

## Relação entre NDVI e dados de precipitação em diferentes safras de soja no município de Cruz Alta - RS

Diana Fiori<sup>1</sup>  
Gustavo Toniolo<sup>1</sup>  
Henrique Cunha<sup>1</sup>  
Denise Cybis Fontana<sup>1</sup>  
Dejanira Saldanha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia

Av. Bento Gonçalves, 9500-Porto Alegre, RS- Brasil CEP: 91509-900.

dirfiori@hotmail.com; dejanira.saldanha@ufrgs.br

**Abstract.** The use of NDVI for monitoring agricultural crops of soybeans is of extreme importance, especially when correlated with rainfall data, because the water conditions are limiting factor to the production of this crop. Drought is usually the main factor responsible for crop losses. Thus, this study aimed to analyze two agricultural crops of soybeans through the vegetation index NDVI and rainfall data, in the city of Cruz Alta, state of Rio Grande do Sul. The soybean crop in the years 2004/2005 showed great loss of grains due to high water deficiency. The spectral curves showed a decline in NDVI values after a period of water shortage that occurred in January 2005, causing the loss of almost all grain production. On the other hand, the 2010/2011 harvest had constant rainfall volumes. With this, we obtained an ideal spectral curve for growing soybeans, where NDVI values showed low levels early in the cycle due to the low number of spectral curve sheets, following the sharp increase in NDVI values until near the period of maturation, when the values begin to drop until the harvest. We can evaluate that there is a correlation between NDVI values and rainfall data, and these are clearly visible in the spectral curves.

**Palavras-chave:** *remote sensing, profile spectral temporal, vegetation index*, sensoriamento remoto, perfil temporal espectral, índice de vegetação.

### 1. Introdução

O sensoriamento remoto é uma ferramenta que possibilita a obtenção de dados da superfície terrestre, sendo desta forma uma técnica indispensável para monitoramento de diferentes tipos de vegetação. Estão inclusos, formações florestais, campos nativos, além de áreas cultivadas. Além disso, a tecnologia de sensoriamento remoto surge como apoio ao monitoramento e controle de safras agrícolas, através de imagens orbitais que registram as respostas espectrais do dossel vegetativo (Jensen, 2009).

Neste quesito, os índices de vegetação auxiliam, pois possuem a finalidade de destacar a vegetação ocorrente em uma área, realçando os alvos de interesse, neste caso, a biomassa vegetal (Freire; Pacheco, 2005). Um dos principais índices de vegetação utilizados é o NDVI ou IVDN (*Normalized Difference Vegetation Index*). O NDVI é obtido através dos dados fornecidos pelo programa “Earth observing system” (EOS), pelo sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) lançado à bordo da plataforma Terra, em dezembro de 1999, e da plataforma Aqua, em maio de 2002, que busca fornecer informações para monitorar culturas anuais e florestal.

Este índice de vegetação é gerado a partir do produto refletância de superfície (MOD09) e resultam de observações efetuadas ao longo de intervalos regulares de 16 dias, em que os pixels de “melhor qualidade” são selecionados por meio da aplicação de algoritmo apresentado por Huete et al. (1999). De modo geral, o NDVI é mais sensível à presença de pigmentos que participam dos processos fotossintéticos, em particular ao conteúdo de clorofila (Gitelson et al., 1996).

A utilização do NDVI para monitoramento de safras agrícolas de soja, é de suma importância, principalmente quando se correlacionam com dados pluviométricos,

devido as condições hídricas serem limitantes à produção desta cultura. O déficit hídrico, normalmente, é o principal fator responsável por perdas na lavoura. A planta de soja possui dois distintos períodos críticos à deficiência hídrica, sendo estes na semeadura e no enchimento dos grãos.

Na germinação, tanto a deficiência como o excesso hídrico podem ser prejudiciais, mas especialmente, os excessos hídricos são mais limitantes (Salinas et al., 1989). Por outro lado, o déficit hídrico durante o período de enchimento de grãos da soja reduz o tamanho deles, devido à diminuição do suprimento de fotoassimilados pela planta ou à inibição do metabolismo do próprio grão (Westgate et al., 1989).

