8, p. 751-761, 2009. DOI: 10.1111/j.1744-7909.2009.00847.x.