

O ARROZ NOS SISTEMAS AGRICOLAS DO CERRADO<sup>1</sup>

João Kluthcouski<sup>2</sup>  
Lucien Seguy<sup>3</sup>  
Serge Bouzinac<sup>3</sup>  
Marcel M. de Raissac<sup>3</sup>  
José Aloísio A. Moreira<sup>2</sup>

O arroz é de grande importância econômica e social para o Brasil, ocupando, entre os cultivos temporários, terceiro, quarto e quinto lugares em área, valor e produção, respectivamente.

Nos estados que possuem as maiores áreas contínuas de Cerrado são produzidos cerca de 50% da produção brasileira de arroz. Nesses estados são cultivados cerca de três milhões e quatrocentos mil hectares com arroz de sequeiro, representando mais de 90% da área total cultivada com arroz (Tabela 1). Devido à representatividade do arroz de sequeiro no Cerrado, será enfatizado este sistema de cultivo do arroz.

-----  
<sup>1</sup>Palestra apresentada na III RENAPA, realizada no período de 16 a 20 de fevereiro de 1987, no CNPAF-EMBRAPA, em Goiânia, GO.

<sup>2</sup>Pesquisador EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 74000 Goiânia, GO.

<sup>3</sup>Pesquisador IRAT/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 74000 Goiânia, GO.

O arroz de sequeiro é muito sensível às condições climáticas, sendo considerado cultivo de alto risco, razão pela qual ocorre grande instabilidade na produtividade, em algumas regiões e, conseqüentemente, na produção nacional.

Segundo a finalidade do sistema de produção, da região e do nível tecnológico aplicado, o cultivo do arroz de sequeiro pode atender a três objetivos (Steinmetz 1983):

- a) cultivo "comercial", em terras já cultivadas, praticado principalmente no Sul e Sudeste;
- b) cultivo de "subsistência", em pequenas áreas, geralmente consorciado com outros cultivos. Este sistema é aplicado, principalmente no Norte e Nordeste;
- c) cultivo de "transição", cujo objetivo é a limpeza da área (amansamento), para outras finalidades. Este sistema é predominante nas áreas de fronteiras agrícolas, como na região do Cerrado, onde o objetivo final é a implantação de pastos e/ou culturas de exportação. Na região do Cerrado ocorrem também, em pequena escala e sob melhores condições de solo, os cultivos de subsistência.

O cultivo de transição é característico das regiões onde existe exploração pecuária extensiva, e o arroz de sequeiro é utilizado como cultivo de "amansamento" da terra por 1 a 3 anos, dependendo dos preços do arroz e do gado. Posteriormente, estas áreas são transformadas em pastagens ou em culturas exportáveis (soja, cana-de-açúcar). O cultivo do

arroz de sequeiro é feito totalmente mecanizado. Em alguns casos, o arroz e o pasto são semeados simultaneamente, visando, com a produção de arroz, custear a implantação da pastagem. Em alguns casos, o arroz de sequeiro pode voltar a ser plantado quando da recuperação da pastagem.

Até o presente, o cultivo do arroz do Cerrado é feito com o mínimo de insumos e sem a aplicação de tecnologias existentes ou aplicadas à cultura, como segue:

- preparo de solo com implementos de corte superficial à base de grade aradora e niveladora;
- utilização de grão-semente oriundo de colheita anterior ou adquirido de outros produtores da região;
- utilização de subdosagem de fertilizante, 30-45 kg de  $P_{205}$ , elemento mais carente;
- ausência de adubação nitrogenada em cobertura;
- utilização de variedades que se tornaram susceptíveis à brusone;
- utilização de semeadeiras inadequadas, que além de distribuírem o fertilizante junto às sementes deixam grande parte das sementes descobertas;
- uso generalizado da monocultura de arroz;
- pouco ou nenhum uso de práticas culturais e fitossanitárias durante o desenvolvimento da cultura;
- utilização de espaçamento e densidade não apropriados em relação às variedades utilizadas, em boa parte dos

casos;

- plantio muitas vezes além da época recomendada.

Em decorrência dessa situação, o rendimento médio do arroz de sequeiro no Cerrado tem-se mantido muito baixo, entre 1.000 e 1.300 kg/ha, dependendo da pluviosidade do ano agrícola, e sem muitas perspectivas para se estabelecer como cultura comercial. Isto porque, na abertura de novas áreas, o arroz de sequeiro é a melhor opção, sem necessidade de altos investimentos e, assim, não tem sido objeto de preocupação o tipo e manejo do solo, a fertilização necessária e a utilização mínima de outras tecnologias.

### **Principais Problemas com a Cultura do Arroz de Sequeiro no Cerrado**

Efetivamente, a má distribuição das chuvas e os curtos períodos de seca, "veranicos", aliados à baixa capacidade de armazenamento de água dos solos, nas condições de exploração tradicional, são as principais causas da instabilidade e da baixa produtividade do arroz de sequeiro nos cerrados. Contudo, a baixa fertilidade dos solos, o perfil superficial de exploração das raízes, a pressão crescente das invasoras, o uso de cultivares hoje susceptíveis a doenças, principalmente à brusone, e a ausência de rotação de culturas constituem os principais entraves à estabilização da cultura e, conseqüentemente, à obtenção de rendimentos economicamente

atrativos e estáveis. Existe, ainda, para esta cultura, grande interação entre os problemas, dos quais o mal manejo do solo e da cultura induzem a ocorrência da maior parte dos demais, principalmente aqueles que aumentam a sensibilidade da cultura às condições aleatórias de pluviosidade nos cerrados.

### Solos

Os solos sob vegetação de Cerrado têm como características a baixa fertilidade natural e condições físicas desfavoráveis à retenção de nutrientes e água, além da presença do alumínio. Os latossolos são os mais importantes em área (Tabela 2), destacando-se o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Vermelho-Escuro, abrangendo 52% da área dos cerrados. São solos profundos, altamente intemperizados, de baixa fertilidade natural e alta percentagem de saturação de alumínio. As areias quartzozas, representando 20% do total, são os solos de mais baixa fertilidade. As lateritas hidromórficas apresentam má drenagem e baixa fertilidade natural, ainda que ligeiramente superiores aos latossolos e areias quartzozas. Os solos podzólicos são férteis e com alta saturação de bases, porém, representam apenas 6% da área dos cerrados, e, finalmente, os litossolos, representando cerca de 9% da área, apresentam problemas de fertilidade e limitações físicas e químicas, além da dificuldade de mecanização, devido ao afloramento de rochas.

Na maioria desses solos, além da baixa fertilidade natural

(Tabela 3), esta decresce drasticamente nas camadas mais profundas do perfil do solo (Figura 12), razão pela qual as raízes do arroz de sequeiro se desenvolvem quase exclusivamente na camada superficial (mais de 80% nos primeiros 10 cm). Uma das razões deste fenômeno é a concentração superficial de matéria orgânica.

Aliado a estes problemas naturais está a destruição da camada superficial do solo no processo de desmatamento e utilizado pela maioria dos produtores, e que consiste na derrubada da vegetação seguida do enleiramento com lâmina, ocasionando o arrastamento da camada fértil do solo. Observações realizadas no CNPAF mostraram diferenças substanciais na fertilidade do solo, incidência de brusone e produtividade do arroz de sequeiro situado em solo raspado e leirões (Tabela 4).

#### Manejo do Solo

A quase totalidade dos solos cultivados com arroz de sequeiro no Cerrado é preparada a partir de uma ou duas passagens de grade aradora seguidas de uma a três passagens de grade niveladora. Estes implementos, devido ao corte superficial, incorporam mal a matéria orgânica, o calcário e outros nutrientes, e compactam as camadas subsuperficiais, principalmente em solo úmido, causando o chamado pé-de-grade, o que limita o desenvolvimento das raízes, a infiltração de água e favorece a erosão e a proliferação das invasoras.

### Distribuição das chuvas e reserva de água

A quantidade e distribuição das chuvas é o fator meteorológico mais importante para o arroz de sequeiro no Cerrado (EMBRAPA 1981).

Os veranicos causam grande perda no rendimento do arroz de sequeiro, especialmente se coincidirem com o estágio reprodutivo da cultura, devido à pouca capacidade de retenção de água, sistema radicular superficial e alta evapotranspiração.

Steinmetz et al. (1985) estudaram um modelo com dados de 20 anos de chuvas diárias, considerando o volume máximo de água disponível no solo, que pode ser usado pelo sistema radicular, cujo parâmetro foi designado como reserva útil (RU). No modelo, foram designados hipoteticamente três níveis de reserva útil, 30, 50 e 90 mm de água disponível, que podem ser utilizados pelo sistema radicular. Supondo-se que a disponibilidade de água é de 1 mm/cm de solo, a reserva útil corresponde a 30 mm de água na profundidade de 30 cm de solo, zona de maior concentração radicular. A maior parte do Cerrado foi classificada como desfavorável para o cultivo de arroz de sequeiro de ciclo de 110 dias (Figura 4).

Raissac & Moreira (1987), estudando o consumo de água pelo arroz de sequeiro em dois modos de preparo do solo (LVE), observaram que, sob as condições atuais de manejo do solo de

Cerrado, o Plano de Fluxo Nulo (PFN) encontrava-se, aproximadamente a 50 cm de profundidade, enquanto em solo bem manejado o PFN estava a mais de 130 cm de profundidade (Figura 7), indicando maior utilização de água dos horizontes profundos do solo.

### Enraizamento

Os fatores naturais, como clima, solo e vegetação herbácea após o desmatamento, não bastam para criar estrutura favorável ao desenvolvimento radicular e ao crescimento das plantas cultivadas nos solos de Cerrado. Nessas condições, os meios de intervenção mais eficientes são os fatores mecânicos associados ou não a fatores biológicos, constituindo-se no recurso mais comum de intervenção humana.

O desenvolvimento radicular é de fundamental importância na nutrição e, conseqüentemente, na produtividade do arroz de sequeiro, particularmente nos solos de Cerrado que são ácidos e pobres em nutrientes. Além disso, a maior proporção dos solos de Cerrado apresenta alta lixiviação de cátions, devido à baixa capacidade de retenção, resultando em escasso fornecimento de água e nutrientes por volume de solo. Daí, o aproveitamento da reserva de água e nutrientes disponíveis dependerem estritamente do volume e profundidade de exploração das raízes, sendo grandemente determinado pelo modo de manejo do solo e das culturas. Nas condições tradicionais de preparo do solo, à base de grades, cerca de 85% das raízes do arroz de sequeiro

encontram-se nos primeiros 10 cm de solo, 9% de 10 a 20 cm e 3% entre 20 e 30 cm. Entre 30 e 60 cm existe apenas 3% das raízes (Tabela 8). O desenvolvimento radicular superficial é consequência da concentração de nutrientes na camada superficial do solo e da compactação subsuperficial.

### Invasoras

As invasoras estão entre os principais fatores limitantes da produtividade do arroz após o 2o. e, principalmente, o 3o. ano de cultivo, após a abertura da área. Além da competição que as invasoras exercem por luz, água e nutrientes elas servem como hospedeiras de pragas e doenças. As principais razões para o aumento gradativo das invasoras são: o controle inadequado durante o crescimento do arroz; a não erradicação pós-colheita; e o aproveitamento das áreas para pastagem.

Silveira Filho et al. (1984) constataram perdas na produtividade superiores a 50% em regime de boa pluviosidade, quando a cultura sofreu competição com as invasoras durante todo o ciclo. Com ocorrência de veranico, as perdas foram superiores a 70%. Salientam, ainda, que o arroz de sequeiro deve estar isento da competição com invasoras, nos primeiros 45 dias.

O problema de invasoras no arroz de sequeiro é agravado pelo número crescente de espécies, pelo custo e impraticabilidade do controle manual - devido à falta de mão-

de-obra -, pelo custo e dificuldades na operacionalização das aplicações dos herbicidas, pela ausência de controle pós-colheita e pelo preparo superficial dos solos, que proporciona condições propícias à germinação e ao rápido desenvolvimento inicial em relação ao arroz de sequeiro. Em solo preparado com grade aradora, em Goiânia, cultivado durante sete anos, observou-se população de invasoras de mais de 1.800 unidades por m<sup>2</sup>, 25 dias após o preparo (Seguy et al. 1984).