Desta forma, este trabalho teve o objetivo de analisar duas safras agrícolas de soja, através do índice de vegetação NDVI e verificar a influência da disponibilidade hídrica sobre os mesmos, no município de Cruz Alta, no estado do Rio Grande do Sul.

## 2. Metodologia de Trabalho

Cruz Alta é um município localizado no estado do Rio Grande do Sul e possui como municípios limítrofes Pejuçara, Santa Bárbara do Sul, Ibirubá, Tupanciretã, Boa Vista do Ingra, Fortaleza dos Valos, Quinze de Novembro e Boa Vista do Cadeado. Segundo o IBGE (2013), a população total do município é de 64.126 habitantes. Sua área é estimada em 1.360,37 Km<sup>2</sup>, representando 0,505% do Estado. Pertence a microrregião de Cruz Alta e a mesorregião Noroeste Rio-Grandense. Cruz Alta é um dos maiores municípios produtores de soja estado do Rio Grande do Sul.

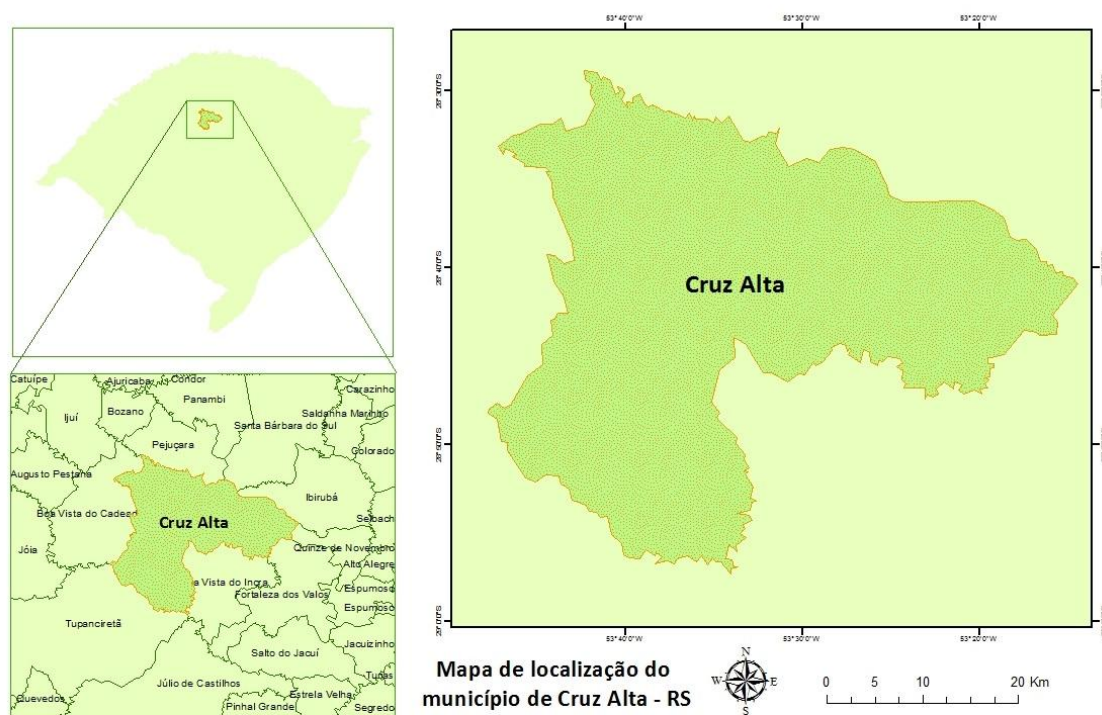


Figura 1. Mapa de localização do município de Cruz Alta

Foram utilizadas imagens do sensor MODIS, produto MOD13Q1, referente ao tile H13V11, com resolução espacial de 250 metros, resolução radiométrica de 16 bits e composições de 16 dias. As imagens foram reprojctadas no *software MODIS Reprojection Tools* para UTM (*Universal Transversa de Mercator*) Zona 22 Sul, um sistema de coordenadas baseado no plano cartesiano e com o datum WGS 1984.

