

ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE MUZAMBINHO
Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura

CAROLINE CLEA PEREIRA

Efeito de diferentes concentrações do fito-hormônio GA₃, e
diferentes substratos na germinação de sementes de cafeeiro
(*Coffea arabica* L.).

Muzambinho

2008

CAROLINE CLEA PEREIRA

Efeito de diferentes concentrações do fito-hormônio GA₃, e
diferentes substratos na germinação de sementes de cafeeiro
(*Coffea arabica L.*).

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura, da Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo em Cafeicultura.

Orientadora Prof.(a) Anna Lygia de Rezende Maciel.

Muzambinho

2008

COMISSÃO EXAMINADORA

Muzambinho, 16 de Junho de 2008.

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho aos amigos da I Turma de Tecnólogos em Cafeicultura, pelos três anos em que convivemos juntos, pelas experiências que trocamos, pelas inúmeras horas de descontração e alegria, pelos diálogos proveitosos e também pelas conversas jogadas fora.

Obrigado a todos pelo companheirismo!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela vida, a minha querida mãe que me concedeu os valores que tenho, sendo a minha primeira mestra. Aos meus amados irmãos, Cristiane, Camilla, Frederico e João Pedro, que são parte fundamental da minha existência. Aos meus tios queridos que estão sempre por perto. À minha orientadora Anna Lygia de Rezende Maciel, pelo conhecimento transmitido na execução deste trabalho. À Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, por ter cedido suas instalações.

E em especial, agradeço a meu saudoso pai, Luiz Pereira, por quem sempre tive e sempre terei um enorme amor, respeito e grande admiração.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
2 JUSTIFICATIVA	10
3 OBJETIVOS	11
3.1 Objetivo Geral	11
3.2 Objetivo específico	11
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
4.1 O fruto que abriga a semente	12
4.2 A semente dentro do fruto	13
4.3 A produção de sementes de cafeeiros	15
4.4 A dormência das sementes	16
4.5 Tipos de dormência	16
4.6 Dormência em sementes de cafeeiro	18
4.7 Germinação de sementes	19
4.8 Aspectos fisiológicos da germinação	20
4.9 Fatores que afetam o processo germinativo	21
4.10 A presença do endocarpo no processo germinativo	23
4.11 Outros fatores que podem influenciar na germinação	24
4.12 Fases da germinação e emergência das plântulas	26
4.13 O substrato e a germinação	26
4.14 A importância do substrato	27
4.15 A variação de substratos	28
4.15.1 A torta de filtro	29
4.15.2 A vermiculita	31
4.15.3 A semeadura em areia	31
4.16 Hormônio e reguladores vegetais	32
4.16.1 A descoberta da giberelina	32
4.16.2 A atuação das giberelinas	33
5 MATERIAIS E MÉTODOS	35
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41

PEREIRA, Caroline Clea. **Efeito de diferentes concentrações do fito-hormônio GA₃, e diferentes substratos na germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2008. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008.

RESUMO

Verifica e compara o efeito de diferentes concentrações da giberelina GA₃, e diferentes substratos na germinação de sementes de cafeeiro *Coffea arabica* L. Para a realização do experimento utiliza sementes da cultivar Catuaí Vermelho IAC/144, em blocos casualizados, e fatorial 4x5. As concentrações de GA₃ são: 0,00 – 5,00 – 10,00 – 20,00 mg.L⁻¹, e os substratos são: Areia, Vermiculita, Plantmax®, Torta de filtro adicionada a terra e torta de filtro pura. Aponta como principais resultados: a) A presença de GA₃ na solução aquosa das sementes como tratamento pré-germinativo, não demonstrou diferenças estatísticas; b) Dentre os resultados obtidos para os substratos aplicados, o que mais se mostrou eficaz no processo germinativo, foi a torta de filtro pura. Conclui que a torta de filtro é mais eficiente no processo germinativo, provavelmente devido a degradação mais rápida do pergaminho das sementes.

Palavras-chave: GA₃; substratos; *Coffea arabica* L.

PEREIRA, Caroline Clea. **Effect of different concentrations the plant hormone GA₃, and various substrates in germinação seed of coffee (*Coffea arabica* L.)**. 2008. 36 F. Completion of course work – Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008.

ABSTRACT

Notes and compares the effect of different concentrations of gibberellin GA₃, and various substrates in the germination of seeds of *Coffea arabica* coffee L. To carry out the experiment using the seeds grow Catuaí Vermelho IAC/144 in casualizados blocks, and 4x5 factorial. Concentrations of GA₃ are: 0.00 ; 5.00; 10.00; 20.00 mg.L⁻¹, and the substrates are: Sand, Vermiculita, Plantmax ®, Filter cake added to the filter and crooked land of pure filter . It pointed as the main results: a) The presence of GA₃ in aqueous solution as seed germination pre-treatment, showed no statistical differences b) Among the findings applied to the substrate, which was more effective in the germination process, was the cake for pure filter. It concludes that the cake of filter is more efficient in the germination process, probably due to faster degradatin of parchment seeds.

Keywords: GA₃; substrates; *Coffea arabica* L.

INTRODUÇÃO

Desde que atingiu seu ápice no Brasil, com períodos de maior ou de menor crise, pode-se dizer que a cultura do café aí se manteve. Prosseguindo seu movimento de migração, o café passou por muitas regiões, atingindo um pico impressionante em algumas delas. Hoje em dia seu cultivo avança por novas terras, onde o clima e o solo favorecem demasiadamente o plantio do *Coffea arabica L.*, que conquistou altíssima qualidade, já reconhecida pelo mercado internacional.

A *Coffea arábica L.* é mais complexa, possui 44 cromossomos e a robusta 22, como as outras plantas. A espécie arábica produz cafés de melhor qualidade, mais finos e requintados, e possui aroma intenso e os mais diversos sabores, com inúmeras variações de corpo e acidez. Os cafés de melhor qualidade utilizam somente combinações de arábica.

O café arábica, de grande importância econômica nas regiões que o cultivam, é um produto de qualidade superior, apreciado no mundo inteiro e de grande aceitação em todos os mercados consumidores. Seu cultivo encontra excelentes resultados em regiões montanhosas com altitude entre mil e dois mil metros. É adaptado ao clima úmido com temperaturas amenas e seu cultivo é mais adequado em regiões de temperaturas médias entre 18°C e 23°C. Em regiões mais quentes e com elevada umidade atmosférica, na ocasião do florescimento, poderá apresentar boa frutificação desde que não haja deficiências hídricas (RENA et al., 1986).

A implantação de cafezais com cultivares da espécie *Coffea arabica L.* é realizada a partir de mudas formadas por sementes, uma vez que a espécie possui altas taxas de autofecundação, em 99% das flores (CARVALHO, 1997). Entre as vantagens da utilização de sementes na formação de mudas de café podem ser enumeradas, a facilidade de plantio, redução do custo de formação do cafezal e o desenvolvimento radicular em profundidade.

Há consenso sobre a importância do processo de formação de mudas para o sucesso da lavoura cafeeira, Silva et al., (2001) e que falhas na escolha da semente e na formação da muda causam desenvolvimento irregular do cafezal, atraso no início da fase reprodutiva e redução do rendimento da cultura (GUIMARÃES & MENDES, 1998).

Resultados de pesquisas indicam que a longevidade da planta, aspecto desejável por se tratar de cultura perene, depende da qualidade da muda plantada.

Apesar de hoje em dia existirem outros métodos de produção de mudas, a forma de propagação que ainda predomina é aquela que é feita por meio de plantas oriundas de sementes. No entanto, esse processo apresenta algumas restrições e destaca-se aí o fato das sementes de cafeeiro não conservarem seu poder germinativo em níveis satisfatórios por períodos superiores a seis meses após a colheita, o que obriga os produtores a realizarem a semeadura no mesmo ano de formação das mudas, e isso coincide com o período mais frio do ano, tornando a germinação ainda mais lenta e irregular. Desta forma, as mudas só estarão prontas para irem a campo em épocas que nem sempre são as mais apropriadas para o plantio, se considerarmos as inúmeras adversidades e variações climáticas, como altas temperaturas, verânicos frequentes, deficiências hídricas prolongadas e a má distribuição do regime pluvial.

Via de regra, a semeadura deverá ser feita o mais cedo possível, até o mês de julho, de modo que permita o plantio no campo até o mês de dezembro, garantindo o pegamento da muda e o bom desenvolvimento inicial, durante o período chuvoso. O problema reside nas frequentes mudanças nas condições climáticas, principalmente em se tratando daquelas que corroboram com a maturação dos frutos do cafeeiro, pois se houver atraso no ponto ideal de colheita dos mesmos, haverá atraso também na sua preparação para semeadura. Diante disso, é fácil afirmar que a época de plantio tem sido fundamentalmente dependente da época de colheita, tendo em vista que sementes a muito armazenadas não apresentam qualidade fisiológica satisfatória no momento ideal para a formação das mudas.

Por tudo isso, pode-se dizer que o estudo de tratamentos pré-germinativos que utilizam diversos meios visando a uma germinação mais rápida e uniforme, merece amplo destaque.