### Rotação de culturas

No Cerrado, como visto anteriormente, o arroz de sequeiro é utilizado basicamente para abertura de novas áreas, precedendo a formação de pastagem ou de culturas de exportação. Durante o período de 2 a 3 anos em que a área é utilizada com arroz de sequeiro este é cultivado no sistema de monocultura.

A ausência de rotação de culturas para o arroz de sequeiro induz a perdas de rendimentos substanciais, devido à conjugação de problemas conhecidos, tais como: invasoras, pragas e doenças, bem como a problemas ainda insuficientemente conhecidos, como os inibidores de crescimento, principalmente nos solos de fertilidade natural mais baixa (Ventura & Watanabe 1978).

Estudos realizados por Seguy et al. (1987) mostraram que o solo preparado pelo método convencional (superficial) conduz, em três anos, a grandes perdas de produtividade. Em Alvorada, GO, em solo LVA, por exemplo, a produtividade da cultivar IAC

47 passou de 2.070 kg/ha, no primeiro ano de cultivo, para 1.020 kg/ha e 397 kg/ha no 2o. e 3o. anos, respectivamente, reduzindo a produtividade cerca de 81% do 1o. para o 3o. ano. Em Diamantino, MT, com melhor distribuição pluviométrica, os rendimentos foram reduzidos de modo semelhante, 76% do 1o. para o 3o. ano.

### Brusone

A brusone destaca-se como a principal doença do arroz de sequeiro no Cerrado. Sua ocorrência é generalizada e, excetuando-se as variedades tolerantes hoje disponíveis no mercado, os danos causados são alarmantes.

As variedades tradicionais não apresentam tolerância apreciável à doença, e a intensidade de ataque está ligada principalmente ao manejo do solo e da cultura, sendo muito influenciada, ainda, pela alimentação mineral e hídrica da planta. Quanto piores forem as condições para o desenvolvimento do arroz maior será a intensidade de ataque. Alguns dos fatores que favorecem o desenvolvimento da doença são:

- variedades pouco tolerantes;
- deficiência hídrica devido ao mau preparo do solo e ocorrência de veranicos;
- deposição de orvalho;
- deficiência ou desequilíbrio mineral;

- uso de monocultura;
- pouca matéria orgânica no solo; e
- uso de espaçamento e densidade incorretos.

Prabhu et al. (1986) relataram perdas no rendimento do arroz de sequeiro no Cerrado da ordem de 15 a 38% nas cultivares de ciclo curto, e de 37 a 44% nas de ciclo médio. Não se descarta, contudo, a possibilidade de perda total de lavoura.

### Plantio e Adubação

O plantio do arroz de sequeiro no Cerrado é praticamente todo mecanizado. O uso de máquinas inadequadas e o índice deficiente de máquinas por unidade de área fazem com que todas as operações deixem a desejar em qualidade e época mais apropriada. Isto é particularmente preocupante no que diz respeito às semeadeiras. Para o arroz de sequeiro são usadas principalmente as semeadeiras que permitam rapidez e que se danifiquem pouco nas áreas recém-desbravadas, com raízes e restos vegetais na superfície. Além disto, tais semeadeiras deverão ser providas de mecanismos sulcadores capazes de diferenciar a posição do adubo e da semente, além do seu enterrio eficiente.

A quantidade e a qualidade de adubo necessário também não têm sido obedecidas pelos produtores. Via de regra, utiliza-se subadubação, empregando-se formulados contendo apenas 3 ou 4 nutrientes.

## **Técnicas para Estabilização do Arroz de Sequeiro no Cerrado**

Com base na sensibilidade do arroz de sequeiro à deficiência hídrica, agravada pelo mau manejo do solo e da cultura, foi possível, nos últimos anos, obter avanço significativo em práticas que possibilitem maior estabilidade da cultura nas condições adversas de solo e clima nos cerrados. Tais avanços foram obtidos, principalmente, em estudos sobre sistemas agrícolas, em que métodos de preparo do solo, rotação de cultura e variedades melhoradas foram as principais preocupações.

A maior parte dos resultados aqui discutidos foram obtidos em três regiões de Cerrado, com solo e clima diferenciados, para o cultivo do arroz de sequeiro, como segue:

- Goiânia, GO - Latossolo Vermelho-Escuro e condições climáticas intermediárias.
- Alvorada, GO - Latossolo Amarelo (franco-arenoso) e condições climáticas desfavorecidas.
- Diamantino, MT - Latossolo Amarelo (argiloso) e condições climáticas favorecidas.

A seguir, serão discutidos os efeitos de métodos de preparo do solo e da rotação de culturas sobre comportamento das invasoras, enraizamento e produtividade do arroz de sequeiro, condições físicas e químicas do solo e comportamento

da água do solo.

Os métodos de preparo do solo avaliados foram a grade aradora, pré-incorporação seguida de aração profunda (aração invertida), aração direta, escarificação e, mais recentemente, o plantio direto, cujos resultados preliminares não permitem qualquer conclusão.

Nas rotações considerou-se o sistema agrícola do produtor como referência agroeconômica, destacando-se a monocultura da soja. Em Alvorada e Diamantino, as três culturas básicas foram arroz, soja e milho. Em Goiânia a soja foi substituída pelo feijão.

Resultados obtidos de 1983 a 1986, em três locais, evidenciam que quaisquer que sejam as culturas e as condições pedoclimáticas, o preparo do solo envolvendo pré-incorporação seguida de aração profunda, associado à prática de rotação de cultura, é sempre o mais adequado para a limitação da flora daninha. Este método de preparo do solo tornou possível reduzir as plantas invasoras em mais de 80% (Tabelas 5, 6 e 7 e Figura 1). Ao contrário, o preparo superficial contínuo, associado à monocultura do arroz, gerou estresse máximo de invasoras, chegando à perda total da lavoura.

Após três anos de estudo, em Goiânia, a classificação dos métodos de preparo do solo, por ordem decrescente de deficiência no poder de limitar o desenvolvimento da flora daninha, é a seguinte: 1) pré-incorporação seguida de aração profunda em solo úmido, no início da estação chuvosa; 2) pré-

incorporação seguida de aração profunda, no final do ciclo chuvoso; 3) pré-incorporação seguida de escarificação profunda, na estação seca; e 4) preparo superficial contínuo à base de grade aradora.

Quanto à rotação de culturas, foi observado que o uso de leguminosas, antecedendo a cultura do arroz, possibilita uma pressão de invasoras menor que o precedente milho e, sobretudo, a monocultura de arroz, que é sempre o pior dos tratamentos (Figura 1 e Tabela 7).

A cultura do arroz de sequeiro é particularmente sensível a condições de deficit hídrico e, por isto, é boa indicadora na avaliação dos efeitos de métodos de preparo do solo sobre o enraizamento. Os resultados obtidos mostram que as raízes desenvolveram-se mais com o preparo do solo que envolveu pré-incorporação seguida de aração profunda contínua. O preparo do solo com grade aradora, qualquer que seja o precedente cultural, foi o pior tratamento (Tabela 8 e Figuras 2 e 3). A aração profunda proporcionou aumentos de 27 a 40% do enraizamento total na camada do solo entre 0 e 60 cm, favorecendo o desenvolvimento radicular nas camadas mais profundas. A distribuição das raízes foi da ordem de 30 a 55%, na camada entre 10 e 60 cm, contra 10 a 15% com o preparo superficial.

Confrontando o desenvolvimento radicular do arroz de sequeiro (Tabela 8) com o Plano de Fluxo Nulo (PFN) (Figura 7)

e com a classificação agroclimática preliminar do arroz de sequeiro (Figuras 4, 5 e 6) e considerando, ainda, que a evapotranspiração máxima (ETm) durante a fase reprodutiva do arroz de sequeiro está em torno de 6 mm/dia, tem-se:

- a) com 30mm de água disponível no solo (30cm de perfil explorado), após 5 dias de estiagem se esgotaria a água do perfil explorado por 97% das raízes;
- b) com 50mm de água disponível no solo, a água do perfil explorado se esgotaria após 8 dias de estiagem. Neste caso, a maior parte do Cerrado passaria de desfavorecido a intermediário e favorecido;
- c) com 90mm de água disponível, possível de se conseguir através do preparo do solo e conseqüente enraizamento profundo da cultura, seriam necessários 15 dias de estiagem para o esgotamento da água disponível. Neste caso, o Cerrado seria classificado, em relação à água disponível no solo, como altamente favorecido.

A compactação subsuperficial do solo, comumente conhecida como "pé-de-grade", tanto dificulta a infiltração e o armazenamento de água como o enraizamento das plantas. A Figura 8 mostra os efeitos de vários métodos de preparo do solo e da rotação de cultura sobre a densidade aparente do solo. A densidade aparente do perfil compactado (10-30 cm) decresce de mais de 1,3 kg/dm<sup>3</sup>, no preparo superficial contínuo, para valores entre 1,0 e 1,1, nos preparos envolvendo pré-incorporação seguida de aração profunda. Ocorre também uma

uniformização de densidade na camada de 0-60 cm nos preparos com aração profunda.

A medição da resistência mecânica à penetração confirma o efeito do uso repetido da aração profunda na restauração das propriedades físicas do solo (Figura 9). A aração profunda cria melhores condições para a infiltração da água no solo, acarretando apreciável diminuição do escoamento superficial e, conseqüentemente, da erosão laminar, resultando num coeficiente de permeabilidade da ordem de 37 cm/hora contra apenas 9,6 cm/hora no preparo superficial (Figura 10).

A aração profunda, precedida da incorporação de restos culturais, uniformiza a fertilidade do solo nos primeiros 30 centímetros da camada arável. Com o preparo superficial do solo, a fertilidade é mantida na camada superficial (0 a 10 cm). Com a aração profunda, ocorre aumento relativo na disponibilidade dos nutrientes que são distribuídos uniformemente no perfil do solo (Figura 11 e 12).

A redistribuição da fertilidade química (Ca, Mg, P, K) e da matéria orgânica, que a aração profunda proporciona após dois ou três anos, constitui fator decisivo de estímulo ao desenvolvimento radicular.

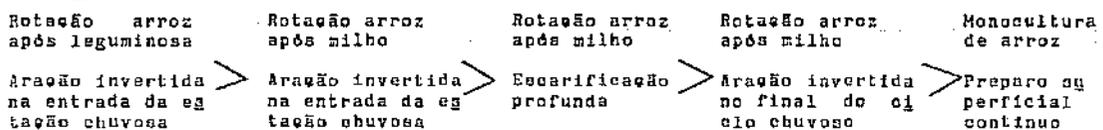
O efeito depressivo da monocultura e do preparo superficial do solo sobre o rendimento de grãos é tanto mais rápido quanto menor for o teor de matéria orgânica do solo.

A pré-incorporação de restos culturais seguida de aração

profunda, além de melhorar sensivelmente a produtividade do arroz de sequeiro, torna mais lento o efeito negativo da monocultura. Em Alvorada, por exemplo, a produtividade média do arroz cultivado sob este sistema caiu de 2.570 kg/ha, no 1o. ano, para 946 kg/ha, no 3o., o que representa queda de 63%, menor do que aquela observada nos solos preparados com grade aradora.

Os efeitos positivos dos métodos de preparo do solo e das rotações de cultura sobre a produtividade do arroz de sequeiro constam nas Tabelas 9, 10 e 11. De 1983 a 1986, em sistema de monocultura, o uso da aração profunda, comparado ao de grade aradora, proporcionou, em Goiânia, Alvorada e Diamantino, aumentos médios de produtividade de 217, 60 e 27%, respectivamente. A conjugação da aração profunda com rotação de cultura (1984 a 1986), comparativamente ao uso de grade aradora e cultivo em monocultura, aumentou a produtividade em Goiânia, Alvorada e Diamantino, em 385, 145 e 193%, respectivamente. Na média das três localidades, a pré-incorporação de restos culturais, seguida de aração profunda e cultivo de arroz em monocultura, aumentou a produtividade em 98%, enquanto com o mesmo sistema de preparo do solo e rotação de cultura com leguminosas a produtividade aumentou 193% (Tabela 12).