As imagens da safra 2004/2005 são referentes ao período 15 de outubro de 2004 à 25 de maio de 2005. Em relação à safra de 2010/2011, foram utilizadas imagens de 18 de outubro de 2010 à 13 de maio de 2011. Todo estudo foi desenvolvido no *software* ENVI 4.7. As máscaras de cultivo de ambas as safras, que contem os dados da área ocupada pela soja, foram desenvolvidas através de expressões matemáticas utilizando o método de imagem diferença, onde foram geradas novas imagens. Estas, foram classificadas como de Mínimo NDVI, Máximo NDVI e Diferença. As imagens de mínimo valor foram geradas através da soma das imagens do início do ciclo, abrangendo os meses de outubro, novembro e dezembro. Por outro lado, as imagens de máximo valor foram desenvolvidas com a soma das imagens de final de ciclo, sendo estas fevereiro, março e abril. A dessemelhança entre estas imagens gerou o arquivo "diferença", na qual foi aplicado o limiar de 0,39 a 1, objetivando que as áreas que possuem soja como cobertura vegetal, fossem ressaltadas. Além disso, foram utilizados dados pluviométricos, obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Estes dados foram adicionados aos perfis temporais obtidos através da análise do NDVI, para verificar se estes possuem correlação.

### 3. Resultados e discussão

As curvas de refletância obtidas em ambas as safras evidenciam resultados dentro do previsto considerando o desenvolvimento da cultura. Entretanto, apresentaram diferenças ao longo da safra, resultado obtido devido às variáveis hídricas, principalmente na safra 2004/2005. Segundo Thomas & Costa (1994), a precipitação pluvial é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento e rendimento da soja, quer pela sua variação anual total, como por sua distribuição irregular durante o ciclo da cultura. Pode-se verificar que as maiores variações em relação aos valores de NDVI foram no início e no final do ciclo. A Figura 2 apresenta os dados obtidos com a correlação entre os valores de NDVI e precipitação na safra 2004/2005.