Dessa forma a presente pesquisa pretendeu testar a possibilidade de alteração no tempo de germinação de sementes de cafeeiro, antecipando a sua germinação, através do uso de fito-hormônio (GA_3) e variações nos substratos de semeio.

2 JUSTIFICATIVA

A semente de café possui uma germinação muito lenta, e geralmente, em condições normais, a emergência das plântulas demora em média de 50 a 60 dias, a

partir da sementeira. Esse fato acaba por ocasionar uma longa espera para se conseguir mudas prontas para irem a campo no momento considerado ideal para um bom desenvolvimento das mesmas.

Portanto, qualquer técnica que proporcione uma redução no tempo de emergência, ou que possibilite a identificação dos fatores responsáveis por esta demora, é de grande interesse.

Esta pesquisa tem relevância pois pretende apontar se é possível antecipar a germinação da semente de cafeeiro, através da utilização do fito-hormônio GA_3 associado a diferentes fontes de substratos para sementeira.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito de diferentes concentrações do fito-hormônio GA₃ (ácido giberélico), e diferentes substratos na germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cultivar Catuaí vermelho IAC/144.

3.2 Objetivos Específicos

- Imergir as sementes do cafeeiro, cultivar Catuaí Vermelho IAC/144, em diferentes concentrações de GA₃.
- Depositar as sementes para germinação em bandejas de poliestireno expandido que contenham variações de substratos.
- Realizar a contagem das sementes germinadas, encontrar o valor de seu peso fresco e posteriormente, de seu peso seco.
- Analisar se há diferenças significativas entre os tratamentos realizados.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 O fruto que abriga a semente

Os frutos são estruturas de proteção das sementes e quando as mesmas atingem seu pleno desenvolvimento, juntamente com sua maturidade fisiológica, os frutos passam por profundas alterações bioquímicas, contribuindo para a dispersão da espécie.

A espécie *Coffea arabica* L. apresenta como característica, frutos endozoocóricos sendo que em seu ambiente natural são consumidos principalmente por primatas (ECCARDI; SANDAL, 2003), e no Vietnã, também é procurado como alimento por animais como o gato almiscareiro, onde as sementes recolhidas nas fezes deste animal produzem um dos cafés mais nobres do mundo.

O cafeeiro fisiologicamente apresenta frutos climatérios e sua maturação é um processo em que os frutos alcançam as características de cor, textura, aroma, sabor, entre outros, que os torna aptos para o consumo. Estes processos de transformação física, química e fisiológica são determinantes na qualidade e se iniciam comumente durante as etapas finais da maturação fisiológica do fruto, sendo normalmente nestes tipos de frutos (climatérios), relacionados ao aumento na produção de etileno e o aumento na atividade respiratória (OLIVEIRA, 2004).

O fruto carnoso do cafeeiro é uma drupa elipsóide que contem 2 locus ou 2 lojas com um óvulo cada que, se fecundados, produzirão uma semente, podendo ocasionalmente conter 3 ou mais, dependendo da fecundação sofrida no ovário da flor. Em *Coffea canephora* as sementes são menores e de cor mais clara (verde) que na espécie *Coffea arabica* L.

Segundo Alves (2003), o fruto do cafeeiro é composto pelos seguintes órgãos:

- a) Pedúnculo: é a haste que sustenta o fruto;
- b) Coroa: é a região da cicatriz floral;
- c) Exocarpo: também chamado de casca, é a camada externa do fruto;
- d) Mesocarpo: também chamada de mucilagem, substância gelatinosa e adocicada existente entre o exocarpo e o endocarpo;

- e) Endocarpo: também chamado de “pergaminho”, apesar de ser uma parte do fruto, vem acompanhando a semente que será utilizada no semeio tradicional em viveiros. Quando maduro é coriáceo e envolve independentemente cada semente. É formado por hemicelulose com função de reserva, fibras e por lignina.

De acordo com Carvalho (1988) apesar de ser de extrema importância para a proteção da semente contra o ataque indesejável de microorganismos e também contra danos físicos, o pergaminho representa um entrave aos processos de germinação da semente, emergência e crescimento de plântulas. Ainda segundo o mesmo autor, inúmeras substâncias podem estar presentes no pergaminho e influenciar a germinação. O ácido clorogênico, uma substância de natureza fenólica, por exemplo, pode inibir o crescimento e o desenvolvimento das plantas, o alongamento de raízes, a germinação e o brotamento de gemas. Essas substâncias tornam-se ativas na presença de água, o que já foi por várias ocasiões, comprovado através de trabalhos científicos, nos quais houve maior eficiência tanto na emergência, quanto no crescimento e desenvolvimento do sistema radicular após a retirada do endocarpo (pergaminho) das sementes de café.

4.2 A semente dentro do fruto

Livramento (2003), cita que a semente no interior do fruto do cafeeiro possui um formato plano convexa, elíptica ou oval, sulcada longitudinalmente em sua face plana e é constituída por espermoderma, endosperma e embrião. Quando apenas uma semente se desenvolve no fruto, forma-se o grão moça; quando o fruto possui três lóculos com óvulos fecundados, originam-se os grãos triângulos; quando duas sementes desenvolvem-se imbricadas uma à outra no mesmo lóculo, forma-se o grão “cabeça”, que durante o beneficiamento pode se separar originando os defeitos concha e miolo de concha. Finalmente, quando não ocorre o desenvolvimento do endosperma, forma-se o grão chocho.

De acordo Borem (2008), a película prateada é o envoltório mais externo da semente, formada por uma camada de células esclerenquimatosas. E ao contrário do que alguns autores afirmam (HOUK, 1938; SALAZAR et al., 1994; WILBAUX, 1963), a

película prateada não se forma a partir dos integumentos do saco embrionário, mas constitui-se numa camada de células remanescentes do tecido nucelar. Dessa forma, ressalta-se que a película prateada não pode ser denominada de perisperma ou espermoderma. Sua função não é exatamente conhecida. Ela contém clorofilas a e b. Dependendo da região de produção do café, pode adquirir uma coloração parda ou caramelo, originando grãos chamados “fox beans”.

O endosperma é o tecido de maior volume na semente, de cor azul esverdeada na espécie *Coffea arabica* L., e amarelo-pálido na espécie *C. canephora*. O endosperma garante as reservas energéticas durante os processos de germinação e emergência, e é composto basicamente de carboidratos.

Conforme Silva (1990), o endosperma é um tecido triplóide ($3n$), pois na fecundação de fanerógamas angiospermas ocorre um aspecto marcante e exclusivo que é chamado de “dupla fecundação”. Em cada óvulo, um núcleo masculino fecunda a oosfera formando o zigoto. O outro fertiliza os dois núcleos polares no saco embrionário, surgindo assim um núcleo triplóide. A partir do zigoto ($2n$) desenvolve-se o embrião e um ou dois cotilédones, que são folhas modificadas que podem ou não armazenar reservas orgânicas. O núcleo $3n$ forma então um tecido de reserva, que é o endosperma secundário, que difere-se do primário porque só é produzido se houver fecundação.

Nakagawa (1979), explica que o endosperma é formado por células poliédricas de paredes muito espessas, onde as hemiceluloses impregnantes possuem função de reserva. Apresenta plasmodesmas que podem atuar no transporte de substâncias durante a germinação, e tem a seguinte composição: água, aminoácidos, proteínas, cafeína, lactonas, triglicerídeos, açúcares, dextrina, pentosanas, galactomananas, celulose, ácido caféico, ácido clorogênico e minerais.

Alves (2003), comenta que o embrião da semente do cafeeiro é formado por um hipocótilo e dois cotilédones cordiformes (em forma de coração), e está localizado na superfície convexa da semente, medindo de 3 a 4 mm.

4.3 A produção de sementes de cafeeiro

Para o sistema de produção de sementes atualmente usado, são colhidos frutos no estágio “cereja”, por se encontrarem próximos ao ponto de maturação fisiológica, que

segundo Caixeta (1981), é no estágio “verde-cana/cereja”, ou seja, 220 dias após a fecundação das flores.

Imediatamente após a colheita, os frutos destinados à produção de sementes são despolidos (retirada do exocarpo), e em seguida colocados em tanques de fermentação por um período de 12 a 24 horas, com o objetivo de se proceder a degomagem, ou seja, a retirada da mucilagem ou mesocarpo. As sementes livres de pericarpo (exocarpo + mucilagem), são colocadas a secar à sombra. Quando armazenadas em condições de ambiente, as sementes de cafeeiro perdem seu poder germinativo muito rapidamente, ou seja, após 6 meses. Assim torna-se importante o semeio antecipado, para uma boa germinação e plantio das mudas no campo, em dezembro/janeiro, já que são necessários 6 a 7 meses para a formação das mesmas.

A umidade ideal de armazenamento de sementes de cafeeiro é de cerca de 9% segundo Araújo (2002). Porém, se conservadas em embalagens permeáveis, em condições de temperatura e umidade controladas, o melhor teor de umidade para uma longevidade superior a 9 meses é de 48 % (ARAÚJO et al., 2002).

