

MELHORAMENTO GENÉTICO DO ARROZ DE SEQUEIRO
(*Oryza sativa* L.) NO ESTADO DO PARANÁ
DE 1975 A 1989

NELSON SALIM ABBUD
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. ROLAND VENCOVSKY

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Junho de 1991

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - FCLQ/USP

Abbud, Nelson Salim
A134m Melhoramento genético do arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.) no Estado do Paraná de 1975 à 1989. Piracicaba, 1991.
 p. 141

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Arroz de sequeiro - Ganho genético 2. Arroz de sequeiro - Melhoramento 3. Arroz de sequeiro - Resistência à seca 4. Genética quantitativa I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.18

Dedico este trabalho:

À memória do professor SILVIO STARLING BRANDÃO, mestre inesquecível, de quem recebi os primeiros ensinamentos sobre a cultura do arroz, cuja dedicação ao ensino e diálogo maduro com seus alunos ficaram em minha lembrança.

À memória do agricultor HORÁCIO MONTANINI, velho amigo e vizinho de roça em Inhumas, Goiás, uma grande figura humana que da convivência com sua visão de mundo foram para mim uma lição de vida que recebi dessa pessoa, a mais pura expressão de si mesmo, de seu coração limpo e generoso.

Ao pesquisador RICARDO JOSÉ GUAZZELLI, com quem realizei meu primeiro aprendizado em pesquisa, durante estágio na "Estação Experimental de Patos de Minas" em 1963, onde encontrei um dos melhores pesquisadores do Brasil que com sua dedicação e amizade nos cativou.

Aos colegas do IAC, Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, Campinas, onde iniciei na pesquisa, cuja convivência num ambiente científico criado pela excelência foi meu alicerce como pesquisador.

Pelo exemplo, com admiração.

AGRADECIMENTOS

Foram muitas as pessoas às quais somos devedores e queremos manifestar aqui nossa gratidão, não tendo no entanto, nenhuma responsabilidade pelos erros que aqui cometemos:

Aos professores do curso que muito contribuíram para nosso aprimoramento, como também criando um ambiente propício ao conhecimento científico.

Ao professor Roland Vencovsky pela orientação competente e objetiva, dedicação e amizade, cujo procedimento através das reuniões semanais com os orientados transformou esse grupo, não só de crescimento científico mas também de ajuda mútua pelo companheirismo criado.

Aos colegas de curso pela amizade e compreensão no convívio durante esses anos em Piracicaba e em especial ao Cosme Damião Cruz, da UFV, pelo despreendimento e inestimável ajuda que prestou, não só a mim como a todos.

Ao colega do IAPAR Luiz Osvaldo Colasante, responsável pela quase totalidade dos dados dos ensaios aqui utilizados, cuja valiosa colaboração foi imprescindível para realização desse trabalho como também pelo companheirismo de tantos anos juntos para o melhoramento do arroz.

Ao Getulio Damiani, técnico agrícola do IAPAR, que há muitos anos trabalha conosco, pela amizade e dedicação não deixando parar os inúmeros trabalhos, durante o período que estivemos em curso e também a todo pessoal sob seu comando.

Ao colega de curso Lindolph Storck, da UFSM, pela ajuda que prestou elaborando um "Software" para transformar e padronizar os dados em Kg/ha.

Ao colega do IAPAR Shigeo Shiki pela ajuda na redação do "summary".

Ao colega, do IAPAR, Nelson Fonseca Junior pela colaboração no uso do SAS na análise de variância dos ensaios cujas médias foram utilizadas na elaboração das tabelas 3,4 e 5.

Ao pesquisador do CNPsoja, José Francisco Ferraz de Toledo pela relevante ajuda nos cálculos utilizando o programa SAS, tendo dispensado preciosos fins de semana e feriados em atenção a nossa solicitação.

À colega de curso, Tereza L. Valle, do IAC, pela leitura da "primeira versão" deste trabalho, incentivo, sugestões e ajuda na procura de literatura pertinente que muito contribuiu para o segundo capítulo.

À Maria Luiza e aos nossos filhos, Eduardo, Daniel e Luiz Nelson, que durante esse longo tempo suportaram de maneira edificante, as consequências deste trabalho, no âmbito familiar, criado pela "síndrome da tese" e espero que isso possa servir como "um trampolim para um amor maior".

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xiii
RESUMO.....	xvii
SUMMARY.....	xix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Importância relativa do arroz, milho e mandioca, na dieta brasileira.....	2
1.2 Agricultura de fronteira e autosuficiência.....	2
1.3 Evolução da cultura no Paraná (Fim de um período).....	4
1.4 Objetivos do trabalho.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 Origem do arroz.....	8
2.2 Existência do arroz no Brasil antes de 1500.....	10
2.3 Originalidade do arroz de sequeiro.....	11
2.4 Riscos das lavouras de arroz e de outros cereais de verão.....	12
2.5. Um paralelo entre o sequeiro e o irrigado.....	15
2.6. Produtividade do sequeiro e do irrigado.....	16

2.7. O irrigado como alternativa proposta pelos governos.....	18
2.8 O arroz de sequeiro, uma realidade.....	19
2.9. Eficiência da pesquisa agrícola para o sequeiro e o irrigado.....	21
2.10 Pequeno histórico do melhoramento do arroz no Brasil.....	22
2.11 Fases do melhoramento de arroz.....	23
2.12 Melhoramento do arroz : as lições do passado.....	29
2.13 Melhoramento do arroz no Paraná; histórico.....	30
2.14 Período posterior à fundação do IAPAR.....	32
2.15 Período do melhoramento genético com hibridações.....	34
2.16 Melhoramento para resistência à seca no IAPAR.....	34
2.17 A resistência à seca como um desafio.....	35
2.18 Aspectos gerais da resistência à seca em arroz.....	36
2.19 Enfoques no melhoramento para resistência à seca.....	37
2.20 Resistência à seca, também uma questão semântica....	39
2.21 Parâmetros a alcançar ou superar.....	41
2.22 Perfilamento: um caráter polêmico.....	42
2.23 Metodologia de seleção para resistência à seca utilizada no IAPAR.....	44
2.24 Resistência à seca pelo mecanismo do escape.....	47
2.25 Resumo da estratégia de melhoramento em execução no IAPAR.....	48

2.26 Ganho genético, uma questão de importância prática.....	50
2.27 Ganhos obtidos para o arroz e outras culturas.....	51
2.28 Nova metodologia para se estimar o ganho genético.....	53
4.RESULTADOS.....	69
5.DISSCUSSÃO.....	74
6.CONCLUSÕES.....	83
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
8.TABELAS.....	98
9.FIGURAS.....	118

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Evolução da área (ha) cultivada com arroz no Estado do Paraná de 1947 a 1975..... 118
Figura 2	Evolução da produção total de arroz em casca (t) no período de 1947 a 1975 no Estado do Paraná..... 119
Figura 3	Evolução da produtividade em kg/ha de grãos de arroz em casca das lavouras no Estado do Paraná de 1947 a 1975..... 120
Figura 4	Evolução da área (ha) cultivada com arroz no Estado do Paraná de 1976 a 1989..... 121
Figura 5	Evolução da produtividade de grãos de arroz em casca (kg/ha) no período de 1976 a 1989 no Estado do Paraná..... 122
Figura 6	Evolução da produtividade de grãos de arroz em casca (kg/ha), média dos ensaios de arroz de sequeiro de 1976 a 1989 no Estado do Paraná..... 123

Figura 7	Evolução da produtividade de grãos de arroz em casca (kg/ha), média dos ensaios de arroz de sequeiro de 1976 a 1989 em Londrina.....	124
Figura 8	Evolução da área (ha) cultivada com arroz no Estado do Paraná de 1947 a 1988.....	125
Figura 9	Evolução da produtividade de grãos de arroz em casca (kg/ha), no Estado do Paraná de 1947 a 1988.....	125
Figura 10	Evolução da produção de arroz (t) no Estado do Paraná de 1947 a 1988.....	126
Figura 11	Evolução do efeito ambiental (médio anual) devido a anos, de 1977 a 1989, para o Estado do Paraná, estimado com dados dos ensaios de recomendação de variedades.....	127
Figura 12	Evolução do efeito acumulado de anos, de 1975 a 1989 para o Estado do Paraná, estimado com dados dos ensaios de recomendação de variedades.....	128
Figura 13	Evolução do efeito acumulado de anos, de 1975 a 1989 para o Londrina, estimado com dados dos ensaios de recomendação de variedades.....	129
Figura 14	Evolução do ganho genético acumulado (Gs), no período de 1977 a 1989 para Londrina.....	130

- Figura 15 Evolução do ganho genético acumulado (Gs), no período de 1977 a 1989 para o Estado do Paraná..... 131
- Figura 16 Evolução da produção total (t) de arroz em casca no Estado do Paraná em função da produtividade de grãos de arroz em casca de 1947 a 1989..... 132
- Figura 17 Evolução do ganho genético acumulado (Gsa), para o Estado do Paraná em relação a média dos ensaios do Paraná..... 133
- Figura 18 Gráfico representativo da estabilidade fenotípica de dois genótipos de arroz de sequeiro (IAPAR 9 e L81-74) pelo método CRUZ et alii (1989) em 15 ambientes (Paraná) nos anos de 1986 a 1989..... 134
- Figura 19 Gráfico representativo da estabilidade fenotípica de seis genótipos de arroz de sequeiro (IAPAR 9, IAC 164, L81-74, L80-132, A12-878, C6-23) pelo método de CRUZ et alii (1989) em 15 ambientes (Paraná) nos anos 1986 a 1989..... 135
- Figura 20 Gráfico representativo da estabilidade fenotípica de quatro genótipos em 18 ambientes (Estado do Paraná) nos anos 1982 a 1985 pelo método CRUZ et alii (1989)..... 136

- Figura 21 Gráfico representativo da estabilidade fenotípica de dois genótipos (Jaguary e IAC164) em 13 ambientes (Estado do Paraná) nos anos 1977/78, 1979/80 e 1987/88 pelo método de CRUZ et alii (1989)..... 137
- Figura 22 Gráfico representativo da estabilidade fenotípica de dois genótipos (IAC 164 e Batatais) em 13 ambientes (Estado do Paraná) nos anos 1977/78, 1979/80 e 1987/88 pelo método de CRUZ et alii (1989)..... 138
- Figura 23 Gráfico representativo da curva de regressão das produtividades de grãos de arroz em casca, médias anuais, das variedades IAC 164 e IAPAR9 no decorrer de 9 anos 1980 a 1989 (45ensaios e $r=0,9$)... 139
- Figura 24 Genealogia das variedades de arroz de sequeiro precoce: IAPAR 9 e IAC 164..... 140

LISTA DE TABELAS

	Página	
Tabela 01	Relação de locais, anos agrícolas e linhagens ou variedades com os respectivos códigos com que aparecem no período em estudo nos ensaios: Estado do Paraná, arroz de sequeiro.....	98
Tabela 02	Dados sobre os ensaios realizados de 1975 a 1989. Estado do Paraná, arroz de sequeiro.....	99
Tabela 03	Relação dos 64 ensaios de arroz de sequeiro e informações com as respectivas médias individuais e as anuais de produtividade de grãos: Estado do Paraná 1975 a 1989 (ano 1 a 14).....	100
Tabela 04	Médias anuais de produtividade de grãos por variedade ou linhagem, de 1975 a 1989 e as respectivas médias anuais gerais, dispostas de maneira a permitir uma visão gráfica dos tratamentos comuns e substituições, Estado do Paraná. Arroz de sequeiro.kg/ha.....	103
Tabela 05	Médias anuais de produtividade de grãos por variedade ou linhagem, de 1975 a 1989 e as respectivas médias anuais gerais, dispostas de maneira a permitir	

	uma visão gráfica dos tratamentos comuns e substituições. Londrina. Arroz de sequeiro. kg/ha.....	105
Tabela 06	Dados dos ensaios utilizados no cálculo do progresso genético (Gs) ponderado. Arroz de sequeiro, ciclo precoce. Estado do Paraná.....	107
Tabela 07	Dados dos ensaios utilizados no cálculo do progresso genético (Gs) ponderado. Arroz de sequeiro, ciclo precoce Londrina.....	108
Tabela 08	Estimativa do progresso genético (Gs) médio anual e outros parâmetros genéticos pelo método dos quadrados mínimos ponderados (QMP) para o Estado do Paraná de 1975 a 1989 e de 1975 a 1988. Arroz de sequeiro. (kg/ha).....	109
Tabela 09	Estimativa do progresso genético (Gs) médio anual e outros parâmetros genéticos pelo método dos quadrados mínimos ponderados (QMP) para Londrina de 1975 a 1989 e de 1975 a 1988. Arroz de sequeiro. (kg/ha).....	110
Tabela 10	Estimativa do ganho genético (Gs), para o Estado do Paraná e Londrina, pelo método direto, através dos ensaios comparativos de variedades, de 1987/88 (ano 13).....	111

- Tabela 11 Quadro da análise da variância conjunta dos ensaios comparativos de variedades de arroz de sequeiro, em 7 ambientes do Estado do Paraná, no ano 13 (1987/88): Jardim Alegre, Siqueira Campos, Paranavaí(2), Campo Mourão e Londrina (2). Dados utilizados no método direto.
- Tabela 12 Estimativa do ganho genético (Gs) no período de 1975 a 1989, para o Estado do Paraná e Londrina. Método dos quadrados mínimos ponderados (QMP). Arroz de sequeiro de ciclo precoce..... 113
- Tabela 13 Estimativa do ganho genético (Gs) no período de 1975 a 1988 método dos quadrados mínimos ponderados (QMP) e método direto (MD), para o Estado do Paraná e Londrina. Arroz de sequeiro de ciclo precoce..... 114
- Tabela 14 Modificações na composição dos tratamentos dos ensaios de 1975 a 1989 e participação (%) de linhagens do IAPAR. Arroz de sequeiro, Paraná..... 115
- Tabela 15 Valores de F e significâncias, de alguns ensaios de variedades de ciclo tardio como exemplo da interação genótiposxanos.