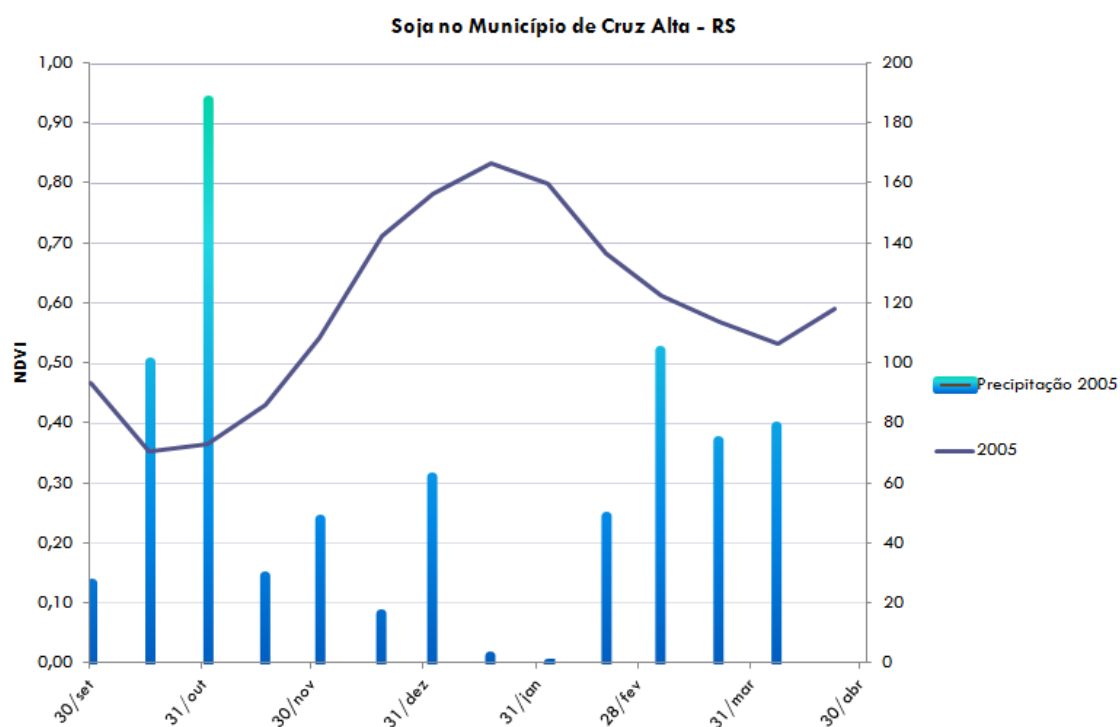


Figura 2. Gráfico comparativo entre precipitação e NDVI no município de Cruz Alta - Rio Grande do Sul.

Sabe-se que esta safra apresentou grande perda de grãos, devido a uma alta deficiência hídrica. O déficit hídrico inibe mais cedo e severamente a expansão celular do que a fotossíntese na planta de soja, provocando diminuição na área foliar (Boyer, 1970). Os estágios sucessionais utilizados foram baseados na descrição realizada por Fehr & Caviness (1977), sendo a metodologia mais utilizada no mundo inteiro (Embrapa, 2011).

No estágio de desenvolvimento V1, obteve-se o menor valor de NDVI, valor próximo à 0,36. Este índice foi obtido no mês de outubro, resultante da pequena ou praticamente nula área foliar presente nas áreas de cultivo, visto o recente plantio. De acordo com Fontana et al. (2001), a semeadura determina baixas densidades ou ausência de biomassa, resultando em valores de NDVI muito baixos e constantes, elevando-se logo em seguida, estando esta elevação associada ao crescimento e desenvolvimento da biomassa das culturas anuais, predominantemente da soja. Em relação aos estágios de desenvolvimento V2 e R2, houve um crescente aumento dos valores de NDVI. Este incremento é consequência do aumento da área foliar, além do número de folhas. Pode-se observar que nestes estágios de desenvolvimento, houve precipitações suficientes para um adequado crescimento da cultura.

O máximo valor apresentado pelo NDVI foi 0,84, valor este obtido no final de janeiro. Nesta fase a planta já se encontrava no estágio R2. Neste mesmo período, pode-se verificar a baixa precipitação ocorrida no município, fato que ocasionou danos à cultura, visto a grande queda nos valores de NDVI nas semanas seguintes. De acordo com Embrapa (2011), a cultura da soja necessita de disponibilidade hídrica contínua ao longo de todo o seu ciclo produtivo, sendo necessários de 450 a 800 mm de água ao longo de seu desenvolvimento. Neste período, a precipitação foi de 0,03 mm. Segundo a Agência Embrapa de Informação Tecnológica - AGEITEC (2012), na safra 2004-2005 as perdas de rendimento dos grãos nos estados no Rio Grande do Sul e Paraná atingiram mais de 78% e 23%, respectivamente.

Em relação ao final do ciclo, devido aos valores de NDVI estarem razoavelmente altos, acredita-se que os estragos à safra foram tão acentuados que as plantações foram abandonadas e não houve a colheita na maioria das áreas cultivadas.

Sobre à safra agrícola de soja no município de Cruz Alta nos anos de 2010/2011, relacionando a precipitação e valores de NDVI, foram obtidas as informações constantes na Figura 3.