4.4 A dormência das sementes

Há tempos constatou-se que algumas sementes não germinavam mesmo quando colocadas em condições ambientais normalmente consideradas favoráveis ou adequadas, sendo tais sementes denominadas dormentes. Concluiu-se que as sementes dormentes apresentavam alguma restrição interna à germinação, restrição essa que deveria ser superada por intermédio de um processo conhecido como pós-maturação ou quebra de dormência, para que a semente então ficasse apta a germinar. Assim a dormência seria causada por um bloqueio inerente à própria semente.

Carvalho (1979), ao comentar estudos relativos à germinação falou a respeito da dificuldade encontrada pelos pesquisadores em separar o tema germinação do tema dormência em sementes. Segundo o estudioso a germinação é sempre analisada do ponto de vista fisiológico do acontecimento, o que faz com que seja inevitável tratá-la de forma consignada com o controle dos mecanismos que levam à dormência.

A dormência é tida como um mecanismo que funciona como uma espécie de “sensor remoto”, (CARVALHO, 1979). Isso explicaria o controle existente para o

momento ideal de germinação, a fim de que essa só viesse a ocorrer em condições ambientais propícias não só para a própria germinação em si, mas também para futura plântula resultante.

Se considerarmos que na primavera as plantas florescem e produzem seus frutos com respectivas sementes, no verão essas sementes passarão por todo o processo de amadurecimento, para logo depois, já no período do outono sofrerem senescência e caírem ao solo, se essas sementes viessem a germinar, dificilmente conseguiriam desenvolver sistemas para resistir ao longo período de inverno que viria logo a seguir.

4.5 Tipos de dormência

Nakagawa (1979), diz que a natureza dos bloqueios germinativos e os mecanismos neles envolvidos podem diferir de semente para semente. Segundo o autor existem bloqueios que são de origem fotoquímica ou bioquímica (a chamada dormência fisiológica), que é de natureza difusiva (dormência física), ou seja, diz respeito à resistência do tegumento e/ou do envoltório da semente à translocação de substâncias, e existem ainda bloqueios de natureza morfológica, que é quando a dormência é causada pelo fato de que no momento em que a semente é dispersa no ambiente o seu embrião ainda encontra-se subdesenvolvido.

Ainda segundo o autor, grande parte das discussões sobre o tema dormência referem-se à dormência fisiológica, ao passo que as dormências física e morfológica, ainda que respondam por uma parcela expressiva dos casos conhecidos, especialmente em espécies tropicais, são muitas vezes tratadas de maneira equivocada, ou nem mesmo são reconhecidas como sendo tipos de dormência.

No entanto, é importante que conheçamos o motivo pelo qual as sementes entram em estado de dormência. Segundo Silva (2003), em um certo ponto do desenvolvimento ou em certas condições ambientais, a dormência é induzida na semente. Desse fato é que aparece uma das primeiras formas de classificação dos tipos de dormência, ou seja, aquela que é nata, ou própria da semente, a que se estabelece na semente antes mesmo de sua senescência, dispersão; e o outro tipo de dormência, é a também chamada dormência secundária, que ocorre na semente após a sua dispersão.

No primeiro caso a semente já ao libertar-se da planta-mãe encontra-se em estado dormente, exigindo condições específicas para se tornar uma semente capaz de germinar em condições ambientais favoráveis. No segundo caso, duas situações podem ocorrer: a semente com dormência primária perde essa dormência após a dispersão, mas, sob uma condição desfavorável à germinação, adquire novamente o estado dormente.

Em circunstâncias naturais, parece que a primeira alternativa para a instalação da dormência secundária é a mais frequente.

Carvalho (1979), comenta que a sequência de eventos que descreve a resposta da semente a um fator ambiental pode ser resumidamente representada da seguinte maneira:

- a) exposição ao estímulo ambiental;
- b) percepção do estímulo;
- c) reconhecimento + autenticação;
- d) resposta ao estímulo.

Conforme o pesquisador, é possível que a etapa “reconhecimento + autenticação” envolva a participação de um ou mais subsistemas, como aquele responsável pela resposta da semente ao potencial hídrico, com seus respectivos valores críticos. Tais valores poderiam variar de modo mais ou menos contínuo, dependendo de fatores ambientais como luminosidade, temperatura, concentração de íons, etc. Assim sendo, o autor afirma que a germinação ocorreria desde que houvesse uma concordância entre o início de desenvolvimento endógeno do embrião e as variações do ambiente em que se encontra a semente.

Já de acordo com Rena (1986), a dormência pode ser causada também pela presença de compostos químicos inibidores presentes em diferentes estruturas da semente que, quando translocados para o embrião, inibem o seu crescimento.

Como a maioria desses compostos é solúvel em água, é fácil imaginar como essa forma de dormência é superada na natureza: a água da chuva ou do degelo da neve lixivia tais compostos. Assim, a lavagem das sementes em água corrente, por determinado período de tempo, é um método eficiente para a superação da dormência de sementes que apresentam esse mecanismo. (RENA, 1986,p.54).

4.6 Dormência em sementes de cafeeiro

Embora não possua uma dormência propriamente dita, a semente do cafeeiro germina de maneira muito lenta. Rena (1986), cita que a lenta germinação de sementes de café está relacionada a baixos teores de substâncias semelhantes ao ácido giberélico.

Para Motta (1998), o processo vagaroso da germinação das sementes cafeeiras, aliada à rápida perda do poder germinativo, chega a criar situações em que, quando se obtém o resultado do teste de germinação, este pode não mais refletir o verdadeiro estado fisiológico da semente em tempo hábil. Para o autor, a causa dessa lenta germinação ainda não está totalmente elucidada, havendo evidências de que a presença do endocarpo (pergaminho) na semente exerça influência direta na germinação, por impedir a absorção de água e O₂ pela semente.

Sementes dormentes de algumas espécies requerem altas tensões de oxigênio para a germinação, provavelmente devido à presença de inibidores no tegumento, os quais reduzem a absorção de gases, sem contudo, afetar a taxa de absorção de água pelas mesmas (CARVALHO, 1979).

De acordo com esses autores existem certas substâncias inibidoras da germinação, que podem estar presentes tanto no tegumento da semente quanto em seu próprio embrião.

Reis (1976), diz que o tegumento da semente pode agir tanto como uma espécie de barreira para a entrada de oxigênio, quanto como um depósito de inibidores endógenos da germinação. Conforme o mesmo pesquisador, essa barreira impede a difusão de O₂, o que leva a não ocorrência da oxidação e conseqüentemente a não eliminação desses inibidores.

Compostos fenólicos presentes na semente cafeeira são também possíveis inibidores da germinação (RENA, 1986). Alguns estudiosos do assunto, ao realizarem trabalhos científicos, puderam observar que a presença de compostos fenólicos no tegumento controla a entrada de oxigênio para o interior da semente, pois os mesmos fixam esse oxigênio para si, impedindo sua chegada ao interior da semente.

Pereira (2005), em trabalho realizado com sementes cafeeiras, concluiu que a principal contribuição da germinação lenta dessas sementes é atribuída ao espermoderma, possivelmente devido à presença de cafeína.

4.7 Germinação de sementes

Segundo Castro (2005), a germinação de sementes em termos gerais pode ser definida como uma série de acontecimentos metabólicos e morfogênicos que promovem a transformação de um embrião em uma plântula. Nela estão envolvidos processos sequenciados e sincronizados, de tal maneira que as reações catabólicas e anabólicas são simultâneas. É um processo primeiramente controlado por uma interação de sinais ambientais e endógenos, há gasto de energia, a qual é obtida da degradação das substâncias de reserva da própria semente, através da respiração realizada pela mesma.

Conforme o mesmo autor, a semente madura apresenta baixo teor de umidade (10 a 20%) e os seus tecidos possuem uma baixa atividade metabólica. Na germinação, o aumento de volume, devido à absorção de água e ao crescimento, provoca o rompimento dos tegumentos da semente. A partir deste ponto, sob condições favoráveis de água, oxigênio e temperatura, o embrião reiniciará suas atividades e o eixo embrionário o seu crescimento, devido ao aumento de tamanho das células já formadas e também à produção de novas células nos pontos de crescimento da radícula e da plúmula.

O desenvolvimento do eixo embrionário é mediado por auxinas e citocininas e o aumento tanto do número como do tamanho das células é decorrente da síntese protéica realizada pelo embrião. Esta síntese tem seu início logo após a hidratação do embrião e se dá primeiramente pela tradução dos mRNAs pré-existentes, estocados juntamente com ribossomos funcionais nos últimos estágios da embriogênese.

A radícula é geralmente a primeira estrutura do embrião a emergir, mas em algumas espécies, o primeiro órgão a emergir é o ápice caulinar. Uma vez fora da semente, a radícula cresce, lança ramificações e desenvolve pêlos radiculares, iniciando o processo de absorção de nutrientes do solo. Em muitas sementes, a parte aérea é posta fora do solo envolta por cotilédones.

