

PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS COMO FERRAMENTA DE TOLERÂNCIA DA CANA DE AÇÚCAR A DEFICIÊNCIA HÍDRICA E PARAQUAT

FERNANDA P.A.P. BORTOLHEIRO¹; MARCELO A. SILVA²; CLAUDIANA M.
SANTOS³; MARCEL T. ARANTES⁴; MARCELA C. BRUNELLI¹; RODRIGO
OLIVER⁴; PAULA F. SORRILLA⁴

Nº11303

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo comparar a influência da deficiência hídrica e do estresse fotooxidativo induzido pelo paraquat, nos teores de clorofila total, a, b, a/b, carotenóides e SPAD em quatro variedades de cana-de-açúcar, duas consideradas sensíveis e duas consideradas tolerantes. Efeitos do estresse hídrico em diferentes culturas são muito semelhantes ao encontrado no estresse causado pelo herbicida paraquat. Os resultados indicaram que tanto o estresse por deficiência hídrica quanto o induzido pelo herbicida paraquat apresentaram reduções nos valores conteúdo de clorofila total (a+b), conteúdo de clorofila a, conteúdo de clorofila b, relação entre clorofila a/ clorofila b, carotenóides e índice SPAD, com maiores reduções para os genótipos sensíveis. Os genótipos tolerantes tiveram menores reduções para clorofilas totais (a+b), clorofila a, clorofila b e índice SPAD. O paraquat mostrou eficiência na degradação dos pigmentos fotossintéticos, apresentando sempre valores abaixo dos obtidos por deficiência hídrica, e pode ser usado para diferenciar variedades de cana-de-açúcar quanto a tolerância à deficiência hídrica.

ABSTRACT

The aim of this study was compare the water deficient with the stress imposed by the herbicide paraquat (PQ) in same parameters. These parameters included estimated leaf chlorophyll content via SPAD index, photosynthetic pigments (chlorophyll a, b, a + b and the ratio of chlorophyll a/chlorophyll b) and carotenoids. The results showed that

¹Bolsista CNPq: Graduação em Agronomia, FCA/UNESP, Botucatu-SP, :
ferborto@yahoo.com.br

²Orientador: Professor Doutor do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Botucatu-SP.

³Colaborador: Pós-graduação em Agricultura, FCA/UNESP, Botucatu-SP

⁴Colaborador: Laboratório de Ecofisiologia da Cana-de-açúcar, APTA Centro- Oeste, Jaú-SP

during the drought stress and the stress imposed by PQ, the parameters SPAD index, chlorophyll *a*, *b*, *a* + *b*, *a/b* and carotenoids showed reduction, with a larger reduction to the sensitive genotypes. In the tolerant genotypes there was less reduction in the parameters SPAD index, chlorophyll *a*, *b*, *a* + *b*, *a/b* and carotenoids. Paraquat showed efficiency in the degradation of photosynthetic pigments, with values always below those obtained for water deficit for all varieties, and can be used to selection water stress tolerant genotypes.

INTRODUÇÃO

Clorofila e carotenóides são os pigmentos biológicos e fotossintéticos mais abundantes no planeta. A perda de pigmentos durante estresse ambiental ou morte prematura é um indicador muito visível de eventos como doenças, aplicação de herbicidas, poluição ambiental, deficiência e toxicidade mineral, deficiência hídrica, extremos de temperatura, exposição a UV-B (Hendry & Price, 1993). Dentre esses fatores, um dos mais importantes é a disponibilidade de água.

A cana-de-açúcar ganha destaque por ser uma espécie moderadamente sensível ao estresse hídrico (Maas & Hoffman, 1977), sendo uma cultura de grande importância econômica no mundo.

Efeitos do estresse hídrico em diferentes culturas são muito semelhantes ao encontrado no estresse causado pelo herbicida paraquat.