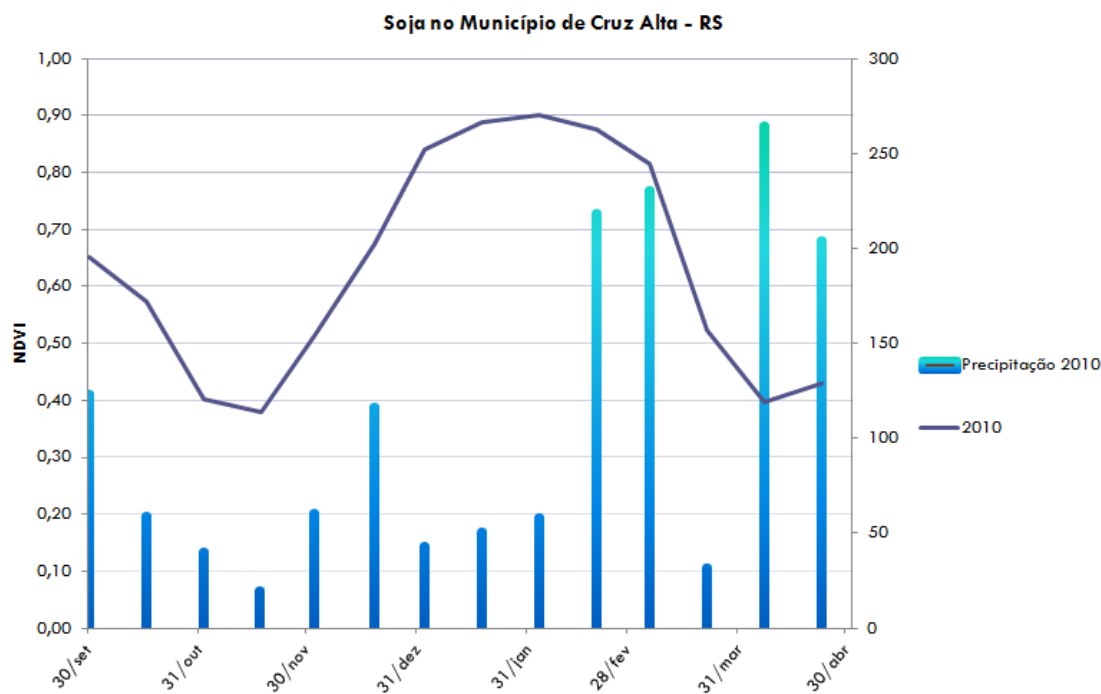


Figura 3. Gráfico comparativo entre precipitação e NDVI no município de Cruz Alta - Rio Grande do Sul.

Esta, pode ser considerada uma safra ideal, pois apresentou precipitações abundantes e disseminadas em todo o ciclo de desenvolvimento da cultura. Ao analisar os meses de setembro e outubro, é possível verificar que haviam sido plantadas culturas de inverno, tais como trigo, canola e cevada.

Após a colheita, houve o plantio da soja. O estágio de desenvolvimento V1 obteve o menor valor de NDVI da safra, estando próximo a 0,38. Entre os períodos de desenvolvimento V2 e R2, houve um incremento constante nos valores de NDVI. Este aumento está associado a densidade de biomassa, devido ao desenvolvimento folhar da cultura. Estes aumentos procederam até final de janeiro, onde obtiveram-se o seu máximo de NDVI, com 0,90. Após este pico, a cultura inicia a maturação e após, a senescência. A maturação da semente compreende uma série de alterações morfológicas, fisiológicas e funcionais (Delouche, 1971). Durante este processo, verificam-se alterações no peso da matéria seca, no teor de umidade, no tamanho, na germinação e no vigor das sementes (Potts, 1971). São por estes motivos que a partir da maturação das sementes, os valores de NDVI começam a diminuir. A maturação fisiológica caracteriza o momento em que a semente se desliga fisiologicamente da planta e passa a sofrer maior influência das condições ambientais (Marcos Filho, 1986).

A safra 2010/2011 encontrou resultados semelhantes a Esquerdo (2007) e Oldoni et al. (2013), onde os meses iniciais do ciclo são caracterizados pela presença de solo exposto com valores de NDVI baixos, sendo que com à medida que a planta se desenvolve, o NDVI aumenta, obtendo seu pico no final do estágio vegetativo. Este pico ocorre no mês de janeiro e após, se inicia a fase de senescência onde os valores de NDVI diminuem até atingirem valores próximos aos obtidos em outubro, até a colheita.

