

Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal

Lenir Maristela Silva^{1,4}, Yedo Alquini² e Valdo José Cavallet³

Recebido em 16/12/2003. Aceito em 17/08/2004

RESUMO – (Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal). É realizada uma revisão de literatura que procura aproximar a anatomia vegetal do contexto da produção vegetal. O principal objetivo é o de contribuir para que o professor de Botânica possa proporcionar aos alunos dos cursos de Agronomia compreensão da diversidade da organização estrutural do vegetal.

Palavras-chave: anatomia vegetal, ensino de botânica, produção vegetal, agronomia

ABSTRACT – (Interrelations between plant anatomy and plant production). A literature revision is accomplished to approach the plant anatomy within the context of the plant production. The main objective is to contribute so that the Botany teacher will be able to make it provide for the students of the Agronomy courses to understand the diversity of behaviors in the structural organization of the plant.

Key words: plant anatomy, botany teaching, plant production, agronomy

Introdução

A anatomia vegetal tem relevante destaque na Agronomia, principalmente na Fitotecnia, afinal é o corpo do vegetal o seu principal recurso. As práticas agrícolas exigem uma atenção especial na relação dos diferentes vegetais com os diversos manejos pois, o corpo do vegetal está dinamicamente relacionado com essas práticas.

Os materiais bibliográficos encontram-se pulverizados nas diferentes áreas de pesquisa em Fitotecnia e Botânica Aplicada e isso dificulta o trabalho do professor de Morfologia Vegetal cujo tempo é limitado para a pesquisa de conteúdos significativos à formação do Agrônomo.

É importante destacar a contribuição do Brasil na pesquisa aplicada de Botânica, embora ainda incipiente, apresenta dados muito interessantes, que poderão ser observados no decorrer desta revisão.

Evidentemente, este estudo não dá conta de todas as inter-relações e, portanto, priorizou-se algumas relações da organização estrutural dos vegetais com microrganismos e herbívoros e com algumas condições e substâncias oferecidas em experimentos agrônômicos.

Este trabalho consta de uma revisão de literatura com o objetivo principal de auxiliar professores de Botânica na contextualização de conteúdos.

A importância da anatomia vegetal no contexto da produção vegetal

A expressão da organização estrutural dos vegetais na Fitotecnia é ampla e distribuída nas várias áreas de estudo da mesma. Algumas áreas expressam mais informações sobre o comportamento do corpo vegetal. São muitos os estudos que tratam da resistência estrutural dos vegetais aos microrganismos e insetos, sendo os mais significativos em números. Isso acontece porque há supervalorização das práticas monoculturáveis onde ocorrem excessiva reprodução de determinados microrganismos e animais herbívoros que causam danos às culturas. Ou seja, nas monoculturas não há diversidade vegetal, conseqüentemente, não há diversidade animal. É comum o uso de agrotóxicos para resolver esses problemas, contudo as pesquisas sobre resistência estrutural vêm justamente revelar aspectos muito interessantes que colaboram com a possibilidade de

¹ Coordenação de Agronomia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Unidade de Pato Branco, Via do Conhecimento Km 01, C. Postal 571, CEP 85503-390, Pato Branco, PR, Brasil

² Universidade Federal do Paraná, Departamento de Botânica, Centro Politécnico, C. Postal 19031, CEP 815310970, Curitiba, PR, Brasil (yedo@terra.com.br)

³ Universidade Federal do Paraná, Departamento de Fitotecnia, Rua dos Funcionários, 1,540, CEP 80035-050, Curitiba, PR, Brasil (cavallet@uol.com.br)

⁴ Autor para correspondência: lenir@pb.cefetpr.br

minimizar o uso de agrotóxicos, além de expressarem a preocupação para o entendimento do dinamismo do vegetal frente às condições impostas pelos manejos.

Os conhecimentos de Anatomia Vegetal destacam-se quando se trata da propagação vegetativa, pois a identificação dos aspectos estruturais é importante para o sucesso da propagação, a qual depende da regeneração de tecidos vegetais. A escolha da amostra utilizada para a realização da propagação depende do conhecimento das potencialidades dos tecidos vegetais. Além disso, as substâncias reguladoras de crescimento utilizadas nessas práticas interferem na formação das células e tecidos.

Uma das dificuldades de sucesso da propagação vegetativa através da micropropagação é a transferência das plantas de um local com condições controladas para casas de vegetação ou outras áreas. Esse processo tem relação com as características estruturais.

A qualidade das forragens está diretamente ligada às características da organização estrutural. Os microrganismos que habitam o rúmen de alguns animais herbívoros possuem a capacidade de digerir a celulose e não a lignina. Como a estrutura do vegetal contém tanto celulose como lignina, diferenças na proporção de tecidos com lignina certamente influenciam na qualidade das forragens. Sendo as gramíneas muito utilizadas na forragicultura, foi realizada uma revisão abordando as relações entre a anatomia vegetal e a qualidade de gramíneas forrageiras (Alves de Brito & Rodella 2001).

Outra relação importante com a organização estrutural está na nutrição do vegetal. Evidentemente, a nutrição mineral contribui com a composição da organização estrutural, ou seja, quando a planta recebe ou deixa de receber macro e micronutrientes evidenciam-se alterações em sua estrutura. A nutrição mineral, por sua vez, pode ter efeito secundário sobre a resistência de plantas ao ataque de pragas e doenças, ou seja, quando os efeitos da nutrição se realizam nas características físicas que possibilitam mais resistência (Marschner 1995).

Além dos nutrientes minerais outras características como por exemplo, das condições do solo, da água, da luz, da temperatura, exercem influência sobre as características estruturais do vegetal. Por exemplo, plantas do mediterrâneo são submetidas a estresse de seca e calor durante o verão. Essas condições influenciam no desenvolvimento e produtividade das plantas cultivadas. Muitas plantas dessa região, por mutações,

adquiriram mecanismos morfológicos e fisiológicos que possibilitaram sua sobrevivência. Esses mecanismos compreendem, na folha, principalmente, a redução do tamanho, capacidade de enrolamento, alta densidade de tricomas, estômatos profundos, acúmulo de mucilagem e outros metabólitos secundários e aumento da compactação do mesofilo (Bosabalidis & Kofidis 2002).

Situação que demonstra a importância da existência de descrições da organização estrutural ou anatomia das plantas está na técnica de microhistologia que permite identificar a composição botânica da dieta de herbívoros a partir de amostras de fezes, material ruminal e fistulas esofágicas (Lopes-Trujillo & Garcia-Elizondo 1995). Os aspectos histológicos são utilizados na identificação das plantas presentes nessas amostras, tais como tamanho e forma dos tricomas, presença e ausência dos mesmos, ocorrência e posição das células suberosas e células silicosas a organização das células epidérmicas, orientação das nervuras, tipos de estômatos e inclusão de cristais. Para a realização dessa análise é necessária a existência de material de referência contendo os padrões anatômicos das espécies, principalmente, da epiderme da folha.

