

RESPOSTA DO FEIJOEIRO AO FÓSFORO EM DOIS NÍVEIS DE UMIDADE NO SOLO

DUTRA, Leonardo F.¹; TAVARES, Sandra W.¹; SARTORETTO, Laudete M.¹ & VAHL, Ledemar C.²

¹UFPEL / FAEM - Dept^o. de Fitotecnia - ²UFPEL / FAEM - Dept^o de Solos - Campus Universitário - Caixa Postal, 354 CEP 96010 - 900 - Tel. (0532) 75 7267 e 75 7346 - Pelotas/RS - Brasil.
(Recebido para publicação em 29/11/94)

RESUMO

Foi estudado, em casa de vegetação, o efeito de diferentes níveis de fósforo sobre o desenvolvimento do feijão, cultivar Rio Tibagi, em duas condições de umidade, por um período de 38 dias. Foram utilizados os níveis de 0, 40, 80 e 120 mg/kg de fósforo, com correção de nitrogênio e potássio, e dois níveis de umidade, capacidade de campo e o dobro desta. As variáveis analisadas foram produção de matéria seca da parte aérea e de raízes e os teores de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido. Houve resposta acentuada da cultura ao fósforo. Os teores de fósforo no tecido da parte aérea aumentaram com os níveis de fósforo aplicados e não diferiram entre os tratamentos de umidade do solo, dentro de cada nível. Os teores de nitrogênio e de potássio foram afetados pelos níveis de fósforo e de umidade. Os teores de nitrogênio decresceram de acordo com as doses de fósforo nos dois níveis de umidade. Os teores de potássio, entretanto, aumentaram com os níveis de fósforo, principalmente com a umidade na capacidade de campo. O encharcamento do solo prejudicou em maior grau a absorção de fósforo do que o crescimento da parte aérea do feijoeiro. Em consequência disso, embora a produção de matéria seca da cultura seja menor em solo encharcado, o nível de fósforo necessário para atingi-la, é maior do que no solo cultivado em capacidade de campo.

Palavras-chave: feijão, *Phaseolus vulgaris*, umidade, fósforo.

ABSTRACT

The effect of different phosphorous levels on black bean Rio Tibagi cv. development at two soil moisture level during 38 days in greenhouse was studied. The levels of 0, 40, 80 and 120 mg/kg of phosphorous were used, with nitrogen and potassium correction, and two moisture levels, field capacity and his double. The studied variables were: aerial and root dry matter production, nitrogen, phosphorous and potassium tissue

content. There was a marked plant response to phosphorous. The aerial tissue phosphorous content increased with phosphorous applied levels and showed no differences among soil moisture treatments in each studied level. The nitrogen and potassium contents were affected by phosphorous and moisture levels. The nitrogen content decreased according to phosphorus supply at the two moisture levels. However, the potassium levels increased with phosphorous levels mainly with moisture at field capacity. The soaked soil caused greater damage to phosphorous absorption than to the aerial plant development. Due to this, although the plant dry matter production decreases in soaked soil, the phosphorous level required to reach it, is greater than for cultivated soil at field capacity.

Key words: black bean, *Phaseolus vulgaris*, moisture, phosphorous

INTRODUÇÃO

Considerado alimento básico da população brasileira, o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) apesar de sua importância alimentar, não tem uma produção que acompanhe a demanda. A produtividade, a não ser nas culturas irrigadas, é muito baixa no país, ao redor de 500 Kg/ha, enquanto que a demanda é a mais alta do mundo, com consumo "per capita" em torno de 16 Kg/habitante/ano.

O feijoeiro é extremamente sensível, tanto ao excesso quanto à deficiência de água no solo (SCHUCH, 1989). Entretanto, experimentos para seleção de genótipos tolerantes ao excesso hídrico indicam amplas diferenças genéticas para esta característica (CIAT, 1981). Vários autores afirmam que o nível de dano na cultura, devido ao excesso de água no solo, depende da suscetibilidade da espécie ou cultivar, duração da inundação, estágio de desenvolvimento da planta e práticas de manejo. ROSTON (1990) salienta que a irrigação, além de proporcionar aumento de produtividade, garante a produção de feijão, devendo por isso, ser considerada

como o complemento das tecnologias aplicadas à cultura.