	Arroz de sequeiro, Estado do Paraná.....	116
Tabela 16	Ganhos genéticos estimados para o arroz e outras culturas, por várias metodologias expressos como Gs% por ano ou Gs% ao ano no período.....	117

MELHORAMENTO GENÉTICO DO ARROZ DE SEQUEIRO (*Oryza sativa* L.)
NO ESTADO DO PARANÁ DE 1975 A 1989

Autor: Nelson Salim Abbud

Orientador: Prof. Dr. Roland Vencovsky

RESUMO

A eficiência do programa de melhoramento do arroz de sequeiro do Estado do Paraná, Brasil, foi avaliada usando dados já disponíveis dos ensaios comparativos de produtividade de grãos de variedades, rotineiros do IAPAR, Instituto Agronômico do Paraná.

Foram usados dados dos 64 ensaios regionais, de recomendação de variedades, conduzidos pelo IAPAR, cobrindo um período de 14 anos, de 1975 a 1989.

Os resultados mostraram um ganho genético realizado total (Gst) de 19,03%, ou de 1,35% ao ano, correspondente a 436,8 kg/ha no período. Comparados aos obtidos com outras espécies como sorgo, milho e soja pode-se considerar esses ganhos satisfatórios, principalmente em relação aos outros dados disponíveis para o arroz de sequeiro.

Paralelamente, também, foi possível comparar estas estimativas indiretas com as obtidas pelo método direto ou seja comparando-se variedades antigas com novas, em grupos de ensaios no mesmo ano, obtendo-se resultados semelhantes.

Os valores encontrados (Gs) mostraram que o

programa de melhoramento de arroz de sequeiro do IAPAR, no Estado do Paraná, produziu resultados satisfatórios na obtenção de variedades mais produtivas, adaptadas e mais resistentes à seca.

GENETIC IMPROVEMENT, OF UPLAND RICE (*Oryza sativa* L.),
IN PARANA STATE, FROM 1975 TO 1989

Author: NELSON SALIM ABBUD

Adviser: Prof. Dr. ROLAND VENCOVSKY

SUMMARY

The efficiency of the upland rice breeding program of the Parana State, Brazil, was evaluated using data already available from the routine yield tests program of IAPAR, INSTITUTO AGONÔMICO DO PARANÁ.

Data from 64 yield trials for varietal recommendation covering a period of 14 years, from 1975 to 1989, were used.

Results showed a total realized genetic gain (Gst) of 19,03% or of 1,35% per annum, corresponding to 436.8 kg/ha. These gains may be considered satisfactory, specially if compared with other data available for upland rice, but also when compared with other species such as sorghum, maize and soybean.

Along with this methodology (indirect method), estimations of gains using the "direct method" (comparisons between old and new varieties, in the same environment), were also carried out and similar results, were obtained.

These results showed that IAPAR's upland rice

breeding program of Parana State, was efficient to obtain better yielding and adapted varieties and also drought resistance gains.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de arroz de sequeiro. Incluindo-se o irrigado, sua área total aproximada é de 5.900.000 ha com uma produtividade média em torno de 1.845 kg/ha. A produtividade das lavouras irrigadas é de 5,1 t/ha no Rio Grande do Sul e de 4,6 t/ha em Santa Catarina. Nas demais regiões onde o arroz tem expressividade, o sequeiro ocupa mais de 90% da área, com uma produtividade de 1.000 a 1.500 kg por ha (CARMONA et alii, 1990; LOPES, 1990; SANT'ANA et alii, 1990). O consumo per capita é de 70 kg/hab/ano, de arroz em casca, representando de 6,8% a 12% dos gastos dispendidos com alimentação nas diversas regiões do país, de julho de 74 a julho de 75. É necessário ressaltar que no Brasil o arroz é importante fonte de nutrientes, responsável por 12% a 25% do total de calorias e 8,4% a 16,9% das proteínas consumidas pela população brasileira (EMBRAPA, 1978 e TEIXEIRA et alii, 1990).

Hoje a espécie encontra-se difundida em todo o território nacional tendo como característica ser cultivada por grande número de pessoas e estabelecimentos agrícolas. Só no Maranhão mais de 300.000 famílias de agricultores plantam arroz, o que por si só é mais do que existe de rizicultores nos demais países da América Latina (TEIXEIRA et alii, 1990).

1.1. Importância relativa do arroz, milho e mandioca, na dieta brasileira

CASCUDO (1983) informa em História da Alimentação no Brasil que os portugueses chamam o arroz pelo nome dado pelos árabes, "arruz" (al roz?), e que trazendo-o da Índia, disseminaram-no por toda a orla marítima da África Oriental, passando a ser hábito das camadas mais altas das grandes cidades de influência árabe. Para o mesmo autor, o arroz no Brasil nunca se equiparou, em importância, ao milho e à mandioca sendo sempre suplementar, acompanhando a iguaria principal. Também CORALINA (1985) em sua Oração do Milho confirma essa percepção, não dando ao arroz a mesma importância dada ao milho.

1.2. Agricultura de fronteira e autosuficiência

A evolução da área plantada, de 1947 a 1975,

já mostrava uma tendência de decréscimo da mesma e também da produtividade, o que, no período, já era um alerta para o risco crescente de desabastecimento do país desse alimento básico para a população, juntamente com o feijão e a mandioca (SOARES et alli, 1990). Na safra de 1989/90, o Brasil perdeu a autosuficiência, gerando um déficit de 2 milhões de toneladas de arroz em casca que foi suprido pelos excedentes do ano anterior (BERALDO, 1990).

As causas principais para esse decréscimo de área, e também de produtividade, nesse período, ou mesmo um crescimento menos acentuado, segundo ABBUD (1987), estão relacionadas com o fato de a lavoura de sequeiro ser a desbravadora na abertura da fronteira agrícola, antecedendo o cultivo da soja ou pastagem, como acontece em Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Maranhão, estados esses responsáveis por boa parte da produção nacional de arroz de sequeiro. Acontece que, agora, essas fronteiras, uma após outra, vão se esgotando rapidamente.

Outro fator importante é que, para a cultura da soja hoje se dispõe de variedades passíveis de serem cultivadas nos cerrados recém "desmatados", sem necessidade de "amansá-los" primeiro com o arroz.

No caso das pastagens, o arroz era cultivado por dois anos consecutivos antes do plantio do capim. Hoje, o pasto pode ser formado em apenas um ano, com o uso de uma variedade de ciclo curto, consorciada com o pasto, sendo que após sua colheita, o mesmo já estará formado!

Tudo isso, aliado à política econômica adotada no país, carente de capital, está inviabilizando a existência de lavouras distantes dos centros consumidores, localizados no eixo Rio-São Paulo ressaltando-se: os preços altos do frete para levar os insumos e trazer os produtos, e ainda a falta de infra-estrutura de armazenamento e secagem, nessas áreas de fronteira. Em regiões como os estados de São Paulo e Paraná, onde já se esgotou a "fronteira agrícola", a maior parte da área de arroz ficou restrita às propriedades que praticam agricultura de subsistência.

As fazendas que cultivam soja, milho, algodão, e amendoim, por exemplo, hesitam em cultivar arroz de sequeiro pelo risco que o mesmo apresenta devido à seca. Se não fosse isso, este seria uma boa opção para as rotações de cultura (com pasto, soja, etc.) tão desejáveis do ponto de vista agrônomo.

Portanto, é fundamental para abastecer o país com arroz, que sua cultura seja viabilizada através de uma garantia mínima de produção, reduzindo-se os riscos aos níveis semelhantes aos que as culturas de soja e milho apresentam comparativamente.

1.3. Evolução da cultura no Paraná (Fim de um período)

Pelas razões expostas, a lavoura do arroz de

sequeiro apresenta uma evolução semelhante, em todas as regiões do país, repetindo-se os ciclos em função do esgotamento das antigas fronteiras agrícolas e abertura de novas.

No Estado do Paraná, repetiu-se o que já ocorreu no Estado de São Paulo : dos 750.000 ha cultivados com arroz de sequeiro em 1975, temos hoje apenas 160.000 ha (Figuras 1 a 10), o que corresponde a uma área média por propriedade de menos de 1 ha. Das 474.000 propriedades agrícolas que o Paraná possui, estima-se que cerca de 330.000 cultivam arroz.

Ao que tudo indica, essa área tenderá a permanecer nesse patamar, a exemplo do que ocorreu em São Paulo, onde a área cultivada há muitos anos tem permanecido, praticamente, a mesma.

Do ponto de vista do melhoramento genético, inicia-se também uma etapa inteiramente nova em que a cultura do arroz passa a ser uma alternativa dentro dos sistemas agrícolas de rotação de culturas com as existentes no Estado. Assim também seus objetivos precisam ser revistos e/ou confirmados e/ou redimensionados.

Nesse contexto de transição, ao iniciar-se uma nova etapa, nada mais natural do que examinar o trabalho feito, como também fazer uma avaliação crítica do mesmo.

A primeira coisa a saber é se os objetivos foram alcançados, mensurá-los a fim de avaliar sua eficiência e

vislumbrar os futuros procedimentos.

1.4. Objetivos do trabalho

O objetivo principal desse trabalho é o de quantificar o progresso genético realizado médio e ano a ano, no melhoramento da cultura do arroz de sequeiro para o Estado do Paraná, realizado pelo IAPAR, Fundação Instituto Agronômico do Paraná, no período de 1975 a 1989. Objetiva também obter informações adicionais de interesse dos melhoristas que contribuirão para futuras decisões, tendo em vista o aprimoramento dos programas de melhoramento dessa cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Por mais paradoxal que possa parecer, o arroz de sequeiro, apesar de fazer parte da vida nacional desde há muito, possui ainda facetas pouco conhecidas, ou pelo menos, parcialmente compreendidas. No tocante ao melhoramento genético, o Brasil é o país que mais se dedicou à cultura, no mundo.

Para dar uma idéia do esforço nacional no melhoramento dessa espécie, pensou-se essa revisão tendo como linha mestra a compreensão do sequeiro em seu contexto, com suas circunstâncias, para que se avalie corretamente o esforço da pesquisa nacional com esse cereal, de origem hidrófila, hoje aqui utilizado como uma cultura extensiva de sequeiro.

Inicialmente será abordada sua origem com algumas informações modernas adicionais e o itinerário percorrido para chegar ao Brasil colônia.

Após mostrar algumas características da

cultura no decorrer dos séculos e se compreender o trabalho de melhoramento realizado até nossos dias, destacou-se a parte da história referente à pesquisa no Paraná, por se referir à essa região o estudo em pauta.

Assim, o pressuposto dessa revisão, é o de dar elementos para que se possa aquilatar o esforço e os resultados alcançados pelo melhoramento genético realizado no Brasil, em vários períodos, em função das dificuldades inerentes às peculiaridades do arroz de sequeiro, com ênfase a partir dos anos trinta.

Como é natural, os conhecimentos acumulados e disponíveis referentes ao irrigado, permeiam toda a cultura agrônômica e as abordagens dos problemas da produção e pesquisa com a cultura, sendo inevitáveis os paralelos entre os dois sistemas e as indagações daí advindas, que na medida do possível, procurou-se responder.

2.1 Origem do arroz

O arroz como cultura agrícola utilizada pelo homem remonta a milhares de anos. Os primeiros indícios de sua existência datam de 5.000 anos A.C. (FEHR, 1987). Segundo ANGELINI (1936) citado por BALDI & TINARELLI(1969), por volta do ano 2.700 A.C., na China, tem-se notícia da existência de uma cerimônia, presidida pelo Imperador, por ocasião do plantio do arroz, testemunhando a importância da

rizicultura, na agricultura chinesa desde aquela época.