Em Goiânia, em solo LVE, a classificação dos modos de manejo do solo, em ordem decrescente de produtividade do arroz, é a seguinte:



Como exemplo, em 1985/86, a linhagem GA 3281 rendeu, na mesma ordem, 4.226, 4.164, 2.845, 2.786 e 1.587 kg/ha, apresentando ganhos de 191, 162, 79 e 75%, respectivamente, em relação ao último método.

A técnica de plantio direto, iniciada em 1986, após correção das limitações físicas e químicas do solo, rendeu 69% a menos do que a escarificação profunda. A criação de cobertura morta e porosidade desejáveis é lento neste sistema de cultivo.

Observou-se, ainda, que as variedades tradicionais podem ser tanto ou mais produtivas que as variedades melhoradas, na ausência de rotação de cultura, a partir do 2o. ano de cultivo (Tabela 11). Por outro lado, com bom manejo de solos e cultura, as variedades melhoradas apresentaram ganhos de até 52%, comparadas às tradicionais. Quaisquer que sejam as condições pedoclimáticas, o manejo do solo e da cultura são os fatores mais importantes no incremento do rendimento do arroz de sequeiro do que outros, como variedade, adubação, etc.

Os custos relativos ao preparo do solo representam de 8 a 16% do custo total de produção. A diferença de custos entre os diversos métodos de preparo do solo é variável com as condições de solo e o capricho utilizado nas operações. A aração invertida, comparativamente ao preparo convencional, à base de grade aradora, pode resultar em custo superior, com pouco reflexo, no entanto, no custo total de produção. Seguy et al.

(1984) relatam que não se fazendo mais que o necessário para preparar o solo, nas condições em que o estudo foi conduzido, o bom preparo do solo pode custar menos que o método convencional.

Com relação ao manejo do solo e da cultura (Figura 13), observou-se que a renda líquida obtida com arroz de sequeiro, em monocultura, é sempre pequena, qualquer que seja o método de manejo do solo, sendo negativa nos preparos à base de grade aradora. A utilização da aração invertida e rotação de culturas resultou em renda líquida de duas a três vezes superior.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado, Planaltina, DF. Relatório Técnico Anual. Planaltina, 1976. 150p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Departamento Técnico-Científico, Brasília, DF. Programa Nacional de Pesquisa de Arroz. Brasília, EMBRAPA-DID, 1981. 69p.

PRABHU, A.S.; FARIA, J.C. & CARVALHO, J.R.P. Efeito de brusone sobre a matéria seca, produção de grãos e seus componentes, em arroz de sequeiro. Pesq. agropec. bras., Brasília, 21(5):494-500, 1986.

RAISSAC, M.M. & MOREIRA, J.A.A. Efeito do preparo do solo sobre o desenvolvimento da planta, o uso da água e a produção. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., Goiânia, GO, 1987. Resumos. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1987. p.25. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 19).

SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J.G.; BLUMENSCHNEIN, F.N. & DALL'ACQUA, F.M. Técnicas de preparo do solo: efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação de água. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1984. 26p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular Técnica, 17).

SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; KLUTHCOUSKI, J.; MOREIRA, J.A.A.; RAISSAC, M.M. de; NEIVA, L.C.S.; DOMINGOS, A.; GUIMARAES, E.C.; TEIXEIRA, S.M. Manejo de solos e culturas e consequências na produtividade das culturas no cerrado central. Goiânia, 1987. (não publicado).

SILVEIRA FILHO, A.; AQUINO, A.R.L. de; SANTOS, A.B. Controle de plantas daninhas na cultura do arroz de sequeiro. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1984. 6p. (EMBRAPA-CNPAF. Comunicado Técnico, 15).

STEINMETZ, S. Sistema de produccion de arroz de secano y varzeas en Brazil. In: CONFERENCIA DEL IRTP PARA AMERICA LATINA, 5., Cali, Colombia, 1983. Informe... Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1983. p.125-35.

STEINMETZ, S.; MORAES, J.F.V.; OLIVEIRA, I.P. de; MORAIS, O.P.; MOREIRA, J.A.A.; PRABHU, A.S.; FERREIRA, E.; SILVEIRA FILHO, A. Upland rice environments in Brazil and the suitability of improved technologies. Trabalho apresentado na 2nd. International Upland Rice Conference, Jakarta, Indonésia, 1985.

TEIXEIRA, S.M. Aspectos da conjuntura econômica do arroz. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3, Goiânia, GO, 1987. Anais. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1991. (Palestra).

VENTURA, W. & WATANABE, I. Growth inhibition due to continuous cropping of dryland rice and other crops. Soil Sci. Plant. Nut., 24(3):375-89, 1978.

Tabela 1. Distribuição aproximada das áreas cultivadas com arroz de sequeiro no Cerrado.

UF	Área com arroz de sequeiro (1.000 ha)	% do total de área cultivada com arroz <sup>1</sup>
GO	1028	96,1
MT e MS	792	95,3
MG	384	65,4
MA	928	99,0
PI	238	95,4
BA	27	32,0
DF	11	100,0

FONTE: S.M. Teixeira (1987).

<sup>1</sup>A área plantada com arroz de sequeiro no Cerrado representa aproximadamente 91% do total das áreas cultivadas com arroz.

Tabela 2. Distribuição aproximada das maiores unidades de solo da área contínua dos cerrados.

Unidade de Solo	Área total (milhões de ha)	Cerrado (%)
LATOSSOLOS		
Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA)	69,7	41
Latossolo Vermelho-Escuro (LVE)	17,9	11
Latossolo Roxo (LR)	<u>6,9</u>	<u>4</u>
	94,5	56
AREIAS QUARTZOSAS (AV)	34,3	20
LATERITA HIDROMÓRFICA (LH)	17,0	10
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO (PD)	2,1	1
PODOZÓLICO VERMELHO-AMARELO equiv. EUTRÓFICO (PE)	7,0	4
LITOSSOLOS (R)	<u>15,1</u>	<u>9</u>
	65,5	100
<hr/>		
T o t a l	160,0	100

FONTE: Relatório Técnico Anual, CPAC (1976).

Tabela 3. Relação entre a vegetação nativa dos cerrados no Brasil Central e as características do solo superficial.

Características do solo	Campo limpo (64 obs.)	Cerrado (255 obs.)	Cerradão (45 obs.)
pH (H <sub>2</sub> O)	4,87	5,00	5,14
Mat. Org. (%)	2,21	2,35	2,32
Ca troc. (me%)	0,20	0,45	0,69
Mg troc. (me%)	0,06	0,21	0,38
K troc. (me%)	0,08	0,11	0,13
Al troc. (me%)	0,74	0,66	0,61
CTC ef. (me%)	1,08	1,43	1,81
Sat. Al (%)	66	54	44
P* (ppm)	0,50	0,94	2,10
Zn* (ppm)	0,58	0,66	0,67
Cu* (ppm)	0,60	0,94	1,32
Mn* (ppm)	5,40	15,90	22,90
Fe* (ppm)	35,70	33,00	27,10
Argila (%)	33	34	16
Silte	20	15	16
Areias	46	51	53

FONTE: Relatório Técnico Anual, CPAC (1976).

Tabela 4. Variação da fertilidade do solo (0-20 cm), panículas, incidência de brusone e rendimento do arroz, cv. IAC 47, nos leirões e na área raspada, CNPAF, 1984.

	pH (H <sub>2</sub> O)	Características do solo					Nº de panículas las <sub>2</sub> (m <sup>2</sup> )	% panículas com brusone no pescoço	Rendimento (kg/ha)
		Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> (me %)	Al <sup>+++</sup> (me %)	P (ppm)	K <sup>+</sup> (ppm)	Mo (%)			
Leirões	6,2	4,9	0	18,8	281,7	3,7	161	13,4	4120
Entre Leirões	4,8	0,5	0,9	0,9	31,5	3,2	102	65,7	500

Tabela 5. Efeito do modo de preparo do solo sobre a incidência de invasoras na cultura do arroz de sequeiro, CNPAF, 1984.

Tratamento	Número de invasoras/m <sup>2</sup> (1)	
	inicial (10/11/83)	20 dias após o plantio (10/12/83) (2)
Preparo com grade aradora	1898 (100) (25 dias após o preparo)	1125 (100) (2 gradagens antes do plantio)
Aração direta	152 (8) (65 dias após o preparo)	685 (57) (3 gradagens antes do plantio)
Pré-incorporação e aração em solo seco	68 (4) (65 dias após o preparo)	240 (20) (1 gradagem antes do plantio)
Pré-incorporação e aração em solo úmido	19 (1) (16 dias após o preparo)	163 (14) (plantio após aração)

<sup>1</sup>Média de seis repetições.

<sup>2</sup>Data do plantio: 18 a 20/10/83.

Tabela 6. Efeitos dos modos de manejo do solo e cultura sobre o peso seco de invasoras ( $\text{g/m}^2$ ) na colheita da cultura do arroz de sequeiro, após 6 anos de cultivo contínuo, Alvorada, 1985/86.

Cultivares x Rotação	Preparo superficial contínuo				Aração profunda contínua			
	Adubação <sup>2</sup>		Adubação <sup>2</sup>		Adubação		Adubação	
	S/ controle	A <sub>1</sub> Herbicida <sup>3</sup>	S/ controle	A <sub>2</sub> Herbicida	S/ controle	A <sub>1</sub> Herbicida	S/ controle	A <sub>2</sub> Herbicida
IAC 47 - Monocultura	584(100)	76(13)	622(106)	94(16)	187(32)	49(8)	201(34)	60(10)
IAC 47 - Após soja	196(34)	43(8)	210(36)	39(7)	74(13)	23(4)	46(8)	16(3)
GA 4206 - Monocultura	984(100)	166(17)	1012(103)	184(19)	407(41)	116(12)	396(40)	121(12)
GA 4206 - Após soja	324(33)	119(12)	410(42)	106(11)	96(10)	31(3)	87(9)	22(2)

<sup>1</sup>Média de 6 repetições

<sup>2</sup>Adubação - A<sub>1</sub> = 150 kg/ha de 5-30-15 + Zn no plantio + 100 kg/ha sulfato de amônia em cobertura.

A<sub>2</sub> = 300 kg/ha de 5-30-15 + Zn no plantio + 100 kg/ha sulfato de amônia em cobertura.

<sup>3</sup>Herbicidas = Oxadiazon, 750 g de i.a./ha em pré-emergência.

PRINCIPAIS INVASORAS DA ÁREA, APÓS 6 ANOS DE CULTIVO:

- Gramíneas: Digitaria sanguinalis e horizontalis, Cenchrus echinatus, Eleusine indica, Echinochloa colunum.

- Folhas largas: Bidens pilosa, Amaranthus sp., Acanthospermum australe e Hispidum, Borreria alata e Richardia brasiliensis, Emilia sonchifolia.

Tabela 7. Efeito de quatro modos de manejo do solo e culturas sobre o peso seco de invasoras (g/m<sup>2</sup>) na colheita do arroz de sequeiro, CNPAF 1985/86.

Manejo de solos e culturas				Cultivar	Trato Cultural	Peso seco de invasoras (g/m <sup>2</sup> ) (2)	Efeito do modo de preparo (3)	Efeito do manejo de solo e cultura (4)
Rotação	x	Preparo do Solo	x					
. Monocultura - Preparo convencional contínuo				Cabassou (T)	Sem controle herbicida <sup>1</sup>	766 107		100
				GA 4206	Sem controle herbicida	1087 171		142
. Arroz-Milho-Arroz - Aração profunda de final de ciclo				Cabassou (T)	Sem controle herbicida	446 72	76	58
				GA 4120	Sem controle herbicida	388 63	66	51
			- Escarificação profunda	Cabassou (T)	Sem controle herbicida	584 122	100	76
			- Aração profunda em solo úmido	Cabassou (T)	Sem controle herbicida	147 32	25	19
. Arroz-Guandu Arroz + Feijão		- Aração profunda contínua		Cabassou (T)	Sem controle herbicida	95 24		12
. Arroz + Feijão em sucessão anual		- Aração profunda contínua		GA 4121	Herbicida	66		9

(1) Oxadiazon aplicado em pré-emergência do arroz na dosagem de 750 g de i.a./ha + 1340 g/ha de 2,4 D amina 50 dias após plantio;

(2) Média de 6 repetições;

(3) Numa mesma rotação em função do tratamento sem controle, o mais sujo;

(4) Testemunha = Cabassou em monocultura, com preparo superficial contínuo.