4.8 Aspectos fisiológicos da germinação

Para concretizar todo o processo germinativo, a semente passa por três estágios. No primeiro deles, denominado embebição, inicia-se a hidratação das

substâncias das células e conseqüentemente o rearranjo de suas estruturas. Esta hidratação possibilita a difusão dos solutos do interior das sementes, e também a membrana celular sofre reorganização, devido as suas características de semipermeabilidade (CASTRO, 2005).

Ainda de acordo com Castro (2005), a penetração de água no interior dos tecidos de reserva é feita da periferia para o interior dos tecidos, pelas células epidérmicas e vasculares dos cotilédones de sementes cotiledonares. De acordo com o mesmo autor, este mecanismo se baseia essencialmente num rápido e vigoroso crescimento inicial do eixo-hipocótilo-radicular, ao passo que o epicótilo e as folhas primárias, no interior dos cotilédones, praticamente não crescem. Esse tipo de germinação, que é a do cafeeiro, é chamada de germinação epígea e ocorre com exclusividade entre as dicotiledôneas.

Após a embebição, tem início o segundo estágio da germinação, em que predominam os processos de hidrólise e degradação das substâncias de reserva. Por esta razão esta fase é chamada de catabólica. Entretanto algumas sínteses, principalmente de enzimas hidrolíticas, podem ocorrer paralelamente à degradação de proteínas de reserva, gorduras e carboidratos. O início desta fase é marcado sensivelmente pelo aumento da taxa respiratória (CASTRO, 2005).

Já na terceira e última fase da germinação, há gasto de energia devido à degradação das substâncias de reserva, que é chamada de anabólica. Durante esta fase, ocorre síntese maciça de materiais formadores de parede celular, assim como de proteínas e de ácidos ribonucléicos. A discriminação da germinação nestas fases é arbitrária, pois o final de cada um dos processos que caracterizam uma fase pode ser concomitante com o início da fase seguinte e se prolongar durante a fase subsequente.

4.9 Fatores que afetam o processo germinativo

De acordo com Castro (2005), vários são os fatores que podem interferir no processo germinativo, pois, uma vez que são necessários para que o processo se inicie e/ou se conclua, a restrição de algum desses fatores pode atuar como um regulador na germinação.

Enfim, esses fatores podem ser divididos em dois grupos: Fatores Intrínsecos e extrínsecos. O primeiro refere-se ao período em que a semente se mantém viva e é determinado por suas características genéticas. A este período é dado o nome de longevidade. O período em que a semente realmente vive é determinado pela interação entre os fatores genéticos e os fatores ambientais, e recebe o nome de viabilidade. Sendo assim, o período de viabilidade pode ser, no máximo, igual ao da longevidade.

Entre os fatores extrínsecos destacam-se a água, gases, temperatura e luz, os quais serão comentados separadamente:

a) Água

Dos diversos fatores ambientais capazes de influenciar o processo germinativo, a disponibilidade de água é um dos mais importantes. Deste modo, a disponibilidade de água é tida como uma limitação para o cultivo, em especial nas regiões tropicais.

A água também está envolvida, direta ou indiretamente, em todas as demais etapas do metabolismo subsequente. Sua participação é decisiva nas reações enzimáticas, na solubilização, no transporte de metabólitos e como reagente na digestão hidrolítica de proteínas, carboidratos e lipídeos do tecido de reserva da semente. A partir da absorção de água ocorre a reidratação dos tecidos, com conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas. A energia gerada através deste processo é utilizada pelo eixo embrionário para retomada do seu crescimento.

A embebição, que é a entrada de água no interior da semente se deve exclusivamente à diferença de potencial hídrico entre o interior da semente e o meio onde ela se encontra.

b) Temperatura

Não havendo outros fatores limitantes, a germinação ocorre dentro de certos limites de temperatura, cujos extremos dependem principalmente da espécie cultivada. A temperatura influencia na velocidade de absorção de água, como também as reações bioquímicas que determinam todo o processo. Sendo assim, os efeitos da temperatura podem ser avaliados a partir de mudanças ocasionadas na porcentagem e velocidade de germinação.

Com isso temos que a temperatura afeta o processo germinativo de três maneiras distintas: sobre o total de germinação, sobre a velocidade de germinação e sobre a sua uniformidade.

c) Gases

A germinação é um processo que requer consumo considerável de energia. Nas células vivas, os principais processos de obtenção de energia são a respiração e a fermentação. Ambos os processos implicam em trocas de gases (O_2 e CO_2) entre as células e o meio; portanto, a germinação é profundamente afetada pela atmosfera que circunda a semente. As sementes de algumas espécies, como a do cafeeiro, apresentam estruturas tais como pericarpo, tegumento ou parede celular, que restringem as trocas gasosas.

d) Luz

Sementes de um grande número de espécies apresentam comportamento fotoblástico, de modo que a germinação pode ser promovida ou inibida por exposição à luz branca.

A base do mecanismo de sensibilidade à luz em sementes é dada por um pigmento fotoquímico chamado fitocromo. Em muitas espécies fotoblásticas positivas, a necessidade de luz para a germinação pode ser substituída pela aplicação exógena de giberelina. O regime de luminosidade a que a planta-mãe é submetida durante seu desenvolvimento, também pode interferir na germinação das sementes formadas.

4.10 A presença do endocarpo no processo germinativo

Em condições de laboratório com umidade suficiente e temperatura de $32^\circ C$, ocorre a protusão da radícula com aproximadamente 10 a 15 dias no caso do uso de sementes desprovidas de “pergaminho”, pois esse retarda o processo de germinação. No entanto, em condições de campo a emergência ocorre entre 50 a 60 dias após a semeadura, sendo que na época mais fria do ano pode levar de 90 a 120 dias.

Em meio asséptico, as sementes com pergaminho não germinaram bem, enquanto outras, desprovidas de pergaminho germinaram normalmente. Quando após 38 dias de permanência das sementes com pergaminho em meio asséptico, aquele foi removido e as sementes germinaram (FRANCO, 1970). A germinação nesse caso, foi muito lenta e anormal, mostrando que o poder germinativo foi prejudicado pela permanência do pergaminho nas sementes (FRANCO, 1970). Em trabalho realizado pelo autor, semeando sementes com pergaminho intacto e outras com pergaminho parcialmente removido, concluiu não haver nele nenhum tipo de inibidor de germinação.

Como esse trabalho não foi realizado em meio asséptico contendo os pedaços do pergaminho que foram retirados previamente, as sementes germinaram tão rapidamente quanto outras semeadas em meio idêntico, mas sem adição ao meio dos tecidos oriundos do resto de pergaminho (FRANCO, 1970).

As sementes sem pergaminho germinaram antes daquelas com essa parte do fruto, mas métodos mecânicos de retirada desse órgão podem danificar o embrião e conseqüentemente prejudicar o processo da germinação, diminuindo o percentual de sementes germinadas, elevando a mortalidade a níveis superiores a 15% (GUIMARÃES, 1995). Trabalhos recentes estão em andamento para se tentar desenvolver métodos de retirada do pergaminho das sementes cafeeiras, sem contudo danificar o seu embrião, para que se consiga uma germinação mais rápida.

4.11 Outros fatores que podem influenciar na germinação da semente de cafeeiro

Além da barreira imposta pelo endocarpo, outra suposta causa da lenta germinação das sementes de cafeeiro é a ação de substâncias semelhantes aos ácidos abscísico e giberélico. Esse autor fala sobre germinação de sementes de cafeeiro em condições de altas concentrações de substâncias semelhantes as citocininas. Todavia, Guimarães (1995), testou o efeito da aplicação de citocininas na promoção da germinação e desenvolvimento de sementes de cafeeiro com 4 doses, sendo elas: 0,0 – 5,0 – 10, 0 e 20, 0 ppm, da citocinina benzilaminopurina, chamada de “BAP”, em 3 tempos de imersão, (1 – 15 e 30 horas), concluindo que sementes sem imersão (e sem pergaminho) emitiram raízes secundárias antes de sementes que passaram por imersão em água ou soluções de BAP.

Segundo Alves (2003), ao avaliar a presença de inibidores da germinação no endosperma (película prateada), em sementes que foram postas para germinar na presença de extratos aquosos de espermoderma, concluíram que a presença de substâncias inibidoras impediam a germinação e causavam o aparecimento de plântulas anormais.

Devido a ocorrência da maturação fisiológica dos frutos do cafeeiro se dar somente a partir dos meses de abril/maio nas regiões cafeeiras do Brasil, possibilitando a disponibilidade de sementes somente a partir de maio/junho, e somando-se a isso a

germinação lenta inerente às sementes e também ao método atual de produção de mudas, essas só estarão disponíveis aos cafeicultores para irem a campo a partir de dezembro/janeiro, ou seja, já na metade do período chuvoso.

