

Manejo de Solo de Várzea para Arroz Irrigado na Amazônia Brasileira Central

M.S. Cravo¹ e T.J. Smyth²

INTRODUÇÃO

O Estado do Amazonas possui cerca de 24,8 milhões ha de várzea distribuídos ao longo dos seus inúmeros cursos de água, notadamente às margens do Rio Solimões e seus afluentes principais. Estas áreas são consideradas **áreas para exploração com culturas anuais (BRASIL, 1979). São áreas anualmente sujeitas a inundações por períodos mais ou menos curtos, através das quais são registrados novos aportes de material sedimentar, particularmente nos chamados rios de "água barrenta", a exemplo do Solimões. São diferenciados dois tipos de várzea de acordo com a respectiva posição em relação à calha do rio: várzeas altas, também chamadas de "restingas", localizadas mais próximas às margens do curso d'água, e várzeas baixas, situadas mais afastadas das margens. As primeiras apresentam melhor drenagem e são cultivadas com mais intensidade com culturas anuais. Quanto às várzeas baixas, apresentam problemas de drenagem, sendo menos utilizadas. O regime de enchentes dos rios é anual e as cotas mais elevadas ocorrem, normalmente, de abril a agosto (Figura 1). Ainda assim, permite o cultivo dessas terras durante oito meses. Contudo, em muitos anos, a enchente não atinge as várzeas altas, prolongando-se o período de cultivo. Isso normalmente ocorre, na região próxima de Manaus, quando a cota da enchente não ultrapassa 27 metros.**

Os principais solos encontrados nas áreas de várzea são os Aluviais, além do Gley Húmico e Gley Pouco Húmico, eutróficos ou distróficos (Cochrane & Sanchez, 1982; Correa & Bastos, 1982). Traços marcantes desses solos são o seu hidromorfismo e sua melhor fertilidade. As características hidromórficas decorrem dos períodos relativamente longos de permanência sob condições próximas da saturação com água, decorrentes não só de sua posição relativa na paisagem como também das suas características físicas como textura argilosa, ou franca, estrutura fraca, alta capacidade de retenção de água e baixa permeabilidade. Essas características são favoráveis ao sistema de irrigação por inundação, com alta eficiência de uso de água, significando economia de energia para irrigação. Acrescente-se a isto um relevo geralmente plano, significando uma menor demanda de investimentos para a sistematização do terreno.

A fertilidade natural dos solos de várzea é, em geral, superior a dos solos de terra firme. Estudos realizados

por Correa & Bastos (1982) mostraram valores de saturação de bases que variavam de médios a altos, baixa saturação de Al e elevados teores de P e K. Mais recentemente, análises dos solos de várzea do Rio Solimões demonstraram haver altos teores de P, K, Ca e Mg e baixos teores de Al e N total (Cravo & Smyth, 1986), sendo, contudo, propícios para cultivos anuais. Semelhantes características foram identificadas em várzeas de Yurimaguas, Peru (Arevalo, 1986) onde vem sendo desenvolvido o programa de arroz irrigado pelo INIAA para a Amazônia Peruana. Através desse programa vem sendo confirmada a preconização feita por Sanchez & Benites (1983) de que a opção mais atrativa para uso desses solos é com arroz irrigado, com possibilidades de serem obtidas duas ou mais colheitas por ano, com produtividade média de 5 t/ha/colheita.

No Estado do Amazonas a atividade arrozeira é quase que exclusivamente no sistema de sequeiro, tanto em terra firme como em várzea, embora as várzeas apresentam solos com boas características físicas e químicas e de haver grandes mananciais de água para irrigação. No Estado do Pará existem estudos com arroz irrigado, porém, devido ao regime de inundação ser diferente naquela região, os resultados não podem ser extrapolados, em seu todo, para o Estado do Amazonas.