Um dos fatores que limita o desenvolvimento do feijoeiro nos solos da zona sul do RS é a má drenagem. Nas várzeas, onde predominam Planossolos, a drenagem é limitada pela presença de horizonte B impermeável e pela baixa condutividade hidráulica do horizonte superficial, além da topografia plana, que dificulta o escoamento superficial. Nas áreas altas que permitem cultivo mais intensivo, predominam solos da classe Podzólico vermelho-amarelo, cujas características mais marcantes são a presença de horizonte B textural, com baixa capacidade de drenagem, sobre o qual se desenvolve um horizonte A, com estrutura fraca e frequentes problemas de baixa condutividade hidráulica. Embora estes solos sejam melhor drenados que os Planossolos, apresentam limitações de aeração em períodos de chuvas continuadas, frequentes na região.

Conforme ROSTON (1990), nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e o magnésio são os elementos mais necessários para garantia da produção do feijoeiro. Destes, o fósforo, embora seja exigido em quantidades relativamente pequenas pelo feijão, é o nutriente que tem apresentado as maiores e mais frequentes respostas quando aplicado à cultura (ROSOLEM, 1987). A baixa disponibilidade de fósforo, predominante na maioria dos solos, faz com que se analise mais atentamente as condições de meio adequadas para sua absorção e os diversos mecanismos reguladores do suprimento desse nutriente nos vegetais (RUIZ, 1986).

Se, por um lado, o excesso de umidade no solo pode aumentar o suprimento de nutrientes que dependem da difusão, como o P e o K, para a superfície das raízes (BARBER, 1984), por outro, prejudica o desenvolvimento e a atividade destas, bem como o potencial de produção da planta inteira, devido à deficiência de aeração. A diminuição da produção de matéria seca total da planta deve diminuir a demanda de nutrientes. Assim, dependendo de qual destes efeitos for

maior, os níveis de P necessários para atingir o máximo crescimento da planta sob condições de excesso de umidade serão maiores ou menores do que sob condições adequadas de umidade.

Este trabalho foi desenvolvido para avaliar a exigência de fósforo e a sua absorção pelo feijoeiro quando submetido a diferentes condições de umidade no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da EMBRAPA/CPACT, município do Capão do Leão-RS.

O solo, pertencente a unidade de mapeamento Camaquã, classificado como Podzólico vermelho-amarelo (BRASIL, 1973), foi coletado da camada arável (0-30 cm) no Centro Agropecuário da Palma/UFPEL, Capão do Leão e possui as características químicas descritas na Tabela 1. A interpretação dos valores contidos naquela tabela foi baseada nas Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, 1989). Após a coleta, procedeu-se a homogeneização e peneiragem do solo úmido em peneira de 8,0 mm e então colocou-se em vasos 3,5 Kg de solo. Foram usados 8 tratamentos, resultantes da combinação de 2 níveis de água: 15%, em torno da capacidade de campo e, o dobro desta e 4 níveis de adubação fosfatada (0, 40, 80 e 120 mg/Kg de P). O dobro do valor considerado como capacidade de campo, por criar condições de excesso de umidade, passou a ser denominado encharcamento. O P foi aplicado na base, na forma de superfosfato triplo. Em todos os tratamentos adicionou-se também nitrogênio, na forma de uréia em solução aquosa, dividido em 2 aplicações de 20 e 40 mg/Kg de N, na base e em cobertura, respectivamente e 100 mg/Kg de K, na forma de cloreto de potássio, aplicado na base. Os vasos foram arranjados segundo o delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições

TABELA 1. Características Físico-químicas do solo Camaquã (Podzólico vermelho-amarelo).