Estudiosos do assunto apontam, como o provável centro primário de domesticação do arroz, uma ampla região situada entre o nordeste da Índia, o norte de Bangladesh e a região circunscrita pela Tailândia, Laos, Vietnam e Sudoeste da China (FEHR, 1987).

A espécie *Oryza sativa* L., teria se originado de *O. perennis*, sendo considerada a hipótese mais provável (FEHR, 1987 e BANZATTO et alii, 1983). Segundo os autores citados, hoje existem 23 espécies conhecidas do gênero, das quais as mais importantes são a *Oryza glaberrima* Steud, também cultivada na África, a *Oryza perennis subulata* Nees., além de *O. sativa*. As espécies do gênero possuem números diferentes de cromossomos sendo que *Oryza sativa* L. possui 24 ($2n = 24$), e a grande maioria das espécies de *Oryza*, 48 ($2n=48$).

Dessas espécies do gênero, podem ser encontradas na América do Sul, as que seguem com as respectivas fontes: *O. alta* Swallen e *O. grandiglumis* (Doell) Prod. (LUH, 1980; BALDI & TINARELLI, 1969), *O. rufipogon* Griff. (GRIST, 1975; BALDI & TINARELLI, 1969), *O. subulata* (BALDI & TINARELLI, 1969), *O. perennis cubensis* (LUH, 1980).

Dentro da espécie *Oryza sativa* L., costuma-se distinguir três raças geográficas: Japônica (regiões temperadas), Índica (regiões tropicais) e Javânica ou Bulu (intermediárias em relação às anteriores).

As variedades brasileiras sempre foram descritas como sendo do grupo "Índica". Estudos recentes de GLASZMANN (1986), citado por FEHR (1987), trouxeram evidências de que estas, na verdade, pertencem ao grupo das Japônicas, o que é reforçado pelo fato de elas produzirem F1s férteis quando cruzadas entre si.

2.2 Existência do arroz no Brasil antes de 1500.

No Brasil, discute-se a presença do arroz antes do descobrimento, como sendo já utilizado pelos índios. CASCUDO (1983) relata já ter-se mencionado a existência de arroz "nativo" nas beiradas dos lagos amazônicos e também do pantanal matogrossense. Mas o próprio autor narra que chegou-se a apresentar provas de sua existência no Brasil antes de 1500. Hipótese essa rejeitada por inconsistência, sendo que o mais aceitável é que o arroz somente teria sido cultivado por influência do colonizador português. Ainda, esse autor observa que, mesmo não sendo grande consumidor em Portugal, teve sempre a decisão de plantá-lo tanto no seco como no irrigado, onde quer que estivesse.

Em 1573, no Brasil, já havia notícia da existência de muito arroz da Bahia para o sul (CASCUDO, 1983). Embora os portugueses já o tivessem disseminado por toda a África, no Brasil foi o lugar onde a cultura mais

cresceu no mundo, cultivando nos dias de hoje mais de 5 milhões de hectares com arroz de sequeiro.

2.3 Originalidade do arroz de sequeiro

O cultivo do arroz, exclusivamente com a água das chuvas, à semelhança do milho, feijão e mandioca, faz parte do que poderíamos chamar de uma cultura eminentemente brasileira.

O fato de se plantar variedades de *Oryza sativa* L., originalmente hidrófila (MIRANDA, 1953), em situações que na Ásia seriam inimagináveis, semelhantemente ao milho, feijão, soja e mandioca, dá ao Brasil essa condição ímpar de maior produtor de arroz de sequeiro do mundo, com uma área realmente inigualável.

O que essa lavoura tem de original é que, apesar de ser da mesma espécie botânica, se comporta melhor, comparativamente às do irrigado, nas condições de cultivo de sequeiro. De modo geral as variedades de sequeiro quando plantadas no irrigado, costumam crescer muito e acamar. Já o inverso é mais problemático, ou seja, de que as variedades do irrigado, no sequeiro, com pouca água ficam suscetíveis a doenças como a brusone (*Pyricularia oryzae* Cav.) e, geralmente, dão produtividades menores que as de sequeiro. A diferença de variedades de sequeiro e irrigado refere-se, principalmente, à resposta às condições de cada ambiente. As que respondem melhor no

ambiente com irrigação, sem o risco do veranico, sem acamar e canalizando os fotossintetizados para a produção de grãos, podem atingir altos níveis de produtividade pela utilização de maiores quantidades de insumos que, nesse caso, também podem ser adicionados (adubação nitrogenada, por exemplo).

2.4 Riscos das lavouras de arroz e de outros cereais de verão

Quanto ao risco em relação à seca, há diferenças sensíveis na comparação entre o arroz e as demais culturas de verão.

Existe uma resistência, ou suscetibilidade, à seca semelhante às demais culturas que podemos definir como resistência à seca geral, aquela que poderia ser expressa como componente da estabilidade de produção em relação a vários ambientes, ou seja, anos e/ou épocas e/ou locais. Nesse aspecto, pouco difere de outros cereais (como o milho, p.ex.).

O que o arroz tem de diferente em relação aos danos devidos a seca é a panícula branca causada pelos veranicos (períodos curtos de estiagem, de 7 a 15 dias), coincidentes com a emergência das panículas e associada a uma elevada perda de água pelas espiguetas ao saírem da proteção dada pela bainha da folha bandeira, (ABBUD, 1975). Nesse caso, as perdas podem ser totais e é isso que

amedronta o agricultor de lavouras comerciais, levando-o a plantar somente como forma de abertura de novas áreas, ou como reforma de pastagens, com o menor uso de insumos possível. Por um lado, isso se impõe pelo risco e por outro lado, o arroz de sequeiro também o permite por ser uma cultura de reconhecida rusticidade e pouco exigente.

Essa resistência à seca específica, referente à panícula branca, é a verdadeira resistência à seca em arroz. Positivamente é o grande desafio. Aliás é condição "sine qua non" para que o arroz seja uma cultura inserida no contexto agrícola, onde já se esgotou a agricultura de fronteira, o que equivale a dizer hoje, em todo o território nacional, excetuando-se parte da Amazônia. Uma vez solucionado este problema, o arroz perderá essa característica que lhe é peculiar, podendo ser encarado pelo agricultor como uma cultura semelhante aos demais cereais de verão.

Não só pela grandeza do desafio, como também pela importância do arroz como alimento básico no país, alguns equívocos precisam ser desfeitos sobre o assunto, envolvendo algumas sutilezas. Um deles, por exemplo, é quando se acredita que "precisaríamos fazer uma agricultura menos dependente dos fatores climáticos..."

Para quem pensa em termos de uma agricultura impulsionada pelo conhecimento científico, significa dizer: com melhorias ambientais e genéticas, para que as plantas e animais convivam em melhor sintonia com o ambiente de forma

a ser possível a obtenção de produções razoáveis a custos compatíveis com a necessidade humana, ecologicamente. Mas, há os que acreditam que o desejável seria uma agricultura capitalizada que não precisasse de recursos naturais como chuva, luz, calor, fertilidade natural, etc., e assim pudesse ser realizada em condições "totalmente artificiais" como irrigação, estufas, etc., esquecendo-se que a agricultura é a arte de colher o sol (FERRAZ, 1983) e a Agronomia tem a pretensão de contribuir para que isso aconteça da forma mais harmoniosa possível.

Desde o início do cultivo de arroz no Brasil, por volta de 1570, já se observava a possibilidade de cultivá-lo tanto em terras de baixada, como em terras enxutas e, ainda, à custa de pouco trabalho (CASCUDO, 1983).

Procurar plantas que melhor utilizem os recursos naturais disponíveis, com um mínimo de transformação ambiental, aumentando a capacidade humana de se alimentar, é um dos objetivos que cada vez mais precisa ser perseguido com a ajuda da Agronomia.

Muitas vezes, programas para modernizar ou tecnificar a agricultura, na prática não se traduzem em racionalizar as atividades agrícolas e sim em copiar usos e costumes de países avançados, ou seja, atingir índices de consumo de insumos, entre os quais é típico o caso da irrigação. Nesse contexto, cria-se um clima que dificulta a

compreensão do sequeiro e o seu desenvolvimento.

2.5. Um paralelo entre o sequeiro e o irrigado

De 1570 para cá, o Brasil passou de importador a exportador de arroz, ciclicamente. De 1770 a 1822 exportava por Iguape, segundo BAYMA (1961), figurando como o único cereal exportado, superando o cacau, o café e os demais produtos coloniais. No fim do Império, o país chegou a importar quantidades consideráveis para a época, ou seja, 393.398 sacos, no penúltimo ano do regime monárquico. A partir de 1906 e 1907, caem as importações devido à majoração do então insignificante imposto alfandegário, começando, então, a se organizar lavouras comerciais para grandes produções de arroz. É dessa época também, a criação, pela Secretaria da Agricultura de São Paulo, do campo experimental de Cerqueira Cesar, no Vale do Paraíba, à margem da Central do Brasil, para experimentação de variedades, controle de irrigação nas estiagens e mecanização, que foi responsável pelo início do desenvolvimento da cultura irrigada na região e que continua até os dias de hoje. Na região de Pelotas (RS) também se organizaram arrozais para grandes produções, sendo importante centro de produção até os dias de hoje. Apesar disso, esses primeiros lugares eram de lavoura irrigada, com apoio e incentivo governamentais. O sequeiro foi se expandindo sempre, às próprias custas, mantendo uma

proporção de mais ou menos 9 para 1 (90%) em relação ao irrigado em São Paulo, e hoje, em nível nacional, ocupa 80% da área total.

2.6. Produtividade do sequeiro e do irrigado

Quando se comparam produtividades de sequeiro e irrigado ao nível de lavoura, pelo menos dois equívocos costumam ser feitos. O primeiro deles é comparar produtividade de ensaios de irrigado com média de lavoura de sequeiro. O segundo é em relação às produtividades potenciais. Excetuando-se o acamamento, as variedades de arroz de sequeiro, quando em condições de alta umidade, mesmo sob inundação e com elevada adubação, têm possibilidade de atingir níveis de produtividade semelhantes aos do irrigado. As diferenças observadas são uma consequência da resposta que as variedades apresentam, na cultura irrigada, aos insumos utilizados e à ausência desses insumos, inclusive deficiência hídrica, nas condições de sequeiro. Por essa razão é que se podem encontrar altas produtividades em ensaios de arroz de sequeiro, chegando mesmo a superar as do irrigado em anos chuvosos.

Em 1990/1991 os ensaios de sequeiro realizados pela EMPAER (MS) e pelo IAPAR confirmam o que foi dito, onde as produtividades do sequeiro foram maiores que as do irrigado, em alguns locais. Também, no ano

agrícola 90/91, os ensaios realizados pelo IAC com variedades de arroz precoces, em oito locais, mostraram uma produtividade média de 3.160 kg/ha e as do irrigado de 5.270 kg/ha, ou seja, o sequeiro produziu 60% da produtividade do irrigado, ou ainda, o irrigado foi 67% mais produtivo que o sequeiro. Por outro lado, os custos de produção são também completamente diferentes.

Dados existentes de THOMAS (1991)¹, exemplificam bem o caso. Em março de 1991 este autor estimou os custos de produção, por ha e por saco produzido, para os sistemas de sequeiro e irrigado. Encontrou para o irrigado o custo de Cr\$ 95.930,00 por ha (para uma produtividade de 75 sacos por ha) e para o sequeiro um custo de Cr\$ 30.186,00 por ha (produtividade de 25 sacos por ha). Portanto para o irrigado tínhamos um custo de Cr\$1.280,00 por saco e para o sequeiro de Cr\$ 1.207,00 por saco.

Esses valores são uma amostra da realidade da cultura irrigada no Paraná, como ela se apresenta para o agricultor, que é bom lembrar, está descapitalizado. Além disso, temos a dificuldade com o manejo das áreas que ainda são um enigma, pela diversidade dos tipos de solo e condições peculiares de cada uma (ora necessitando de enormes diques protetores, ora de grandes movimentos de

1. Joaquim Carlos Thomas. Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. Rua da Bandeira, 171, 86035, Curitiba-PR. Comunicação pessoal, 1991.

terra), de disponibilidade de energia elétrica com alto preço, entre outras coisas.

2.7. O irrigado como alternativa proposta pelos governos

A lavoura irrigada só aumentou de área quando recebeu enormes incentivos, como por exemplo, o "pró-várzeas", com juros baixos e longos períodos de carência.

Muitas vezes se comete o equívoco de apresentar o arroz irrigado no Brasil como uma alternativa possível, o que não é verdade. Os programas governamentais, como o pró-várzeas, e o PROFIR e os grandes projetos como o do Rio Formoso em Goiás e Jari no Pará, mostram o contrário. Este último foi desativado por ter sido considerado anti-econômico, na avaliação do conglomerado de bancos que detinha a sua propriedade, apesar de não faltar capital para investimentos e a produtividade média conseguida estar em torno de 5.000 kg/ha.