O paraquat é um herbicida de contato, pertence ao grupo químico dos bipyridíliums, que agem como inibidores do fotossistema II. O mecanismo de ação dá-se por meio do bloqueio do fluxo de elétrons da fotossíntese. Dessa forma, ocorre um acúmulo de elétrons e de radicais tóxicos no cloroplasto, causando sérios danos no metabolismo celular.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo estudar de maneira comparativa a influência da deficiência hídrica e do estresse fotooxidativo induzido pelo paraquat, nos teores de clorofila *a*, *b*, razão *a/b* e carotenóides em variedades de cana de açúcar, a fim de se tornar uma alternativa para caracterizar cultivares tolerantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e material vegetal:

Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e no laboratório de Ecofisiologia da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Jaú da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, município de Jaú, SP (22° 15' Latitude Sul e 48° 33' Longitude Oeste e Altitude 580 m) entre o período de agosto/2010 a fevereiro/2011. Onde foram cultivados quatro genótipos de cana-de-açúcar (RB92579, SP80-1842, SP83-2847 e RB72454). Sendo, consideradas, por estudos realizados anteriormente, as variedades SP 80 1842 e RB 72454 com tendência a apresentarem maior sensibilidade à deficiência hídrica e as variedades SP 83 2847 e RB 92579 com tendência a tolerância. Cada parcela experimental será constituída de um vaso de 22 L contendo uma planta.

Tratamentos:

Após 85 dias após o plantio, dois tratamentos foram estabelecidos, irrigado (+W) e não-irrigado (-W). Ao tratamento +W foi fornecido água em quantidade necessária para manter os vasos com conteúdo de água ideal para o desenvolvimento das plantas, enquanto no tratamento -W o estresse foi promovido, houve suspensão da rega por 15 dias.

Para o estudo com herbicida paraquat (PQ) um segundo experimento foi instalado conduzido na mesma época. Nas plantas com 85 dias de idade foi aplicado PQ 12 horas antes das avaliações, na dose de 150 μ M, considerando plantas controle sem paraquat (-PQ) e com (+PQ). Oito discos foliares de 1,3 cm de diâmetro cada foram coletados da folha +1 de cada planta e transportados para o laboratório em caixa térmica contendo gelo. Dos oito, quatro discos foram colocados em placas de Petri contendo solução de paraquat (PQ) na concentração de 150 μ M, as placas foram dispostas em câmara de crescimento mantida a 25 °C e intensidade de luz contínua de 120 μ mol m⁻²s⁻¹ por 24 h. Os quatro discos foliares restantes foram considerados como tratamento controle e as mesmas avaliações foram realizadas.

Variáveis avaliadas:

Os efeitos dos tratamentos de estresse hídrico sobre os genótipos foram avaliados em termos de índice SPAD, conteúdo de clorofilas (*a* e *b*), e razão *a/b* e carotenóides. O conteúdo de clorofila das folhas foi estimado por aparelho portátil clorofilômetro SPAD-502 (Minolta Corp., Ramsey, New Jersey, USA) e conteúdo de clorofilas e carotenóides por absorbância, nos comprimentos de onda 480, 647 e 664 nm com espectrofotômetro (Beckman DU-720), após extração da clorofila por meio do ácido dimetilformamida (Lichtenthaler, 1987).

Para o experimento com herbicida Paraquat, em dois discos tratados foram feitas leituras do conteúdo de clorofila pelos dois métodos, via clorofilômetro SPAD-502 (Minolta Corp., Ramsey, New Jersey, USA) e leitura por absorbância com espectrofotômetro. As leituras realizadas após 24 horas sob imersão em solução de PQ.

Delineamento estatístico:

O delineamento experimental utilizado para cada ciclo experimental foi em inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x3, sendo os fatores: quatro genótipos e três tratamentos de estresse (sem deficiência hídrica = +W; com deficiência hídrica = -W; com paraquat= +PQ), com três repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse estudo, foram examinadas as reduções dos pigmentos fotossintéticos comparando o estresse causado pela deficiência hídrica e o estresse causado pelo herbicida paraquat.

Nos genótipos submetidos à deficiência hídrica e paraquat, observamos maiores reduções nos genótipos RB72454 e SP80-1842, e essa redução foi maior para o estresse causado pelo herbicida paraquat, (Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6).