Tabela 8. Efeito do método de preparo do solo sobre a densidade radicular e produtividade do arroz de sequeiro, cultivar Araguaia, CNPAF, 1985.

Perfil do solo (cm)	Densidade de raízes (g/dm <sup>3</sup> )			
	Grade aradora		Aração invertida	
	g/dm <sup>3</sup>	%	g/dm <sup>3</sup>	%
0-10	2,9781	85,0	2,2546	51
10-20	0,3214	9,0	0,9758	22
20-30	0,1207	3,0	0,6203	14
30-40	0,0544	1,5	0,2681	6
40-50	0,0303	1,0	0,2272	5
50-60	0,0186	0,5	0,1031	2
<b>Total</b>	<b>3,5235</b>	<b>100,0</b>	<b>4,4491</b>	<b>100</b>
<b>Rendimento (kg/ha)</b>	<b>603</b>		<b>2.650</b>	

Tabela 9. Efeitos do modo de preparo do solo na produtividade do arroz de sequeiro (kg/ha) em monocultura, em 3 condições pedoclimáticas diferentes do Cerrado Central - 1983/1986.

L o c a l	Nível de adubação <sup>1</sup>	Cultivar	1983/84	
			Preparo superficial contínuo	Aração profunda
.Goiânia, GO		IAC 47	712(100) <sup>2</sup>	3109(437)
	A <sub>1</sub>	GA 4206	-	-
		GA 3281 (Cabassou)	-	-
.Alvorada, GO	A <sub>1</sub>	IAC 47	1699(100)	2059(121)
		GA 4206	-	-
	A <sub>2</sub>	IAC 47	2070(122)	2570(151)
		GA 4206	-	-
.Diamantino, MT	A <sub>1</sub>	IAC 47	1502(100)	1597(106)
		Cuiabana	-	-
	A <sub>2</sub>	IAC 47	1877(125)	2172(144)
		Cuiabana	-	-

<sup>1</sup>Níveis de adubação: Goiânia A<sub>1</sub>: plantio: 250 kg/ha de 5-30-15 + 20 kg/ha sulfato de zinco; em cobertura = 100 kg/ha sulfato de amônia.  
 Alvorada A<sub>1</sub>: plantio: 150 kg/ha de 5-30-15 + Zn em 1984 e 1985; em 1986 = 100 kg/ha 5-50-15; em cobertura = 100 kg/ha sulfato de amônia.  
 A<sub>2</sub>: plantio: 300 kg/ha de 5-30-15 + Zn em 1984 e 1985; em 1986 = 200 kg/ha 5-30-15; em cobertura = 100 kg/ha sulfato de amônia.  
 Diamantino A<sub>1</sub>: plantio: 230 kg/ha 5-30-15 + Zn a cada ano; em cobertura = 100 kg/ha sulfato de amônia.  
 A<sub>2</sub>: a lanço: 1000 kg/ha fosfato simples em 1984; em cobertura: plantio: 230 kg/ha de 5-30-15 + Zn a cada ano; 100 kg/ha sulfato de amônia.

<sup>2</sup>Em parêntesis percentagem relativa; número grifado tomado como testemunha padrão para cada ano agrícola.

cont. Tabela 9

1984/85		1985/86	
Preparo superfí cial contínuo	Aração profunda contínua	Preparo superfí cial contínuo	Aração profunda contínua
790(131)	-	-	-
603(100)	2650(439)	1110(70)	-
-	-	1587(100)	3381(213)
1122(100)	1882(154)	110(100)	792(720)
1220(100)	1726(141)	273(248)	669(608)
1020(83)	1913(156)	397(361)	946(860)
952(78)	2164(177)	197(179)	1154(1049)
-	-	-	-
1716(100)	2232(130)	306(100)	660(183)
-	-	-	-
1920(112)	2405(140)	390(108)	740(205)

Tabela 10. Efeitos do manejo do solo e rotação de culturas no rendimento do arroz de sequeiro (kg/ha) em três condições pedoclimáticas diferentes do Cerrado central - 1984/86.

L o c a l	Nível de adubação <sup>1</sup>	Cultivar	1984/85			
			Arroz em monocultura		Arroz após leguminosa <sup>2</sup>	
			Prep.superfi- cial contí- nua	Aração profun- da contí- nua	Prep.superfi- cial contí- nua	Aração profun- da contí- nua
. Goiânia, GO	A <sub>1</sub>	IAC 47	790(131)	-	-	-
		GA 4206	603(100) <sup>3</sup>	2650(439)	-	4120(683)
		GA3281	-	-	-	5689(988)
. Alvorada, GO	A <sub>1</sub>	IAC 47	1222(100)	1882(154)	-	-
		GA 4206	1220(100)	1726(141)	1370(112)	2871(235)
	A <sub>2</sub>	IAC 47	1020(83)	1913(156)	-	-
		GA 4206	952(78)	2164(177)	1693(138)	2376(194)
. Diamantino, MT	A <sub>1</sub>	Cuiabana	1716(100)	2232(130)	1764(103)	2388(139)
	A <sub>2</sub>	Cuiabana	1920(112)	2405(140)	1944(113)	2748(160)

<sup>1</sup>Níveis de adubação:

-Goiânia: A<sub>1</sub> - plantio: 250 kg/ha de 5-30-15 + 20 kg/ha sulfato de zinco; em cobertura = 100 kg/ha sulfato de amônia.

-Alvorada: A<sub>1</sub> - plantio: 150 kg/ha de 5-30-15 + 20 kg/ha sulfato de zinco em 1984 e 1985; em 1986 = 100 kg/ha de 5-30-15 + Zn; em cobertura = 100 kg/ha de sulfato amônia.

A<sub>2</sub> - plantio: 300 kg/ha de 5-30-15 + 20 kg/ha sulfato de zinco em 1984 e 1985; em 1986 = 200 kg/ha de 5-30-15 + Zn; em cobertura = 100 kg/ha de sulfato amônia.

- Diamantino: A<sub>1</sub> - plantio: 230 kg/ha de 5-30-15 + Zn a cada ano; em cobertura = 100 kg/ha sulfato de amônia.

A<sub>2</sub> - lanço: com 1000 kg/ha de fosfato super simples; plantio = 230 kg/ha 5-30-15 + Zn a cada ano; em cobertura = 100 kg/ha sulfato de amônia.

<sup>2</sup>Soja em Alvorada e Diamantino: sucessão anual guandu + feijão em Goiânia.

<sup>3</sup>Em parênteses percentagem relativa; número grifado foi tomado como testemunha padrão para cada ano agrícola.

cont. Tabela 10.

1985/86			
Arroz em monocultura		Arroz após leguminosa	
Prep. superfi- cial contí- nua	Aração profun- da contínua	Prep. superfi- cial contí- nua	Aração profun- da contínua
-	-	-	-
1170(70)	-	-	-
<u>1587(100)</u>	3381(213)	-	4146(262)
110(100)	792(720)	1103(1103)	1953(1775)
<u>273(248)</u>	669(608)	1428(1298)	1965(1786)
397(361)	946(860)	1538(1398)	2333(214)
197(179)	1154(1049)	1759(1599)	2078(1889)
<u>360(100)</u>	660(183)	1930(536)	2170(603)
390(108)	740(205)	1980(550)	2240(622)

Tabela 11. Efeito do manejo do solo e da cultura no incremento do rendimento do arroz de sequeiro em três condições pedoclimáticas diferentes do Cerrado central<sup>1</sup> - 1983/85.

Local	Sistema de Cultivo	Ano 1		Ano 2		Ano 3	
		Efeito da aração profunda em relação ao preparo superficial (%)	Efeito das variedades melhoradas <sup>2</sup> (%)	Efeito da aração profunda x rotação em relação ao preparo superficial x monocultura (%)	Efeito das variedades melhoradas <sup>2</sup> (%)	Efeito da aração profunda x rotação em relação ao preparo superficial x monocultura (%)	Efeito das variedades melhoradas <sup>2</sup> (%)
Goiânia	Monocultura	337	38	339	-31	113	-30
	Após milho	-	-	552	52	162	-
	Após leguminosa	-	-	583	45	191	11
Alvorada	Monocultura	21 a 24 <sup>1</sup>	-	54 a 87 <sup>1</sup>	-8	620	-15
	Após soja	-	-	135	-	1775	0
Diamantino	Monocultura	6	-	30	-	183	-
	Após soja	-	-	39	-	603	-

<sup>1</sup>Em função do nível de adubação, método e adubação recomendada, respectivamente.

<sup>2</sup>Em relação a variedade mais rústica.

Tabela 12. Efeito do método de preparo do solo e da rotação de cultura sobre o rendimento do arroz de sequeiro.

Método de preparo do solo	Rendimento <sup>1</sup> (kg/ha)	% Relativa
Grade aradora	1.057	100
Aração invertida e arroz em monocultura	2.090	198
Aração invertida e arroz em rotação com leguminosa	3.093	293

<sup>1</sup>Média de três locais (Goiânia/GO, Alvorada/GO e Diamantino/MT) e três anos (1983/84 a 1985/86).

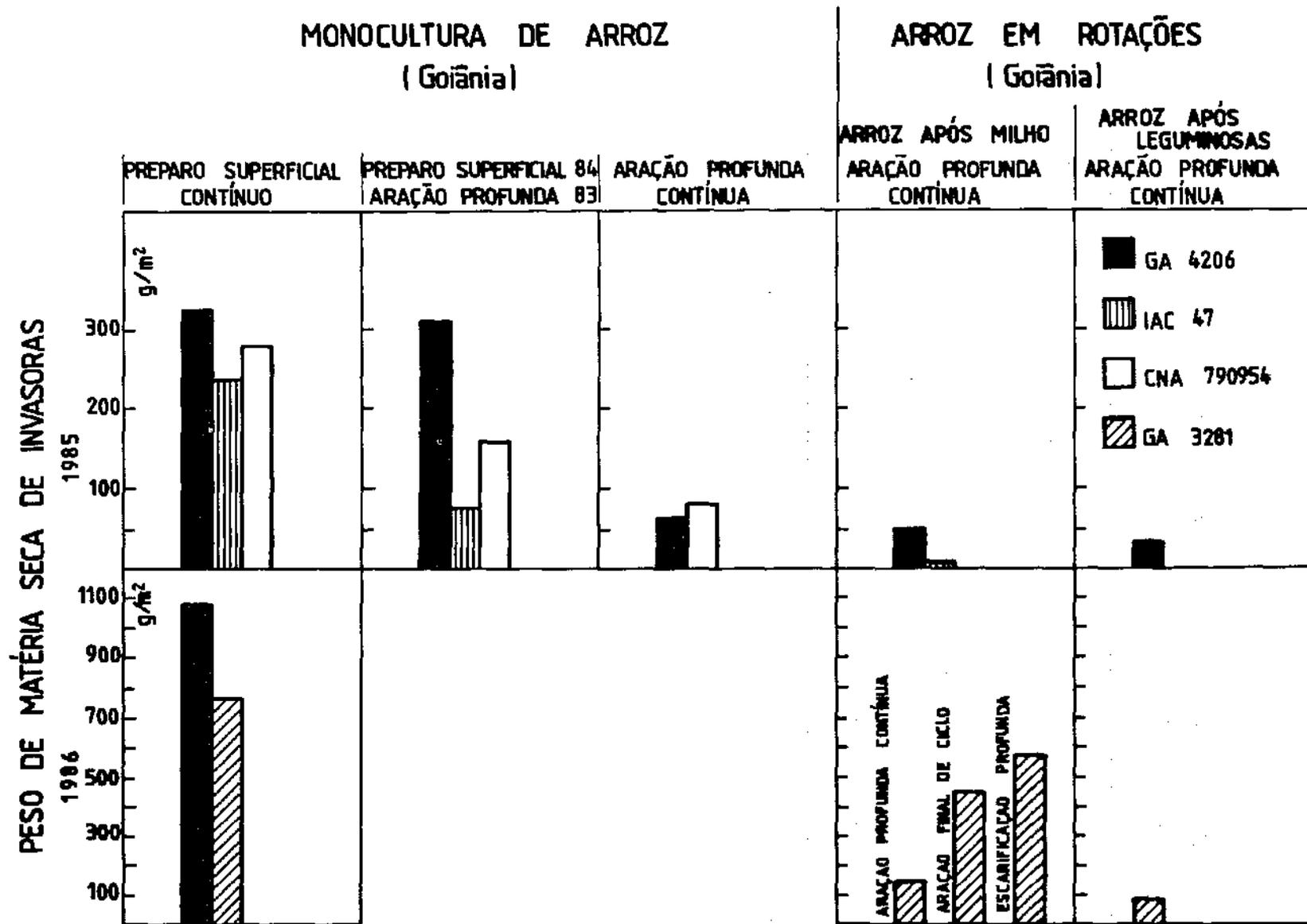


Fig. 1. Efeito do modo de preparo do solo e rotação de culturas sobre o peso seco de invasoras em arroz de sequeiro.