Parâmetros	M.O.	Arg.	pH _{h20}	pH _{SMP}	P	K	Na	Al	Ca+Mg
	-----(%)------				-----mg/dm ³ -----			---cmol _c /dm ³ ---	
Teor	1.66	17	5.1	6.0	2.5	97	19	0.2	3.7
Interpretação	baixo	classe4	muito baixo	-	limitante	suficiente	-	-	médio

A cultivar de feijão utilizada foi a Rio Tibagi, introduzida da Costa Rica e lançada no estado do Paraná na década de 70, sendo recomendada para o RS a partir de 1976. É considerada planta de hábito indeterminado-tipo II (CIAT, 1981).

Foram semeadas 8 sementes por vaso e após à emergência repicou-se, deixando-se 4 plantas por vaso. A emergência das plântulas ocorreu 4 dias após a semeadura. A umidade do solo foi mantida inicialmente em torno da capacidade de campo ($U_g=15\%$), utilizando-se água destilada. Quando as plantas apresentavam 2 folhas definitivas, aproximadamente duas semanas após a semeadura, procedeu-se ao encharcamento do solo nos vasos do tratamento encharcado, usando-se a quantidade de água equivalente ao dobro do valor considerado como capacidade de campo, ou seja, 30%. Tanto os níveis de umidade na capacidade de campo como no encharcamento foram mantidos através de pesagens diárias dos vasos.

A colheita das plantas foi feita aos 38 dias após a semeadura, no estágio V4, determinando-se : a) produção de matéria seca da parte aérea e das raízes,

após secagem em estufa à 60°C e b) teores de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido da parte aérea pela metodologia descrita por TEDESCO *et al.* (1985);

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O encharcamento do solo diminuiu a produção de matéria seca da parte aérea das plantas, em relação ao solo mantido com umidade na capacidade de campo, em todos os níveis de fósforo testados, sendo que o rendimento máximo obtido sob encharcamento foi de aproximadamente 80% do máximo obtido na capacidade de campo (Figura 1). Houve por outro lado, resposta acentuada da cultura ao fósforo, como era esperado, em função do baixo teor do elemento no solo. Embora a resposta ao P tenha sido independente da resposta aos níveis de umidade (não houve interação significativa entre os dois fatores, na produção de matéria seca da parte aérea), o nível de P necessário para alcançar o rendimento máximo no solo encharcado foi aproximadamente 2 vezes maior do que o necessário no solo com umidade na capacidade de campo (Figura 1).