Os estudos na Produção Vegetal, na maioria, são relacionados às grandes culturas (monoculturas). Portanto, a visão a respeito dos organismos biológicos é diferente da visão ecológica, ou seja, muitos seres vivos são considerados como causadores de problemas e não como um conjunto de organismos que atuam em interdependência.

Estruturas de revestimento do corpo vegetal na relação com a Fitotecnia - As relações entre os tecidos de revestimento e a produção vegetal expressam-se principalmente na fitopatologia, na forragicultura e na propagação vegetativa. Substâncias geralmente são depositadas nas estruturas de revestimento dos vegetais, tanto na superfície, quanto no interior das células de revestimento, principalmente das folhas. Além de muitas substâncias constituírem-se em matéria-prima (resinas, ceras, celulose, cortiça, dentre outras) para diversos usos, elas também expressam peculiaridades nas diversas áreas da Fitotecnia (Tab. 1).

A cutícula também apresenta uma variedade de interferências no que se refere à Fitotecnia (Tab. 2). A qualidade da cutícula em maçã, por exemplo, é fator importante para a comercialização. A síntese de cêra da cutícula acontece até a senescência do fruto. Se ocorre um fermento, placas de cêra são formadas para reparar/proteger. Porém, a umidade, a temperatura, a

saúde da planta e as substâncias aplicadas podem interferir nesse processo. Sem o reparo com a cera os frutos ficam expostos à dessecação na região ferida (Curry 2001).

Já a consideração da cutícula como estrutura de resistência aos patógenos e aos insetos deve ser analisada com prudência, pois depende da quantidade e qualidade da composição química desta estrutura,

Tabela 1. Algumas substâncias presentes ou depositadas na epiderme das folhas e a inter-relação com a produção vegetal.

Substâncias	Referências
<p>Suberina</p> <p>Pré-existente ou depositada pós-traumatismo. Comumente depositada em ferimentos de modo geral, a camada de células suberizadas é denominada periderme de cicatrização. No caso de microrganismos, a suberização pode impedir a passagem do patógeno e de qualquer substância tóxica secretada por ele. Posteriormente, pode impedir a passagem de nutrientes para a área atingida privando o patógeno de nutrição, enfraquecendo-o e até mesmo causando a sua morte. O tecido suberizado e o patógeno mortos costumam formar uma lesão necrótica ou são empurrados pelos tecidos saudáveis em direção ao exterior da planta. No primeiro caso ocorre uma limitação do patógeno a pequenas manchas e no segundo caso ocorre a remoção do invasor. Em frutos é um empecilho à comercialização.</p>	<p>Agrios (1988); Bostock & Stermer (1989); Pascholati & Leite (1995); Curry (2001)</p>
<p>Sílica</p> <p>Pré-existente ou depositada pós-ferimentos. Considerada como resistência aos patógenos. Os insetos podem ter dificuldades de ovopositar sob células silicificadas. A degradação por microrganismos ruminais em bovinos é muito reduzida em células silicificadas. A silificação pode dificultar a saída de esporos de fungos das plantas.</p>	<p>Rodrigues-Junior (1980); Cutter (1986); Lara (1991); Wilson (1993); Agrios (1997)</p>
<p>Gomas, resinas, látex, mucilagem</p> <p>Comumente depositada em ferimentos, mas também são sintetizadas naturalmente em algumas plantas. São consideradas como resistência aos patógenos.</p>	<p>Agrios (1997); Silveira <i>et al.</i> (2001)</p>

Tabela 2. Características da cutícula em algumas relações com a produção vegetal.

Características da cutícula	Referências
<p>Espessura</p> <p>Cutícula mais espessa pode: reduzir a digestibilidade por microrganismos ruminais; limitar a saída e entrada de inóculos de plantas infectadas; reduzir a exsudação de nutrientes e outras substâncias requeridas nos estágios iniciais de desenvolvimento dos patógenos.</p> <p>Cutícula menos espessa pode: dificultar a aclimatação de plantas micropropagadas.</p>	<p>Hacker & Minson (1981); Akin & Robinson (1982); Agrios (1988); Blanche e Belcher (1989); Camacho-de-Torres & Subero (1991); Wilson (1993); Magai <i>et al.</i> (1994); Pascholati & Leite (1995); Philip <i>et al.</i> (1991); Agrios (1997); Rath (1998)</p>
<p>Cera epicuticular</p> <p>Pode proporcionar resistência a patógenos que dependem da água para germinação ou multiplicação, pois às vezes, impede a formação de um filme d'água contínuo sobre a superfície foliar. Variações genéticas na forma da cera têm sido associadas com a resistência à seca, de plantas como tomate, trigo, cevada. A cutícula lisa, desprovida de cera tem pouca resistência às pulverizações.</p>	<p>Cutter (1986); Agrios (1988); Pascholati & Leite (1995); Thomas (1997)</p>
<p>Presença de substâncias tóxicas</p> <p>Substâncias antifúngicas já foram isoladas da cutícula de muitas plantas, como a macieira, o algodão e o fumo.</p>	<p>Pascholati & Leite (1995)</p>

além das características do agente de inter-relação. Microrganismos considerados patógenos podem depender ou não de pressão mecânica para entrar na planta hospedeira. Além disso, a cutícula possui regiões descontínuas como em células secretoras de tricomas glandulares, em papilas de certas flores e até mesmo poros (Cutter 1986; Agrios 1997).

Os estômatos são estruturas importantes para a Produção Vegetal (Tab. 3), pois representam a porta de entrada e escoamento dos gases para a fotossíntese,

processo primordial relacionado à produtividade vegetal, além de serem também porta de entrada para microrganismos. As diferentes espécies de plantas variam quanto ao número, frequência, tamanho, distribuição, forma e a mobilidade dos estômatos, o que conseqüentemente interfere na capacidade fotossintética destas. Mesmo em uma única planta, as folhas variam relativamente quanto aos estômatos, dependendo de sua forma e posição no ramo. Além disso, o comportamento dos estômatos tem relação

Tabela 3. Características dos estômatos em algumas relações com a produção vegetal.

