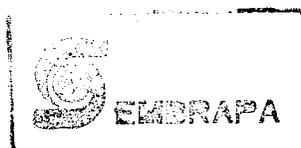


*Programa de Pesquisas Fisiológicas
Relacionadas Com a Seca dos Ponteiros
de Eucalyptus spp No Vale do Rio
Doce de Minas Gerais*

Geraldo Gonçalves dos Reis

SOCIEDADE DE INVESTIGAÇÕES FLORESTAIS
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA



PROGRAMA DE PESQUISAS FISIOLÓGICAS
RELACIONADAS COM A SECA DOS PONTEIROS
DE Eucalyptus spp NO VALE DO RIO
DOCE DE MINAS GERAIS

Geraldo Gonçalves dos Reis

VIÇOSA - MINAS GERAIS

1985

CONTEÚDO

. Agradecimento:.....	1
. Introdução	3
. Sintomas da Seca dos Ponteiros	5
. Discussão de Alguns Aspectos Fisiológicos da Seca dos Ponteiros de <u>Eucalyptus</u> spp.....	9
1. Produção e Partição de Assimilados e Balanço Hormonal	9
2. Relação Raiz/Parte Aérea	11
. Sugestões de Pesquisas	13
1. Observações Cronológicas dos Sintomas de Seca dos Ponteiros em Parcelas Permanentes	13
2. Reprodução dos Sintomas de Seca dos Ponteiros de <u>Eucalyptus</u> spp Sob Condições Controladas	14
3. Determinação de Eficiência Fotossintética	14
4. Determinação do Status Hídrico de Plantas de <u>Eucalyptus</u> spp sujeitas à Seca dos Ponteiros	15
5. Estudo Anatômico dos Tecidos do Local das Lesões..	16
6. Determinação de Perdas com a Seca dos Ponteiros.	17
. Literatura Citada	19

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer à SIF (Sociedade de Investigações Florestais), entidade que congrega empresas florestais, e à EMBRAPA, por permitirem a minha atuação no desenvolvimento deste "Plano de Pesquisas Fisiológicas sobre a Seca dos Ponteiros de Eucalyptus spp na Região do Vale do Rio Doce". Em especial, gostaria de agradecer às seguintes pessoas, empresas e instituições:

Acesita Energética S.A.

Maurício Hasenclever Borges
José Geraldo Rivelli Magalhães
Teotônio Francisco de Assis
Alair Lopes de Freitas

Cenibra Florestal S.A.

Luiz Roberto Capitani
Érico José de Moraes

Cia Agrícola e Florestal Sta Bárbara

Walter Suiter Filho
Tito Sérgio de Almeida

EMBRAPA

Eliseu Roberto de Andrade Alyes

A. Paulo M. Galyão

Carlos Alberto Ferreira

Sociedade de Investigações Florestais

José Luiz Rezende

Aloisio Rodrigues Pereira

U.F.V.

Oswaldo F. Valente

Francisco Alves Ferreira

Nairam Félix de Barros

Marco Oliya O. Cano

Paulo Sant'Anna e Castro

Renato M. Brandi

PROGRAMA DE PESQUISAS FISIOLÓGICAS
RELACIONADAS COM A SECA DOS PONTEIROS
DE Eucalyptus spp NO VALE DO RIO
DOCE DE MINAS GERAIS

Geraldo Gonçalves dos Reis*

INTRODUÇÃO

A seca dos ponteiros nas florestas de Eucalyptus spp no Vale do Rio Doce de Minas Gerais atinge uma área bastante extensa em uma região onde se concentram companhias siderúrgicas e de papel. As florestas, formadas de material de rápido crescimento, são exploradas e manejadas através de corte raso das árvores e regeneração por brotação das cepas nas sucessivas rotações. Portanto, qualquer distúrbio no crescimento inicial dessas árvores poderá produzir uma enorme perda no vigor e conseqüentemente na produção de madeira a longo prazo. Como a seca dos ponteiros atinge as plantas num período de desenvolvimento muito crítico, fim do estágio juvenil e boa parte da fase adulta, este problema fisiológico pode ter conseqüências de grande expressão econômica, por debilitar consideravelmente as árvores.