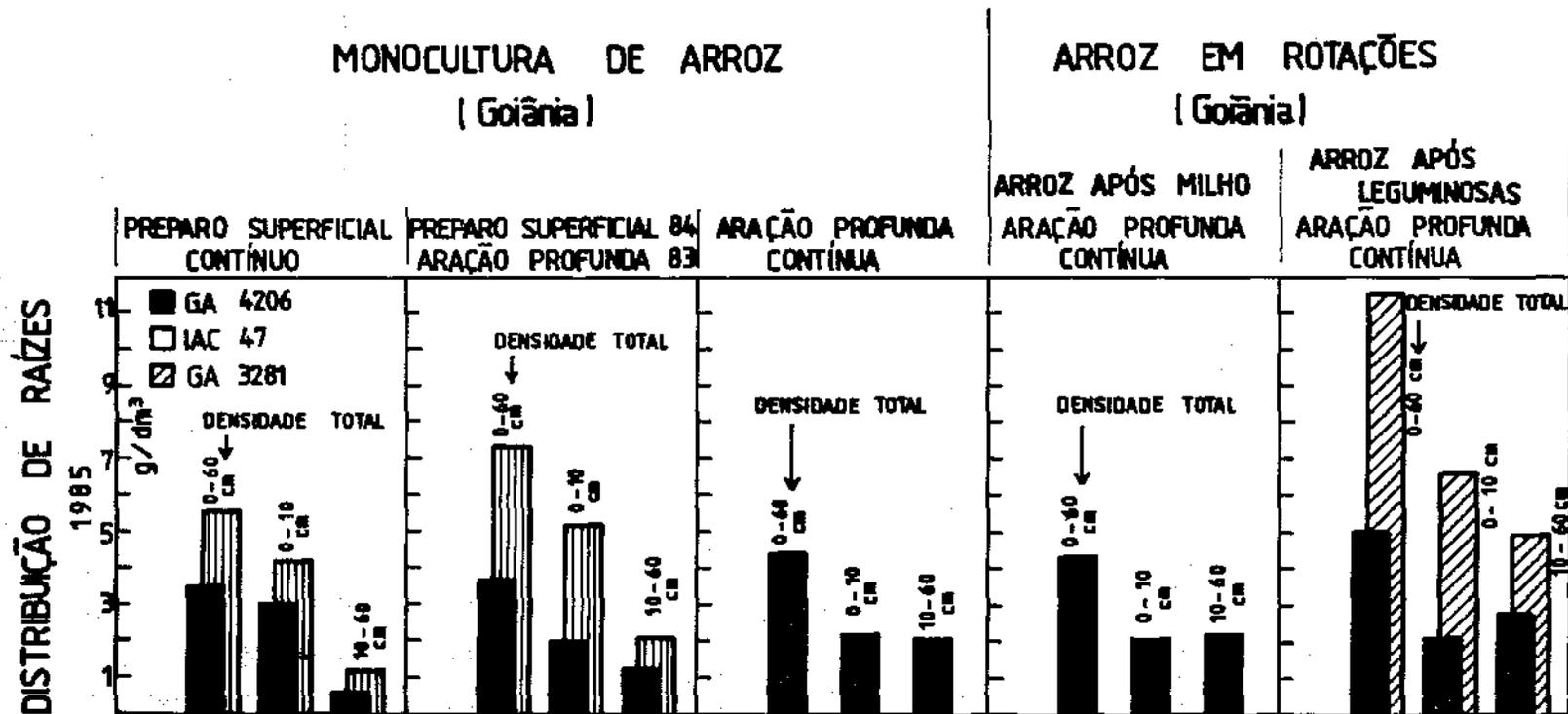


Fig. 2. Efeito do modo de preparo do solo e rotação de culturas sobre a distribuição radicular do arroz de sequeiro no perfil do solo.

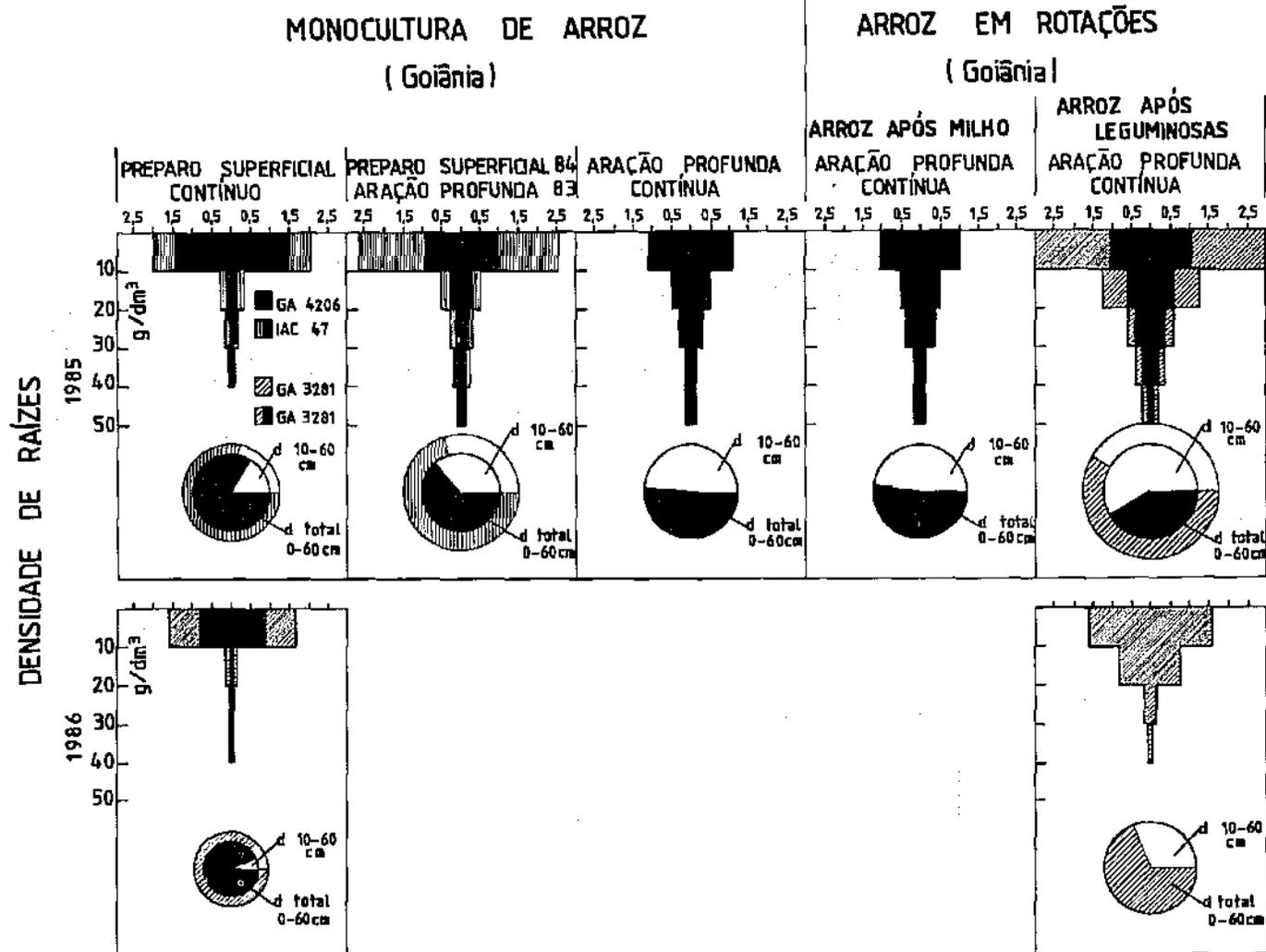


Fig. 3. Efeito do modo de preparo do solo e rotação de culturas sobre a densidade radicular do arroz de sequeiro, até a profundidade de 60 cm.

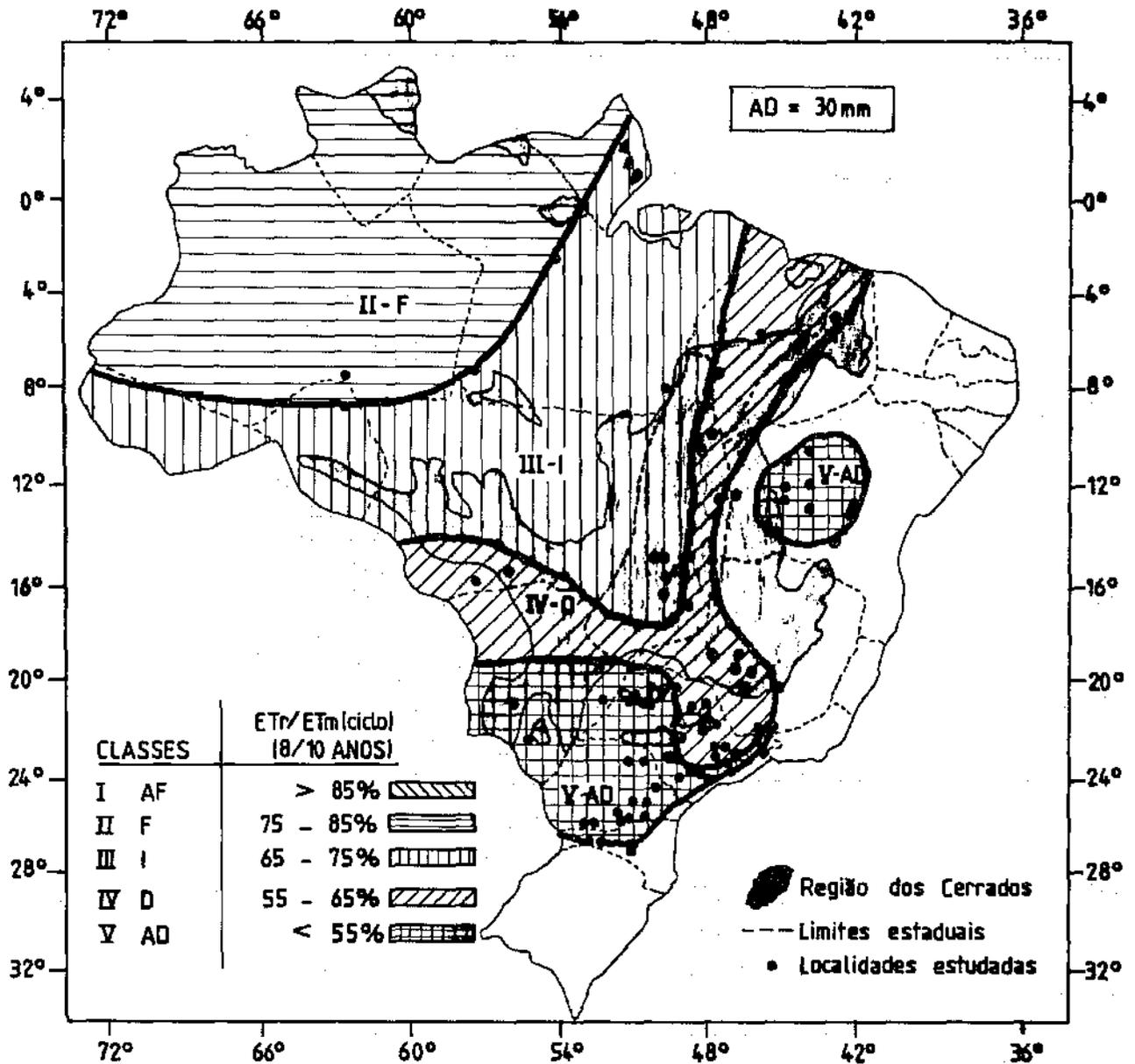


Fig. 4. Classificação agroclimática preliminar do arroz de sequeiro no Brasil, considerando-se uma cultivar de ciclo curto (110 dias) e um nível de água disponível no solo (AD) de 30mm. Classe I = AF (Altamente Favorecida); Classe V = AD (Altamente Desfavorecida).