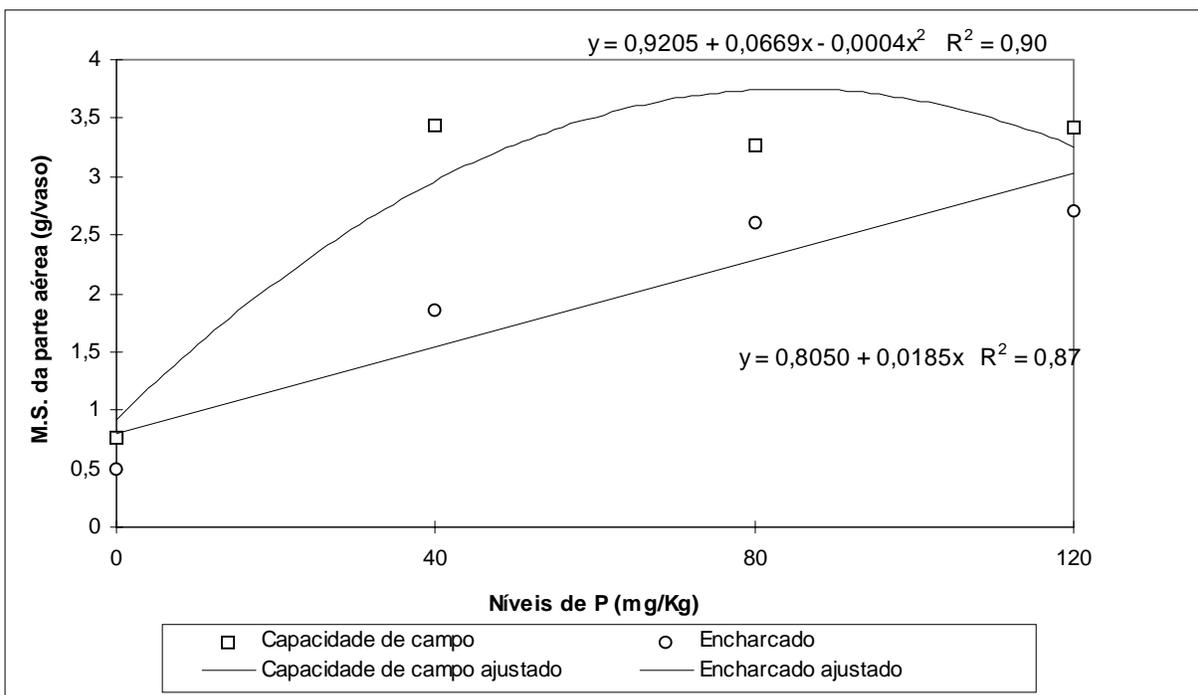


Figura 1. Relação entre a produção de matéria seca da parte aérea do feijoeiro e os níveis de fósforo aplicados ao solo sob duas condições de umidade.

Os teores de P no tecido da parte aérea aumentaram com os níveis de P aplicados, mas não diferiram entre os tratamentos de umidade do solo, dentro de cada nível de P (Tabela 2). Isto significa que

dentro de um mesmo nível de P as plantas estavam no mesmo estado nutricional, quanto ao teor de P, tanto no solo encharcado quanto em capacidade de campo.

TABELA 2 - Teores de NPK no tecido aéreo de feijoeiro, variedade Rio Tibagi, cultivadas em solo Podzólico vermelho-amarelo, submetidas a diferentes níveis de umidade* e fósforo

Níveis de fósforo (mg/Kg)	Nitrogênio (g/100g)			Fósforo (g/100g)			Potássio (g/100g)		
	Ench	CC	Média	Ench	CC	Média	Ench	CC	Média
0	5,05a	4,30b	4,675	0,23a	0,24a	0,235	2,75a	2,80a	2,775
40	2,90a	2,80b	2,850	0,28a	0,29a	0,285	2,48a	3,34b	2,910
80	3,18a	2,62b	2,900	0,41a	0,43a	0,420	3,23a	4,12b	3,705
120	3,18a	2,69b	2,935	0,50a	0,46a	0,480	3,36a	4,24b	3,800
Médias	3,58	3,10		0,35	0,36		2,96	3,64	

*encharcamento (umidade igual ao dobro da capacidade de campo) e capacidade de campo (umidade em torno de 15%)

Médias obtidas de três repetições.

Médias seguidas por letras distintas, na horizontal dentro de cada nutriente, diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 1% de propabilidade.

A exigência de um maior nível de P para alcançar o rendimento máximo no solo encharcado, mesmo sendo este máximo inferior ao observado no solo mantido na capacidade de campo, significa que a absorção do elemento pelas plantas foi prejudicada pelo encharcamento em maior grau do que o crescimento da parte aérea da cultura. Isto poderia ter ocorrido pela diminuição da disponibilidade do P no solo e/ou pela maior dificuldade da absorção em si no solo encharcado. A primeira hipótese deve ser descartada, em princípio, pois o encharcamento deve ter aumentado a disponibilidade do P, tanto pela maior solubilidade do elemento (PONNAMPERUMA, 1972) quanto pela maior difusão do íon em função do maior teor de umidade no solo encharcado (NYE & TINKER, 1977). A segunda hipótese é corroborada por dois aspectos fundamentais: a) efeito negativo do baixo teor de O₂ no processo de absorção do nutriente pelas raízes (MARSCHNER, 1986), que pode ter ocorrido no solo encharcado e b)

efeito negativo do encharcamento no crescimento das raízes, diminuindo a superfície absorvente. Este efeito foi constatado no experimento. No solo com umidade na capacidade de campo, a massa seca de raízes foi maior do que sob encharcamento, com exceção do nível zero de P, em que foram semelhantes (Figura 2). A resposta da produção matéria seca de raízes ao P foi acentuada na capacidade de campo e muito pequena no solo encharcado (Figura 2). Combinando os efeitos do P e da umidade na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, verifica-se que a relação parte aérea/raízes aumentou com os níveis de P de forma muito mais acentuada no solo encharcado do que na capacidade de campo (Figura 3). Logo, o efeito negativo do encharcamento foi maior no crescimento das raízes do que na parte aérea, isto é, afetou mais a capacidade total de absorção (raízes) do que a demanda de nutrientes (parte aérea).