Tratos culturais	Referências
Adição de fitormônios e o ambiente controlado em experimentos de propagação vegetativa	
Pode ocorrer:	
ausência de mecanismo de fechamento;	
aumento em número de estômatos e no tamanho das células-guarda;	
aumento em número e redução de tamanho;	
redução do número de estômatos.	Murthy & Inambar (1979); Dhawan & Bhojwani (1987); Blanche & Belcher (1989); Martins & Castro (1999)
Incidência de menor intensidade luminosa (50% e 30% da luz solar total)	
Pode ocorrer uma redução em média de 20% e 40% do número de estômatos por mm ² .	Wylie (1951); Esau (1977); Cutter (1986); Voltan <i>et al.</i> (1992)
Estrutura estomática na relação com microrganismos	
Estômatos podem ser facilitadores do acesso dos microrganismos do rúmen de bovinos ao mesofilo de folhas ingeridas.	
Estômatos que se abrem tardiamente durante o dia podem proporcionar resistência a certos fungos, pois os esporos de fungos que germinam à noite, são dessecados pela evaporação da umidade, antes da abertura dos estômatos.	
Morfologia da crista cuticular de estômato, peculiar a algumas espécies, pode impedir a entrada de bactérias.	
Maior densidade estomática pode proporcionar resistência a doenças.	
Densidade de estômatos pode não ter relevância para resistência, apesar do patógeno penetrar na planta através destes.	Pascholati & Leite (1995); Agrios (1997); Trujillo, Hermoso & Garcia (1997); Silva-Acuna <i>et al.</i> (1998); Grewal <i>et al.</i> (1999)
Estresse hídrico	
Pode ocorrer um acréscimo de cerca de 50% do número de estômatos, porém, com redução significativa de tamanho (dessecação do protoplasma).	
Pode ocorrer a redução do número de estômatos.	
Estômatos abaixo do nível das células epidérmicas ou ainda restritos às cavidades das superfícies das folhas.	
Ao primeiro sinal de deficiência hídrica as plantas conservam estômatos fechados.	Larcher (1986); Cutter (1986); Domingues <i>et al.</i> (1995); Bosabalidis & Kofidis (2002)
Deficiência de Nitrogênio	
Sob deficiência de nitrogênio, geralmente, desenvolvem-se folhas pequenas, com estômatos com problemas no mecanismo de abertura e fechamento.	Larcher (1986)
Estrutura estomática na relação com a fotossíntese, respiração e transpiração	
Maior número de estômatos por área ajudam a explicar as maiores taxas de condutância estomática, transpiratória e fotossintética das plantas.	
Cultivares da mesma espécie e espécies de mesmo gênero podem diferenciar quanto à densidade estomática.	Rodella <i>et al.</i> (1982a); Rodella <i>et al.</i> (1983); Rodella & Andrade (1983-1984); Rodella & Maimoni-Rodella (1992); Carvalho <i>et al.</i> (2001)
Aplicação de herbicida	
Aplicações de herbicidas podem não causar nenhum efeito sobre o número de estômatos, mas podem causar alterações na estrutura da raiz primária e da parte aérea.	Rodella & De Marinis (1990); Rodella (1991)

direta com as condições abióticas (Larcher 1986).

Os tricomas, tal como a cutícula e estômatos, também se manifestam de diferentes maneiras de acordo com as condições oferecidas às plantas (Tab. 4). Uma das relações mais importantes dos tricomas com a Produção Vegetal está na presença destes nas sementes de algodão, ou seja, o algodão nada mais é do que um conjunto de tricomas. Esses pêlos têm sido utilizados pelo homem há mais de 7.000 ou 8.000 anos. Os pêlos da semente da *Ceiba pentandra*, a fonte de paina, têm importância comercial, assim como muitas plantas com pêlos glandulares, como a hortelã e tantas outras de interesse medicinal ou condimento. Os tricomas ainda têm importância taxonômica. A maconha (*Cannabis sativa*) pode ser identificada a partir de pequenos fragmentos de suas folhas, pois os tricomas são peculiares e apresentam-se como pêlos cistolíticos associados com pêlos tectores e glandulares. Com técnicas de raio-x nas cinzas da maconha podem ser identificados carbonatos de cálcio provenientes dos tricomas cistolíticos (Cutter 1986).

Estruturas componentes da organização estrutural interna (células, tecidos e substâncias) na relação com a Fitotecnia - As relações entre os tecidos comumente lignificados e a deposição interna de lignina com a produção vegetal expressam-se principalmente nas

áreas da Fitopatologia (Tab. 5) e da Forragicultura (Tab. 6).

A lignina é considerada substância resistente aos patógenos, pois dificulta sua colonização. Porém, isso não inviabiliza o acesso dos patógenos ao interior das plantas. Assim, as plantas tentam se defender dos invasores com a formação de novas barreiras estruturais, como a deposição de lignina e outras substâncias (Agrios 1997). Já para a Forragicultura a lignina é considerada um empecilho à degradação pelos microrganismos que habitam o rúmen.

Tal como na epiderme, substâncias podem ser depositadas também no interior dos tecidos, principalmente próximos às lesões causadas por patógenos (Tab. 7). O papel defensivo das resinas, gomas e látex, por exemplo, está no fato de que elas são rapidamente depositadas nos espaços intercelulares e no interior das células, formando uma barreira impenetrável que envolve completamente o patógeno (Agrios 1997).

Tecidos parenquimáticos podem exibir resistência aos patógenos, mesmo sem apresentar lignificação (Tab. 8). A resistência nesse caso é atribuída à organização e às características das células.

Diferentes tratos culturais utilizados na produção vegetal provocam alterações na organização estrutural dos vegetais, incluindo os parênquimas (Tab. 9 e 10).

Tabela 4. Características dos tricomas em algumas relações com a produção vegetal.

Características dos tricomas	Referências
Morfologia e densidade	
Alta densidade pode interferir na continuidade do filme d'água sobre a superfície da planta, dificultando a germinação dos esporos, a multiplicação de bactérias, a ovoposição de insetos adultos, a nutrição e a mobilidade de larvas.	Noris & Kogan (1980); Price <i>et al.</i> (1980); Edwards & Wratten (1981); Cutter (1986); Camacho-de-Torres & Subero (1991); Farrar e Kennedy (1991); Lara (1991); Oghiake (1995); Pascholati & Leite (1995); Grewal <i>et al.</i> (1999); Grewal <i>et al.</i> (1999); Nahdy <i>et al.</i> (1999); Aragão <i>et al.</i> (2000); Lovinger <i>et al.</i> (2000)
Alta densidade é preferência para ovoposição de alguns insetos.	
Tricomas em forma de gancho ou anzol podem contribuir como resistência aos insetos nocivos. Os insetos são aprisionados e ao tentarem libertar-se terminam por enroscar-se em outros, e, normalmente perecem devido à desidratação (inclinação do tricoma maior que 30°).	
Éxsudados de tricomas glandulares podem matar microrganismos ou insetos por envenenamento, colando-o ou repelindo-o ou ainda, retardando o crescimento.	
Tricomas calcificados e silicificados podem ser resistentes aos insetos.	
Densidade dos tricomas mediante condições oferecidas:	
Aumento (dependendo da espécie):	
ausência de Fe (ferro)	Lara (1991); Bosabalidis & Kofidis (2002)
ambiente seco e locais ensolarados (estresse hídrico)	
presença de umidade elevada	
Redução:	
deficiência de Zinco (Zn)	

Através da análise dos trabalhos aqui relatados pode-se identificar que o comportamento dos vegetais não permite uma padronização devido à dinamicidade e complexidade dos diferentes seres vivos, dos variados ambientes e de suas inter-relações. Segundo Morin (1999), a complexidade sistêmica aumenta, por um lado,

Tabela 5. Inter-relações entre os tecidos lignificados, a deposição de lignina e a fitopatologia.