Além do problema de capital para grandes investimentos que o irrigado necessita, nos demais itens os problemas são equivalentes ou maiores que o risco do sequeiro, que demonstrou na prática, sem grandes auxílios, (a não ser os incentivos indiretos, via pecuária, para formação e reforma de pastagens), ser uma opção viável, cuja área atual de mais de 5 milhões de ha é uma prova eloquente.

O irrigado seria uma opção que o Brasil não tem pelas razões expostas; o sequeiro é a condição para atender ao consumo nacional evitando importações maciças do produto. Para tanto é condição "sine qua non" que se obtenham variedades com resistência à seca específica, ou seja, à panícula branca causada pelo veranico no florescimento (ABBUD, 1990).

2.8 O arroz de sequeiro, uma realidade

O arroz de sequeiro no Brasil é antes de tudo um fato que, desde 1570 até hoje, esteve presente em quase todas as regiões do país. É a partir daí que deve-se analisar a cultura do arroz de sequeiro como uma realidade e não como uma alternativa dentre outras possíveis.

Embora os árabes tenham-no disseminado por todo o mundo sob sua influência, assim como os portugueses, nos séculos mais recentes, ao que tudo indica é o Brasil o maior e mais característico produtor de arroz de sequeiro do globo.

Mais do que contraditórias ou conflitantes, as informações sobre arroz de sequeiro são escassas. Como aliás, tudo o que é tipicamente brasileiro. Também não é de se estranhar certas informações da literatura especializada mundial sobre arroz de sequeiro que, apesar de apresentar certa lógica para a espécie, nada têm a ver

com a cultura tal qual a conhecemos. Principalmente porque na classificação internacional considera-se sequeiro qualquer lavoura "sem controle" da irrigação, mesmo que permaneçam inundadas temporariamente.

Na literatura, muitas vezes encontramos que a resistência à seca e ao brusone (*Pyricularia oryzae* CAV.) estão associados, uma vez que as variedades de irrigado, quando plantadas no sequeiro se tornam mais suscetíveis. De um modo geral, as variedades brasileiras de sequeiro são mais resistentes ao brusone sob inundação, do que no sequeiro.

Não se pode concluir, por esse fato, que ao se melhorar para resistência à seca, se melhore também, concomitantemente, para resistência a brusone. Existem variedades de irrigado com alta resistência a brusone em condições de sequeiro, onde elas nada produzem e ainda assim mantém sua resistência.

Mas, a grande questão existente, fazendo eco às indagações de fora, é de que não há variabilidade genética para se melhorar para resistência à seca, e o que poderia ser feito, já o teria sido pelo Brasil, não se podendo mais obter ganhos adicionais. Por esse motivo seria desejável, a curto prazo, que se conseguisse responder a essa questão, objetivamente. Uma análise do sequeiro e irrigado no Brasil pode, de um certo modo, contribuir para

esclarecer o assunto.

2.9. Eficiência da pesquisa agrícola para o sequeiro e o irrigado

Hoje, o Rio Grande do Sul é responsável por 30% da produção nacional de arroz e na última década apresentou especial melhoria da produtividade média, em nível de lavoura. De mais ou menos 3.000 kg/ha passou para 5.000kg/ha segundo GONÇALVES et alii (1989) e CARMONA et alii (1990), o que não ocorreu com a lavoura de arroz de sequeiro no Brasil. Tentando explicar esse fato do ponto de vista do desempenho da pesquisa agrícola brasileira, num e noutro caso, esses autores atribuem a suposta maior eficiência da pesquisa riograndense à formação de grupos de interesse que a concentração de lavouras irrigadas no Rio Grande do Sul propiciou, conseguindo influenciar o direcionamento das pesquisas de forma que as mesmas fossem de encontro às suas necessidades.

GONÇALVES et alii (1989) rejeitam essa hipótese levantada por PASTORE et alii(1982)¹, citados por eles, dizendo ser um viés de análise ao abordarem o sequeiro e o irrigado sem levar em conta que, estes, por sua natureza, são incomparáveis. Por outro lado

1. PASTORE, JOSÉ; DIAS, G. L. da S.; CASTRO, M. C. de. Condicionantes da produtividade da pesquisa agrícola no Brasil. In SAYAD, JOÃO, org. Economia Agrícola : ensaios. São Paulo, IPE/USP, 1982. p37-85.

argumentam, que no Brasil Central, onde a produção é muito mais dispersa que no Rio Grande do Sul, centros de pesquisa se formaram como o Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e feilão (CNPAP) e a Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA), como também grupos de interesse para o irrigado como os projetos Jari e Rio Formoso, e nem por isso esse trabalho se refletiu ao nível de lavoura. Ainda observam que a pesquisa paulista (IAC), foi mais eficiente que a pesquisa riograndense no tocante ao irrigado do vale do Rio Paraíba, mas sendo essa uma área irrisória, não resultou em elevação da média estadual, a exemplo do que ocorreu no RS. O sequeiro, ocupando uma área de 90% da total, ainda não foi contemplado com genótipos suficientemente resistentes à seca, o que também, na opinião dos autores, é um gargalo tecnológico para a cultura.

2.10 Histórico do melhoramento do arroz no Brasil

Cultivado no Brasil, desde 1570, os trabalhos de pesquisa em melhoramento genético da cultura do arroz só se iniciaram após a fundação do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em 1887. O Brasil, em consequência disso, veio a ser um dos mais importantes centros de pesquisa em arroz de sequeiro do mundo, expandindo-se, posteriormente, com a criação de outros Institutos, a partir da década de 70. O IAC foi o principal responsável por esse sucesso, e durante certo tempo,

praticamente, a única instituição a desenvolver variedades que tiveram grande repercussão ao nível de lavoura.

Para se ter uma idéia da importância do IAC no período de 1935/72, nada melhor que a variedade IAC 1246, como exemplo. Fixada em 1958, e posteriormente distribuída para plantio, apresentou grande expansão de 64 a 73 (GERMEK & BANZATTO, 77/78). Em meados dos anos 70, cobria uma área de mais de 60% da cultivada com arroz de sequeiro no país.

Constituiu-se, segundo esses autores, em uma das mais importantes realizações da instituição em relação ao retorno conseguido "além de ser a mais importante variedade do sequeiro ao nível de Brasil, na época".

2.11 Fases do melhoramento de arroz

De uma maneira sucinta, podemos distinguir três fases no melhoramento genético do arroz, no país, que passam a ser descritas, como segue:

A primeira fase, anterior a 1938, se caracteriza pelo aproveitamento da variabilidade existente tanto nas variedades nativas em uso (verdadeiras misturas de linhagens puras), quanto nas coletas e introduções de germoplasma, de outros países e instituições.

Antes das hibridações, o melhoramento procurou selecionar, entre as variedades existentes em uso

no país e as introduções, as que reuniam as melhores características agronômicas. Também selecionaram-se linhagens puras dentro das mesmas. Os pesquisadores Hilário S. Miranda e Emílio B. Germek, em 1936, iniciaram os trabalhos de seleção de variedades existentes no estado de São Paulo (VIEGAS et alii, 1945). Assim, isolou-se da variedade em uso, Iguape, as variedades Iguape-cateto e Iguape-agulha. Em 1936, foram vendidos os primeiros 1735 sacos de sementes de arroz pelo IAC que então também exercia esse papel.

Nessa época, segundo os mesmos autores, os trabalhos de sequeiro estavam concentrados em Pindorama e os de irrigado no Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba. É interessante salientar que as variedades Dourado Agulha, Iguape Agulha, Cateto e Jaguari, já eram recomendadas para plantio no Estado de São Paulo, pelo IAC.

Anteriormente ao lançamento das variedades melhoradas, cultivava-se no Brasil, as hoje chamadas de tradicionais, ou mesmo nativas, tais como: Bico Ganga (GO), Pratão (GO), Zebu Branco (MA), Come Cru (MA), Canela de Ferro (PA), Beira Campo (GO), Fernandes (GO), Dourado Agulha (SP), Dourado Peludo (SP), Cateto (SP), Iguape (SP), Jaguari (SP), etc, (VIEGAS et alii, 1945).

Paralelamente ao germoplasma nacional, fizeram-se introduções de outros países e instituições. Essas introduções, em número de 372 até 1945 eram provenientes dos Estados Unidos, Índia, Ceilão, Itália,

Colombia, Guiana Inglesa, Filipinas, Australia, Java, Guiana Holandesa, Peru, etc e de outras partes do país.

No germoplasma nacional, encontraram-se variedades que foram de grande importância ao nível de lavoura e do melhoramento genético para o sequeiro e irrigado (VIEGAS et alii, 1945). Pela sua importância relacionamos as seguintes:

PEROLA: recebeu o IAC do estado de Minas Gerais (ESAV) em 1936 uma pequena porção de sementes catalogada com o número 55. Em 1938 foi, desse material, selecionado o que se chamou de Pérola. Após vários anos de experimentos com a mesma, a partir de 1942 foi distribuída entre os agricultores, sendo bem aceita (GERMEK & BANZATTO, 1977/78). As principais qualidades relatadas dessa nova variedade, foram :

1. Acentuada resistência à seca
2. Mais produtiva que a Jaguari em 25 a 30 %
3. Não degranava na colheita
4. Grãos tipo agulha apesar de um pouco mais curtos que o Dourado Agulha (padrão).

IGUAPE AGULHA: obtida por seleção, em 1936, pelo engenheiro agrônomo Hilário S. Miranda, pesquisador do IAC, por seleção da variedade Iguape, e da mesma forma a variedade Iguape Cateto. É semelhante ao Dourado Agulha quanto ao tipo de grão e se comporta melhor que esta em cultura irrigada; substituiu a variedade Iguape. Foi uma

das variedades mais cultivadas em condições irrigadas até o ano de 1966, no estado de São Paulo. (BANZATTO, 1969).

JAGUARI: Grãos tipo meio-agulha e de boa aceitação comercial no estado de São Paulo, na época, produtiva tanto nas várzeas quanto no sequeiro; acamadora nas várzeas; em distribuição para plantio já em 1935.

CATETO: bastante produtiva no sequeiro, substituiu a Iguape Cateto por apresentar um produto comercial melhor. Já entrou em distribuição também em 1935.

DOURADO AGULHA: era variedade padrão no período, de 1945 à década de 50, produtiva nas várzeas embora exigente e degranadora.

BATATAIS: foi para a época a grande novidade devido à sua precocidade, com cerca de 30 dias mais precoce que a variedade Pratao (florescia com 86 dias, enquanto a Pratao com 116 dias após a germinação). A novidade foi noticiada por Hermano Vaz de Arruda em artigo publicado no jornal O Estado de São Paulo em 7 de maio de 1958 (BAYMA, 1961 e BANZATTO, 1969). Ainda, segundo o mesmo autor, esta é procedente de Tupaciguara, no Triângulo Mineiro, sendo plantada pela primeira vez no município de Batatais, no ano de 1955, produzindo 200 sacos em 2,5 alqueires, ou seja, cerca de 32 sacos por ha ou ainda 1900 kg/ha. A partir daí se difundiu rapidamente sendo ainda cultivada em algumas regiões específicas do estado de São Paulo e do Brasil; no Paraná foi muito plantada como cultura intercalar ao café. É uma das progenitoras do IAPAR 9.

PRATÃO: possivelmente originária de Goiás, foi muito plantada em São Paulo, numa certa época, em razão do bom tipo comercial e razoável produtividade no sequeiro (GERMEK & BANZATTO, 1977/78).

A segunda fase, a partir de 1938, caracteriza-se pelo direcionamento da obtenção de variabilidade por hibridação, ou seja, por cruzamentos entre variedades e/ou linhagens homozigóticas ou plantas F1, ou de outras gerações segregantes.

Coincidentemente em 1938, fundou-se o IRGA que também iniciou os trabalhos de melhoramento genético do arroz irrigado; mas o primeiro cruzamento ou hibridação, para o melhoramento genético do arroz no Brasil e América do Sul foi realizado no IAC, Seção de Genética em fevereiro de 1938, segundo BANZATTO & CARMONA, 1971.

A terceira fase, a partir de 1970 até os dias de hoje, caracteriza-se pela ampliação do número de centros de pesquisa que realizam melhoramento genético com a cultura do arroz. A criação da EMBRAPA e do IAPAR são exemplos disso.

Em consequência cresceu também o número de trabalhos publicados. Como reflexo disso temos que dos 107 trabalhos de melhoramento realizados até 1981, 96 deles foram publicados na década de 70 (BRASIL, 1981).