Aparentemente, a seca dos ponteiros vinha sendo observada na região do Vale do Rio Doce já há algum tempo (Hodges, 1984 ; Ferreira, 1985), mas não era considerada

* Eng.^o Florestal, Ph.D. em Fisiologia da Árvore, Pesquisador da EMBRAPA/CPATU

um problema muito sério. Apenas recentemente este problema tem merecido maior atenção de cientistas e das empresas florestais locais, tendo inclusive sido criado o "Grupo de Trabalho Seca dos Ponteiros de Eucalipto do Vale do Rio Doce (GTSPEVRD)" cujos trabalhos estão ainda em fase inicial de estabelecimento.

Observações feitas durante visitas aos plantios de Eucalyptus spp da Região do Vale do Rio Doce sugerem fortemente que a seca dos ponteiros é consequência de um desequilíbrio fisiológico envolvendo desbalanço de fotoassimilados e de reguladores do crescimento na planta. Este desbalanço pode ser resultante da interação de uma série de fatores ambientais e/ou genéticos.

Portanto, o estudo deste desbalanço fisiológico é um projeto a longo prazo e de caráter interdisciplinar que requer uma infra-estrutura adequada com equipamentos especiais e recursos humanos bem treinados. A proximidade da U.F.V. em relação à área onde ocorre a seca dos ponteiros (Vale do Rio Doce de MG), contando com a existência de uma infra-estrutura básica, fazem desta Universidade um centro ideal para sediar os estudos fisiológicos sugeridos neste projeto.

Levando em consideração o desafio que representa a seca dos ponteiros em Eucalyptus spp para as indústrias florestais do Vale do Rio Doce, aspectos fisiológicos relacionados ao problema serão discutidos no presente relatório, e linhas de pesquisas serão estabelecidas no sentido de determinar as causas dos distúrbios fisiológicos que promovem a seca.

SINTOMAS DA SECA DOS PONTEIROS

A reação das plantas à seca dos ponteiros é complexa e varia entre espécies e dentro de uma mesma espécie, dependendo do vigor, idade, local e procedência do indivíduo, e foi recentemente descrita por Hodges, 1984 e Ferreira, 1985. Os sintomas da seca dos ponteiros de Eucalyptus spp são mais intensamente observados no início da estação seca, embora seja de se esperar que o início do problema deva ter acontecido algum tempo antes de sua expressão máxima, possivelmente, em meados da estação chuvosa. As plantas apresentam rápido secamento de folhas, algumas vezes sem mesmo apresentar evidentes sintomas de murchamento. A morte de folhas nos terminais da planta não é definida, podendo progredir do ápice para a base ou em direção inversa. Entretanto, as folhas vivas remanescentes são esparsas, bronzeadas e apresentam abundante calosidade nas faces inferiores e certo grau de epinastia. Os galhos basais são os primeiros a serem afetados, provavelmente, devido à rápida transferência de metabólitos às partes superiores e ao tronco. Um outro sintoma marcante é o aparecimento de pequenos cancrios (lesões) nas porções medianas e apicais de ramos de diferente hierarquias. Estes cancrios localizam-se preferencialmente nas inserções dos ramos e pecíolos foliares e podem progredir e matar os ramos apicais por anelamento.

As causas dessas lesões não são ainda conhecidas e a determinação cronológica da iniciação dos sintomas mais evidentes e característicos da seca de ponteiros (morte de meristemas, folhas e galhos, calosidade foliar e lesões nas inserções dos pecíolos e ramos, etc.) são importantes, uma vez que poderão indicar o grau de interação e a maneira como os

fatores climáticos afetam a seca dos ponteiros. Suspeita-se, entretanto, que tais lesões sejam consequência do estrangulamento localizado nos vasos condutores do floema. Neste caso, distúrbios fisiológicos já devem ter acontecido quando os sintomas forem observados fortemente. Então a correlação entre fatores climáticos e o fenômeno da seca será interpretada erroneamente. É importante se determinar algum índice fisiológico que possibilite detectar o desenvolvimento deste tipo de lesões em seus estágios iniciais e este talvez possa ser feito pelo estudo anatômico dos tecidos envolvidos.