Lignina e a fitopatologia	Referências
A lignificação pode proporcionar um aumento na resistência das paredes à ação de enzimas degradadoras, impedir a difusão de toxinas do patógeno em direção ao hospedeiro, impedir a difusão de nutrientes da planta hospedeira em direção ao patógeno e restringir a colonização por patógenos.	Rodrigues-Junior (1980); Agrios (1988); Pascholati & Leite (1995)
Como a lignificação varia entre órgãos, os órgãos com menor lignificação podem ser mais suscetíveis a infecção por patógenos.	Sherwood & Berg (1991); Agrios (1997)
Em folhas, o xilema e as fibras esclerenquimáticas, ricas em lignina, podem interromper o avanço de fungos e bactérias, originando sintomas denominados de manchas angulares.	Agrios (1988); Pascholati & Leite (1995); Apezatto-da-Gloria <i>et al.</i> (1995)
A menor proporção de tecidos lignificados pode significar maior resistência aos microrganismos patógenos que habitam o xilema.	Rahman & Abdullah (1997)

Tabela 6. Inter-relações entre a produção de forragens e os tecidos com lignificação.

Tecidos lignificados na relação com a forragicultura	Referências
A presença de lignina e o espessamento das paredes celulares podem causar a maioria dos problemas de aproveitamento de energia disponível nas forragens tropicais.	Wilkins (1972); Wilson (1976)
O caule pode apresentar menor digestibilidade devido ao alto teor de lignina comparado com outros órgãos. Já a bainha foliar pode ter menor degradação do que a lâmina foliar devido à mais alta proporção de tecidos lignificados.	Wilson (1976); Alves de Brito <i>et al.</i> (1997a); Alves de Brito <i>et al.</i> (1997b); Silva-Lima <i>et al.</i> (2001a); Silva-Lima <i>et al.</i> (2001b)
Cultivares da mesma espécie e espécies de mesmo gênero podem apresentar incrementos de lignina diferenciados.	Rodella <i>et al.</i> (1983-1984); Akin (1989); Silva-Lima <i>et al.</i> (2001a); Silva-Lima <i>et al.</i> (2001b); Brito & Rodella (2002)
O esclerênquima da folha pode ser parcialmente degradado periféricamente. Em contrapartida, o anel esclerenquimático em caules e os vasos condutores do xilema de folhas e caules, são mais resistentes à colonização ruminal microbiana e à degradação ruminal, podendo formar uma barreira inerte à digestão.	Wilson (1976)
As folhas de sombra podem ter menor proporção de tecido esclerenquimático.	Björkman (1981)
Pode ocorrer uma variação na quantidade dos tecidos esclerenquimático e vascular das folhas no sentido da posição inferior para a posição superior de disposição dos ramos. De modo geral as folhas mais jovens apresentam menor proporção de tecidos lignificados, porém há espécies em que o inverso ocorre.	Wilson (1976); Rodella <i>et al.</i> (1982b); Rodella <i>et al.</i> (1983-1984); Rodella <i>et al.</i> (1984); Alves de Brito & Rodella (2001)
A proporção de lignina pode aumentar com o acréscimo de temperatura o que pode contribuir com o empobrecimento da qualidade das gramíneas forrageiras tropicais.	Wilson <i>et al.</i> (1976); Ford <i>et al.</i> (1979)
A deficiência de boro (B), pode: possibilitar a menor lignificação dos tecidos; causar a deslignificação das paredes das células do esclerênquima; inviabilizar a estabilização do cálcio com as pectinas causando problemas na lamela média dificultando a coesão entre as células do xilema.	Marschner (1995); Silveira (2001); Moraes <i>et al.</i> (2002)
O excesso de nitrogênio pode reduzir compostos fenólicos, conseqüentemente, a lignina das folhas.	Silveira <i>et al.</i> (2001)
A área ocupada pelos tecidos lignificados pode aumentar com o crescimento das plantas, tanto em folhas quanto em caules.	Alves de Brito <i>et al.</i> (1999)

Tabela 7. Inter-relações entre a deposição de substâncias e a fitopatologia.

Deposição de substâncias na relação com a fitopatologia	Referências
Gomas podem ser depositadas nas pontoações e no interior de vasos condutores podendo bloquear o avanço de patógenos vasculares nas células vivas adjacentes.	Agrios (1988)
Paredes de células em torno dos pontos feridos podem receber a deposição de suberina e/ou ácidos fenólicos e outras substâncias, como ação de resistência aos ferimentos.	Spotts <i>et al.</i> (1998); Samburgo <i>et al.</i> (2004)
Tecidos vasculares de folhas colonizados por microrganismos podem receber a deposição de goma em cultivares resistentes.	James <i>et al.</i> (1997)
Frutos infectados por microrganismos podem ter as paredes das células próximas das feridas com acumulação de calose, suberina, taninos, substâncias pécticas e gomas em cultivares resistentes.	Vance <i>et al.</i> (1980)
Em plantas infectadas por fungos, pode ocorrer a deposição de material celulósico (calose) e de lignina, dando origem a uma bainha ou “tubo lignífero”, que impede o progresso das hifas para o interior do citoplasma caracterizando resistência da planta.	Pascholati & Leite (1995)
Pode ocorrer deposição de sílica sobre e no interior da parede das células do mesofilo como uma resposta à infecção por patógenos.	Heath (1980)

Tabela 8. Parênquimas e a inter-relação com a fitopatologia.

Parênquimas na relação com a fitopatologia	Referências
Cultivares da mesma espécie podem apresentar densidade, compactação e espessura da parede das células do parênquima paliçádico diferenciados resultando em diferenças quanto à resistência aos microrganismos. Cultivares com maior número de células, maior índice de compactação e/ou células com paredes mais espessas têm demonstrado serem mais resistentes.	Philip <i>et al.</i> (1991); Grewal <i>et al.</i> (1999); Prabhpreet <i>et al.</i> (2000)
Células do parênquima cortical de raízes ao serem parasitadas por nematóides podem apresentar intensas hipertrofia e ao redor destas, células de xilema anormais, de tamanhos reduzidos e providos de espessa parede, que aparentemente representariam um esforço da planta hospedeira no sentido de conter o desenvolvimento das células gigantes. Caracterização das fases de desenvolvimento das células gigantes.	Asmus <i>et al.</i> (2000); Corrêa & Rodella (2002)
Pode ocorrer suberização interna em medula de caules como reação à defesa contra microrganismos.	Rioux & Bayen (1997)
A compactação natural dos tecidos internos dos caules é um fator físico de resistência aos insetos.	Noris & Kogan (1980)

com o aumento do número e da diversidade dos elementos e, por outro lado, com o caráter cada vez mais flexível, cada vez mais complicado, cada vez menos determinista das inter-relações.

Uma planta pode manifestar sua resistência sob determinadas condições e manter ou não esse caráter em outras condições. Algumas variedades de arroz resistentes à cigarrinha (*Nilaparvata lugens* Stal.), na Índia não mantiveram as características de resistência no Japão. Já os cultivares de sorgo resistentes à mosca (*Contarinia sorghicola* Coq.) tiveram o mesmo comportamento em diferentes regiões de São Paulo. Além disso, uma espécie vegetal

pode ser resistente a um inseto em particular, mas suscetível a outros ou pode haver cultivares suscetíveis e resistentes para uma mesma espécie (Lara 1991).