Em termos dos conteúdos iniciais (sem estresse), são observados valores maiores de conteúdo de clorofila total ($a+b$), conteúdo de clorofila a e conteúdo de clorofila b , na variedade SP80-1842, considerada sensível. Porém, após a imposição dos dois tipos de estresses, esses valores tiveram maior redução que quando comparados aos genótipos considerados tolerantes, principalmente no SP83-2847. Essa maior degradação da clorofila nessa variedade é uma consequência do maior efeito deletério causado pelos estresses no seu metabolismo celular, afetando processos chaves com a formação de radicais reativos com a molécula de oxigênio (EROs) (Iturbe-Ormaetxe et al., 1998).

Em relação às variedades consideradas tolerantes, houve menor diminuição para todas as variáveis estudadas, com maior redução para o estresse causado pelo herbicida paraquat quando comparado com o estresse pela deficiência hídrica. A variedade SP83-2847 manteve elevados níveis de pigmentos fotossintéticos após 15 dias sob deficiência hídrica.

Em relação à degradação dos carotenóides podemos observar reduções significativas para as variedades sensíveis causadas pelo estresse hídrico. Entretanto,

as maiores reduções foram causadas pelo paraquat, para todas as variedades (Figura 5).

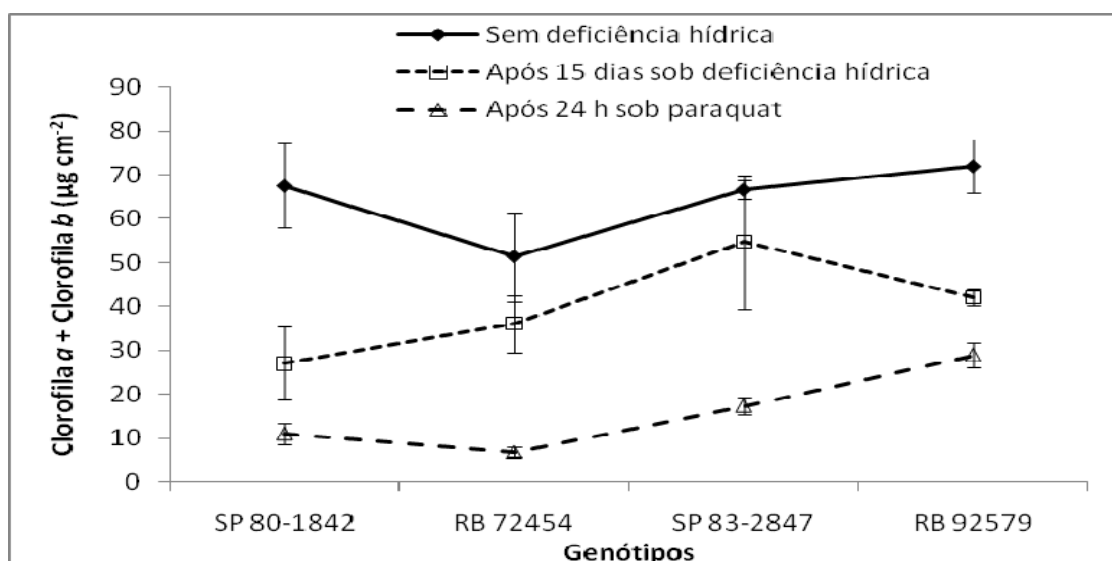


FIGURA 1. Conteúdo de clorofila total de quatro genótipos de cana-de-açúcar sob os tratamentos sem deficiência hídrica, com deficiência hídrica por 15 dias e estresse oxidativo após 24 horas por paraquat.