Não se conhece exatamente a idade das plantas em que há o aparecimento das lesões nos ramos, mas pequenas lesões escuras foram observadas por Hodges, 1984, em plantas de um ano de idade e em brotações novas.

Ferreira, 1985, relatou que Eucalyptus spp são mais sensíveis à seca dos ponteiros a partir do segundo ano de idade, sendo que ciclos anuais se repetem por 3 a 4 anos consecutivos e terminam quando então as plantas adultas atingem uma fase de tolerância (Figura 1). Os ciclos se repetem após a total ou parcial recuperação da planta, podendo serem até mais frequentes em espécies susceptíveis, como o E. citriodora. Em algumas árvores desta espécie podem ser observadas até duas perdas consecutivas de dominância apical num mesmo ano.

A reposição da área foliar é relativamente rápida e feita através de abundante brotação adventícia e apical. Árvores que apresentam morte de galhos apicais, usualmente formam novos terminais e retomam um crescimento aproximadamente normal. Aquelas em que os terminais não foram intensamente sacrificadas apresentam crescimento mais ou menos normal apenas com ligeira paralização do crescimento devido à significativa perda foliar. Árvores mais seriamente afetadas e aquelas com ramos laterais ainda parcialmente vivos desen-

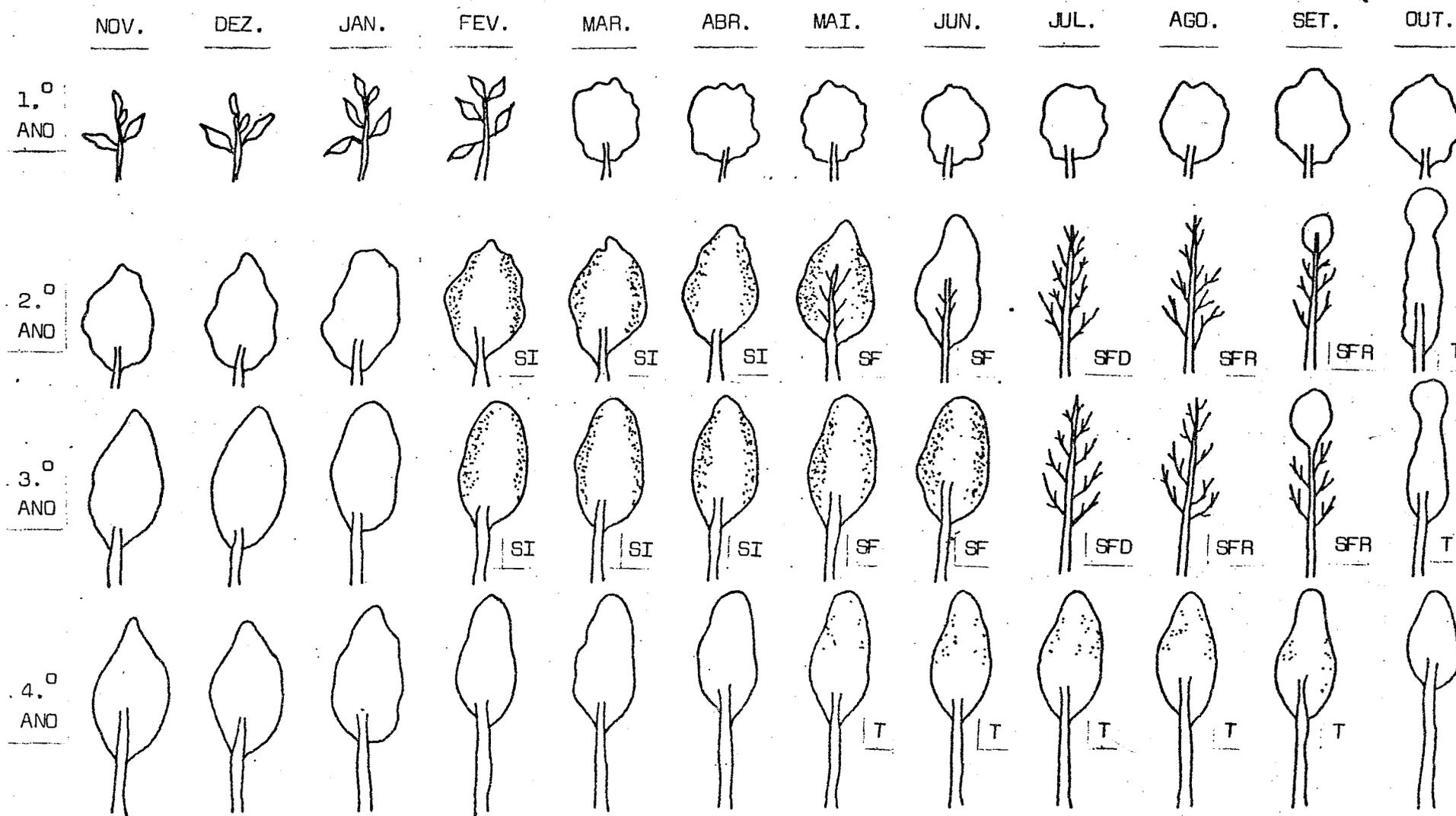


FIGURA 1 - Ciclo da seca de ponteiros do eucalipto do Vale do Rio Doce - MG. SI = Sintomas iniciais; SF = sintomas fortes; SFD = sintomas fortes com desfolha; SFR = sintomas fortes com recuperação; T = tolerância.

volvem um grande número de ramificações adventícias.

Danos nas raízes devido a ocorrência da seca dos ponteiros não foram ainda adequadamente avaliados. Observações feitas em trincheiras abertas na área de ocorrência da seca dos ponteiros não mostraram diferenças entre o sistema radicular das plantas afetadas para as sadias, não havendo morte ou incidência de fungos nas raízes (Hodges, 1984) É possível, entretanto, que os danos são sejam facilmente avaliados em toda a sua extensão apenas com observações qualitativas. Um programa de pesquisa com o objetivo de melhor entender o fenômeno da seca dos ponteiros deve também incluir estudo quantitativo da dinâmica do sistema radicular bem como da atividade metabólica das raízes (por exemplo, produção e/ou inativação de substâncias hormonais e também a capacidade de absorção de água e nutrientes). Observações microscópicas da estrutura anatômica das raízes, também deverá ser objeto de futuras investigações.