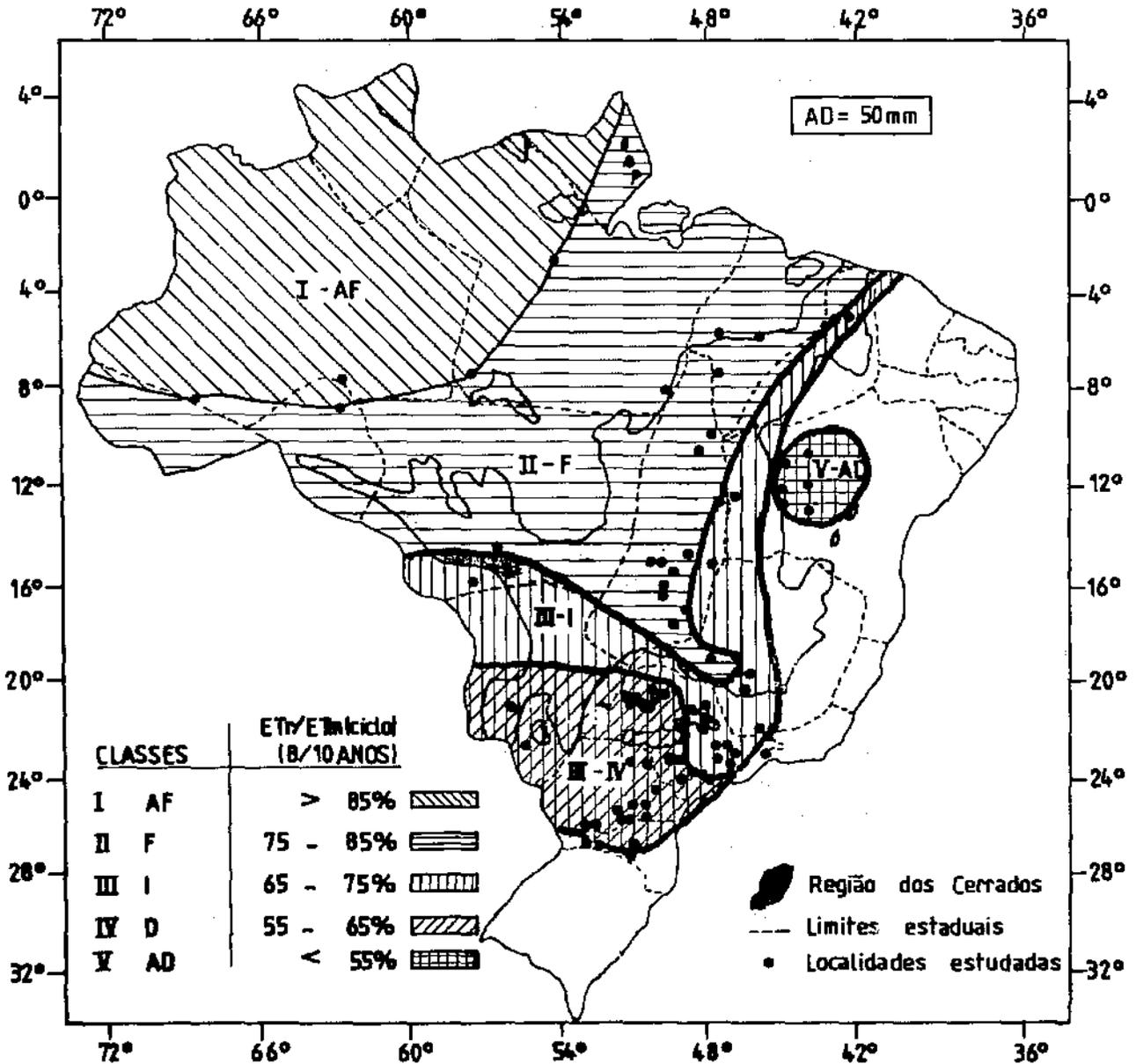


Fig. 5. Classificação agroclimática preliminar do arroz de sequeiro no Brasil, considerando-se uma cultivar de ciclo curto (110 dias) e um nível de água disponível no solo de 50mm. Classe I = AF (Altamente Favorecida); Classe V = AD (Altamente Desfavorecida).

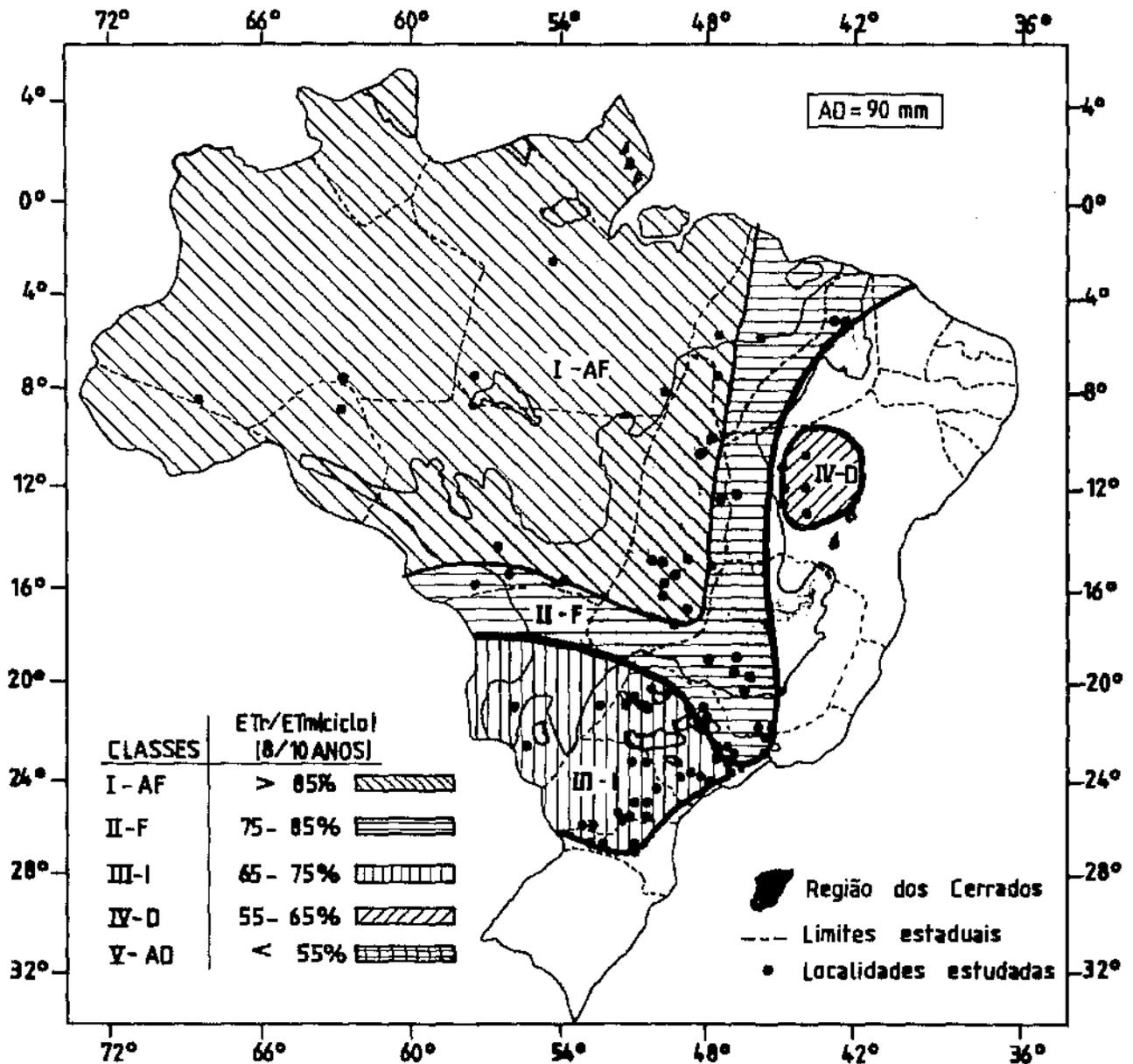


Fig. 6. Classificação agroclimática preliminar do arroz de sequeiro no Brasil, considerando-se uma cultivar de ciclo curto e um nível de água disponível no solo (AD) de 90mm. Classe I = AF (Altamente Favorecida); Classe V = AD (Altamente Desfavorecida).

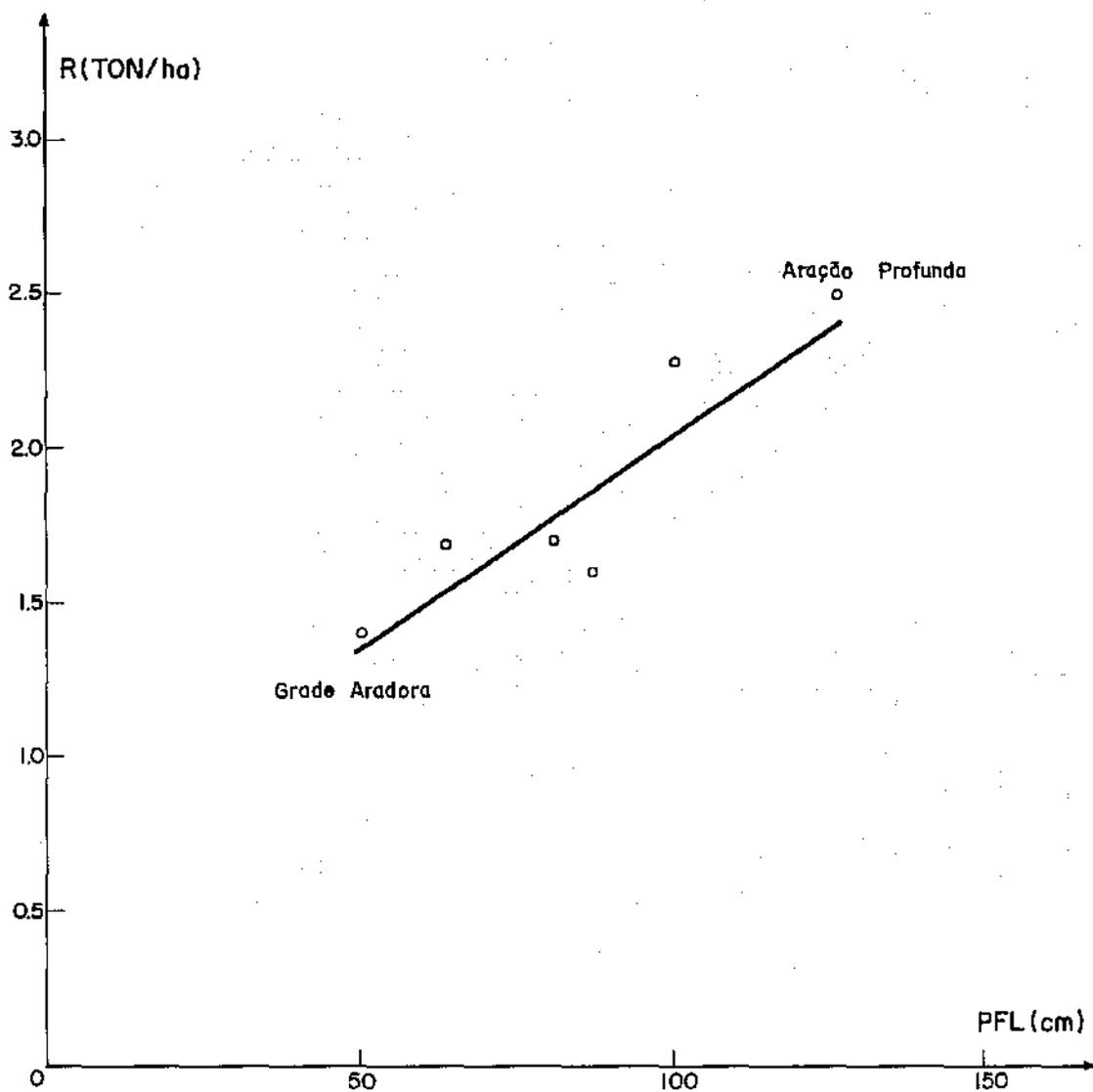


Fig. 7. Rendimento do arroz de sequeiro (R), em seis locais, como reflexo dos respectivos Plano de Fluxo Nulo (PFN), de quatro de fevereiro a sete de março.