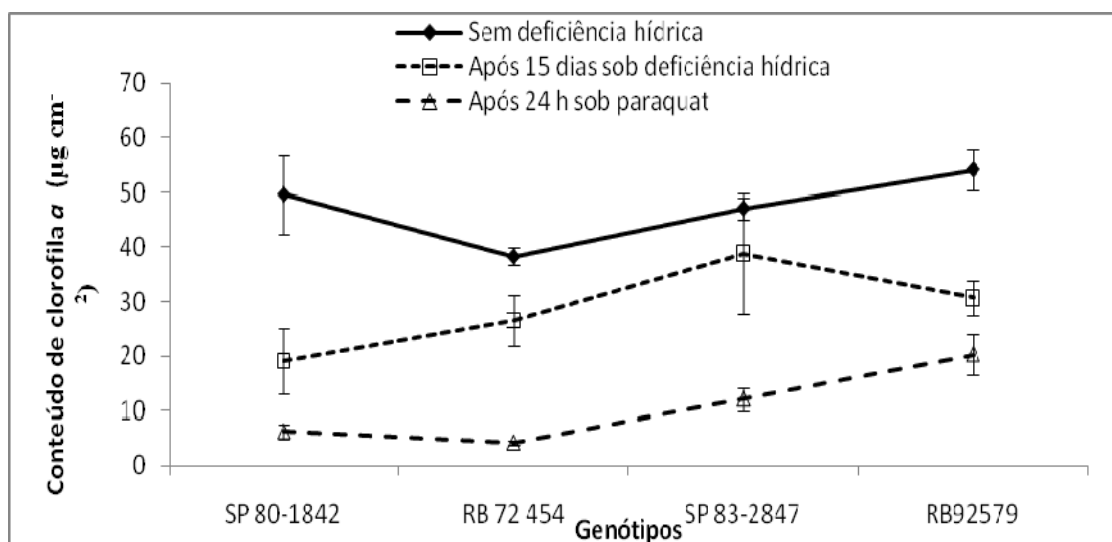


FIGURA 2. Conteúdo de clorofila a de quatro genótipos de cana-de-açúcar sob os tratamentos sem deficiência hídrica, com deficiência hídrica por 15 dias e estresse oxidativo após 24 horas por paraquat.

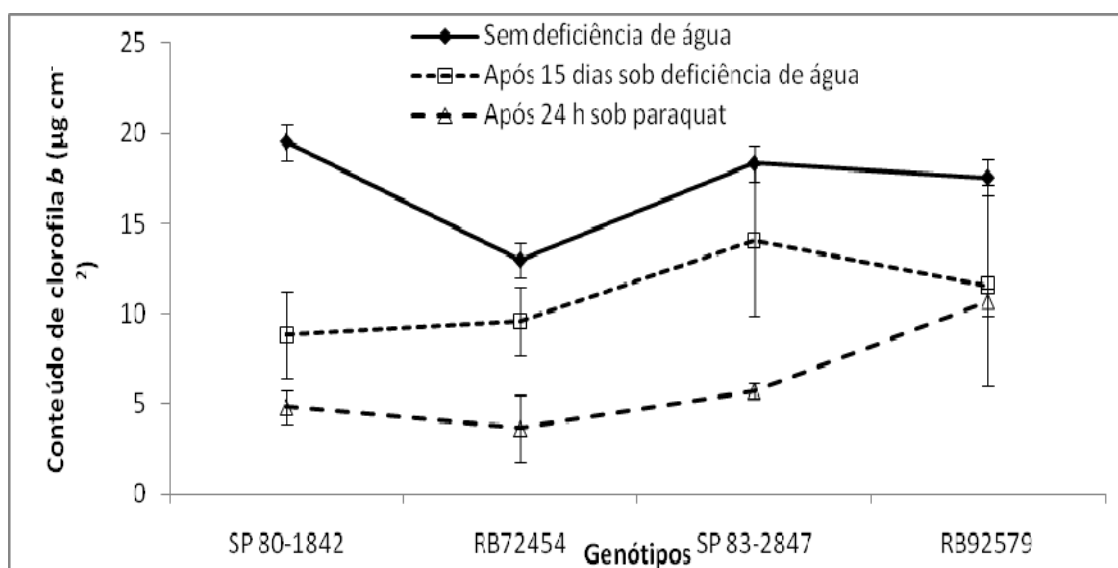


FIGURA 3. Conteúdo de clorofila *b* de quatro genótipos de cana-de-açúcar sob os tratamentos sem deficiência hídrica, com deficiência hídrica por 15 dias e estresse oxidativo após 24 horas por paraquat.