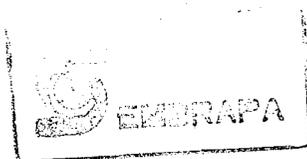
DISCUSSÃO DE ALGUNS ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA SECA DOS PONTEIROS DE Eucalyptus spp.

1. Produção e Partição de Assimilados e Balanço Hormonal

As plantas de Eucalyptus spp são melhoradas geneticamente para apresentarem crescimento muito rápido, mas em determinado estágio de crescimento da planta, a atividade fotossintética das folhas pode não ser suficiente para manter este crescimento indefinidamente. Os troncos destas plantas atuam como drenos muito fortes e competitivos e mobilizam grande parte dos fotoassimilados solúveis (disponíveis), em detrimento de outras partes também em crescimento ativo como a porção terminal da planta.

Este fenômeno ocorre possivelmente porque há um estrangulamento do floema dos drenos menos poderosos como os ramos, folhas e meristemas das partes em crescimento, em favor dos drenos dominantes como o tronco. Daí ocorrerem lesões e seca dos ponteiros dessas plantas.

O desbalanço na partição de fotoassimilados gera um acentuado "stress" que leva a um balanço energético bastante desfavorável à planta afetando a absorção ativa de nutrientes, bem como as condições hídricas e capacidade de defesa da planta. Sob esta condição de "stress", a produção de substâncias inibidoras do crescimento, como ácido abscísico, etileno e outras, é bastante favorecida. Por outro lado, a produção de promotores deve ser bastante reduzida, uma vez que os terminais em crescimento (folhas e meristemas dos ramos e raízes), onde ocorre a síntese destas substâncias, são altamente sensíveis à modificação dos níveis de reservas e



também aos desajustes osmóticos. Estas mudanças nos níveis hormonais certamente promoverão mudanças na fisiologia dos estômatos, que terão a tendência de se manterem parcialmente fechados na maior parte do dia, o que poderá afetar a taxa fotossintética e as condições hídricas da planta. As folhas deixariam, parcial ou totalmente, de atuarem como eficientes fontes de fotoassimilados.