Fazendo uma avaliação dos programas de

melhoramento genético do arroz de sequeiro no Brasil, MORAIS et alii (1983) afirmam haver somente três institutos realizando trabalhos nessa área: IAC, CNPAF, IAPAR.

O IAC é dos três o mais antigo (1887). Conforme relatado, desempenhou um papel importante em nível nacional. Após 1970, envidou esforços no sentido de "desenvolver variedades de arroz de sequeiro, em relação às recomendadas, mais produtivas mais resistentes à seca, de menor porte, de folhas de tamanho médio e algo mais eretas e de maior resposta à adubação, principalmente a nitrogenada" (MORAIS et alii, 1983).

Há, atualmente, uma grande ênfase na qualidade comercial do grão, visando competir com o produto do irrigado (AZZINI, 1991)¹.

O CNPAF iniciou seus trabalhos de melhoramento genético do arroz de sequeiro em 1975, praticamente à mesma época que o IAPAR, com ênfase no sequeiro. Segundo MORAIS et alii (1983), em 1981 estabeleceu um programa específico para as áreas favorecidas e ainda "Para atingir o desenvolvimento de seu programa de melhoramento, a equipe multidisciplinar do CNPAF adotou a seguinte estratégia: (1) Avaliação do germoplasma nacional e introduzido; (2) Criação de novos materiais; e (3) Estudo da adaptação dos materiais

1. AZZINI, L. E., Instituto Agronômico de Campinas, Campinas-SP. Comunicação pessoal, 1991.

identificados como promissores, às diferentes áreas produtoras, com a participação de todas as unidades de pesquisa do país que trabalham com arroz de sequeiro".

Em relação ao mesmo período, continuam: "Há uns sete anos, desde 1975, o IAPAR também vem desenvolvendo um programa de melhoramento do arroz de sequeiro, com ênfase na resistência à seca, ao brusone, ao acamamento, à qualidade de grãos e a outros atributos agronômicos necessários a uma produção razoável e estável. Entre as primeiras linhagens criadas por aquele Instituto, nesse curto espaço de tempo, encontram-se algumas bem promissoras, como a L 45 e L 50, que têm mostrado bom comportamento, mesmo em outros estados."

2.12 As lições do passado

Analisando os projetos de pesquisa de arroz de sequeiro no Brasil, nessas épocas, vê-se que os mesmos têm muito em comum. Os trabalhos iniciais são sempre ligados aos ensaios comparativos de produtividade de grãos para recomendação. Para isso sempre foram feitas coleções e introduções além de recolher o material local em uso pelos agricultores. Os objetivos imediatos, na época, eram obter plantas com melhor tipo de grão comercial (tamanho e aspecto eram importantes) e características agronômicas desejáveis como resistência ao acamamento, menor altura e ciclo precoce, além de produtividade e adaptabilidade às

demais regiões do estado. Conforme observa GERMEK & BANZATTO (1977/78), a experiência do IAC mostrou que a introdução de variedades estrangeiras para uso direto no sequeiro foi ineficaz e o cruzamento com esses materiais também não deu o resultado esperado. As melhores linhagens foram obtidas cruzando-se materiais brasileiros entre sí. Tanto assim é que o CNPAF realizou desde 1975, 1.111 introduções (do IRRI, IITA, CIAT, IRAT), sendo que das 945 do CIAT e IRRI nenhuma teve aproveitamento para uso direto no cultivo do sequeiro. Apenas alguns materiais do IRAT e IITA apresentaram alguma possibilidade de aproveitamento para cultivo diretamente nas condições brasileiras, sendo utilizados, no entanto, em cruzamentos como fonte de genes para características agronômicas ligadas à arquitetura de planta, resistência à doenças, tipo de grão, etc. (MORAIS et alii, 1983).

Outra conclusão advinda da experiência passada, segundo GERMEK & BANZATTO (1977/78), foi a importância do trabalho de melhoramento sem perda de continuidade, a exemplo do IAC, que hoje já ultrapassa 50 anos ininterruptos, em melhoramento genético do arroz!

2.13 Histórico do melhoramento do arroz no Paraná

Comparada às origens do arroz, a história referente às nossas instituições, é por demais recente. Com a fundação do IAPAR, em 1972, foi inegável o impulso dado à

pesquisa agrícola, no Estado, cujos primeiros passos já haviam sido dados pelo Instituto de Pesquisa e Experimentação Agrícola Meridional, IPEAME.

Podemos considerar, de fato, o início dos trabalhos de melhoramento no Paraná, com a criação do IPEAME do Ministério da Agricultura, principalmente em relação à cultura do arroz de sequeiro.

Nesse período, na região dos chamados campos gerais do Paraná correspondentes aos campos cerrados do centro-oeste brasileiro, a lavoura experimentava grande expansão em área, ocupando os campos recém desbravados, que estavam sendo preparados para o plantio de soja ou pastagens.

Nessa época, entre as variedades mais cultivadas pelos agricultores, encontrava-se a Jaguary, "101", Catetão, Paulistinha, Cateto Amarelo e outras com menor expressão em área cultivada.

A partir de uma coleção de aproximadamente 200 variedades, somando-se as recebidas de outras instituições brasileiras e do estrangeiro com as coletadas no Paraná, na estação experimental de Ponta Grossa (EEPG), obtiveram-se as primeiras linhagens de arroz, oriundas de cruzamentos, em 1969. Em número de 6 foram denominadas de L-169, L-269, L-369, L-469, L-569, L-669. Todas elas são do cruzamento de duas variedades antigas, Belém com Jaguary.

Após vários ensaios, a linhagem L-369 foi uma das recomendadas com o nome de EEPG 369, sendo esta a

melhor do grupo e possuindo grãos mais longos que os da variedade Jaguary.

Anteriormente a variedade Jaguary havia passado por um processo de seleção, aproveitando-se de variações morfológicas que apresentava. Até inícios dos anos 80, a mesma participou dos ensaios comparativos de variedades, juntamente com as variedades introduzidas, do país ou do exterior, e também com as novas linhagens então criadas.

Além da variedade Jaguary, uma das introduzidas que chegou a ser recomendada para plantio foi a IAC-1246, pela elevada produtividade que apresentou nos ensaios, apesar de apresentar um ciclo muito longo na maioria das regiões do Estado do Paraná.

Posteriormente ao IPEAME, a Estação Experimental de Ponta Grossa passou a ser a UEPAE de Ponta Grossa, integrando a EMBRAPA, quando da sua criação. Hoje é o Polo Regional de pesquisa do IAPAR.

2.14 Período posterior à fundação do IAPAR

O IAPAR, fundado em 1972, tem como sede a cidade de Londrina, distante 400km de Curitiba, sendo esta a única instituição do governo estadual, sediada no interior. Após sua fundação, inicia-se uma nova fase no melhoramento de arroz no Paraná, já passando a operar efetivamente em 1974/75.

Para atingir seus objetivos, inicialmente, este instituto recrutou, com salários atraentes, pesquisadores tanto jovens como mais experientes, além de um grupo de elite (na maioria vindos do IAC), para servirem de consultores, não só em projetos específicos como também na administração e na organização das pesquisas.

Os pesquisadores foram agrupados por áreas de conhecimento com a pretensão de estabelecer um sistema matricial de pesquisa, à semelhança de outras instituições modernas do gênero.

Baseado num diagnóstico da agricultura do Paraná, elegeram-se programas prioritários, dois muito amplos, (fruticultura e produção animal) e outros de culturas específicas: algodão, arroz, feijão, milho, café, trigo e soja.

O primeiro pesquisador contratado especificamente para a cultura do arroz, foi o engenheiro agrônomo Luiz Osvaldo Colasante, que até hoje se dedica à mesma. No início, introduziram-se variedades do IAC e da EMBRAPA, que foram comparadas em nível regional, conforme sua produtividade de grãos, juntamente com as em cultivo pelos agricultores. Conduziram-se também trabalhos relacionados com o manejo da cultura.

Desse trabalho inicial, pôde-se recomendar, para plantio no estado, variedades de grande valor tais

como IAC 25, IAC 164, IAC 47 para o cultivo de sequeiro e CICA 9, para o cultivo irrigado.

2.15 Período do melhoramento genético com hibridações

Com a contratação de um melhorista de sequeiro, em 1975, tiveram início os trabalhos de melhoramento genético do arroz através de cruzamentos.

Nos primeiros 12 meses, além de uma avaliação de aproximadamente 110 materiais, trazidos de Campinas (IAC), como progenitores potenciais, foram realizados 79 cruzamentos simples envolvendo principalmente as variedades: Jaguary, EEPG 369, IAC 25, IAC 47, IAC 164, Batatais, IRAT 10 e outros. Até hoje esse número chega a 620, envolvendo cruzamentos simples e mais complexos, ou seja 300 cruzamentos envolvendo 2 variedades, 280 cruzamentos de variedades com F1 e 40 envolvendo retrocruzamentos.

Alguns materiais segregantes foram recebidos do IAC em 1976/77, em geração F4, dos quais extrairam-se algumas linhagens importantes, tais como: L8, L13, L18 e L50, sendo esta última recomendada como IAPAR 9 em 1983.

2.16 Melhoramento para resistência à seca no IAPAR

A resistência à seca sempre foi um objetivo importante, permeando todo trabalho de melhoramento. Mas a

partir de 1976, com a mudança do perfil da agricultura paranaense, tornou-se condição de sobrevivência da mesma.

Hoje os trabalhos se concentram em desenvolver metodologia de campo para avaliação da resistência à seca geral e específica, em arroz de sequeiro, de materiais que possam ser usados como progenitores. Procurou-se identificar os que além da resistência à seca, possuem qualidades agronômicas desejáveis em relação ao tipo de planta e grão, qualidades culinárias e produtividade.

2.17 A resistência à seca como um desafio

A resistência à seca é um caráter complexo e que pode ser abordado de diferentes formas. Na literatura, muita coisa parece contraditória devido à multiplicidade de ambientes onde realizaram-se os estudos ou para os quais eles estão voltados. É forçoso reconhecer que muito do que foi escrito destina-se ao semi-árido ou baixadas úmidas e pouco tem a ver com o Brasil.

Se existe algum assunto que não pode ser dissociado da realidade ambiental na qual está inserida a cultura, este é a resistência à seca. O melhoramento genético para tal depende do real dimensionamento e caracterização do problema a resolver.

Trata-se de um grande desafio e os trabalhos, nesse sentido, se intensificam nas instituições

de pesquisa brasileiras e estrangeiras (IRRI, 1982, 1984 e JENNINGS et alii, 1981).

2.18 Aspectos gerais da resistência à seca em arroz

A água é sabidamente um fator limitante para a agricultura e por esse motivo todos os vegetais possuem mecanismos para melhorar a eficiência de seu uso e evitar perdas desnecessárias desse bem escasso no planeta.

O grande consumo de água, pelas plantas, ocorre através da transpiração. Apesar disso, mesmo as espécies adaptadas ao deserto desenvolveram mecanismos de economia d'água, alterando vários processos fisiológicos complexos (como a eficiência em absorver CO₂, por exemplo) e, paradoxalmente, ainda mantiveram associadas a perda d'água pela transpiração com a absorção de CO₂. Assim, o consumo de água pelas plantas, por precisar realizar outros processos, é enorme se comparado com a quantidade de água que ela realmente necessita para seus processos vitais: fotossíntese, crescimento etc. Não chega a um por cento do total de água absorvida pelas raízes e perdida na transpiração, que a planta retém para seu uso. E essa conversão de água em produtos colhidos é a parte menos eficiente de um processo global de utilização dos fatores de crescimento (BERNSTEIN, 1955).

Muitos já pensaram em resolver esta questão através de melhoramento para ideotipo de planta. Plantas

com folhas erectas e com boa distribuição na copa, para melhorar a eficiência do aproveitamento da luz solar, foram desenvolvidas mas os resultados infelizmente foram desanimadores, não se obtendo o esperado, conforme relatam SILVA & MAGALHÃES (1987) in PATERNIANI et alii (1987).

Da mesma forma, era de se esperar uma alta correlação entre taxa fotossintética e produtividade o que não acontece na prática (HINSON, 1981). O mesmo pesquisador, com referência a ideotipo de planta, diz que cada variedade pode ser melhorada mudando-se alguma determinada característica, o que é difícil de se prever e generalizar para outras. Mesmo a fotorespiração, quando inibida artificialmente, pode redundar em morte da planta, ao invés do esperado aumento da produtividade (MAGALHÃES, 1975)¹.

De uma maneira geral, BLUM (1975 e 1977) considera que os conhecimentos disponíveis sobre a seca são suficientes para um início de programa de melhoramento, mas faltando os instrumentos necessários para seleção em grandes populações, comuns em trabalhos dessa natureza.