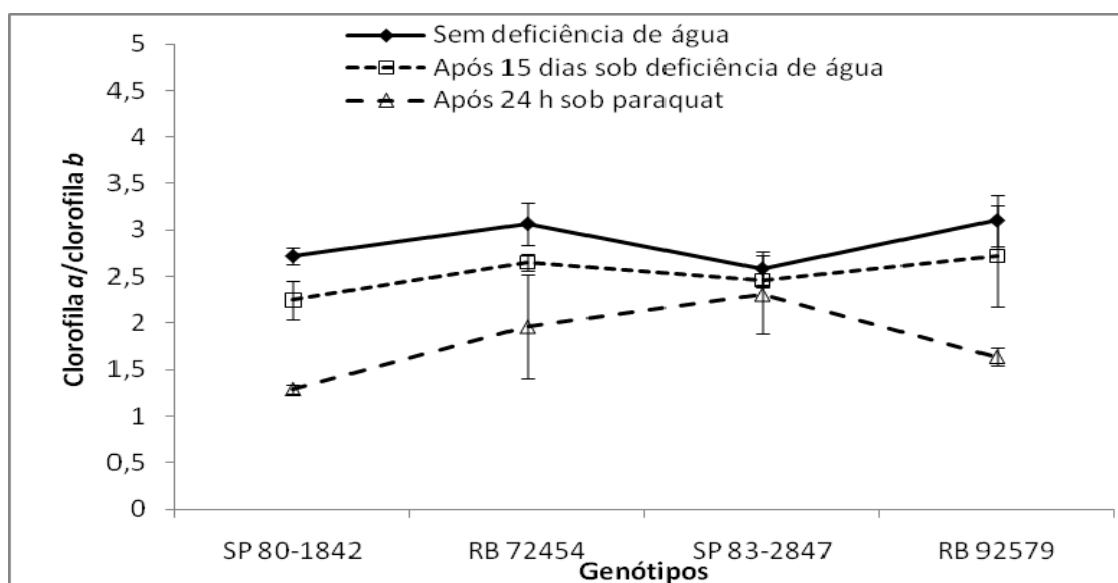


FIGURA 4. Relação entre clorofila *a* e clorofila *b* de quatro genótipos de cana-de-açúcar sob os tratamentos sem deficiência hídrica, com deficiência hídrica por 15 dias e estresse oxidativo após 24 horas por paraquat.

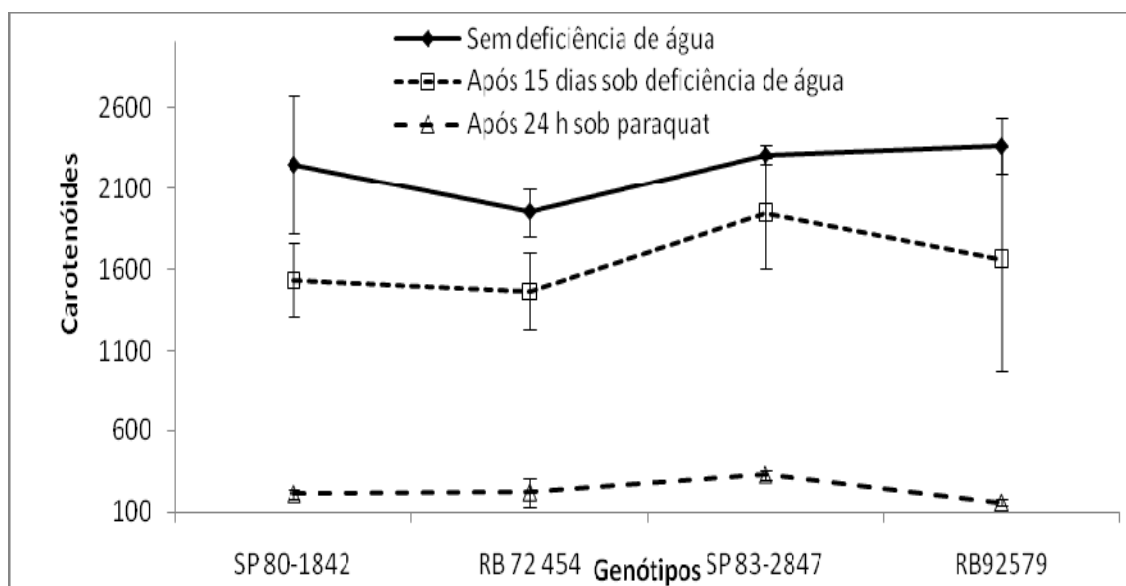


FIGURA 5. Carotenóides de quatro genótipos de cana-de-açúcar sob os tratamentos sem deficiência hídrica, com deficiência hídrica por 15 dias e estresse oxidativo após 24 horas por paraquat.