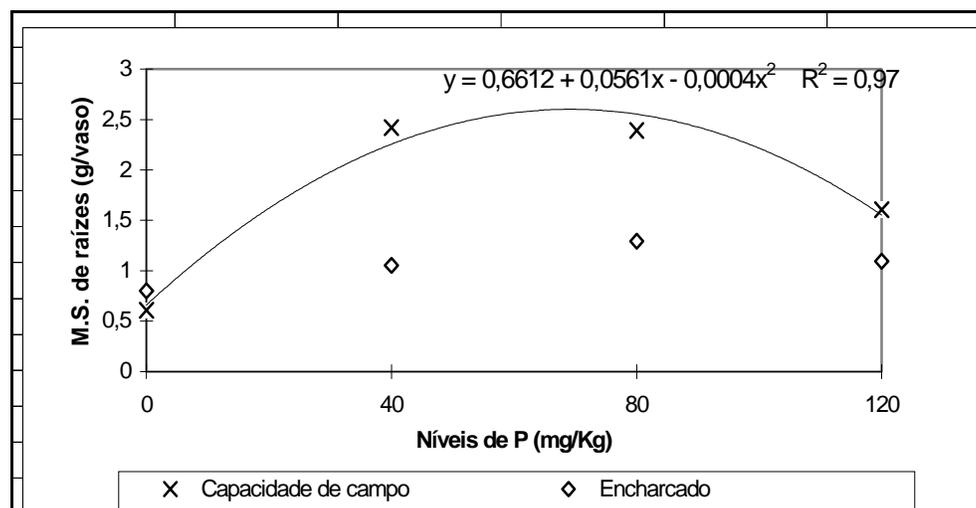


Figura 2. Relação entre a produção de matéria seca das raízes do feijoeiro e os níveis de fósforo aplicados ao solo sob duas condições de umidade.