Em resumo, a seca dos ponteiros (morte de ramos/folhas/meristemas) seria uma resposta da planta à limitada disponibilidade de fotoassimilados (energia) e ao im perfeito balanço de reguladores do crescimento necessários ao metabolismo normal da planta. É possível que plantas/espécies tolerantes à seca dos ponteiros sejam aquelas capazes de manter uma abundante área foliar de alta eficiência fotossintética de maneira a manter, na planta, um ótimo nutricional, com suficiente produção de fotoassimilados e perfeito equilíbrio hormonal. Portanto, as principais linhas de pesquisas deverão enfocar a capacidade de produção (atividade fotossintética) e partição de fotoassimilados e suas interações com outros fatores que afetam o metabolismo da planta. Os experimentos visando caracterizar a produção e a partição de fotoassimilados deverão envolver espécies / indivíduos tolerantes, juntamente com outros conhecidamente susceptíveis, onde as taxas de crescimento deverão ser relacionadas com a área foliar e a eficiência fotossintética da planta. De posse destes resultados, estabelecer-se-ão experimentos mais sofisticados para se estudar a qualidade e/ou a quantidade das reservas nas plantas e as mudanças das concentrações de reguladores (promotores e inibidores) de crescimento.

2. Relação Raiz/Parte Aérea

Há observações indicando que a seca dos ponteiros de Eucalyptus spp do Vale do Rio Doce ocorre com maior frequência em terrenos de baixadas, acentuando-se nos anos de intensa pluviosidade. As baixadas naquela região são locais pressupostamente de solos mais pesados e de drenagem relativamente deficiente. O sistema radicular das árvores crescendo nestas condições está certamente submetido a um relativo grau de anaerobiose durante a estação chuvosa.

Esta escassez de oxigênio acarretaria uma redução do crescimento e mudança da atividade metabólica das raízes podendo, até mesmo, culminar com a morte parcial do sistema radicular, o que ocasionaria um decréscimo da relação raiz/parte aérea da planta.

Em condições normais, a parte aérea e o sistema radicular crescem de modo a atingir uma relação raiz/parte aérea adequada para a manutenção de um crescimento equilibrado.

Como já foi discutido anteriormente, durante a fase de intenso crescimento da planta (fase logarítmica) há um direcionamento da partição de fotoassimilados para a formação do tronco da árvore o que concorre para uma redução na relação raiz/parte aérea. Quaisquer distúrbios no sistema radicular ocorridos nesta fase, terão efeitos bastante pronunciados, uma vez que ocorrerão mudanças metabólicas na planta tais como, redução da absorção de água e nutrientes pelas raízes e rápido fechamento dos estômatos, reduzindo a taxa fotossintética com um concomitante aumento da fotorrespiração, principalmente devido a um aumento na temperatura das folhas. Há também produção de ácido abscísico, etanol, liberação de etileno e, possivelmente, redução da pro

dução de citocininas. Este conjunto de reações metabólicas anormais debilitam a planta, desencadeando a seca dos ponteiros.

Após a ocorrência do primeiro ciclo da seca dos ponteiros, há uma redução no crescimento da parte aérea devido à intensa perda de folhas e, caso não haja uma acentuada morte de raízes, haverá recuperação de uma equilibrada relação raiz/parte aérea. Admitindo-se que a recomposição foliar não é suficiente para manter uma taxa de crescimento elevada, esta relação raiz/parte aérea poderá ser mantida, o que explicaria o decréscimo na intensidade de ocorrência da seca nos anos subsequentes. As plantas, então, entrariam em fase de tolerância.

Para testar as várias hipóteses aqui ~~ma~~ apresentadas, experimentos deverão ser desenvolvidos em condições de laboratório e campo visando a avaliação e a dinâmica do sistema radicular e sua influência na atividade metabólica da planta, através da medição de vários parâmetros fisiológicos.