2.19 Enfoques no melhoramento para resistência à seca

Também poderíamos ver o melhoramento para

1. MAGALHÃES, A. Curso de aperfeiçoamento em fisiologia vegetal, UNICAMP/IAC, Comunicação pessoal, 1975.

resistência à seca como tendo dois enfoques principais, de acordo com BLUM (1975). No primeiro, assume-se que genótipos de alto rendimento em condições ótimas também se comportam relativamente bem em condições de seca. Como geralmente temos herdabilidades com valores mais elevados em condições ótimas (devido à maior precisão experimental) a seleção seria mais eficiente nessas condições do que sob condições de seca.

No segundo caso, assume-se que a produtividade e a resistência à seca são duas entidades geneticamente independentes. Nesse caso, numa primeira etapa, se identificariam os atributos que conferem resistência à seca e, numa segunda etapa, sua transferência para os genótipos bons, agronomicamente falando.

Na prática, esses dois caminhos não são mutuamente exclusivos. Ainda segundo BLUM (1977), a produtividade é uma resposta integrada da planta à "seca" e portanto complexa, e, segundo REITZ (1974), os melhoristas "veneram a coluna de produtividade em suas cadernetas de campo". Talvez por ser este um critério inteligível, comparado aos demais, e mesmo porque uma planta para ser produtiva em condições adversas, precisa ser capaz ou ser possuidora de atributos que conferem resistência, superando esses fatores.

A produtividade é um critério integrador, como também a resistência à seca é uma resposta integradora ao desafio (adversidades) ambiental. Mas, é bom

lembrar que muitas variáveis interferem na produtividade sem que esteja em jogo algum dano associado à seca.

2.20 Resistência à seca, também uma questão semântica

O termo "resistência" é usual em outras áreas do conhecimento humano, como na Física, de onde foi trazido, possivelmente, para a área biológica, assumindo outros significados, quase sempre ligados a estresses. Em relação à resistência varietal, é o termo geral para designar a qualidade do genótipo de superar determinado fator adverso.

Os termos tolerância, fuga e escape, são os mecanismos através dos quais se consegue a resistência.

Para os engenheiros agrônomos em geral, a palavra seca é familiar, acostumados que estão a acompanhar o tempo, e os elementos do clima que o determinam, em interação íntima e vital com a agricultura. No entanto, possui conotações diferentes, variando com as culturas e regiões.

Assim, a resistência à seca se refere à superação de períodos curtos de estiagens, chamados de Veranicos, que ocorrem durante o ciclo vegetativo da cultura, principalmente no florescimento (ou seja, na saída da panícula da proteção da bainha da folha bandeira). Quando isso acontece, ocorre o fenômeno da panícula branca,

ou "cacho branco" na linguagem popular, que é o principal dano causado pela seca no arroz de sequeiro, que a distingue de outras culturas.

Todas as espécies agrícolas não irrigadas respondem, com diferentes intensidades, aos veranicos, podendo-se esperar uma interação não só entre espécies, como também entre genótipos das mesmas.

A resposta diferencial entre espécies ou genótipos, frente às variações da disponibilidade de água das chuvas, nos solos, e que pode ser expressa pelos parâmetros de estabilidade de produção, é o que se poderia chamar de resistência à seca geral (RSG). Isso é aplicável, salvo honrosas exceções, a todas as culturas de cereais de verão, incluindo-se o arroz.

No caso do arroz de sequeiro, é necessário distinguir outro tipo de resistência à seca, relacionada à panicula branca, que pode ocorrer em consequência dos veranicos: a resistência à seca específica (RSE).

As variedades de arroz interagem com a variável água, semelhantemente às demais culturas de verão, em diferentes graus e de maneira comparativa, e que pode ser expressa pela RSG. Mas o arroz de sequeiro sempre foi tratado pelo agricultor como uma lavoura de alto risco, em comparação às culturas do milho, feijão e soja, por exemplo.

As flutuações de produção em função das chuvas são uma realidade muito familiar aos agricultores,

trazendo consigo um risco inerente a toda a atividade agrícola. Sabem eles que em anos excepcionalmente secos, pode haver enormes perdas, sem que estas os façam desistir dessas lavouras. O caso do arroz é ímpar, e os agricultores assim o tratam, pois, mesmo nos anos mais chuvosos, dependendo da imprevisibilidade e intensidade do veranico, podem ocorrer perdas e às vezes totais se ocorrer a panícula branca.

O comportamento diferencial que as variedades podem apresentar em relação ao dano típico no arroz, a "panícula branca", causado pelo veranico, é a chamada RSE.

Assim, além da RSG, é necessário melhorar o arroz de sequeiro para a RSE, ou mesmo mostrar ser isso possível, se há um comportamento diferencial das variedades em relação à mesma.

2.21 Parâmetros a alcançar ou superar

Os veranicos podem ser de cinco a trinta dias. Todavia, para a "resistência à seca", as variedades precisariam suportar apenas os períodos mais frequentes e que podem causar grandes danos, que são os de dez a quinze dias de duração (ARRUDA et alii, 1979; BERNARDES et alii, 1988; CARAMORI et alii, 1991). Os períodos mais longos são fatais, mas menos frequentes e portanto menos importantes na prática e do ponto de vista das prioridades de pesquisa.

Os objetivos almejados em relação ao melhoramento genético, visando a resistência à seca, são variedades que tenham mecanismos que permitam enfrentar os veranicos sem grandes prejuízos e posteriormente, comportarem-se como plantas responsivas diante das condições favoráveis que nosso clima oferece no verão (calor, umidade e luz). Portanto, não se trata de obter plantas com características xeromórficas, com adaptação ao semi-árido e que, em consequência, seriam pouco produtivas.

O problema da resistência à seca também pode ser visto no que diz respeito ao patamar mínimo de produtividade, em condições de estiagem que a variedade alcança. Como a média brasileira de sequeiro é baixa, esse mínimo aceitável seria abaixo de 1.000 kg/ha, próximo ao custo de produção ou autoconsumo, conforme o caso e principalmente em relação ao tipo de agricultor.

2.22 Perfilamento: um caráter polêmico

A questão do ideotipo de planta desejável, sempre foi uma questão complexa, especialmente para a resistência à seca. O caráter "perfilamento" é um bom exemplo disso.

A esse respeito existe alguma controvérsia na literatura. MORAIS et alii (1983) afirmam, citando JENNINGS (1979), haver correlação negativa entre

perfilhamento e profundidade do sistema radicular. Afirmam ainda que "Pinheiro (sd) obteve dados de correlação, entre número de panículas/m² e produção, baixa (r= 0,202) em condições de deficiência hídrica e conclue que, para os níveis de produtividade de 3 a 4 t/ha, baixo perfilhamento não constituiria problema".

Por outro lado, temos que considerar que a planta de arroz tende a compensar, com perfilhamento e tamanho de panícula, as variações no espaçamento ou população de plantas. Dessa forma, pode-se obter o mesmo número de grãos por hectare através de várias combinações desses componentes, a saber: número de panículas por planta versus número de plantas por ha (espaçamento). Outro processo é o de alterar a porcentagem de grãos cheios. Este último componente, também chamado de esterilidade de espiguetas, é o único que apresenta correlação significativa com a produção, nos ensaios de variedades regionais comparativos de produtividade de grãos, no Paraná (COLASANTE, 1990)¹.

Muitos ensaios, combinando espaçamentos e densidades de semeadura, resultando em populações de até 180 plantas por m², como os de ANDRADE et alii (1971), e de COLASANTE & CASÃO (1979), mostram que, em anos chuvosos, sem veranicos coincidentes com a fase crítica da lavoura,

1.Colasante, L. O. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Londrina-PR. Comunicação pessoal, 1990.

não existem diferenças entre os tratamentos. Em anos menos chuvosos, sob condições de veranicos, plantios com menor número de plantas por m² são significativamente mais produtivos.

Uma conclusão importante a que também permitiram chegar esses ensaios, foi de que densidades de sementeira na linha são mais importantes do que espaçamentos entre linhas, para uma mesma população final de plantas. Há um limite acima do qual as plantas sofrem, principalmente com a seca, diminuindo a produção, independentemente dos espaçamentos entre linhas.

Parece plausível supor que seria interessante ter plantas com alto perfilhamento para poderem ser plantadas com espaçamentos largos, e portanto com menos plantas por ha, com melhor aproveitamento da luz e da água (sistema radicular mais volumoso por planta) as quais, mesmo para variedades de folhas erectas, teriam a vantagem de poder ter menor índice de Área Foliar (IAF), o que seria vantajoso em condições adversas.

2.23 Seleção para resistência à seca utilizada no IAPAR

Na prática, independentemente do enfoque que se adote no melhoramento para resistência à seca, sempre haverá pontos de estrangulamento a superar e o principal deles é a avaliação de campo dos materiais que permita dizer com segurança se possuem, ou não, a resistência

esperada e/ou desejada. Todas as características relacionadas com a resistência à seca, consideradas desejáveis, podem, de um certo modo, ser selecionadas por metodologias já conhecidas ou desenvolvidas para um ou mais caracteres ao mesmo tempo.

Pode-se, didaticamente, dividir os trabalhos de avaliação em dois grandes grupos a saber: os que se destinam a avaliar e selecionar plantas individuais de populações segregantes e aqueles destinados a avaliar e selecionar linhagens com elevada homozigose ou variedades (progenitores, germoplasma etc).

No primeiro grupo estaria a seleção ou incorporação de características governadas por poucos genes e razoável herdabilidade, tais como: altura de planta, comprimento da panícula, número de grãos por panícula, número de perfilhos, arquitetura de folhas, resistência à toxidez de alumínio etc (KAUL & BHAN, 1974; CUTRIM, 1979). Nesses casos o método indicado seria o do pedigree ou do retrocruzamento ou a utilização de híbridos F_1 entre pais contrastantes para essas características.

No segundo grupo estariam os ensaios de campo onde se simula a seca ou o plantio é feito nas condições para as quais se deseja a resistência. Pode-se então comparar os materiais através de notas de 1 a 9, segundo escala elaborada no IRRI (LORESTO, 1979), nas fases vegetativa, reprodutiva e sob estresse e de recuperação após irrigação.

Outra opção seria medir a produção em ensaios com repetições e em duas condições: com e sem irrigação suplementar (só com a água das chuvas que caírem).

O coeficiente de sensibilidade de cada variedade seria a diferença de produção com e sem irrigação dividida pela produção com irrigação (variando de 0 a 1). Conforme REYNIERS (1981) esse método tem como inconveniente o fato de que genótipos com produções baixas, nas duas condições, apresentarem os melhores coeficientes. Por isso, deve-se, ao analisar os dados, levar em conta, primeiramente, a produção sem irrigação em comparação com as testemunhas (em uso pelo agricultor) ou, dentre as produtivas com irrigação, as que, sem irrigação, não caem abaixo das testemunhas. Os ensaios são repetidos em sucessivas épocas dentro do mesmo local e estação do ano, para se comparar o efeito (sensibilidade) da seca nos diferentes estádios de crescimento de cada variedade.

Esse tipo de ensaio, sem dúvida, constitui-se na ferramenta mais apropriada de seleção para as condições brasileiras, onde a seca é sinônimo de veranico (excetuando-se a região semi-árida do Nordeste).

Nesse caso, a resistência à seca é tratada como um componente de estabilidade de produção, onde poder-se-iam utilizar ensaios em vários locais e épocas dentro de locais.

Para as condições brasileiras, grupos de locais dentro de regiões mais ou menos amplas, poderiam ser tratados como épocas, pois as diferenças entre os mesmos possivelmente seriam devidas às chuvas, semelhantemente às diferenças entre épocas dentro dos locais. Mas, em princípio, seriam analisadas comparando-se somente épocas dentro de locais, e a análise de estabilidade seria enfocada do ponto de vista da estabilidade no tempo (VENCOVSKY & TORRES, 1988), bem como os "coeficientes de suscetibilidade" à seca.

Os índices ambientais seriam ordenados em função das médias obtidas no "tratamento" com irrigação suplementar (sem deficiência de água), e a mesma sequência seria obedecida na ordenação dos dados obtidos sem irrigação suplementar. Os coeficientes de suscetibilidade seriam calculados, época a época, para cada variedade e comparados entre si e com a testemunha escolhida.

Da correlação entre as curvas, das duas situações (com e sem irrigação suplementar) teríamos, por variedade, um índice de resistência à seca: quanto mais próxima de 1 a correlação, maior seria a resistência.

A época de suscetibilidade à seca, por variedade, e também em comparação com a testemunha, ficaria assim, definida.

Sua precisão é função de quanto as diferenças entre as duas situações são devidas apenas à água suplementar. Esse índice, como os demais, deve ser

analisado com uma visão de conjunto em função da problemática regional.