De acordo com Arevalo (1986), existem duas alternativas para aumentar a produção de arroz no Peru: a) incorporar novas áreas ao processo produtivo e b) aumentar a produtividade, através do uso de tecnologia existente no país, para o sistema de cultivo do arroz com irrigação. Este ponto de vista é perfeitamente aplicável para as condições do Estado do Amazonas, considerando a extensão e qualidade dos solos das várzeas que possui. Devido a inexistência de tecnologia apropriada para uso desse sistema no Amazonas, a produtividade média de arroz no Estado gira em torno de 3,5 a 4 t/ha, em várzeas sem irrigação, não permitindo mais de um cultivo ao ano (EMBRAPA, 1981, 1984). O objetivo deste estudo foi

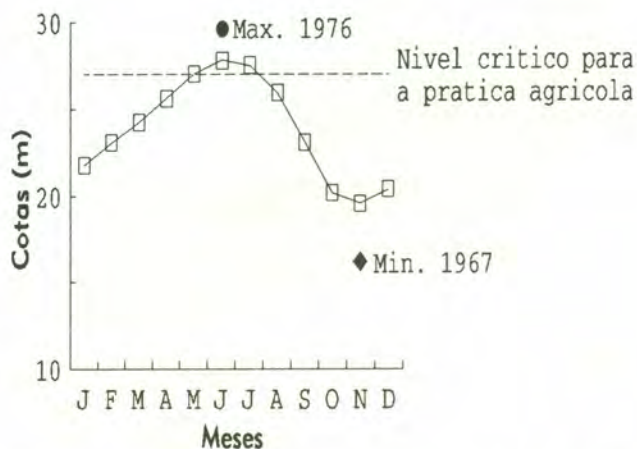


Figura 1. Médias mensais de cotas de enchente do Rio Negro, no porto de Manaus - período de 1966-1989 (Fonte: PORTOBRAS, dados não publicados).

¹ Pesquisador da EMBRAPA-CPAA, Caixa Postal 455, 69.000, Manaus, Amazonas, Brasil.

² Professor do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Estadual de Carolina do Norte (USA), Raleigh, NC 27695-7619.

Tabela 1. Características físicas de um perfil de Aluvial Eutrófico onde foi instalado o experimento.

Profundidade cm	Argila Silte Areia			Densidade		Porosidade	
	-----%-----			Apar.	Real	Micro	Macro
				--g/cm ³ --		---%---	
0-8	23	66	11	0,93	2,67	41	31
8-24	19	62	19	1,47	2,54	44	12
24-41	17	57	26	1,59	2,55	45	7
41-81	13	53	34	1,65	2,51	41	8
81-120	13	59	28	1,50	2,46	42	12

obter informações básicas sobre a cultura do arroz irrigado por inundação, para as áreas de várzeas do Estado do Amazonas, com ênfase sobre a definição de sistemas de manejo do solo, da água de irrigação e da cultura em si que permitam a obtenção de maiores produtividades de grãos.

MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades de campo deste trabalho tiveram início em março de 1987 com a escolha da área e descrição do perfil do solo (Tabelas 1 e 2). O solo foi classificado como Aluvial Eutrófico, franco siltoso. A área do experimento fica localizada no Campo Experimental do Caldeirão, da EMBRAPA-CPAA, à margem esquerda do Rio Solimões, a 50 km a oeste de Manaus. O clima foi classificado como Af_i, tropical, quente e úmido (Goes Ribeiro, 1976). A média anual de precipitação é de 2.460 mm e a temperatura média anual é de 25,7° C (EMBRAPA, 1987).

O desmatamento foi feito manualmente seguido da queima e retirada dos restos vegetais. O destocamento foi feito com trator de rodas equipado com lâmina frontal. Devido ao declive da área e para facilitar o nivelamento, fez-se a divisão em três patamares paralelos ao leito do rio. As taipas ou camaleões foram erguidos com arado de disco passado em dois sentidos e complementados manualmente. O nivelamento das parcelas foi feito manualmente com enxada.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram aplicados

Tabela 2. Capacidade de retenção de água no perfil de Aluvial Eutrófico onde foi instalado o experimento.