SUGESTÕES DE PESQUISAS

1. Observações Cronológicas dos Sintomas de Seca dos Ponteiros em Parcelas Permanentes

O acompanhamento do crescimento de diferentes espécies de Eucalyptus spp em parcelas permanentes, em locais de ocorrência provável de seca dos ponteiros, é importante para se registrar todas as fases de progressão do problema. O registro do aparecimento cronológico dos sintomas é de interesse para se estabelecer associações das condições climáticas e edáficas que favorecem ou não o desenvolvimento da seca dos ponteiros. Trabalhos em andamento relacionados com descrição de sintomas característicos da seca de ponteiros, em parcelas permanentes devem ser estendidos para diferentes microrregiões para melhor avaliação da variabilidade de sintomas.

Técnicos florestais trabalhando no Vale do Rio Doce têm observado que o maior surto da seca dos ponteiros nos plantios ocorre, ora em fevereiro, ora em maio, e suspeita-se que este surto seja, controlado pelo nível de precipitação. Nos anos de maior precipitação o problema incide mais cedo, em torno do mês de fevereiro. Para resolver esta questão, sugere-se que sejam estabelecidos plantios numa mesma época, mas em anos subsequentes, de tal forma que se obtenham informações da variabilidade de ano para ano nas condições climáticas e a iniciação de sintomas da seca, permitindo-se estabelecer uma melhor análise da correlação entre esses dois fatores.

Somente com um perfeito conhecimento da sintomatologia é que se poderá racionalizar o estudo e melhor compreender as causas fisiológicas dos desarranjos que provo

cam a seca dos ponteiros.

2. Reprodução dos Sintomas de Seca dos Ponteiros de Eucalyptus spp Sob Condições Controladas

A reprodução da seca dos ponteiros sob condições controladas ajudará muito no entendimento do problema e de suas causas. Somente depois que se tiver um perfeito entendimento das causas e dos fatores condicionantes da seca dos ponteiros é que poderá ser feito o seu controle efetivamente.

Embora ainda não estejam esclarecidas as causas deste problema, estas se aparentam de natureza complexa, e o quadro apresentado, até o momento, indica que a seca dos ponteiros em Eucalyptus spp é consequência de distúrbios hormonais e da partição de fotoassimilados na planta. Tentativas experimentais deverão ser realizadas no sentido de reproduzir a seca dos ponteiros em condições controladas, procurando alterar a produção de fotoassimilados e a atividade dos drenos das partes da planta, e também alterar o balanço hormonal das plantas. Isto pode ser obtido através da alteração da eficiência fotossintética das folhas e pelo isolamento de drenos correspondentes às partes em crescimento ativo da planta e que sejam atingidas pela seca dos ponteiros. Reguladores e promotores de crescimento também serão aplicados para obter aceleração ou atenuamento (reversão) de sintomas da planta.

3. Determinação da Eficiência Fotossintética

Eucalyptus spp desenvolvem abundante área

foliar nos primeiros anos de estabelecimento no campo, e esta área foliar é necessária para sustentar o seu rápido crescimento inicial.

Antes que haja redução normal da área foliar devido à competição entre plantas, surgem os distúrbios fisiológicos iniciais que levam à seca dos ponteiros. Os danos resultantes destes distúrbios afetam a área foliar e os terminais em crescimento ativo da planta. A redução da área foliar bem como a existência de calosidade na superfície abaxial da folha implica em uma drástica redução da capacidade de produção de fotoassimilados e promove um acentuado desbalanço nutricional na planta. A atividade fotossintética deve, então, ser determinada em diferentes estágios de desenvolvimento da planta (antes, durante e após os surtos de seca dos ponteiros), com o objetivo de avaliar o potencial de produção de fotoassimilados nesses vários estágios. Tais determinações serão tomadas de espécies/indivíduos tolerantes e também de susceptíveis ao problema, em plantas crescendo no campo e em casa de vegetação. Para realizar essas determinações fisiológicas, poder-se-á usar um "Dual Isotope Porometer" onde, através da exposição das folhas ao ^{14}C e ao tritium, se pode avaliar a fixação de $^{14}\text{CO}_2$ (eficiência fotossintética) e a conductância estomática.