A opção de se usar sementes da safra anterior como alternativa para um semeio antecipado e uma possível antecipação do processo de produção de mudas, também tem sido objeto de pesquisas. Como o período de viabilidade das sementes de cafeeiro, em condições normais de armazenamento (temperatura e umidade ambiente), é de apenas 6 meses, visto que após esse período há rápida perda do poder germinativo, alguns trabalhos foram realizados para se buscar a melhor forma de armazenamento.

O pesquisador Miranda (1987), encontrou resultados que o levaram a concluir que após 9 meses de armazenamento em embalagens de polietileno preto hermeticamente fechado em condições de laboratório, as umidades das sementes que proporcionaram melhor conservação foram de 9.9, 31.1 e 36.3%. Esse mesmo autor lembra que em embalagens de pano, as sementes de cafeeiro poderão ser guardadas por apenas 3 meses sem perda de germinação.

O pesquisador Araújo et al., (2002), concorda que a umidade ideal de armazenamento de sementes de cafeeiro em embalagens permeáveis, em condições controladas de temperatura e umidade, o melhor teor de umidade da semente, para uma longevidade superior a 9 meses é de 48 %.

É conveniente que sementes após terem sido desidratadas até um teor de umidade de cerca de 10%, sejam guardadas em recipientes hermeticamente fechados a fim de se evitar reabsorção de umidade do ar, pois sementes de café com 10% de umidade estão em equilíbrio higroscópico com uma umidade relativa do ar de apenas 50%.

Portanto, sempre que a umidade do ar estiver acima desse limite a semente reabsorverá umidade se não estiver guardada em recipiente hermético (FRANCO, 1970).

4.12 Fases da germinação e emergência das plântulas de cafeeiros

As reservas da semente são principalmente hemicelulose e substâncias graxas e, a medida que os cotilédones se utilizam dessas substâncias, vão crescendo dentro do endosperma (FRANCO, 1970). Após a decomposição do endocarpo (“pergaminho”), que envolve a semente, começa o desenvolvimento da radícula, que é o processo chamado

de geotropismo positivo. A fase em que as sementes apresentam radícula com aproximadamente 1 mm de comprimento é denominada “esporinha”. A falta de água nessa fase pode interromper o processo germinativo, matando a semente.

A seguir forma-se a alça hipocotiledonária, que se desenvolvendo, começa a aflorar à superfície antes da semente. A essa fase denomina-se “joelho”, e é quando a cobertura do viveiro, meia sombra, tem importância fundamental, pois evita rachaduras nas alças hipocotiledonares, causadas pelo sol, que levam as plântulas a morte.

Logo após, a alça hipocotiledonar vai se tornando retilínea, levantando a semente que emerge do solo, já com as folhas cotiledonares bastante desenvolvidas, mas ainda presas em restos de endocarpo. A esse estágio, dá-se o nome de “palito-de-fósforo”.

Com as regras constantes os restos de endosperma vão liberando as folhas cotiledonares que quando abertas recebem o nome de “orelha-de-onça”. Na sequência aparecerão os primeiros pares de folhas verdadeiras.

4.13 O substrato e a germinação

A fertilidade do substrato influi diretamente no desenvolvimento de plantas em recipientes” (KEEVER et al., (1985); KEEVER; COBB (1987) apud POZZA, 2005, p.1).

No caso específico da semente do cafeeiro, devido à presença do pergaminho envolto à semente, que apesar de proporcionar certa proteção a mesma, também acaba por funcionar como um entrave à iniciação do processo germinativo, como já dito antes, a utilização de substratos que auxiliem na degradação dessa barreira física, tem objetivo muito relevante.

De acordo com Carvalho (1979), busca-se com isso determinar um substrato que seja uniforme em sua composição, rico em nutrientes, com elevada capacidade de retenção de água e boa troca catiônica, isento de pragas, patógenos e sementes de plantas invasoras, além de viável economicamente.

Durante a produção de mudas, o substrato é um dos componentes que mais interferem na sua germinação e no crescimento, por meio de fatores como estrutura e textura. Às vezes, as características físicas do solo tornam-se tão importantes quanto as propriedades químicas, pois a melhor aeração e permeabilidade de substratos mais arenosos promovem a menor incidência de microorganismos que podem interferir tanto

positiva, quanto negativamente no processo germinativo, além de fornecer oxigênio e água para as sementes, acelerando a taxa de germinação e reduzindo a necessidade de desinfecção.

4.14 A importância do substrato

Substrato é o meio em que as raízes se proliferam para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e também suprir as necessidades de água, de oxigênio e de nutrientes. Na escolha do substrato como um meio de crescimento de mudas, devem ser consideradas algumas características físicas e químicas, além de aspectos econômicos.

O Substrato a ser utilizado na produção de mudas exerce grande influência sobre a germinação e emergência de plantas, conseqüentemente influem na formação de mudas de boa qualidade. Pode ser formado de matéria prima de origem mineral, orgânica ou mesmo sintética, de um só material ou de diversos materiais, como nas misturas, (KANASHIRO,1999).

A germinação das sementes é influenciada pelo substrato, pois fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, entre outros, podem variar de acordo com o material utilizado, favorecendo ou prejudicando a germinação.

O substrato ideal deve ser de fácil disponibilidade de aquisição e transporte, ter boas características de homogeneidade, boa capacidade de retenção de água, alta capacidade de troca catiônica, boa agregação das partículas nas raízes, ser de fácil manipulação, ausência de patógenos e plantas daninhas, rico em nutrientes essenciais, possuir pH adequado, boa textura e estrutura.

O substrato é composto de uma fase sólida formada por partículas minerais e orgânicas, uma fase líquida formada pela água, na qual se encontram os nutrientes, denominada solução do substrato, e uma fase gasosa.

É importante que o substrato apresente características físicas, químicas e biológicas favoráveis. É também de interesse que apresentem baixa densidade, sejam porosos, absorvam e retenham adequadamente a umidade e nutrientes em níveis adequados.

O substrato constitui-se no componente mais complexo da atividade de produção de mudas, podendo causar nulidade ou irregularidade de germinação, má formação de plântulas e o aparecimento de sintomas de deficiência ou excesso de alguns nutrientes.

Dentro do sistema cafeeiro, o substrato é responsável por 40% do custo de produção.

Como a germinação das sementes cafeeiras depende diretamente da eliminação do pergaminho, tende-se a obter resultados diferentes se analisarmos a influência do pergaminho sobre a germinação quando se emprega solo, areia ou outro substrato não asséptico. Se o substrato for rico em microorganismos como é o caso da matéria orgânica que é freqüentemente empregada em viveiros, o pergaminho será rapidamente decomposto, não havendo tempo para que a germinação seja prejudicada. Em areia, papel filtro ou outro substrato pobre em microorganismos, a decomposição do pergaminho acontecerá de forma muito lenta e a germinação, com isso poderá ser prejudicada.

4.15 A variação de substratos

Conforme abordado anteriormente, os substratos podem ser formados por diferentes matérias primas, de origem mineral, orgânica ou sintética. Os materiais orgânicos mais usados são a turfa, cascas de árvores picadas e compostadas, fibras vegetais, entre outros. As principais substâncias minerais são a vermiculita, perlita, espuma fenólica e lã de rocha. Outro material muito usado na produção de mudas é a casca de arroz carbonizada que, possui uma forma floculada e coloração escura, além de ser leve, de fácil manuseio, com grande capacidade de drenagem, apresentar pH levemente alcalino, baixa capacidade de retenção de água e ser rica em cálcio e potássio, e livre de pragas e patógenos devido ao processo de carbonização.

4.15.1 A torta de filtro

A situação atual da economia brasileira sugere esforços na busca de sistemas mais produtivos e a custos mais baixos (MORGADO et al., 2000). Há necessidade de se verificar experimentalmente, para cada espécie vegetal, qual o substrato ou a melhor mistura de substratos que permita obter mudas de qualidade.

De acordo com Silva Júnior; Visconti (1991) substratos para a produção de mudas vêm sendo estudados intensivamente, de forma a proporcionar melhores condições de desenvolvimento e formação de mudas de qualidade, e em um curto período de tempo.

O uso potencial de compostos orgânicos como substratos e como fontes de nutrientes tem se tornado cada vez mais um objeto de estudo para a produção de mudas de alta qualidade (LOURES et al., 1998). Santos (2008), comenta que um bom substrato destinado à produção de mudas deve apresentar boa porosidade, a fim de assegurar boa drenagem da água e conseqüentemente arejamento das raízes.

No processo industrial de fabricação de açúcar (ou álcool) de cana existe uma etapa denominada clarificação, que consiste na purificação do caldo através de precipitação dos sólidos em suspensão. No entanto, no material precipitado, que recebe o nome de borra, resta ainda certa quantidade de suco com possibilidade de aproveitamento. Após a separação por filtragem resulta sacarose residual, reutilizada na fabricação de açúcar ou álcool, e a torta de filtro.

A torta de filtro é um subproduto da indústria canavieira resultante da purificação do caldo sulfitado, e é de baixíssimo custo (SANTOS, 2008). A sua utilização como fertilizante orgânico após a compostagem é bastante difundida entre os produtores, e seu uso como substrato está sendo bem aceito.