2.24 Resistência à seca pelo mecanismo do escape

A resistência pelo mecanismo do escape, através de ciclos bem curtos (mais ou menos de 30 dias a menos que as precoces atuais) está sendo conseguida sem grandes obstáculos metodológicos. O IAPAR conseguiu, presentemente um bom número de linhagens, com ciclos entre 90 e 100 dias, do plantio à colheita em Londrina, obtidas por segregação transgressiva de cruzamentos entre diversos materiais nem sempre precoces. Embora muitos deles já estejam nos ensaios comparativos de produtividade, ainda possuem alguma característica que precisa ser melhorada do ponto de vista agrônomo.

2.25 Resumo da estratégia de melhoramento em execução no IAPAR

Como foi visto, muitos caracteres de herança simples relacionados com os mecanismos de fuga podem ser selecionados com as metodologias disponíveis, o mesmo não ocorrendo em relação a outros aspectos igualmente importantes. Fica sempre a dúvida, se os materiais nos quais foram incorporados aqueles caracteres desejáveis, nas condições de lavoura, apresentariam a resistência esperada.

O ponto de estrangulamento no aspecto

metodológico fica sendo a avaliação de campo dos materiais trabalhados, se são ou não possuidores da resistência almejada.

Nesse sentido, os trabalhos de REYNIERS (1981) e CHANG (1982), de plantios sucessivos, com e/ou sem irrigação suplementar, conforme foi anteriormente descrito com algumas modificações, visando as condições brasileiras, (usando as técnicas estatístico-genéticas, que ainda precisam ser adequadas ao caso, de seca como componente de estabilidade de produção) podem ser empregados com boas chances de sucesso.

Seguindo essa linha de pensamento e de uma forma não muito rígida, dentro do possível, os trabalhos de melhoramento genético de arroz de sequeiro do IAPAR têm seguido o esquema abaixo, distinguindo-se etapas, que em sua execução, não são exclusivas, caminhando concomitantemente: a) avaliar variedades reconhecidas como tendo resistência à seca, recomendadas para plantio e outras da coleção, através da estabilidade, em plantios sucessivos com e sem irrigação suplementar; b) identificar e incorporar caracteres de herança simples, como arquitetura de folhas e planta, porte etc, desejáveis para resistência à seca nas variedades agronomicamente boas em uso (Retrocruzamento ou pedigree); c) numa segunda etapa, realizar cruzamentos entre os melhores materiais para resistência à seca e características agronômicas e obter linhagens "homozigóticas", pelo método SSD (Single Seed

Descent), dando ênfase, na seleção final, ao método da estabilidade em plantios sucessivos, com e sem irrigação suplementar. Este procedimento seria aplicado aos diversos grupos de duração de ciclo; d) posteriormente, cruzar pais contrastantes para características de resistência à seca (resultantes das avaliações) para utilizar o híbrido (semente F_1) com ajuda da macho esterilidade.

2.26 Ganho genético, uma questão de importância prática

Conforme ressaltou em 1964 James L. Brewbaker (BREWBAKER, 1969): "Enquanto dois terços da população mundial estiverem subalimentados não poderá haver tarefa melhor e mais desafiadora na investigação genética do que o descobrimento de novos meios de incrementar a produtividade agrícola e melhorar a nutrição do homem." Por essa razão de ordem prática, sempre se desejou saber se os trabalhos de melhoramento resultaram em benefícios para a humanidade, ou pelo menos poderiam, se bem utilizados.

Como é da percepção geral, os conhecimentos obtidos pela pesquisa não resultam, por si mesmos, em melhoria das condições de vida das populações. Os benefícios à sociedade dependem de outras esferas de decisão. Em havendo, por parte de todos os setores da sociedade, a decisão política, e as ações correspondentes de colocar os avanços científicos a serviço das pessoas,

cabe perguntar se determinadas pesquisas, serviriam para tal?

2.27. Ganhos obtidos para o arroz e outras culturas

Independentemente dos benefícios sociais advindos dos avanços conseguidos no tocante à produtividade das lavouras, as estimativas dos progressos realizados pelo melhoramento, são um instrumento hábil para se ter uma idéia da eficiência dos trabalhos e assim também, de uma forma potencial, dos benefícios à sociedade.

Inevitavelmente, quando de posse das estimativas (Gs) destes progressos, referentes a uma dada cultura, num determinado tempo, algumas dificuldades surgem principalmente na comparação entre espécies. As diferentes metodologias empregadas, épocas e extensão dos períodos considerados, etc, nem sempre permitem uma compreensão satisfatória. As estimativas devem ser analisadas em função dos períodos de referência, onde quanto mais atrasado o estágio tecnológico da cultura, maiores ganhos porcentuais são esperados e vice-versa. Isto pressupõe haver um período de "incrementos crescentes" e outros de incrementos pequenos, de baixos retornos aos esforços em pesquisa.

Assim, levando-se em conta esses aspectos, é conveniente comparar os ganhos obtidos com os de outras espécies ou mesmo de outros pesquisadores referentes à mesma cultura (Tabela 16).

À luz da literatura, em culturas mais trabalhadas em termos de melhoramento genético, como o milho nos Estados Unidos, os progressos foram estimados já há mais tempo, em função da preocupação dos pesquisadores, como é natural.

Os dados disponíveis, para a cultura de milho referentes aos Estados Unidos, estimaram o progresso genético realizado em 33kg/ha de 1930 a 1970 e de 92 kg/ha de 1950 a 1980 (HALLAUER, 1981 e DUVICK, 1984; citados por TOLEDO, 1990). No Brasil, VENCOVSKY et alii (1986) estimaram o progresso médio anual em 2% no período 1964 a 1984, sendo de 1,7% para os híbridos e de 2,2% para as populações.

Especificamente, para a cultura do arroz no Brasil, os dados disponíveis são poucos. GUAZZELLI (1980), para ter uma idéia da eficiência dos trabalhos de melhoramento com arroz, ao nível de Brasil, pensou em utilizar os dados disponíveis dos ensaios regionais, comparativos de produtividade, de cada Estado. O objetivo primeiro desses ensaios, sem dúvida, foi o de recomendação de variedades, para plantio, regionalmente. Desses ensaios de várias regiões, o autor citado comparou as médias das variedades tradicionais, com as médias das melhoradas em recomendação. As principais conclusões a que GUAZZELLI (1980) chegou, foram de que sempre houve um aumento de produtividade de 20% a 70% (para um período mais ou menos

longo, não definido). Detectou também melhoria na qualidade comercial do produto, muito importante no caso do arroz, sem o que de nada adiantaria o ganho conseguido em produtividade.

Ainda GUAZZELLI (1980), relacionando as variedades recomendadas, por Estado, constatou não haver para o sequeiro nenhum material importado, confirmando a superioridade do material nacional.

CARMONA et alii (1990), avaliaram o aumento da produtividade das lavouras irrigadas do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, em aproximadamente 14%, devido às novas variedades, na última década. Para as regiões de sequeiro, estudo semelhante foi feito por LOPES (1990) e SANT'ANA et alii (1990), estimando um aumento de produtividade das lavouras, devido às novas variedades, em torno de 5% para o mesmo período.

Para a cultura de soja, TOLEDO et alii (1990) estimaram os ganhos genéticos obtidos no Paraná, no período de 1981 a 1986, em 1,8% a.a. e 1,3% a.a. para os genótipos de maturação precoce e semi-precoce, respectivamente.

2.28 Nova metodologia para se estimar o ganho genético

A quantificação do progresso genético, obtido pelos programas de melhoramento de diversas culturas, ou espécies, foi objeto de estudo no sentido da

utilização de informações já disponíveis, oriundas de trabalhos rotineiros de pesquisa, nas instituições que atuam nesse campo.

Assim, VENCOVSKY et alii (1986) propuseram uma metodologia para avaliação do progresso genético, a partir de ensaios de avaliação de cultivares, para fins de recomendação. Essa metodologia foi desenvolvida, proposta e utilizada pela primeira vez por estes autores para estimar o progresso na cultura do milho no Brasil, em relação a híbridos e variedades, cobrindo um período de 20 anos, anterior àquela data. O ponto forte dessa metodologia é o de permitir a utilização de dados previamente existentes e obter estimativas confiáveis.

Posteriormente, VENCOVSKY (1989)¹ aprimora essa metodologia introduzindo os quadrados mínimos ponderados, para o cálculo das estimativas do progresso médio, da variância e do erro dessa média.

FERNANDES (1988), estudando a estabilidade ambiental e de cultivares de milho, na região centro sul do Brasil, utilizou essa metodologia para estimar a média, desvio padrão e erro padrão da média, das flutuações ambientais, com bons resultados.

Utilizando-se dessa metodologia, TOLEDO et alii (1990), com algumas modificações, estimaram o ganho

1. VENCOVSKY, R. ESALQ/USP, PIRACICABA, SP. Comunicação pessoal, 1989.

genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento. O mesmo foi feito por RODRIGUES (1990) em relação à cultura do sorgo no Brasil (Tabela 16). Esses autores, citados, comprovaram a eficiência e a aplicabilidade da metodologia dos quadrados mínimos ponderados. Espera-se, assim, que a mesma seja também aplicável ao caso do arroz de sequeiro.

Os trabalhos citados, referentes à cultura do arroz, utilizaram de diversas metodologias, distintas da proposta por VENCOVSKY et alii (1986) e seus aprimoramentos posteriores (VENCOVSKY, 1989) e obtiveram-se estimativas nem sempre comparáveis o que seria desejável, a exemplo da soja, milho e sorgo, pela importância do arroz para o Brasil e o mundo e conseqüentemente pela relevância que é o aprimoramento genético deste cereal.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Materiais e procedimentos preliminares

Para estimar o progresso genético (Gs) realizado e outros parâmetros correlatos, conforme o objetivo proposto, utilizou-se de dados de produtividade em kg/ha de arroz em casca dos ensaios regionais comparativos de variedades, realizados em vários anos e locais no Estado do Paraná, sob a responsabilidade do IAPAR.

O número total de ensaios utilizados foi de 64 para todo o Estado e desses, 29 foram conduzidos em Londrina. Informações gerais sobre os ensaios encontram-se nas tabelas 1, 2, 3, 4 e 5.

Os ensaios foram divididos em grupos em função dos ciclos das variedades. Os precoces (Grupo 1)

incluiram, materiais com ciclo semelhante às variedades IAC 25 e Jaguar (ou seja, as que levam cerca de 120 dias do plantio à colheita, em Londrina). Os tardios (Grupo 2) incluiram materiais com ciclo semelhante à variedade IAC 47 (mais ou menos 135 dias do plantio à colheita, em Londrina).

Em alguns locais como Londrina e Ponta Grossa, os ensaios foram repetidos em duas ou três épocas de plantio, dentro do mesmo ano.

O delineamento experimental utilizado em todos os ensaios foi o de blocos ao acaso, variando de ano para ano, apenas em função do número de tratamentos, de repetições, do tamanho da parcela (em termos de área útil e/ou total), como também do volume de serviço de todos os projetos em execução e da área disponível.

O número de tratamentos variou no decorrer dos anos como também o número de tratamentos comuns a cada dois anos consecutivos. (Tabelas 1 e 2).

As variedades e linhagens que entraram nos ensaios no período de 1975/76 a 1988/89 foram em número de 58 do grupo 1 (precoces) e de 56 do grupo 2 (tardios), com a inclusão de um terceiro grupo de ciclo "muito precoce" (mais ou menos 100 dias do plantio à colheita em Londrina), de obtenção mais recente.

Todos os tratamentos, locais e anos receberam um número codificado ou número código, que permaneceu o mesmo, de maneira que o número do tratamento

em qualquer ano ou local passou a ser sempre o mesmo para cada variedade ou linhagem (Tabela 1).

Embora a metodologia proposta, dos quadrados mínimos ponderados, necessitasse apenas utilizar os resultados de ensaios rotineiros de pesquisa, já "trabalhados" (ou seja, as médias e análises de variâncias já prontas), optou-se pela digitação de todos os dados (em torno de 8.000), repetição por repetição, a fim de uniformizar os cálculos, (casas decimais, etc.) corrigir possíveis erros e, principalmente, organizar os arquivos de arroz do IAPAR, para uso contínuo. Mesmo os ensaios não utilizados neste trabalho foram arquivados para uso da equipe.

3.2. Estimação do progresso genético (Gs)

Após a constituição dos arquivos dos ensaios, foram feitas as análises de variância utilizando-se o programa SAS, obtendo-se assim as médias dos ensaios por variedade e os respectivos quadrados médios do resíduo (QM resíduo), como também as médias anuais dos ensaios e por variedade, necessários à elaboração das tabelas 3 a 5. Numa primeira etapa, anterior à da utilização do SAS, analisaram-se os ensaios individualmente, utilizando-se o

programa GENES, de autoria de CRUZ & TORRES (1990)¹ como também fez-se uso de um programa para cálculo de médias e transformação dos dados originais em kg/ha elaborado por STORCK (1989)², especificamente para este trabalho.