Como pôde ser visto (Tab. 6), a grande proporção de lignina, componente estrutural das paredes celulares, é limitante no sentido da qualidade da forragem para a produção animal, pois não é uma substância degradada pelos microrganismos ruminais (Wilkins 1972; Wilson 1976). Já a maior proporção de lignina é barreira física contra microrganismos considerados patógenos (Tab. 5). A lignificação proporciona aumento na resistência das paredes à ação de enzimas degradadoras da mesma, na difusão de toxinas do

Tabela 9. Parênquimas e a inter-relação com a propagação vegetativa para a produção vegetal.

Métodos de propagação vegetativa e a relação com parênquimas	Referências
<p>Para o processo de enxertia na soldadura dos fragmentos (ramos ou até gemas) estão envolvidas, as células parenquimáticas, pois sendo totipotentes preservam a capacidade de se dividir e produzir novas células. Estas células, neste caso, geralmente, estão localizadas no câmbio vascular e no floema. A desdiferenciação e a conseqüente divisão celular origina, primeiramente, uma massa celular que é denominada calo. O calo é considerado tecido cicatricial e é produzido por ambas as partes seccionadas. A mistura das células do calo de ambos os fragmentos, pouco a pouco, estabelece uma conexão vascular entre porta-enxerto e enxerto, que consolida progressivamente a soldadura de ambos os elementos. Essa perfeita soldadura entre os ramos é designada pegamento.</p>	Huglin (1986); Hidalgo (1993); Regina <i>et al.</i> (1998)
<p>No processo de estaquia a formação de raízes adventícias nas estacas inicia-se a partir de certo grupo de células, chamadas de células iniciadoras de raízes (meristema secundário) que vão se dividindo, diferenciando-se e formando os primórdios radiciais. Por crescimento, o primórdio atravessa o córtex e emerge na epiderme, constituindo a nova raiz. Em lenho perene, onde já estão presentes o xilema e o floema secundários, as raízes adventícias têm origem, geralmente, no tecido do floema secundário, mas também podem originar-se dos raios vasculares, do câmbio, ou dos calos produzidos na base das estacas. Morfologicamente, o calo resulta em grande parte da atividade extra do câmbio, havendo no entanto, a participação das células dos tecidos vivos presentes, tais como o colênquima, o parênquima cortical, o felogênio, os parênquimas axial e radial do xilema e floema secundários.</p>	Hartmann <i>et al.</i> (1997)
<p>Em casos de micropropagação, os parênquimas clorofilianos podem apresentar alterações celulares causando vulnerabilidade à transferência das plantas para condições externas.</p>	Dhawan & Bhojwani (1987)

Tabela 10. Parênquima clorofiliano e as inter-relações com a produção vegetal em situações de diferentes condições de tratamentos.

Parênquima clorofiliano e os diferentes tratamentos culturais	Referências
<p>Estresse hídrico Pode ocorrer aumento na densidade, redução dos espaços intercelulares e no tamanho das células do mesofilo.</p>	Bosabalidis & Kofidis (2002); Chartzoulakis <i>et al.</i> (2002)
<p>Luz Plantas umbrófilas submetidas a pleno sol podem apresentar redução de parênquima nas folhas que surgem.</p>	Voltan <i>et al.</i> (1992)
<p>Omissão de boro Tecidos meristemáticos podem apresentar inibição da divisão e alongamento celular, hipertrofia de células, desorganização de elementos vasculares em raiz e isso pode impedir que a planta complete seu ciclo.</p>	Moraes-Dallaqua <i>et al.</i> (2000)
<p>Presença de nitrogênio Gramíneas que crescem em solo com nitrogênio podem apresentar crescimento longitudinal das células do mesofilo e, conseqüentemente, redução de aerênquimas. Se por um lado amplia-se a área foliar, por outro reduz a condução de CO₂.</p>	Rademacher & Nelson (2001)
<p>Ácido succínico-2, 2-dimetilhidrazida (SADH) Pode proporcionar o aumento de células do parênquima paliçádico.</p>	Wittwer & Tolbert (1960); Livne & Vaadia (1965); Halfacre & Barden (1968); Martins & Castro (1999)
<p>Eficiência fotossintética Maior proporção de tecido parenquimático pode estar relacionado com maior eficiência fotossintética; Pode ocorrer uma variação na quantidade dos tecidos parenquimáticos em folhas no sentido da posição inferior para a posição superior das plantas.</p>	Rodella <i>et al.</i> (1982b); Rodella <i>et al.</i> (1993)

patógeno em direção ao hospedeiro e de nutrientes da planta hospedeira em direção ao patógeno e restrição à colonização por patógenos (Agrios 1988; Pascholati & Leite 1995). Sob o olhar especialista, alguém poderia pretender melhorar uma planta aumentando o teor de lignina, já outro poderia querer melhorá-la reduzindo o teor de lignina. Como desejar uma planta para ser usada como forragem que, ao mesmo tempo, fosse resistente a microrganismos patógenos e facilmente degradada pelos microrganismos ruminais na perspectiva de sua composição estrutural com lignina?

Esse pode não representar o único problema, pois mesmo com relação à resistência aos patógenos a menor vascularização pode caracterizar resistência à contaminação por outros patógenos que infectam os vasos condutores. No caso de raízes de espécies de *Capsicum* contaminadas pela bactéria *Ralstonia solanacearum* os cultivares resistentes apresentaram números inferiores de feixes vasculares e de elementos de xilema em cada feixe em relação aos cultivares suscetíveis (Rahman & Abdullah 1997). O xilema é um tecido com enorme proporção de lignina e nesse caso a redução desse tecido significa mais resistência, isso porque os microrganismos transportam-se pelo interior dos vasos. A lignina não deixa de ser uma barreira, porém, se o conceito não for contextualizado, fica equivocado.

Quanto mais espessa a cutícula e mais compacto o parênquima clorofiliano, mais resistente é a planta aos patógenos. Porém, no caso de ser uma planta forrageira essa condição pode reduzir a digestibilidade ruminal. Além disso, o parênquima compacto também interfere na distribuição de carbono o que, conseqüentemente, pode acarretar menor eficiência fotossintética (Akin & Robinson 1982; Agrios 1988).

O resultado da condição estrutural do vegetal muitas vezes é uma razão indireta de dada situação o que inviabiliza também análises reducionistas e padronizadas. Um exemplo interessante é o da ação do boro sobre os tecidos lenhosos. O papel fisiológico do boro nas plantas ainda não está totalmente entendido, entretanto, sabe-se da sua importância na formação da parede celular, mais especificamente na síntese dos seus componentes, como a pectina, a celulose e a lignina. Na ausência de boro, geralmente, ocorre redução dessas substâncias na parede das células do lenho, que se tornam mais finas (Marschner 1995).