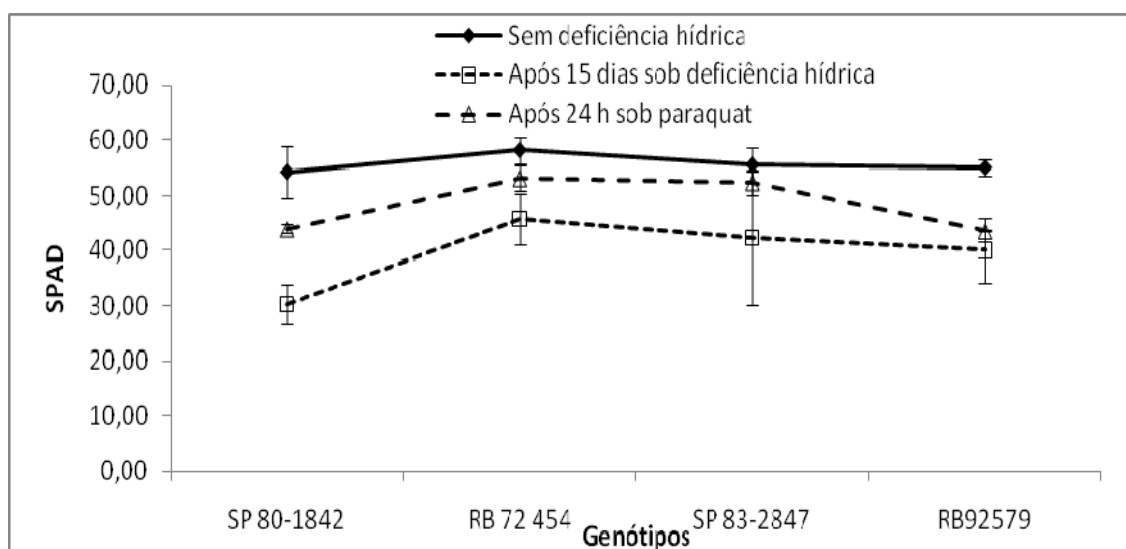


FIGURA 6. Índice SPAD de quatro genótipos de cana-de-açúcar sob os tratamentos sem deficiência hídrica, com deficiência hídrica por 15 dias e estresse oxidativo após 24 horas por paraquat.

CONCLUSÃO

Tanto o estresse por deficiência hídrica quanto o induzido pelo herbicida paraquat apresentaram reduções nos valores conteúdo de clorofila total (a+b), conteúdo de clorofila a, conteúdo de clorofila b, relação entre clorofila a/ clorofila b, carotenóides e índice SPAD, enquanto os sensíveis as menores reduções.

Os genótipos tolerantes tiveram menores reduções para clorofilas totais (a+b), clorofila a, clorofila b e índice SPAD.

O paraquat mostrou eficiência na degradação dos pigmentos fotossintéticos, apresentando sempre valores abaixo dos obtidos por deficiência hídrica, e pode ser usado para diferenciar variedades de cana-de-açúcar quanto a tolerância à deficiência hídrica.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ , pela bolsa PIBIC concedida.

A APTA, pela oportunidade de estágio.

REFERÊNCIAS

HENDRY, G.A.F.; PRICE, A.H. **Stress indicators: chlorophylls and carotenoids**. In: Hendry, G.A.F.; Grime, J.P. (eds), *Methods in Comparative Plant Ecology*, p. 148-152. London, Chapman & Hall, 1993.

ITURBE-ORMAETXE, I.; ESCUREDO, P.R.; ARRESE-IGOR, C.; BECANA, M. Oxidative damage in pea plants exposed to water deficit or paraquat. **Plant Physiology**, v. 116, p.173-181. 1998.

LICHTENTHALER, H. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembrans. **Methods in Enzymology**, v.148, p.350-382, 1987.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance - current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, v. 103, p.115-134, 1977.