Profundidade cm	Tensão (bars)				Total
	0,1-0,3	0,3-1,0	1,0-2,0	2,0-10,0	
	-----retenção de água, mm-----				
0-15	24	11	10	11	56
15-30	28	13	12	12	65
30-45	33	13	12	12	70
45-60	37	12	12	10	71
Total	122	49	46	45	262

em parcelas subdivididas. Nas parcelas foram aplicados os tratamentos de sistema de cultivo: a) sequeiro, b) irrigado sem enlameamento e c) irrigado com enlameamento. No tratamento sequeiro o solo foi preparado somente com rotovalor. No tratamento sem enlameamento o preparo foi feito com rotovalor a uma profundidade de 15cm e, depois de plantado, recebeu irrigação com uma lâmina d'água de 15cm. No tratamento com enlameamento, após a rotovalação a seco, colocou-se água até a completa saturação e, por mais três vezes passou-se o rotovalor a uma profundidade de 15cm, para destorramento do solo e formação de lama, a fim de diminuir a perda de água por infiltração. Após o plantio esse tratamento recebeu uma lâmina d'água de 15cm.

Nas subparcelas (6x3m), no primeiro cultivo, estudou-se alternativas de semeio: a) a lanço com densidades de 100 e 150 kg de sementes/ha, b) com espeque nos espaçamentos de 20x20 e 30x30cm, e c) transplantio com os mesmos espaçamentos. Em virtude da impraticabilidade do transplantio no tratamento sequeiro, bem como dos demais tratamentos de semeio nos tratamentos com irrigação, decidiu-se modificar os subtratamentos para o segundo cultivo visando comparar densidades de semeio. Assim no tratamento de sequeiro estudou-se o plantio com espeque nos espaçamentos de 20x20 e 30x30cm. Nos tratamentos com irrigação estudou-se o método de transplantio, nos mesmos espaçamentos. Nesse cultivo foi aplicada uma dose de 100 kg de N/ha, aos 49 dias após o plantio, em todas as parcelas. No terceiro cultivo decidiu-se utilizar, como subtratamento, somente o espaçamento de 20x20cm com cinco níveis de N (0, 20, 40, 60, 80 e 100 kg/ha) aplicados a lanço, como uréia ao transplantio, nos tratamentos com irrigação e aos 30 dias após o plantio, no tratamento de sequeiro. No tratamento sequeiro fez-se o plantio com espeque e, nos tratamentos irrigados, fez-se o transplantio.

Em todos os plantios utilizou-se sementes pré-germinadas da variedade BR IRGA 409, amplamente usada no Rio Grande do Sul. No sequeiro o plantio foi feito por ocasião do semeio da sementeira. O transplantio nos dois cultivos iniciais foi realizado entre 20 e 30 dias após o semeio na sementeira, utilizando-se 4-6 plantas por cova. No terceiro cultivo fez-se o transplantio aos 30 dias, no tratamento sem enlameamento e aos 45 dias após o semeio da sementeira, no tratamento com enlameamento. Nos três cultivos o fornecimento de água aos tratamentos com irrigação era feito quando notava-se o nível cair a 5cm. A irrigação foi suspensa por cinco dias no período de perfilhamento e cinco dias antes da colheita.

Número de perfilhos, número de panículas e peso de grãos das panículas foram medidos no segundo e terceiro cultivos em duas áreas de 1 m², tomadas ao acaso, dentro de cada subparcela. Em todos os cultivos foram tomadas amostras de solo (0-20cm) e de folhas no período de lançamento de panículas. Utilizou-se o extrator Mehlich 1, na proporção de 1:10 solo-solução e 5 minutos de agitação, para a extração de P, K, Mn, Zn e Cu do solo.