Santos (2008), ao testar resíduos da indústria canavieira na composição de substrato para produção de mudas de eucalipto e observou que o uso de bagacilho promoveu um desenvolvimento inferior das mudas enquanto o uso de torta de filtro como substituto total do substrato diminuiu o desenvolvimento das mudas, e a substituição de metade do substrato não afetou o desenvolvimento das mudas. Porém, a emergência das plântulas e a sobrevivência das mudas não foram afetadas pelos substratos.

A tabela 1 mostra os constituintes da torta de filtro, segundo Brasil Sobrinho, (1958) apud Nardin (2007).

Tabela 1. Composição média da torta de Filtro.

Teor na matéria seca a 80°C			
Componente	Mínimo	Médio	Máximo
g.100g ⁻¹			
N	0,9	1,45	2,7

P2O5	0,45	1,11	1,92
K2O	0,3	0,7	1,49
CaO	2,35	5,25	8,45
MgO	0,29	0,52	0,8
S	0,65	1,44	2,05
Cinzas	12	18,37	27,73
Materia Orgânica	72,27	81,7	88

Fonte: BRASIL SOBRINHO,(1958), apud Nardinl (2007)

4.15.2 A vermiculita

A vermiculita é uma argila formada por lâminas justapostas que se expandem quando submetidas a determinadas temperaturas, ocorrendo um aumento considerável entre suas camadas. É um material produzido artificialmente mediante a expansão da mica sob uma temperatura de 700-800 graus. Apresenta elevada capacidade de retenção de água, de ar e de nutrientes, transferíveis às plantas. A sua capacidade de absorver água e outros líquidos é de 4 a 5 vezes o seu próprio peso.

Ressalta-se também que as características químicas da vermiculita, como o excesso de magnésio em relação ao cálcio, excesso de potássio e, principalmente uma grande carência de micronutrientes é, muitas vezes, limitantes ao crescimento das mudas. A vermiculita expandida incrementa sensivelmente o pH e a concentração do magnésio trocável no solo e, quando se encontra aliada ao material orgânico, incrementa a CTC efetiva do solo.

Devido à grande carência de nutrientes, é necessário que a vermiculita seja misturada com outros materiais e enriquecida com fertilizantes químicos, com o objetivo de obter um substrato mais eficiente.

A vermiculita, isoladamente é recomendável para o enraizamento de estacas e mesmo para a germinação de sementes, desde que ambos não permaneçam por muito tempo no substrato.

4.15.3 A semeadura em areia

A areia que não é um substrato, e apesar de ter uma boa aeração, plantas e microorganismos não se desenvolvem-se bem nesse material, devido à pouca umidade. No passado era muito utilizada pelos viveiristas nos chamados “germinadores de areia”, onde as sementes eram pré-germinadas e depois transplantadas para os recipientes de

plântulas nos estádios de “pálito de fósforo” ou “orelha de onça”. No entanto, hoje, essa prática está proibida pelo IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária.

Esse método era utilizado com o intuito de acelerar o processo de germinação devido ao fato de que as sementes de cafeeiro perdem muito rapidamente seu poder germinativo.

No caso das sementes pré-germinadas, essas eram colocadas para germinar nos germinadores de areia, sendo 1 quilo de semente por metro quadrado entre dois pedaços de sacos de aniagem, e permaneciam ali até que houvesse a protusão das radículas, para então serem colocadas nos recipientes com o substrato indicado.

Contudo, a semeadura indireta foi proibida pois poderia ocorrer lesões nas radículas afetando a germinação, no caso de sementes pré-germinadas, e quando o transplante ocorria na fase de “palito de fósforo” ou “orelha de onça”, havia um grande risco do comprometimento da futura lavoura por má formação do sistema radicular (“pião torto” ou “garfo”), principalmente quando do uso de mão de obra desqualificada.

4.16 Hormônios e reguladores vegetais

Hormônio vegetal é um composto orgânico, não nutriente, de ocorrência natural, produzido na planta, que em baixas concentrações promove, inibe ou modifica processos morfológicos e fisiológicos do vegetal.

Reguladores vegetais são substâncias sintéticas que, aplicadas exogeneamente, possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos (auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno).

Auxinas, giberelinas e citocininas são consideradas promotores vegetais por estarem envolvidos nos processos de divisão celular e de crescimento.

As giberelinas atuam por todo o ciclo de vida das plantas, incluindo a germinação de sementes, alongação da haste, indução de florescimento, desenvolvimento de anteras e sementes em desenvolvimento, em regiões apicais de meristemas e raízes.

4.16.1 A descoberta da giberelina

Por quase 30 anos após a descoberta da auxina, em 1927, e mais de duas décadas depois da elucidação de sua estrutura como ácido indol-3-acético,

pesquisadores do ocidente dedicados a área vegetal tentaram atribuir à auxina a regulação de todos os fenômenos do desenvolvimento dos vegetais. No entanto, o crescimento e o desenvolvimento vegetais são processos regulados por vários tipos diferentes de hormônio, os chamados fito-hormônios, que agem individualmente ou em conjunto (TAIZ, 2004).

Em 1926, o botânico Kurosawa, observando plantas de arroz parasitadas pelo fungo *Giberella fujikuroi*, notou que elas cresciam exageradamente por alongamento do caule. O fungo foi cultivado em laboratório e seu extrato ou o próprio meio de cultura em que ele havia se desenvolvido foi aplicado a plantas normais de arroz. Tais plantas, a exemplo das parasitadas pelo fungo, mostraram também crescimento exagerado. O isolamento desse novo fator estimulante de crescimento, chamado giberelina, deu-se em 1935.

Somente na década de 50 é que foram retomados os estudos dessa substância, sabendo-se hoje a sua fórmula estrutural.

4.16.2 A atuação das giberelinas

São conhecidas inúmeras giberelinas, das quais a mais comum é o ácido giberélico, ou GA3.

Como as auxinas, as giberelinas também ocorrem em doses muito pequenas em órgãos novos, sementes em germinação e meristemas.

Segundo Castro (2005), em muitas espécies de plantas, incluindo o alface, o tabaco e a aveia selvagem, as giberelinas quebram a dormência das sementes, promovendo o crescimento do embrião e a emergência da plântula. Especificamente, as giberelinas estimulam o alongamento celular, fazendo com que a radícula rompa o tegumento da semente. Giberelinas, assim como auxinas, podem causar o desenvolvimento de frutos partenocárpicos (sem sementes), incluindo maçã, abóbora, berinjela e groselha. A maior aplicação comercial das giberelinas é na produção de uvas para a mesa. O ácido giberélico promove a produção de frutos grandes, sem sementes, soltos entre si, (TAIZ, 2004).

É o grupo de substâncias reguladoras do crescimento e desenvolvimento vegetal, encontradas em sementes em germinação e frutos jovens. Estimulam a divisão celular; retardam a senescência (envelhecimento) foliar e auxiliam no desenvolvimento

de frutos e na germinação de sementes. Além de estimular a divisão celular, a mistura de auxinas e de cinetina induz o início da diferenciação celular (TAIZ, 2004).

Se as auxinas provocam o crescimento de certa forma, normal da planta, as giberelinas provocam o crescimento um pouco mais acelerado e acentuado, sendo que diversos problemas de crescimento dos vegetais (nanismos) são ocasionados devido à perda da capacidade de formar esse hormônio.

De acordo com Silva Junior (1990), após serem produzidas nos tecidos jovens do sistema caulinar e sementes em desenvolvimento, são transportadas posteriormente pelo xilema e floema. Além de acelerar o crescimento e a distensão celular, as giberelinas também estimulam a germinação das sementes, o desenvolvimento da floração e a formação de frutos carnosos.

A giberelina mais utilizada é o ácido giberélico, conhecido por AG3.

Quando as sementes iniciam a germinação (iniciada pela hidratação) o embrião libera giberelina, a qual se difunde para as células de aleurona, estimulando a síntese de enzimas hidrolíticas. Uma destas enzimas é a alfa - amilase, que hidrolisa o amido. As enzimas digerem as reservas armazenadas no endosperma, formando açúcares, aminoácidos e ácidos nucléicos, que são absorvidos pelo escutelo e então transportados para as regiões de crescimento do embrião (TAIZ, 2004).

Ainda conforme Taiz (2004), a germinação de sementes pode exigir giberelinas para uma das possíveis etapas: a ativação do crescimento vegetativo do embrião, o enfraquecimento da camada do endosperma que envolve o embrião e restringe seu crescimento, assim como a mobilização das reservas energéticas do endosperma.

Ainda de acordo com o autor, algumas sementes, em especial aquelas das plantas selvagens, requerem luz ou frio para induzir a germinação. Em tais sementes, essa dormência pode, muitas vezes, ser quebrada pela aplicação de giberelina.

A aplicação de giberelinas também estimula a produção de numerosas hidrolases pelas células da camada de aleurona dos grãos de cereais em germinação.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação no setor de cafeicultura da Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho – Minas Gerais, durante os meses de abril, maio e junho de 2008, com temperatura média de 18° C no período.