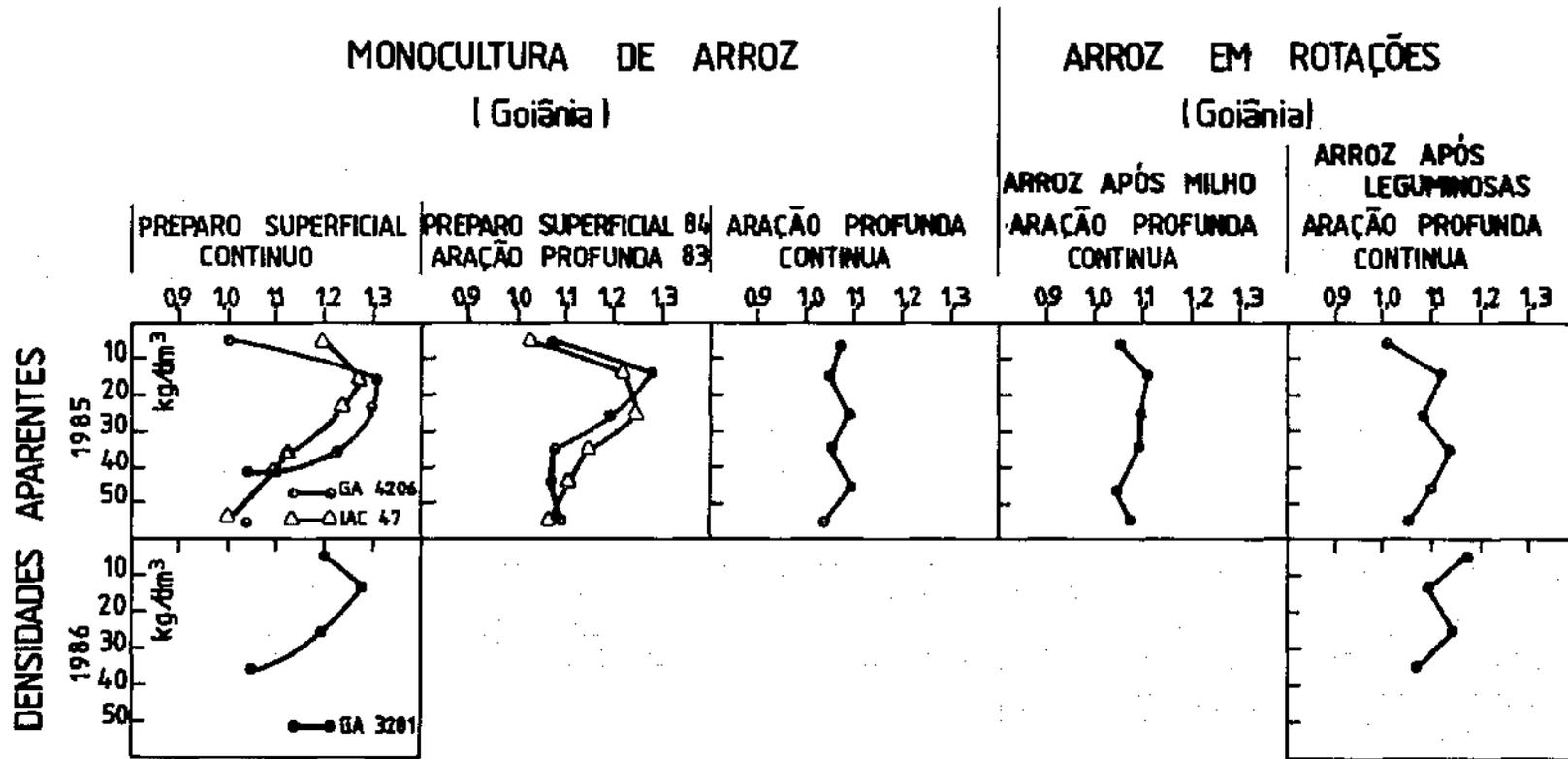


Fig. 8. Efeito do modo de preparo do solo e rotação de culturas sobre a densidade aparente do solo.

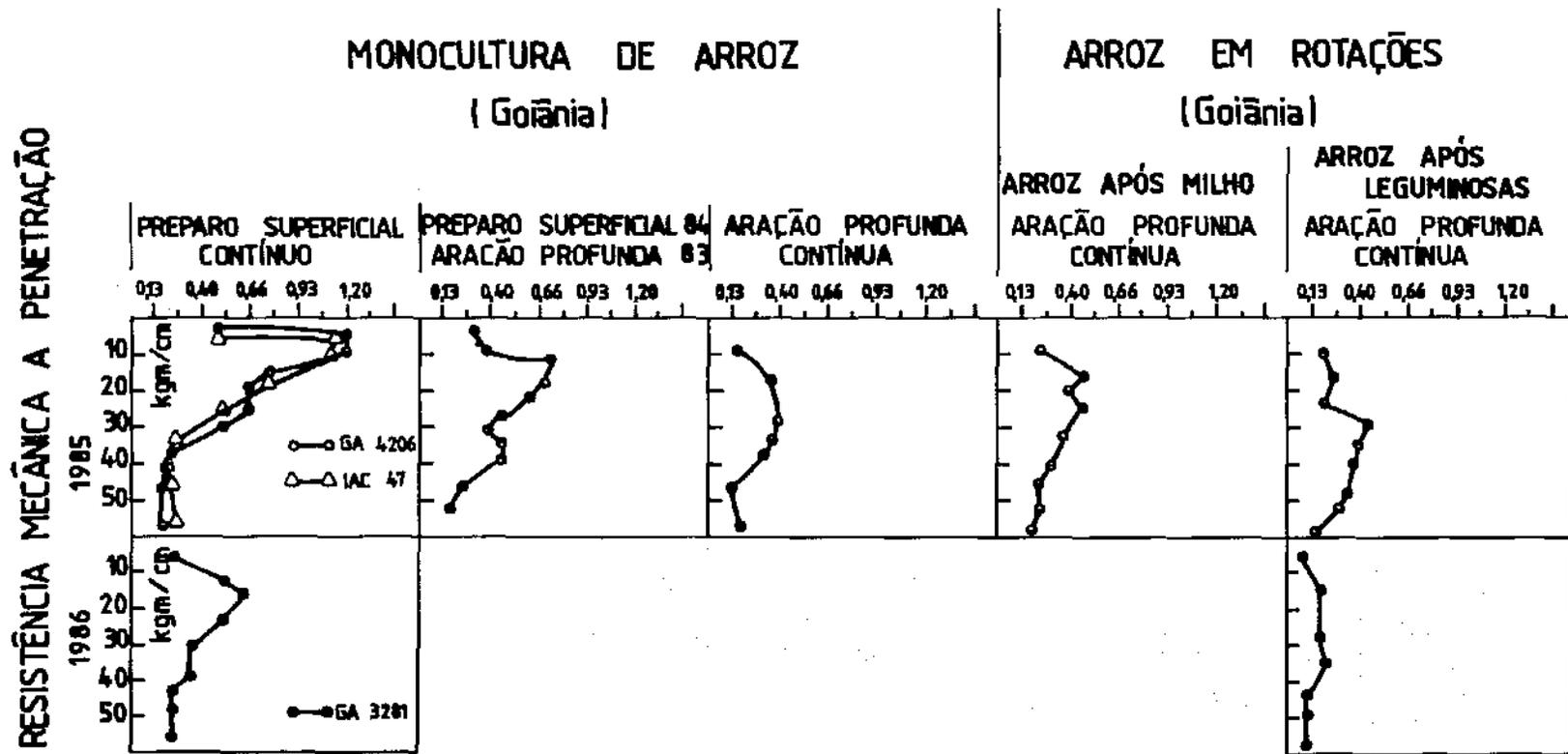


Fig. 9. Efeito de modos de preparo do solo e rotação de culturas sobre a resistência à penetração.

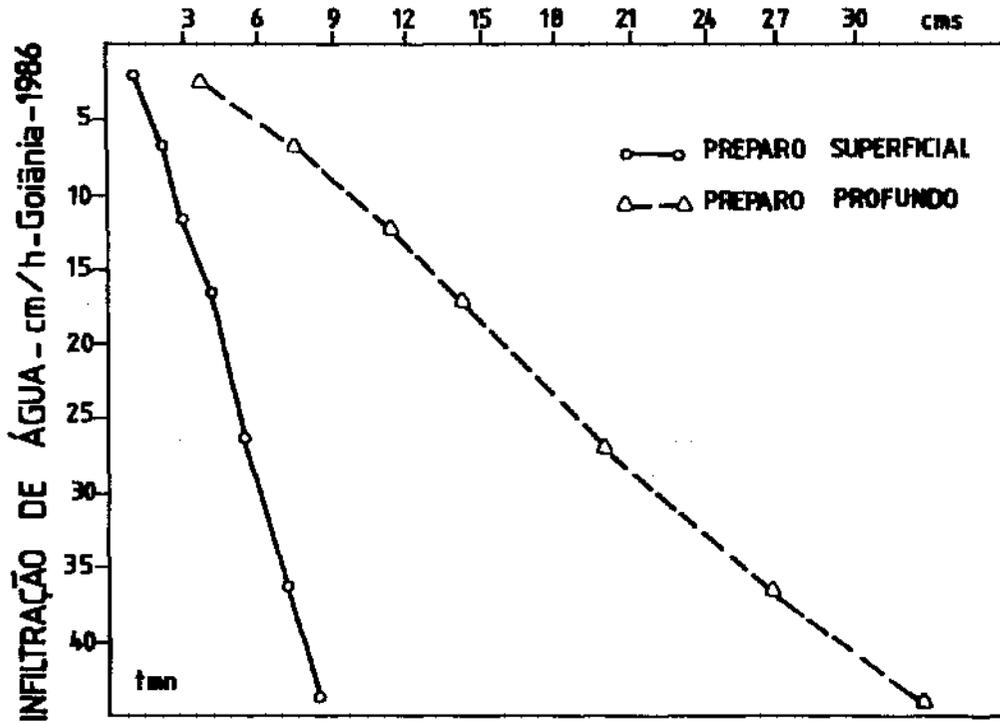


Fig. 10. Velocidade de infiltração de água em dois modos de preparo do solo.