Cálcio, Mg e Al trocáveis foram extraídos com KCl 1N. As amostras foliares foram digeridas por uma mistura de H₂SO₄ e H₂O₂. Potássio foi determinado por fotômetro de chama, P por colorimetria, Al por titulação e Ca, Mg, Cu, Mn e Zn por absorção atômica. Na colheita foram tomados pesos de grãos a 13% de umidade, peso de restos culturais e subamostras para análise dos teores de nutrientes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rendimento de Grãos

Os dados de produção de grãos do primeiro cultivo encontram-se na Tabela 3. Em todos os sistemas de cultivo e métodos de plantio as produtividades foram inferiores às obtidas na Amazônia Peruana (Arevalo, 1986). Contudo, esses dados mostram que houve uma consistente vantagem ao uso de alta população de plantas em todos os sistemas de cultivo, tal como observado no Peru (Sanchez, 1972). Entre os métodos de plantio observa-se, também, que o transplantio foi o menos produtivo em todos os sistemas de cultivo e pode estar ligado aos seguintes fatos:

a. No sistema de sequeiro, um atraso no desenvolvimento das plantas e um baixo número de perfilhos.

Tabela 3. Produção de grãos e análise foliar de arroz em função de efeitos médios do sistema de cultivo e método de plantio no primeiro cultivo do experimento - 1988.

Sistemas De Cultivo	Métodos De Plantio	Rend. Graos t/ha	Análise Foliar			
			N	P	K	Mn
			--%--	mg/kg		
Sistemas De Cultivo	Sequeiro	2.3	2.89	0.24	1.28	248
	Irrig. e Enlameado	2.3	2.34	0.24	0.99	839
	Irrig. sem Enlamear	2.7	2.34	0.24	0.96	646
	DMS 0,05	0.3	0.35	NS	0.14	283
Métodos De Plantio	Lanço 100	2.3	2.24	0.24	0.95	640
	Lanço 150	2.6	2.19	0.22	0.93	773
	Transplantio 20x20	2.1	2.58	0.24	1.25	373
	Transplantio 30x30	1.8	2.94	0.26	1.33	392
	Espeque 20x20	3.2	2.34	0.21	0.92	781
	Espeque 30x30	2.6	2.61	0.26	1.06	552
	DMS 0,05	0.6	0.28	0.03	0.10	186

Tabela 4. Dados de produção e características de crescimento de arroz no segundo plantio do experimento - 1989.

Sistema De Cultivo	Espaçamento cm	Rendimento		Perfilhos	Panículas	Perf. Produt. %
		Graos t/ha	Palha			
		--numero/m ² --				
Sequeiro	20x20	2.0	5.0	227	134	59
	30x30	4.1	6.3	212	148	70
Media		2.9	5.6	220	140	64
Irrigado com Enlameamento	20x20	4.2	6.0	249	181	73
	30x30	3.7	7.6	191	151	79
Media		3.9	6.8	220	166	75
Irrigado sem Enlamear	20x20	4.0	5.9	179	120	67
	30x30	3.6	4.5	189	125	66
Media		3.8	5.1	184	122	66
Média por Espaçamento						
20x20		3.4	5.6	218	145	67
30x30		3.7	6.1	196	141	72
DMS 0,05						
Sistema de Cultivo		NS	NS	NS	NS	16
Espaçamento		NS	NS	NS	NS	NS
Sist.x Espaçamento		1.0	NS	NS	NS	NS

b. Nos sistemas irrigados, sintomas visuais de carência de N para as plantas. Esses sintomas não foram observados no sistema de sequeiro e ocorreu em menor intensidade nos outros métodos de plantio.

A menor incidência de deficiência de N nos métodos de semeio a lanço e espeque pode ter sido em consequência das irrigações terem iniciado oito dias após o semeio. Essas irrigações eram feitas na parcela principal, incluindo subparcelas para o transplantio. No momento do transplantio já haviam 12 dias de irrigações e as plantas transplantadas possivelmente sofreram maior carência de N do que as do semeio a lanço e espeque.