Nesse sentido, poderíamos interpretar que um caule curvado poderia indicar a ausência de boro e que provavelmente isso decorra da redução de celulose

e lignina das paredes das células do caule, afinal são essas substâncias que conferem resistência mecânica aos vegetais. No entanto, uma situação interessante é relatada no trabalho de Moraes *et al.* (2002). Plantas de seringueira (*Hevea sp.*) com três anos de idade (resultado de propagação vegetativa) encontravam-se tão curvadas que chegavam a encostar a copa no chão. Análise anatômica revelou que a flexibilidade do caule se devia à redução da lamela média. Ou seja, a falta de boro inviabilizou a estabilização do Cálcio com as pectinas e com isso houve redução no conteúdo de pectato de cálcio da lamela média. Isso foi a causa de uma menor coesão entre as células do lenho das plantas com sintomas, ou seja, não houve uma relação direta com a lignina que é a substância mais representativa da rigidez das plantas, mas indireta na coesão das células que contém lignina. Já o excesso de cálcio acabou sendo imobilizado em oxalato de cálcio.

A questão da não padronização é evidente no restante da pesquisa das inter-relações. Alguns trabalhos apontam a menor incidência de estômatos como uma característica de resistência de certos cultivares, porém, isso não pode ser generalizado tendo em vista que outros trabalhos demonstram que a resistência não tem relação com esta característica anatômica (Tab. 3). Isso também ocorre no que se refere a tricomas (Tab. 4), pois muitos trabalhos indicam que a maior densidade destes é característica de resistência, enquanto alguns indicam o inverso.

Portanto, se cada especialista estiver com a atenção direcionada somente à sua área muitos equívocos podem ser cometidos. Existe grande número de trabalhos que apresentam relações interessantes entre a anatomia vegetal e a fitotecnia, mas é limitante o fato destes estudos serem realizados somente sob a ótica disciplinar. Infelizmente, a especialização do conhecimento, ao mesmo tempo em que, aprofunda o conhecimento pode equivocarse por desconsiderar o contexto. Segundo Morin (2000), a instituição disciplinar acarreta, simultaneamente, um risco de hiperespecialização do investigador e um risco de “coisificação” do objeto estudado, percebido como uma coisa em si, correndo-se o risco de esquecer que o objeto é extraído ou construído. As ligações deste objeto com outros objetos tratados por outras disciplinas passam a ser negligenciadas, assim como as ligações deste objeto com o universo do qual faz parte. A fronteira disciplinar, com sua linguagem e com os conceitos que lhe são próprios, isola a disciplina em relação às outras e em relação aos problemas que ultrapassam as disciplinas.

Referências

- Agrios, G.N. 1988. **Plant Pathology**. San Diego, Academic Press.
- Agrios, G.N. 1997. **Plant Pathology**. 4 ed. USA, Academic Press.
- Akin, D.E. 1989. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal** **81**: 17-25.
- Akin, D.E. & Robinson, E.L. 1982. Structure of leaves and stems of arrowleaf and crim son clovers as related to in vitro digestibility. **Crop Science** **22**(1): 24-29.
- Alves de Brito, C.J.F.A.; Rodella, R.A.; Deschamps, F.C. & Alquini, Y. 1997a. Anatomia caulinar de cultivares de *Pennisetum purpureum* Schum. (Poaceae). **Arquivos de Biologia e Tecnologia** **40**(3): 657-660.
- Alves de Brito, C.J.F.A.; Rodella, R.A.; Deschamps, F.C. & Alquini, Y. 1997b. Organização estrutural da lâmina foliar e da bainha foliar de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) (Poaceae). **Arquivos de Biologia e Tecnologia** **40**(3): 661-671.
- Alves de Brito, C.J.F.A.; Rodella, R.A.; Deschamps, F.C. & Alquini, Y. 1999. Anatomia quantitativa e degradação *in vitro* de cultivares capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia** **28**(2): 223-229.
- Alves de Brito, C.J.F.A. & Rodella, R.A. 2001. Breve histórico das relações entre anatomia vegetal e qualidade de gramíneas forrageiras com ênfase para o gênero *Brachiaria*. **Revista de Agricultura** **76**(1): 19-36.
- Apezatto-da-Glória, B.; Albernás, M.C.C. & Amorim, L. 1995. Structural characteristics of buds surgarcane cultivars with different levels for resistance to smut. **Journal of Plant Diseases and Protection** **102**(5): 502-508.
- Aragão, C.A.; Maluf, W.R.; Dantas, B.F.; Gavilanes, M.L. & Cardoso, M.G. 2000. Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch.) em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos. **Ciência Agrotécnica (edição especial)** **14**: 81-93.
- Asmus, G.L.; Ferraz, L.C.C. & Apezatto-da-Glória, B. 2000. Alterações anatômicas em raízes de milho (*Zea mays* L.) parasitadas por *Meloidogyne javanica*. **Nematropica** **30**(1): 33-39.
- Björkman, O. 1981. Responses to different quantum flux densities. Pp. 57-107. In: O.L. Langel; P.S. Nobel; C.B. Osmond & H. Ziegler (eds.). **Encyclopedia of Plant Physiology: Physiological Plant Ecology I. v. 12a. (New series)**. New York, Springer Verlag.
- Blanche, M.M. & Belcher, A.R. 1989. Stomata of apple leaves cultured *in vitro*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture** **19**: 85-89.
- Bosabalidis, A.M. & Kofidis, G. 2002. Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive Cultivars. **Plant Science** **163**: 375-379.
- Bostock, R.M. & Stermer, B.A. 1989. Perspectives on wound healing in resistance to pathogens. **Annual Review of Phytopathology** **27**: 343-371.
- Brito, C.J.F.A. & Rodella, R.A. 2002. Caracterização morfoanatômica da folha e do caule de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf e *B. humidicola* (Rendle) Schweick. (Poaceae). **Revista Brasileira de Botânica** **25**(2): 221-228.
- Camacho-de-Torres, E.F. & Subero, L. 1991. Características anatómicas foliares de interes fitopatológico em tres cultivares de mani (*Arachis hypogaea*). **Ernstia** **1**(2): 61-72.
- Carvalho, L.M.; Silva, E.A.M. & Azevedo, A.A. *et al.* 2001. Aspectos morfofisiológicos das cultivares de cafeeiro Catuaí-Vermelho e Conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **36**(3): 411-416.
- Chartzoulakis, K.; Patakas, A.; Kofidis, G.; Bosabalidis, A. & Nastou, A. 2002. Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, water relations and growth of two avocado cultivars. **Scientia Horticulturae** **95**: 39-50.
- Corrêa, C.F. & Rodella, R.A. 2002. Caracterização das fases de desenvolvimento de células gigantes induzidas por *Meloidogyne exigua* em raiz de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Nematropica** **32**(2): 131-136.
- Curry, E. 2001. Lenticel e cuticle disorders: a survey 2001. In: **Washington tree fruit postharvest conference, Wsu-Tfrec postharvest information network Wenatchee/WA**, march 13th e 14th. Disponível em <<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/proc/PC2001U.pdf>>. Acesso em 12/12/2002.
- Cutter, E. 1986. **Anatomia vegetal: Parte I – Células e tecidos**. 2ª ed. São Paulo, Roca.
- Dhawan, V. & Bhojwani, S.S. 1987. Hardening in vitro and morpho-physiological changes in the leaves during acclimatization of micropagated plants of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Plant Science** **53**: 65-72.
- Domingues, M.C.S.; Urchei, M.A. & Rodella, R.A. 1995. Anatomia quantitativa da folha de cevada (*Hordeum vulgare* L.) submetida a déficit hídrico. **Revista de Agricultura** **70**(3): 269-276.
- Edwards, P.J. & Wratten, S.D. 1981. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. São Paulo, EDUSP.
- Esau, K. 1977. **Anatomy of seed plants**. 2nd ed. New York, John Wiley & Sons, Inc.
- Farrar Jr., R.R. & Kennedy, G. 1991. Inhibition of *Telenomus sphingis*, an egg parasitoid of *Manduca* spp., by trichome/2-tridecanone-based host plant resistance in tomato. **Entomologia experimentalis et applicata** **60**: 157-166.
- Ford, C.W.; Morrison, I.M. & Wilson, J.R. 1979. Temperature effects on lignin, hemicellulose and cellulose in tropical and temperate grasses. **Australian Journal of Agricultural and Resource** **30**: 621-633.
- Grewal, R.K.; Dhillon, M.; Sampuran K. & Kaur, S. 1999. Role of palisade parenchyma of tomato plants in resistance to late blight pathogen. **Crop Improvement** **26**(1): 52-55.
- Grewal, T.S.; Indu, S.; Aujla, S.S. & Sharma, I. 1999. Role of stomata and hairs in resistance/susceptibility of wheat to Karnal bunt. **Journal of Mycology and Plant Pathology** **29**(2): 217-221.