O delineamento experimental adotado foi o de Blocos Casualizados, em fatorial 4X5, com 4 variações de giberelina (GA₃): 5,00 – 10,00 e 20,00 mg.L⁻¹ do fito-hormônio, e 5 variações de substratos: areia, terra acrescida de torta de filtro, torta de filtro pura, substrato comercial (Plantmax®) e vermiculita, totalizando 20 tratamentos diferenciados, dispostos em 4 blocos, cada um deles com 20 parcelas e um total de 5 sementes por parcela.

A Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho está localizada no município de Muzambinho – MG, que possui altitude de 1.100 metros, e clima tropical de altitude.

Para o experimento foram utilizadas sementes de cafeeiro da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, colhidas na lavoura da Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho. A colheita foi realizada quando os frutos encontravam-se no estágio “cereja”, sendo logo após, despulpados e secos. Para o ensaio foram utilizadas sementes com endocarpo (pergaminho). As sementes permaneceram imersas em solução nas concentrações de 5,0 10,0 e 20,0 mg.L⁻¹ de giberelina (GA₃), em temperatura ambiente (20° C), por um período de 24 horas, e aquelas que não receberam nenhuma concentração do fito-hormônio, ficaram imersas apenas em solução aquosa pelo mesmo período de tempo.

Após serem retiradas da imersão, as sementes foram encaminhadas à casa de vegetação da escola agrotécnica para serem semeadas em bandejas de poliestireno expandido (isopor), onde encontravam-se as variações de substratos, sendo eles: areia, terra adicionada à torta de filtro (60% e 40%, respectivamente), torta de filtro pura,

substrato comercial (Plantmax®) e vermiculita. As sementes permaneceram nas bandejas por um período de 40 dias. Após esse intervalo, as mesmas foram retiradas e procedeu-se a contagem daquelas que haviam germinado.

As sementes germinadas foram depositadas em saquinhos de papel, separando-as de acordo com os tratamentos diferenciados em cada bloco, em seguida foram encaminhadas ao laboratório de bromatologia da Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, onde realizou-se a pesagem das mesmas. Logo após, os recipientes com as sementes germinadas foram levados à estufa, onde foram dessecadas. Em seguida as sementes foram pesadas novamente, a fim de se conhecer o valor de seu peso seco.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificando e comparando inicialmente a germinação, a média de peso fresco e média de peso seco das sementes de cafeeiro em relação à presença de giberelina, percebe-se que, nas condições em que o experimento foi realizado, os resultados permitem observar que as sementes embebidas em solução aquosa com GA₃, não responderam às diferentes concentrações do fito – hormônio, (5, 10 e 20 mg.L⁻¹). De acordo com Taiz (2004), as giberelinas, através de seu mecanismo de ação, propiciam um aumento das enzimas que remobilizam reservas por hidrólise, melhorando os processos germinativos apenas nos primeiros estágios de germinação (15 dias após semeadura), e que após esse pequeno período sua eficácia é reduzida. Sendo assim, o resultado do presente experimento mostra que, como as sementes foram analisadas somente após 40 dias da semeadura, e não foram encontradas diferenças significativas na germinação, com relação à aplicação de GA₃, dentre todos os tratamentos, podemos perceber que, se houve alguma vantagem germinativa em algum dos tratamentos nos primeiros 15 dias, essa vantagem não prevaleceu no período subsequente.

Quanto às análises da porcentagem de germinação, média de peso fresco e média de peso seco, em relação aos diferentes substratos aplicados, nas condições em que o experimento foi realizado, pôde-se perceber que, entre os cinco substratos analisados (areia, torta de filtro adicionada a terra, torta de filtro pura, vermiculita e Plantmax®), não ocorreram grandes variações em quatro deles, com destaque positivo apenas para aquelas sementes que receberam como substrato a torta de filtro pura.

Segundo Franco (1970), a emergência das sementes pode levar de 50 a 60 dias após a semeadura, em condições normais de campo, o que é muito dependente das condições climáticas, sendo que, segundo o mesmo autor, em temperaturas muito baixas, a germinação pode levar até 120 dias.

Conforme Ramos (2002), um bom substrato é aquele que proporciona condições adequadas à germinação e/ou ao surgimento ou ainda ao desenvolvimento do sistema radicular da muda em formação. Com isso, os resultados obtidos com esse estudo, considerando-se apenas a germinação das sementes entre os cinco substratos testados, o que se mostrou mais eficiente foi a torta de filtro pura. A resposta positiva desse substrato pode ser atribuída ao fato de que, se a semente de cafeeiro possui germinação lenta, muito provavelmente, devido à presença do pergaminho (CARVALHO, 1979), e que com a retirada do mesmo essa germinação poderia ser acelerada, percebe-se que a inegável presença da microbiota de solo na torta de filtro promoveu a degradação mais rápida do pergaminho das sementes, contribuindo assim para uma germinação mais veloz.

Os resultados obtidos demonstram ainda, não haver interação entre o fito – hormônio GA_3 e os diferentes substratos empregados na semeadura, tanto na porcentagem de germinação como nas médias de peso fresco e peso seco.

Os gráficos a seguir demonstram o resultado da análise de variância realizada com os dados obtidos no experimento:

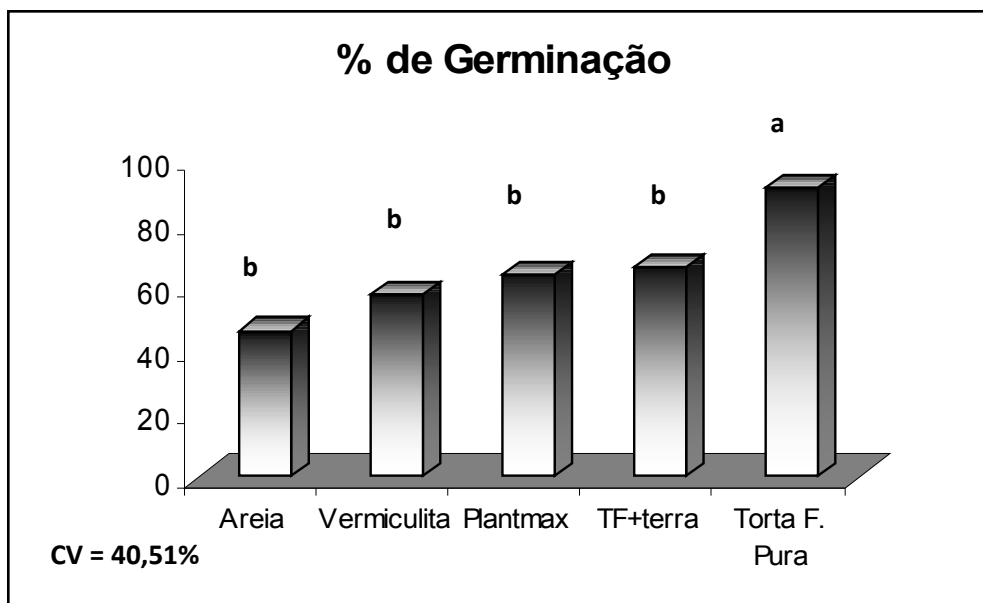


Fig I - Representação gráfica da porcentagem de germinação para a variável Substrato

De acordo com teste Scott-Knott (1974) aplicado para a variável substrato em relação à porcentagem de germinação, com um nível de significância (NMS) de 0.05 e

CV (%) de 40.51, pode-se afirmar que não houve diferença estatística entre os substratos, areia, vermiculita, plantmax® e torta de filtro adicionada a terra, havendo diferença apenas para o substrato torta de filtro pura, que alcançou uma porcentagem de germinação de 91%.

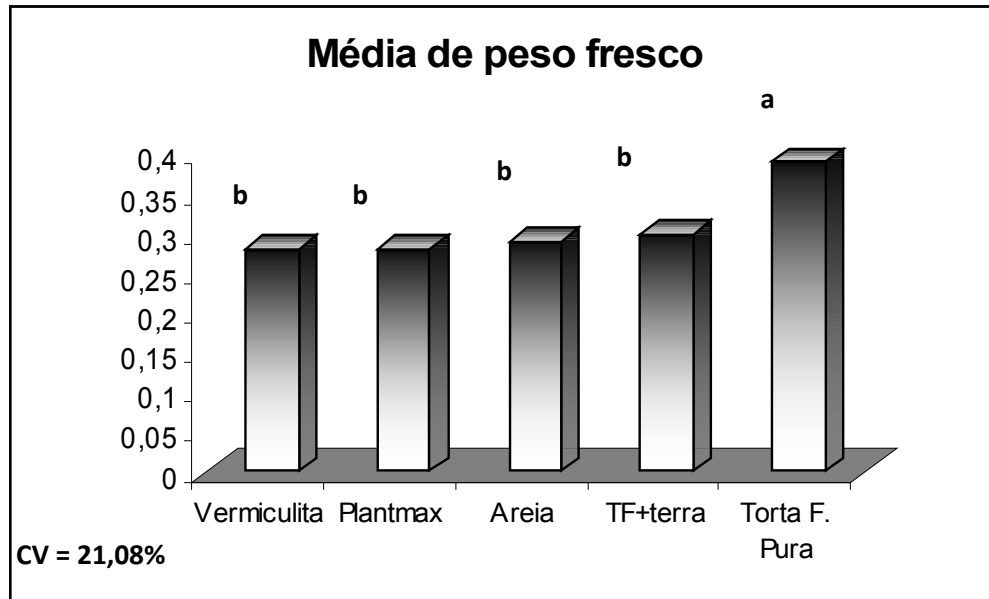


Fig 2 - Representação gráfica da média de peso fresco para a variável Substrato

De acordo com teste Scott-Knott (1974) aplicado para a variável substrato em relação à média de peso fresco, com um nível de significância (NMS) de 0.05 e CV (%) de 21.08, pode-se afirmar que não houve diferença estatística entre os substratos, areia, vermiculita, plantmax® e torta de filtro adicionada a terra, havendo diferença apenas para o substrato torta de filtro pura.