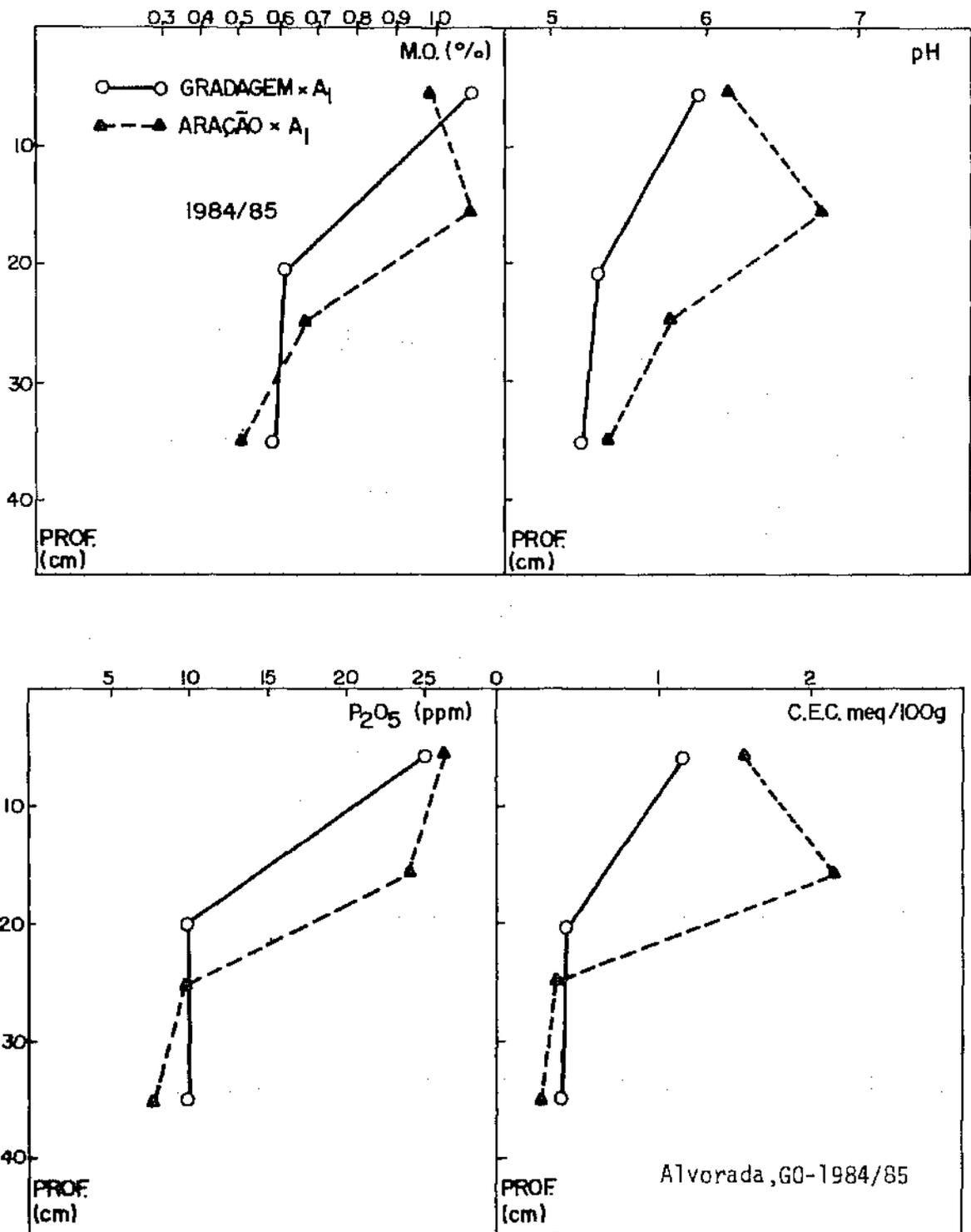


Fig. 11. Efeito do modo de preparo do solo sobre a distribuição de matéria orgânica, pH, P e CTC, no perfil de solo.

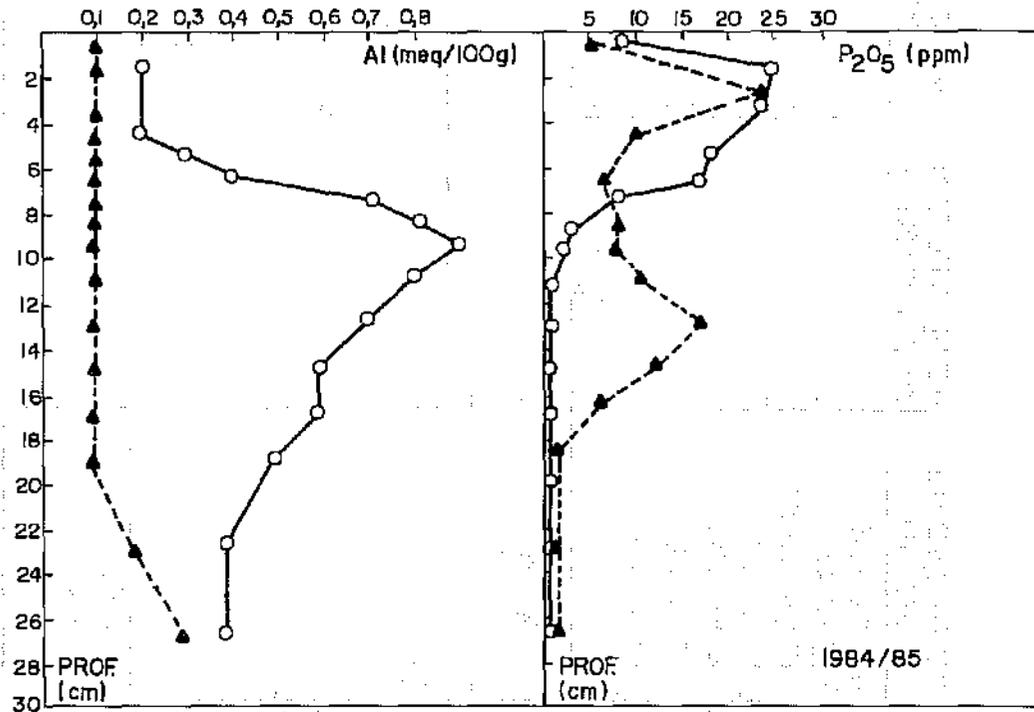
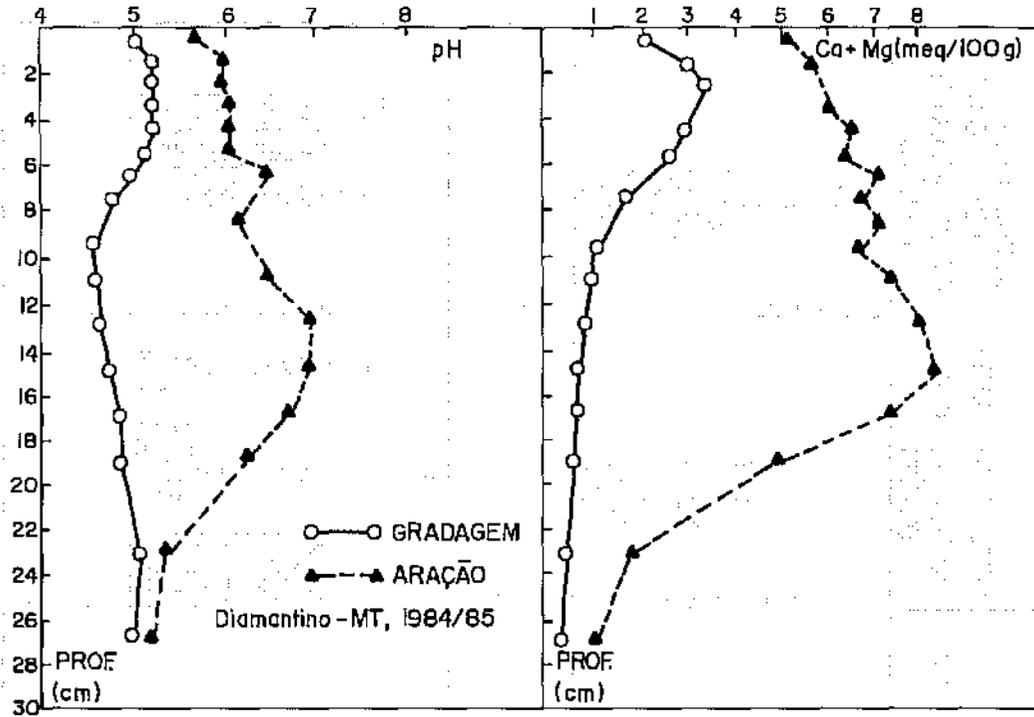


Fig. 12. Efeito do modo de preparo do solo sobre a distribuição do pH, Ca, Mg, Al e P no perfil do solo.

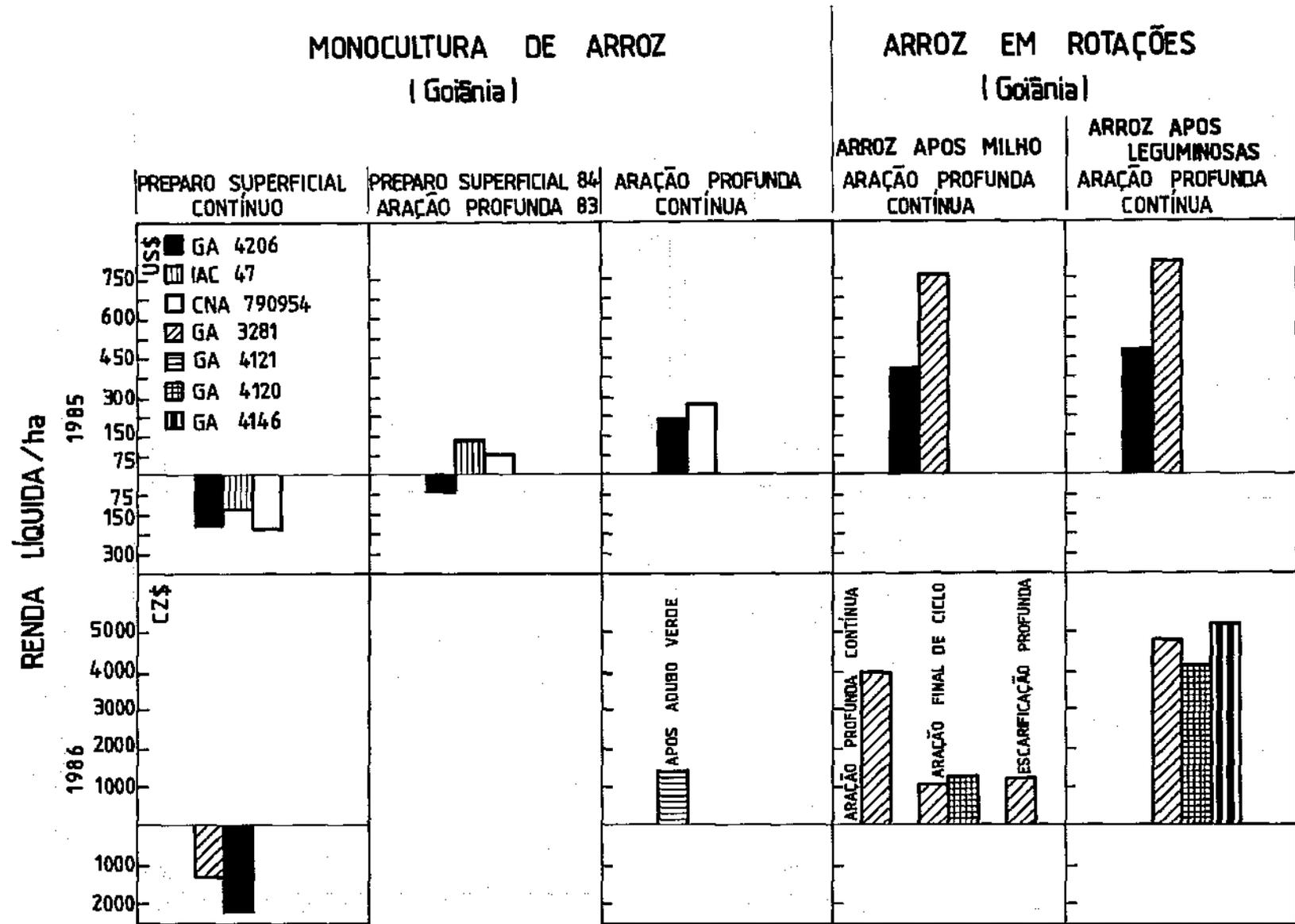


Fig. 13. Efeito de modos de preparo do solo e rotação de culturas na rentabilidade do arroz de sequeiro.