- Hacker, J.B. & Minson, D.J. 1981. The Digestibility of plant parts. **Herbage Abstracts** 51(9): 459-461.
- Halfacre, R.G. & Barden, J.A. 1968. Anatomical responses of apple leaf and stem tissue to succinic acid 2, 2-dimethylhydrazida (Alar). **Proceedings of the American Society of Horticultural Science** 93: 25-32.
- Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies, F.T. & Geneve, R.L. 1997. **Plant Propagation: principles and practices**. 6 ed. New York, Englewood Clippings/Prentice Hall.
- Heath, M.C. 1980. Reactions of nonsusceptible to fungal pathogens. **Annual Review of Phytopathology** 18: 211-236.
- Hidalgo, L. 1993. **Tratado de viticultura general**. Madrid, Mundi-Prensa.
- Huglin, L. 1986. **Biologie et ecologie de la vigne**. Paris, Payot Lausanne.
- James, E.K.; Olivares, F.L.; Baldani, J.I. & Dobreiner, J. 1997. *Herbaspirillum*, an endophytic diazotroph colonizing vascular tissue in leaves of *Sorghum bicolor* L. Moench. **Journal of Experimental Botany** 48(308): 785-797.
- Lara, F. 1991. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2 ed. São Paulo, Ícone.
- Larcher, W. 1986. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo, EPU.
- Livne, A. & Vaadia, Y. 1965. Stimulation of transpiration rate in barley leaves by kinetin and gibberellic acid. **Physiologia Plantarum** 18: 658-644.
- Lopes-Trujillo, R. & Garcia-Elizondo, R. 1995. Botanical composition and diet quality of goats grazing natural and grass resseeded shrublands. **Small Ruminants Research** 16: 37-47.
- Lovinger, A.; Liewehr, D. & Lamp, W.O. 2000. Glandular trichomes on alfalfa impede searching behavior of the potato leafhopper parasitoid. **Biological Control** 18: 187-192.
- Magai, M.M.; Sleper, D.A. & Beuselinck, P.R. 1994. Degradation of three warm-season grasses in a prepared cellulase solution. **Agronomy Journal** 86: 1049-1053.
- Marschner H. 1995. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. San Diego, Academic Press.
- Martins, M.B.G. & Castro, P.R.C.E. 1999. Reguladores vegetais e a anatomia da folha de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Ângela Gigante. **Scientia Agricola** 56(3): 693-703.
- Moraes, L.A.C.; Moraes, V.H.F. & Moreira, A. 2002. Relação entre a flexibilidade do caule de seringueira e a carência de boro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 37(10): 1431-1436.
- Moraes-Dallaqua, M.A.; Beltrati, C.M. & Rodrigues, J.D. 2000. Anatomia de ápices radiculares de feijão cv. Carioca submetidos a níveis de boro em solução nutritiva. **Scientia Agricola** 57(3): 425-430.
- Morin, E. 1999. **Ciência com consciência**. 3 ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.
- Morin, E. 2000. **Complexidade e transdisciplinaridade: a reforma da universidade e do ensino fundamental**. Natal, Editora da UFRN.
- Murthy, G.S.R. & Inambar, J.A. 1979. Morphogenetic effects of various growth substances on the cotyledonary stomata of brinjal and tomato. **Biologia Plantarum** 21(5): 328-335.
- Nahdy, M.; Silim, S.N. & Ellis, R.H. 1999. Some aspects of pod characteristics predisposing pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) to infestation by *Callosobruchus chinensis* (L.). **Journal of Stored Products Research** 35: 47-55.
- Noris, D.M. & Kogan, M. 1980. Biochemical and morphological bases of resistance. Pp. 23-61. In: F.G. Maxwell & P.R. Jennings. **Breeding plants resistance to insects**. New York, Wiley Interscience Publication.
- Oghiake, S. 1995. Effect of pubescence of cowpea resistance to the legume pod borer *Maruca testulalis* (Lepidoptera: Pilydyae). **Crop Protection** 14(5): 379-387.
- Pascholati, S.F. & Leite, B. 1995. Hospedeiro: mecanismos de resistência. Pp. 417-453. In: A. Bergamini-Filho; H. Kimati & L. Amorim. **Manual de Fitopatologia**. v.I. Princípios e Conceitos, 3 ed. São Paulo, Agronômica Ceres Ltda.
- Philip, T.; Govindaiah, C.; Sengupt, A.K.; Naik, V.N. & Philip, T. 1991. Anatomical nature of resistance in mulberry genotypes against *Cerotelium fici* causing leaf rust. **Indian Phytopathology** 44(2): 249-251.
- Prabhpreet, I.; Dhillon, M.; Singh, P.P. & Inder, P. 2000. Mesophyll characteristics of muskmelon leaf in relation to resistance/susceptibility to downy mildew. **Plant Disease Research** 15(1): 18-23.
- Price, P.W.; Bouton, C.E.; Gross, P.; McPherson, B.A.; Thompson, J.N. & Weis, A.E. 1980. Interactions among three trophic levels: Influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. **Annual Review of Ecology and Systematics** 11: 41-65.
- Rademacher, I.F. & Nelson, C.J. 2001. Nitrogen effects on leaf anatomy within the intercalary meristems of tall fescue leaf blades. **Annals of Botany** 88: 893-903.
- Rahman, M.A. & Abdullah, H. 1997. Susceptibility of *Capsicum* species and cultivars to *Ralstonia solanacearum*: anatomical differences and bacterial multiplication in resistant and susceptible cultivars. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science** 20(1): 1-11.
- Rathi, A.S. 1998. Role of leaf cuticular thickness in resistance against powdery mildew disease in peas. **Indian Journal of Pulses Research** 11(1): 136-137.
- Regina, M.A.; Souza, C.R.; Silva, T.G. & Pereira, A.F. 1998. A propagação da Videira. **Informe Agropecuário** 19(194): 20-27.
- Rioux, D. & Bayen, R.P. 1997. A suberized perimedullary reaction zone in *Populus balsamifera* novel for compartmentalization in trees. **Trees: Structure and Function** 11(7): 389-403.
- Rodella, R.A. 1991. Efeitos de herbicidas sobre a anatomia da plântula de *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Agro Ciência** 7(1): 11-17.
- Rodella, R.A. & Andrade, V.M.M. 1983-1984. Número e tamanho dos estômatos em folhas de quatro cultivares de *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Garcia de Orta (série Botânica)** 6(1-2): 7-12.