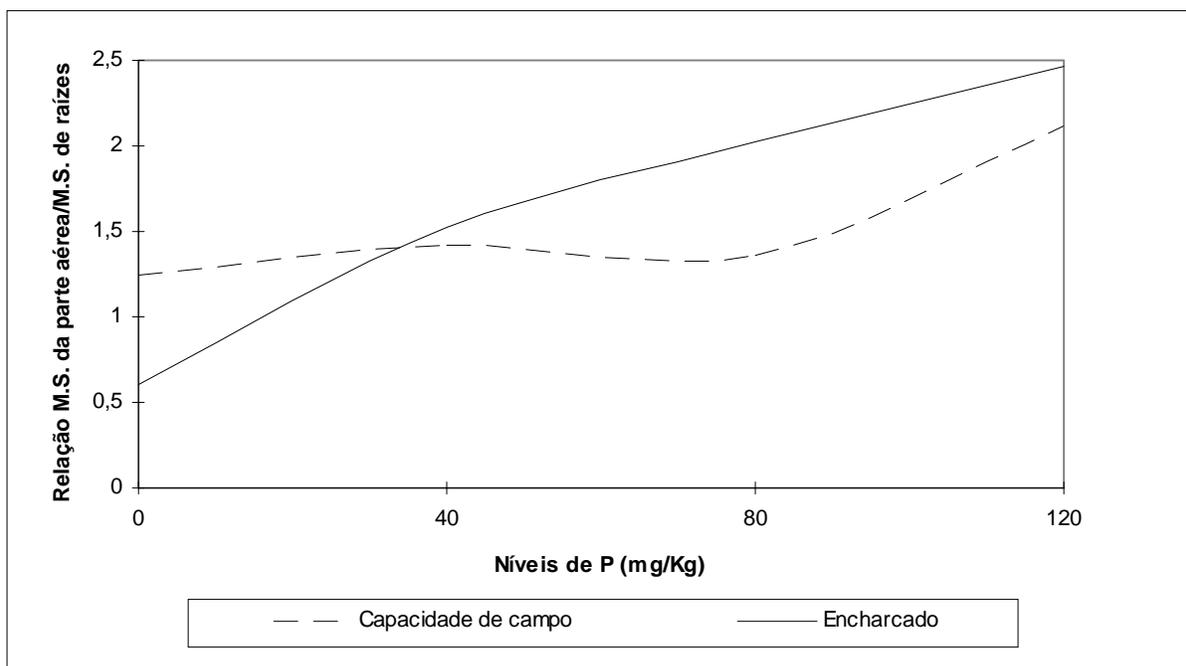


Figura 3. Relação entre produção de matéria seca da parte aérea/produção de matéria seca das raízes em função dos níveis de fósforo aplicados ao solo sob duas condições de umidade.

Os teores de nitrogênio e de potássio no tecido da parte aérea das plantas, também foram afetadas pelos níveis de P e da umidade. As causas destes efeitos, entretanto, parecem não ser os mesmos para N e K. Aparentemente os efeitos, tanto do P quanto da umidade nos teores de N no tecido, foram principalmente decorrentes de diluição, em função dos efeitos dos tratamentos na produção de matéria seca (Tabela 2). Os teores de K, por outro lado, aumentaram com os níveis de P, principalmente com a umidade na capacidade de campo, e foram maiores nas plantas desenvolvidas com esta umidade do que no solo encharcado, em todos os níveis de P (Tabela 2). Os menores teores de K nas plantas submetidas ao encharcamento podem ser explicados pelo efeito negativo deste tratamento no crescimento das raízes e no processo de absorção em si, o qual necessita de O₂. O efeito do P na absorção do K, entretanto, a despeito de ter aumentado a relação parte aérea/raízes, não é claro, mas é possível que o maior teor de P na planta favoreça o mecanismo de absorção ativa.

CONCLUSÕES

O encharcamento do solo prejudica em maior grau a absorção do fósforo do que o crescimento da parte aérea do feijoeiro;

Embora a produção de matéria seca da cultura seja menor em solo encharcado, o nível de fósforo no solo necessário para atingi-la, é maior do que no solo cultivado com umidade na capacidade de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBER, S. Soil Nutrient. Bioavailability: a mechanistic approach. New York, J. Wiley, 1984. 398 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Morfologia de la planta del frijol comum (*Phaseolus vulgaris* L.) Cali, Colômbia, 1981, p.50.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 2.ed. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul: EMBRAPA - CNPT, 1989, 128 p.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London, 1986. 674 p.
- NYE, P.H., THINKER, P.B. Solute movement in the soil-root system: Studies in ecology. Blackwell Scientific Publications, London, 1977. v.4
- PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soil. *Advances in Agronomy*, New York, v. 24, p. 29-26. 1972.
- ROSTON, A.J. Feijão. Campinas: CATI, 1990. 18p. (Boletim Técnico, 199)
- ROSOLEM, C.A. Nutrição e adubação no feijoeiro. Piracicaba, 1987. 91p. (Boletim Técnico, 8)
- RUIZ, H.A. Efeito do conteúdo de água sobre o transporte de fósforo em dois latossolos. Viçosa,

- Universidade Federal de Viçosa, 1986. 86p. Tese (Doutorado) - UFV, 1986.
- SCHUCH, L.O.B. Efeito do estresse de umidade em diferentes períodos fenológicos do feijoeiro. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO FEIJÃO E OUTRAS LEGUMINOSAS DE GRÃOS ALIMENTÍCIOS, 22. 1988, Porto Alegre. Porto Alegre: IPAGRO, 1989. p. 66-74.
- TEDESCO, M.J., VOLKWEISS, S.J., BOAHNEN, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS/FA/DS, 1985, 188 p.