4. Determinação do Status Hídrico de Plantas de Eucalyptus spp Sujeitas à Seca dos Ponteiros

As partes mais atingidas pela seca dos ponteiros são aquelas em crescimento ativo e, portanto, altamente sensíveis à deficiência hídrica e aos desajustes osmóticos. Entretanto não se conhece ainda o status hídrico da planta antes durante e após a ocorrência da seca dos ponteiros.

Como as respostas estomáticas são geralmen

te rápidas e facilmente mensuráveis, as medições do status hídrico das plantas poderão servir para determinar o desenvolvimento da seca dos ponteiros muito antes que os sintomas convencionais do problema sejam inteiramente evidentes externamente. O acompanhamento do status hídrico da planta, a longo prazo, também dará uma idéia de como a seca dos ponteiros pode afetar os principais processos de trocas gasosas das plantas (transpiração/fotossíntese).

Sugere-se, na avaliação do status hídrico das plantas, as determinações do potencial hídrico do solo e do potencial hídrico e conductância estomatal das plantas. Para avaliar os desajustes osmóticos, devem ser medidos o potencial osmótico das partes da planta em crescimento ativo, como as raízes e as folhas e ramos em diferentes posições da copa, e também deve ser feita a determinação das relações pressão/volume da planta.

Este estudo deverá ser feito tanto no campo quanto em condições controladas, usando espécies/indivíduos que apresentem susceptibilidade contrastante com relação à seca dos ponteiros.

5. Estudo Anatômico dos Tecidos do Local das Lesões

Dentre os sintomas mais característicos da seca dos ponteiros de Eucalyptus spp do Vale do Rio Doce está o surgimento de lesões nos ramos afetados pelo problema. Essas lesões ocorrem com maior frequência em pontos de constrição dos vasos condutores do floema, na inserção dos ramos e pecíolos foliares. Suspeita-se que essas lesões sejam formadas devido à obstrução e ruptura dos tecidos naqueles locais. Isto justifica um detalhado estudo anatômico das várias fases

da formação destas lesões para melhor esclarecer sua origem e, conseqüentemente, as causas da seca dos ponteiros.

Observações anatômicas de seções transversais dos tecidos tais como epiderme, câmbio, floema e xilema, na citada região, talvez sejam suficientes para detectar rupturas e desarranjos nestes tecidos.

É também de interesse o estudo anatômico da abundante calosidade formada na superfície abaxial das folhas das plantas afetadas, principalmente para se conhecer os tecidos/estruturas envolvidas e os fatores que promovem tais anormalidades.

Amostra de raízes coletadas antes, durante e após o surgimento da seca dos ponteiros também devem ser preparadas para estudos anatômicos. Observações detalhadas dessas amostras possibilitarão confirmar a existência de danos, mesmo minúsculos, ao sistema radicular, devido a seca dos ponteiros.

6. Determinação de Perdas com a Seca dos Ponteiros

Sobre este assunto podem ser derivados uma série de estudos enfocando aspectos fisiológicos, dendrométricos e econômicos, através de avaliações periódicas de parcelas permanentes. Normalmente a seca dos ponteiros ocorre quando a planta está apresentando crescimento muito intenso e, portanto, é possível que haja redução do crescimento e uma acentuada diminuição do vigor da árvore. Alguns aspectos fisiológicos a serem avaliados incluem variações no ritmo de crescimento cambial, dinâmica de crescimento foliar e produção de biomassa morta. O crescimento cambial pode ser determinado através de leituras periódicas em fitas dendromé -

tricos e/ou com dendrômetro de pontos fixos. A área foliar será determinada de maneira não destrutiva para diferentes tratamentos da copa de modo a permitir o cálculo do coeficiente de extinção de luz.

LITERATURA CITADA

FERREIRA, F.A. Principais doenças do eucalipto no Estado de Minas Gerais, U.F.V., 1985.

HODGES, C.S. Diseases of forest plantations in Northeast Brazil. Brasília, IBDF, 1984.