- Rodella, R.A.; Andrade, V.M.M. & Maimoni-Rodella, R.C.S. 1983-1984. Características da anatomia foliar de quatro cultivares de *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Garcia de Orta (série Botânica)** 6(1-2): 41-46.
- Rodella, R.A.; Ayoub, J.F.; Maimoni-Rodella, R.C.S. 1983. Número e distribuição dos estômatos em folhas de *Panicum maximum* Jacq. e *Panicum coloratum* L. **Revista de Agricultura** 58(1-2): 65-73.
- Rodella, R.A.; Ayoub, J.F.; Maimoni-Rodella, R.C.S. 1984. Estudo quantitativo de características anatômicas da folha de *Panicum maximum* Jacq. e *Panicum coloratum* L. **Revista de Agricultura** 59(2): 163-174.
- Rodella, R.A. & De Marinis, G. 1990. Número de estômatos em folhas de *Sorghum bicolor* (L.) Moench. tratado com herbicidas. **Revista de Agricultura** 65(1): 63-73.
- Rodella, R.A.; Ishiy, C.M.; Maimoni-Rodella, R.C.S. & Amaral-Junior, A. 1982a. Número e distribuição dos estômatos em folhas de duas espécies de *Brachiaria*. **Poliagro** 4(1-2): 1-10.
- Rodella, R.A.; Ishiy, C.M.; Maimoni-Rodella, R.C.S. & Amaral-Junior, A. 1982b. Estudo quantitativo de características anatômicas da folha de duas espécies de *Brachiaria*. **Revista Agrociência** 2(2): 21-30.
- Rodella, R.A. & Maimoni-Rodella, R.C.S. 1992. Estudo quantitativo da anatomia foliar e caulinar de duas espécies daninhas de *Ipomoea*. **Revista de Agricultura** 67(1): 35-48.
- Rodella, R.A.; Pires, A.I. & Maimoni-Rodella, R.C.S. 1993. Anatomia comparativa foliar e caulinar de duas espécies daninhas de *Merremia* (Convolvulaceae). **Científica** 21(2): 345-353.
- Rodrigues Junior, C.J. 1980. **Mecanismos de resistência das plantas aos agentes patogênicos**. Lisboa, Junta de Investigações Científicas do Ultramar.
- Sambugaro, R.; Furtado, D.L.; Rodella, R.A.; Mattos, C.R.R. 2004. Anatomia foliar de seringueira (*Hevea* spp.) e desenvolvimento da infecção por *Microcyclus ulei*. **Summa Phytopathologica** 30(1): 51-56.
- Sherwood, R.T. & Berg, C.C. 1991. Anatomy and lignin content in relation to resistance of *Dactylis glomerata* to stagonospora leaf spot. **Phytopathology** 81(11): 1401-1407.
- Silva-Acuna, R.; Silva-Acuna, A. & Zambolim, L. 1998. Stomatic index in genetic materials of coffee tree resistant or susceptible to rust. **Bioagro** 10(2): 57-61.
- Silva-Lima, L.M.; Alquini, Y.; Brito, C.J.F. & Deschamps, F.C. 2001a. Degradação ruminal dos tecidos vegetais e composição bromatológica de cultivares de *Axonopus scoparius* (Flüegge) Kuhl. e *Axonopus fissifolius* (Raddi) Kuhl. **Ciência Rural** 31(3): 509-515.
- Silva-Lima, L.M.; Alquini, Y.; Brito, C.J.F. & Deschamps, F.C. 2001b. Área de tecidos de folhas e caules de *Axonopus scoparius* (Flüegge) Kuhl. e *Axonopus fissifolius* (Raddi) Kuhl. **Ciência Rural** 31(3): 425-430.
- Silveira, R.L.V.A.; Muniz, M.R.A.; Silva, C.R. & Camargo, F.R.A. 2001. **Aspectos nutricionais envolvidos na ocorrência de doenças com ênfase para a ferrugem (*Puccinia psidii*) do eucalipto**. Disponível em <http://www.rragroflorestal.com.br/divulgação/ferrugem.pdf. Acesso em 14/10/2001.
- Spotts, R.A.; Sanderson, P.G.; Lennox, C.L.; Sugar D.D. & Cervantes, L. 1998. Wounding, wound healing and staining of mature pear fruit. **Postharvest Biology and Technology** 13(1): 27-36.
- Thomas, H. 1997. Drought resistance in plants. Pp. 83-110. In: A.S. Basra & R.K. Basra. **Mechanisms of environmental stress resistance in plants**. Amsterdam, Harwood Academic Publisher.
- Trujillo, I.; Hermoso, L. & Garcia, E. 1997. Structural characterization of banana clones: resistant and non resistant to yellow Sigatoka disease. **Anales de Botanica Agricola** 4: 59-62.
- Vance, C.P.; Kirk T.K. & Sherwood, R.T. 1980. Lignification as a mechanism of disease resistance. **Annual Review Phytopathology** 18: 259-288.
- Voltan, R.B.Q.; Fahl, J.I. & Careli, M.L. 1992. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 4(2): 99-105.
- Wilkins, R.J. 1972. The potential digestibility of cellulose in grasses and its relationship with chemical and anatomical parameters. **Journal Agricultural Science** 78: 457-464.
- Wilson, J.R. 1976. Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass Tiller I development rate, chemical composition and dry mater digestibility. **Australian Journal of Agricultural and Resource** 27: 343-354.
- Wilson, J.R. 1993. Forage cell wall structure and digestibility. Pp. 1-32. In: J.R. Wilson (ed.). **Organization of forage plant tissues**. USA, Rd. Madison.
- Wilson, J.R.; Taylor, A.O. & Dolby, G.R. 1976. Temperature and atmospheric humidity effects on cell wall content and dry matter digestibility of some tropical and temperate grasses. **New Zealand Journal of Agricultural Research** 19: 41-46.
- Wittwer, S.H. & Tolbert, N.E. 1960. (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. III: Effect on growth and flowering of the tomato. **American Journal of Botany** 47: 560-565.
- Wylie, R.B. 1951. Principles of foliar organization shown by sun-chade leaves, from tem species of decidous dicotyledonous trees. **American Journal of Botany** 38(5): 355-361.