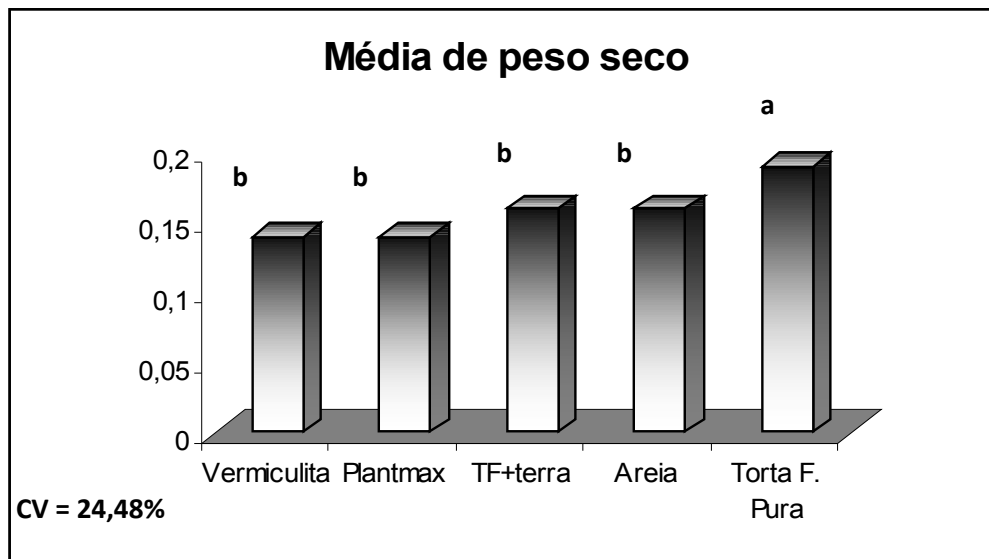


Fig 3 - Representação gráfica da média de peso seco, para a variável Substrato
De acordo com teste Scott-Knott (1974) aplicado para a variável substrato em relação à média de peso seco, com um nível de significância (NMS) de 0.05 e CV (%) de 24.48, pode-se afirmar que não houve diferença estatística entre os substratos, areia, vermiculita, plantmax® e torta de filtro adicionada a terra, havendo diferença apenas para o substrato torta de filtro pura.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições em que o experimento foi realizado, verificou-se que em relação ao efeito da giberelina não houve diferença estatística comprovada, independente da concentração aplicada na solução de imersão.

Quanto ao efeito do substrato na germinação de sementes de cafeeiro, conclui-se que dentre os cinco substratos aplicados na semeadura, o que proporcionou as condições mais adequadas à germinação foi a torta de filtro pura, um subproduto da indústria canavieira, resultante da purificação do caldo sulfitado, e que é de baixíssimo custo.

No entanto é bom destacar que em outros trabalhos realizados utilizando-se a torta de filtro como substituto total do substrato em mudas de eucalipto, houve diminuição no seu desenvolvimento, portanto é necessário que se realize outros trabalhos, a fim de se acompanhar o desenvolvimento das mudas de cafeeiro no processo pós - germinativo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, José Donizeti. **Morfologia e fisiologia do cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 46p.:il. (Curso de Pós-Graduação “Latu Sensu” (Especialização) a distância – Cafeicultura Empresarial: Produtividade e Qualidade).

ARAÚJO NETO, Sérgio Ernani de; RAMOS, José ; MENDONÇA, Vitório; GONTIJO, Teófilo do Carmo. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes substratos e recipientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2002, Belém. **Resumo Expandido...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD-ROM.

BOREM, Flávio Meira. **Café: Pós-colheita do**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2008.631p.

CAIXETA,I.F. **Maturação fisiológica de sementes de cafeeiro cv. Mundo Novo**. Lavras, ESAL, 1981. 48f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1981.

CARVALHO, Nelson Moreira de. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 215p.

CARVALHO, Gustavo Reis. **Germinação de sementes e aclimação de plântulas de cafeeiro (*Coffea arabica L.*) propagadas “in vitro”**. 1997. 64 f. Dissertação (Mestrato em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

CASTRO, Paulo Roberto Camargo; KLUGE, Ricardo A.; PERES, Lázaro E. P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. 650p.

ECCARDI, Fulvio.; SANDALJ, Vincenzo. **O café: ambientes e diversidade**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2003. 237p.

FRANCO, C. M. **Apontamentos de fisiologia do cafeeiro**. Campinas: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1970. 55p.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A.N.G. **Produção de mudas de cafeeiro: cafeicultura empresarial**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 60p.

GUIMARÃES, R. J. **Formação de mudas de cafeeiro: (*Coffea arabica* L.): os efeitos de reguladores de crescimento e remoção do pergaminho na germinação de sementes e do uso de N e K em cobertura, no desenvolvimento de mudas**. 1995. 133 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

KANASHIRO, S. **Efeito de diferentes substratos na produção da espécie *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker em vasos**. 1999. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999.

LIVRAMENTO, Dárlan Einstein do. **Morfologia e fisiologia do cafeeiro: produtividade e qualidade**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 46p.: il.

LOURES, José Lima. et al. Produção e teores de nutrientes no tomateiro cultivado em substrato contendo esterco de suíno. **Horticultura Brasileira**, São Paulo, v.16, n.1, p.50-55, agosto 1998.

MIRANDA, J.M. **Estudo de alguns fatores que influenciam a duração da viabilidade de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv Catuaí)**.Lavras, 1987. 60f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1987.

MORGADO, I.F. et al. Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.709-712, out/dez 2000.

MOTTA, Carlos Augusto Ferreira. **Recuperação da viabilidade de sementes de café após tratamentos de hidratação e desidratação**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), 1998. Disponível em: <www.editora.ufla.br/revista/25_5/art13.PDF>. Acesso em 23 maio. 2008.

NAKAGAWA, João. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1979. 46p.

NARDIN, Ronie Richard. **Torta de filtro aplicada em argissolo e seus efeitos agrônômicos em duas variedades de cana-de-açúcar colhidas em duas épocas**. Campinas, 2007. 51f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, Campinas, 2007.

OLIVEIRA, João Almir. **Teste de Vigor: Curso de Pós-Graduação “Latu Sensu” (Especialização) a distância – Produção e Tecnologia de Sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 35p.: il.

PEREIRA, R.G.F.A., VILELLA, T.C., ANDRADE, E.T. (2002) **Composição química de grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, II, 2002, Vitória, p.826-831.

POZZA, A. A. A.; MARTINEZ, H. P. ; CAIXETA, S. L; CARDOSO, A. A.; ZAMBOLIN, L.; POZZA, E. A. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha de olho pardo em mudas de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v.36, n.1, p.53-60, jan.2001.

REIS, G.G. **Estudo sobre a dormência de sementes de sucupira (*Pterodon pubescens* Benth.)** 1976. 46f. Dissertação (Mestrado). – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1976.

RENA, A.B. & MAESTRI, M. **Fisiologia do cafeeiro**. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEIRO, 1, Poços de Caldas, 1986. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.13-85.

SANTOS, Ana Cláudia Pacheco et al, . **Utilização de torta de filtro como substrato para produção de mudas de hortaliças**. Presidente prudente, 2002. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/revistas/ca/include/getdoc.php?id=231&article=40&mode=pdf>. Acesso em 03 abril.2008.

SILVA, R.F. **Qualidade do café cereja descascado produzido na região sul de Minas Gerais**. 2003. 87f. Tese (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SILVA JÚNIOR, Cesar da. **Biologia 2: seres vivos, estrutura e função**. 6. ed. rev. e atual. São Paulo: Atual, 1990. 382p.

SILVA JÚNIOR., A.A.; VISCONTI, A. Recipientes e substratos para a produção de mudas de tomate. **Agropecuária Catarinense**, Santa Catarina, v.4, n.4, p.20-23, 1991. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362001000300022&script=sci_arttext - 43k - >. Acesso em 15 abril. 2008.

TAIZ, Lincoln.; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 527p.

ANEXO