Em todos os sistemas de cultivo a maior produção foi obtida com o plantio por espeque. Esse método de plantio supera o semeio a lanço por assegurar melhor distribuição de plantas e evitar perdas de sementes por fortes chuvas e animais. Entre os sistemas de cultivo, o menos produtivo foi o sequeiro, devido principalmente a baixa produtividade com o transplantio. Entre os sistemas de cultivo com irrigação, a menor produção com enlameamento do que sem enlameamento pode estar relacionado ao processo de enlameamento não ter sido completo. Consequentemente, não serviu para reter água, mas pode ter restringido o sistema radicular. Durante os oito dias iniciais sem irrigação, as parcelas com enlameamento formaram uma crosta na superfície do solo, apresentando fendilhamento.

Os dados de produção do segundo cultivo encontram-se na Tabela 4. O sistema de cultivo de sequeiro continuou sendo o menos produtivo. A maior produção para o sistema irrigado com enlameamento está relacionado com maior número de panículas. Contudo não houve diferença significativa entre sistemas de cultivo ou espaçamento para rendimento de grãos. Obteve-se maiores rendimentos no segundo que no primeiro cultivo.

Tabela 5. Produção e características de crescimento de arroz no terceiro cultivo do experimento (1990) em Manaus.

		Rend. Graos	Per-Filhos	Pani-Culas	Graos/Panic.
		t/ha	--no./m ² --		g
Sistema De Cultivo	Sequeiro	2.8	217	183	1.8
	Irrig. & Enlameado	3.0	233	152	2.3
	Irrig. s/Enlamear	1.9	147	134	1.7
	DMS 0,05	NS	31	21	
Contrastes	Seq. x Irrig.	NS	NS	*	
	Sem enlamear x outros	*	**	**	
Nível De N (kg N/ha)	0	2.2	174	142	1.8
	20	2.4	194	155	1.9
	40	2.6	184	153	2.0
	60	2.5	204	157	1.9
	80	2.9	220	165	1.9
	100	3.0	218	165	2.0
	DMS 0,05	NS	NS	NS	
Contrastes	0N x outros	*	*	NS	
	20x40,60,80,100	NS	NS	NS	
	40x60,80,100	NS	*	NS	
	60x80,100	NS	NS	NS	
	80x100	NS	NS	NS	

Essa melhoria pode estar relacionado ao uso de 100 kg de N/ha no segundo plantio.

Os rendimentos no terceiro cultivo, quando comparados com os obtidos no Peru (Arevalo, 1986), continuam inferiores (Tabela 5). Observou-se efeito significativo entre os sistemas de cultivo para número de perfilhos e panículas. A análise de contrastes indicou que o número de perfilhos, panículas e o rendimento de grãos para o sistema irrigado e sem enlameamento foi inferior aos demais sistemas de cultivo. Entre os tratamentos de N detectou-se um aumento no número de perfilhos com a aplicação de N, não havendo resposta a doses maiores que 60 kg de N/ha.

Embora não tenha havido resposta em rendimento ao N pode-se observar algumas tendências entre os sistemas de cultivo (Figura 2). Com 20 kg de N/ha, a produção no sistema irrigado com enlameamento aumentou em mais de 1 t/ha em relação ao nível zero de N. Com níveis mais altos de N, os aumentos em produção foram muito pequenos. Por outro lado, os acréscimos em rendimento entre cada incremento de N aplicado no sistema irrigado sem enlameamento foram menores, com uma resposta máxima de 0,8 t/ha entre os níveis de 0 e 100 kg de N/ha. Esses resultados sugerem que o enlameamento melhorou a eficiência do uso de fertilizante nitrogenado, em sistemas de cultivo com irrigação. Talvez esteja relacionado com a redução do N perdido por lixiviação.