#### 4. Conclusões

Através deste estudo, pode-se afirmar que tanto a deficiência como o excesso hídrico podem ser prejudiciais a cultura da soja. Nota-se também que os valores de NDVI são influenciados diretamente por estes índices de precipitação. Além disso,

através dos perfis temporais foi possível analisar as características da safra, como período de plantio, pico vegetativo, enchimento de grãos e até a colheita.

Na safra de 2004/2005, pode-se avaliar o grande impacto da deficiência hídrica na cultura da soja, pois a maior parte da produção foi perdida, apresentando variações abruptas nas curvas espectrais.

## Referências Bibliográficas

AGEITEC - **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONT000fzr67crj02wx5ok0cpoo6awmgu8s1.html>> Acesso em: 08 nov. 2014.

Boyer, J. 1970 - Essai de synthèse des connaissances acquises sur les facteurs de fertilité des sols en Afrique Intertropicale Francophone. **ORSTOM**. 175 pp., Paris.

Delouche, J.C. **Seed maturation**. In: Handbook of seed technology. Mississippi: Mississippi State University 1971. p.17-21.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: Região central do Brasil 2011**. Londrina: Embrapa Soja. 2010. 255 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 14).

Esquerdo, J. C. D. M.; Zullo Júnior, J.; Antunes, J. F. G. Uso de perfis multi-tempoais de NDVI/AVHRR no acompanhamento da cultura da soja no oeste do Paraná. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2009. p. 145-150. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.12.17.50>>. Acesso em: 25 mar. 2013.

Fontana, D.C.; Weber, E.; Ducati, J.; Figueiredo, D.C.; Berlato, M.A.; Bergamaschi, H. Previsão da safra de soja no Brasil: 1999/2000. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 12 e Reunião Latino - Americana de Agrometeorologia, 3, Fortaleza, 2001. **Anais**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2001, p.585-586. On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.12.17.50>>. Acesso em: 25 mar. 2013.

Freire, N. C.F, Pacheco, A. P. Aspectos da detecção de áreas de risco à desertificação na região de Xingó. XII. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**, Goiânia, Brasil, abril 2005, INPE.

Gitelson, A.A.; Kaufman, Y.J.; Merzlyak, M.N. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS - MODIS. **Remote Sensing of Environment**, v.58, p.289-298, 1996.

Huete, A.; Justice, C.; Leeuwen, W. van. **MODIS vegetation index (MOD 13): algorithm theoretical basis document**. 3. Washington: National Aeronautics and Space Administration, 1999. 129p.

Jensen, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009, 604 p.

Marcos Filho, J. Maturidade fisiológica de semente de soja. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, 15(4):447-60, 1980

Oldoni, L. V.; Prudente, V. H. R.; Mercante, E.; Lima, P. H. P.; Justina, D. D. D.; Wrublack, S. C.; Lima, L. E. P. Acompanhamento da cultura da soja através do índice de vegetação NDVI para 35 municípios localizados no oeste do Paraná. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...Foz do Iguaçu**. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0394.pdf>> Acesso em: 10 out. 2014.

Potts, H.C. **Seeds: development, structure, function**. Mississippi: Mississippi State University, 1971. p.37-51.

Salinas, A.R., Santos, D.S.B., Santos F.O. et al. Comportamiento de genotipos de soja, hasta el estadio de plantulas, en diferentes niveles de humedad. IN: **Conferencia Mundial de Investigacion en soja**, 4., 1989, Buenos Aires. Actas Buenos Aires: Asociacion Argentina de la Soja (AASOJA), 1989. p.376-382.

Thomas, A. L.; Costa, J. A. Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1389-1396, set. 1994.

Westgate, M. E.; Schussler, J. R.; Reicosky, D. C; Brenner, M. L. Effect os water deficits on seed development in soybean. II. **Conservation of seed growth rate**. Plant Physiology, Lancaster, v.91, p.980-985, 1989.