Análise de Solo e Planta

Na Tabela 6 são comparadas algumas características

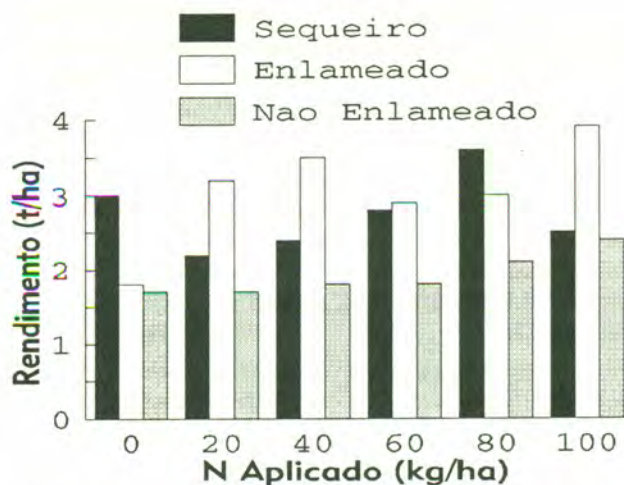


Figura 2. Rendimento de grãos de arroz em função de níveis de N e sistemas de cultivo. Terceiro plantio do experimento (1990).

químicas do solo em amostras tomadas antes do desmatamento, na época de plantio do primeiro cultivo e no estágio de floração do primeiro cultivo. São incluídas somente as médias das 72 parcelas porque não houve diferença entre tratamentos. Constata-se que os valores de K e P diminuíram enquanto que o Mn aumentou com o tempo após o desmatamento. A diminuição em K pode estar relacionado com perdas por lixiviação após a aração, gradagem, exposição às chuvas, enlameamento e inundação. Era de se esperar uma reação oposta para o P, uma vez que a inundação e redução do solo aumenta a disponibilidade deste elemento (Moraes, 1973; De Datta, 1981). O aumento do Mn era esperado, uma vez que, com a inundação ocorre a redução de Mn⁺⁴ à forma Mn⁺² que é mais solúvel (De Datta, 1981).

Os dados de análise foliar do primeiro cultivo (Tabela 3) sugerem que a lixiviação de nutrientes pode ter ocorrido com a irrigação. Embora os rendimentos com irrigação tenham sido superiores aos de sequeiro, os teores de N e K nos tratamentos com irrigação foram inferiores aos observados no tratamento de sequeiro. Os menores níveis de N e K nas folhas nos tratamentos irrigados podem ter sido ocasionados pela alta frequência de irrigação no primeiro cultivo (mais de uma vez na maioria dos dias), havendo suficiente percolação para lixiviar o N e manter o K em baixos níveis na solução do solo. Esses resultados reforçam a importância de melhorar o preparo do solo para receber irrigação, a fim de evitar a percolação da água e, conseqüentemente a perda de nutrientes.

PLANOS PARA O FUTURO

Devido aos problemas enfrentados e à falta de experiência da equipe para tais trabalhos na Amazônia Central, será solicitada uma prorrogação deste projeto por mais três anos. Objetiva-se refinar a tecnologia com

Tabela 6. Análise de solo (0-20cm) antes do desmatamento comparado com amostras na época de plantio e floração do primeiro cultivo de arroz.

Época	pH	Ca	Mg	K	Al	P	Cu	Mn	Zn
		---- cmol(+)/L----				----- mg/kg-----			
Antes	6.0	7.6	2.3	0.27	0.2	135	5	44	6
Plantio	5.6	8.2	2.3	0.19	0.2	82	7	104	10
Floração	5.6	8.2	2.3	0.21	0.2	74	7	103	11

adaptações à região. Devese conciliar a sequência de plantios com os períodos de enchentes, a fim de aumentar a eficiência de utilização da terra e a produção/ha/ano. A média de plantios neste experimento ainda não passou de 1,5/ano, enquanto que no Peru já atinge uma média de 2,5 plantios/ano (Arevalo, 1986). A cultivar BR IRGA 409, em uso atual no experimento, foi desenvolvida no sul do país. Será efetuado uma seleção de cultivares adaptáveis à região buscando maior produtividade. Tem-se observado que o uso de enlameamento aumenta a eficiência de uso de água e diminui as perdas de N por lixiviação. A implantação de um experimento com maior dimensão permitirá melhor manuseio do trator, buscando melhorar o processo de enlameamento.

Um dos problemas verificado na várzea é a alta incidência de ervas daninhas. O controle manual consome mão-de-obra e é prejudicial ao sistema radicular das plantas. Com o uso de herbicidas ficam algumas interrogações quanto aos seus produtos, onde vão e quais os seus efeitos quando se incorporam ao ecossistema local. Atualmente não existe, na EMBRAPA em Manaus, pesquisador com conhecimentos sobre este assunto.

LITERATURA CITADA

Arevalo, L. Manual de Producción de Arroz Bajo Riego Para La Selva Baja del Peru - Trabalho apresentado no "ITaller Latinoamericano sobre Manejo de Suelos Tropicales" realizado em Yurimaguas - Peru, no período de 31 de Agosto a 21 de Setembro de 1986. Mimeografado, 45p. 1986, s.n.t.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. Aptidão Agrícola das Terras do Amazonas, Brasília, BINAGRI, 1979. 142p. (BINAGRI. Estudos Básicos para Planejamento Agrícola das Terras, 12).
- Cochrane, T.T. & Sanchez, P.A. Land resources, soil and their management in the Amazon region: a state of knowledge report. *En* HECHT, S.B. (ed.) Amazonia - agriculture and land use research. Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. Cali, Colômbia. 1982. p.137-209.
- Correa, J.C. & Bastos, J.B. Os solos das várzeas do Paraná dos Ramos (município de Barreirinha - AM) e sua fertilidade. Manaus, EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1982. 26p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus, Boletim de Pesquisa, 1).
- Cravo, M.S. & Smyth, T.J. Adubação nitrogenada para milho em várzeas do rio Solimões - Estado do Amazonas. In XVII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Resumos. p.51, 1986.
- De Datta, S.K. Principles and practices of rice production. John Wiley & Sons, Inc. New York, N.Y., 618p., 1981.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Relatório Técnico Anual da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus. 1980. Manaus. EMBRAPA-UEPAE de Manaus. 1981. 377p.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Relatório Técnico Bial da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus - 1982-83. 1984. Manaus. EMBRAPA-UEPAE de Manaus. 1981. 360p.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária.- Unidade De Execução De Pesquisa De Âmbito Estadual De Manaus, AM. Boletim Agrometeorológico 1985. 25p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Boletim Agrometeorológico, 6), 1987.
- Goes Ribeiro, M.N. Aspectos climatológicos de Manaus. Acta Amazônica 6:229-233, 1976.
- Moraes, J.F.V. Efeitos da inundação do solo, I - influência sobre o pH, o potencial de óxido redução e a disponibilidade de fósforo no solo. *Pesq. Agropec. bras. Ser. Agron.* 8:93-101. 1973.
- Sanchez, P.A. Tecnicas agronomicas para otimizar el potencial productivo de las nuevas variedades de arroz en America Latina. Reimpresso de la publicación: Politicas Arroceras en America Latina. CIAT-Cali, Colombia, p.26-43, 1972.
- Sanchez, P.A. & Benites, J.R. Opciones tecnologicas para el manejo racional de suelos en la Selva Peruana. Instituto Nacional de Investigacion y Promocion Agropecuaria/ North Carolina State University - CIPA XVI - Estacion Experimental de Yurimaguas - Programa de Suelos Tropicales - Serie de Separatas n°6, 68p. 1983.