O programa GENES, também foi utilizado para o cálculo das correlações de Pearson, estatísticas descritivas, regressão, estabilidade pelo método de CRUZ et alii (1989) e os respectivos gráficos.

Por questões de ordem prática, utilizou-se para este trabalho somente o grupo das variedades precoces, pela sua importância para a agricultura do Paraná e a quase inexpressividade dos demais grupos ao nível de lavoura.

O progresso genético foi estimado para o Estado do Paraná como um todo, uma vez que os trabalhos de melhoramento, executados pelo IAPAR, assim foram concebidos e se realizam sem visar nenhuma região específica.

No entanto, estimou-se o ganho genético obtido separadamente para Londrina, não só por se ter aí um maior número de ensaios numa sequência ininterrupta de anos, comparativamente a outros locais, como também por haver interesse em saber se os resultados obtidos em

1. Prof. Dr. Cosme Damião Cruz e Prof. Dr. Roberto A. Torres Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG e Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, respectivamente. Comunicação pessoal, 1990.

2. Prof. dr. Lindolph Storck, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-Rs. Comunicação pessoal, 1989.

Londrina podem ser generalizados para todo o Estado. Dos 14 anos analisados somente em 1977/78 não se obtiveram dados de ensaios, em Londrina.

Considerou-se, também, locais e/ou épocas como ambientes (portanto cada ensaio sendo igual a um ambiente). As médias de cada local foram estimadas a partir das épocas (ambientes), porventura existentes para cada local, no ano. As médias do ano, para todo o Estado do Paraná, foram estimadas a partir das médias de cada local (ambiente).

Como exemplo do que foi dito, Londrina e Ponta Grossa que tiveram com frequência épocas dentro de anos, ao se calcular as médias anuais, calcularam-se primeiro as médias das épocas, para cada local, de maneira que a média respectiva de cada ano ficou sendo uma média das médias de locais.

No que tange à natureza das variáveis (anos, ambientes e genótipos), consideraram-se todos os ensaios de cada ano como uma amostra de todos os ambientes possíveis de ocorrerem no Estado e da mesma forma os anos como aleatórios e as variedades ou linhagens como "fixas".

Para estimação do Progresso Genético realizado (Gs), tendo em vista os objetivos propostos,

utilizou-se de duas metodologias, a saber: o método dos Quadrados Mínimos Ponderados (QMP) e o Método Direto (MD). O primeiro, objeto de confirmação de sua aplicabilidade em arroz de sequeiro, utiliza dados rotineiros (ensaios comparativos regionais para recomendação de variedades) dos programas institucionais. O segundo compara variedades novas com antigas, que são recolocadas novamente nos ensaios regionais, com essa finalidade.

3.3. Método dos quadrados mínimos ponderados (QMP).

Os procedimentos para o cálculo do progresso genético realizado (Gs), propriamente dito, encontram-se descritos em RODRIGUES (1990), segundo VENCOVSKY et alli (1986), VENCOVSKY (1989) e FERNANDES (1988) e que, em linhas gerais, passam a ser relatados como executados neste trabalho.

A partir dos dados, anteriormente descritos, foram feitas comparações das produtividades médias (de grãos) dos ensaios, considerando-se o conjunto de todos os locais, para cada conjunto de dois anos consecutivos. Assim, para o caso específico deste trabalho, calcularam-se 13 estimativas de Gs, correspondentes às 13 duplas de anos consecutivos, referentes aos 14 anos do período analisado.

A diferença entre as duas médias contém não

só a diferença entre o conjunto de fatores ambientais não genéticos, entre os dois anos, como também a diferença de produtividade entre os novos genótipos introduzidos nos ensaios e os substituídos (descartados). É a diferença bruta (DB).

O "efeito ambiental" ou "de ano", ou ainda, "diferença ambiental", foi medido pela diferença das médias dos tratamentos comuns aos dois anos consecutivos (EA).

Assim, a cada biênio, obteve-se a diferença bruta (DB) entre a média dos ensaios do ano i (M_i) e do ano $i-1$ (M_{i-1}) e o efeito do ano ou "ambiental" (EA) medido através da diferença entre as médias dos tratamentos comuns aos dois anos (C_{i-1})-(C_i). Subtraindo-se da diferença bruta a diferença "ambiental" obteve-se a estimativa do progresso genético médio anual procurado (Gs), na mesma unidade de medida dos ensaios (kg/ha, no caso deste trabalho). Assim,

$$M_{i-1} - M_i = DB_{i-1, i}$$

$$C_{i-1} - C_i = EA_{i-1, i}$$

$$DB_{i-1, i} - EA_{i-1, i} = Gs_{i-1, i}$$

Evidentemente, essas médias estão sujeitas a erros que num conjunto grande de anos tendem a se anular. No caso, a estimativa do progresso do ano i para o $i-1$ e do ano i para o $i+1$, a média do ano i será comum tanto à estimativa $i-1;i$ como também à estimativa $i;i+1$. Dessa forma os erros ficam correlacionados, portanto, não independentes.

Assim, sendo Y o vetor das estimativas de G_s , de cada par de anos consecutivos, B o vetor das estimativas dos parâmetros do progresso, X uma matriz de coeficientes, os elementos de B foram calculados pela solução do sistema:

$$(X' V^{-1} X) B = X' V^{-1} Y$$

A estimativa principal em B é a do progresso genético médio, procurado neste trabalho. A matriz V contém as variâncias e covariâncias dos elementos de Y . Os elementos da matriz V foram obtidos conforme já amplamente explicado por RODRIGUES (1990).

Para mensurar as precisões das estimativas contidas em B , foi desenvolvida a expressão:

$$\text{var} (B) = (X' V^{-1} X)^{-1}$$

sendo $\text{var}(B)^{0,5}$ o vetor do erro da estimativa.

As estimativas do ganho genético foram transformadas em porcentagens em relação a uma **média base** ou de referência, que foi estimada a partir da média dos ensaios do primeiro ano (1975/76), considerada como o ponto de partida do estudo em questão.

As estimativas dos valores de Gs, quando transformadas em porcentagens em relação à referida média do ano inicial, seriam muito influenciadas pela média desse ano inicial. Assim, se esse ano houvesse sido muito favorável (ou desfavorável) ao arroz e as produtividades dos ensaios elevadas (ou reduzidas), para um mesmo valor do ganho estimado, teríamos valores percentuais muito diferentes em função da variável "ano". Por essa razão, estimou-se uma média a partir da inicial, adicionando-se à mesma, o "efeito do ano", ano a ano, obtendo-se assim 13 médias calculadas correspondentes aos anos 2 a 14 que somados à inicial perfazem os 14 anos. A média "base" (ou de referência) foi estimada tirando-se a média aritmética dessas médias calculadas, como abaixo, para o período de 1975 a 1989:

MÉDIA DE REFERÊNCIA

ANOS	MÉDIAS	CÁLCULO
1975	M1	Média inicial
1976	M2	$M1 + EA_{1;2}$
1977	M3	$M2 + EA_{2;3}$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
1989	M14	$M13 + EA_{13;14}$

Média de referência (1975 a 1989) = (somatório M1 a M14)/14

Para a matriz de ponderação, foi preparada uma serie de dados que foram reunidos nas tabelas 6 e 7 a título de informações preliminares, a saber: médias anuais dos ensaios e o número de tratamentos respectivos, número de tratamentos comuns a cada grupo de dois e de três anos consecutivos, os progressos Gs calculados para o conjunto de anos analisado, o quadrado médio residual médio (QMRes médio igual ao somatório das somas de quadrados residuais, SQRes, dividido pelo somatório dos graus de liberdade respectivos) e o número de repetições utilizado nos ensaios (média harmônica).

A partir desses dados calcularam-se as estimativas desses parâmetros genéticos, utilizando de um "software" elaborado, especificamente para essa finalidade, por CRUZ (1990), já citado anteriormente.

Para comparar as estimativas obtidas pelos dois métodos (QMP e o MD), fêz-se um cálculo do progresso Gs correspondente apenas ao período de 13 anos, de 1975 a 1988, equivalente ao do método direto.

3.4. Estimação do progresso genético (Gs) pelo "método direto"

Um estudo adicional, importante, foi incorporado a este trabalho, estimando-se Gs pelo método direto. O método direto consistiu em comparar-se a média das variedades melhoradas com a das antigas, em uso à época do início do período considerado, a partir de dados de produtividade dos dois grupos de variedades, do mesmo conjunto de ensaios, no ano. Para tanto, voltou-se a plantar em 1987/88 (ano 13), as variedades "antigas" utilizadas para plantio na maioria das áreas do Estado, em 1975/76, a Jaguary, a EEPG 369 e a Batatais. A variedade Jaguary ocupava uma área expressiva, ao nível de lavoura, na época, principalmente na região centro-sul do Estado e a variedade Batatais na região norte, principalmente intercalada ao café. A variedade EEPG 369

uma das primeiras linhagens melhoradas pela pesquisa no Paraná, ou seja, pelo IPEAME e mais tarde Estação Experimental de Ponta Grossa (EEPG), dividia as áreas de lavoura com a Jaguary.

Assim, estimou-se o ganho genético pelo "método direto", (MD), comparando-se, no ano agrícola de 1987/88, a produtividade média das três variedades antigas (Batatais, Jaguary e a EEPG 369) com a das variedades recomendadas para plantio no ano 1987/88, ou seja, as variedades IAC 164 e IAPAR 9. Essa diferença corresponde ao progresso Gs procurado no período, ou seja:

$$\text{Média (novas)} - \text{Média (antigas)} = \text{Gs}$$

$$\left[\frac{\text{Gs}}{\text{Média (antigas)}} \right] 100 = \text{Gs} \%$$

(Gs% = Ganho porcentual no período)

Os ganhos foram também apresentados como uma taxa de crescimento ao ano (correspondente ao incremento ano a ano, a exemplo de juros sobre juros), de tal forma que:

$$(\text{Gs\% a.a.})^n = \text{Gs\%} \quad , \text{ sendo}$$

n= número de anos no período, e

Gs% a.a. o ganho porcentual ao ano.

Os dados utilizados para o cálculo das estimativas pelo MD foram extraídos dos ensaios do ano 1987/88. O número de tratamentos avaliados foi de 21, com 4 repetições, com delineamento de blocos casualizados e em 7 ambientes. O quadro da análise da variância conjunta, respectiva, encontra-se na tabela 11.

Para o cálculo do erro da média associado à estimativa do Gs, foi utilizada a seguinte expressão:

$$s_m = [\text{QMRes} (1/n_1 + 1/n_2)]^{0.5}$$

Sendo n_1 e n_2 o número de dados contidos nas médias das variedades antigas e novas, respectivamente e QMRes o quadrado médio residual.

É bom observar que as estimativas tanto pelo MD, como pelo QMP, foram feitas para o Paraná e também para Londrina, separadamente.

Para se verificar o comportamento, quanto à estabilidade, de algumas variedades de importância para o estudo em questão, tais como, a Jaguary, a EEPG369, a Batatais, a IAC164, a IAPAR 9 e algumas linhagens promissoras, utilizou-se do método de CRUZ et alii (1989).

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos neste trabalho foram reunidos, tanto quanto possível, em tabelas e gráficos e representam parte das atividades de melhoramento dos projetos de arroz do IAPAR.

As médias de produtividade de grãos de todos os ensaios utilizados no trabalho, juntamente com o número de repetições, os ambientes onde foram conduzidos os ensaios em cada ano, o número de tratamentos e o número deles comuns a cada dois anos consecutivos, encontram-se na tabela 2. Mais detalhes sobre cada ensaio, em cada ano, com os respectivos quadrados médios do resíduo, número de repetições e de graus de liberdade, como também o coeficiente de variação e o índice de variação (IV) (PIMENTEL-GOMES, 1991), além das médias individuais e do número de tratamentos, estão reunidos na tabela 3.

De um modo geral os ensaios variaram em precisão (IV's) e verificou-se uma tendência de aumento da

média geral anual, com o passar dos anos (Figuras 6 e 7).

As precisões dos experimentos (IV) variaram de 2,17% a 15,18%, estando a média em torno de 7%. O número de repetições para os 64 ensaios ficou em 4,67 (média harmônica) e o quadrado médio do resíduo, sem dividir pelo número de repetições, em 182.973,53 com 2.877 graus de liberdade. A média geral para os 14 anos foi 2.856,32 kg/ha.

Separando-se os dados só para Londrina, a média harmônica de repetições dos 29 ensaios foi de 4,58 e a média geral de produtividade dos ensaios foi de 3.182,48 kg/ha.

Deve-se salientar que, com exceção de apenas um dos ensaios, todos os demais tiveram 4 ou mais repetições, o que contribuiu para maior precisão dos dados obtidos. O número de observações utilizadas foi de 3.930, variando de um mínimo de 72 observações, nos anos 3 e 4, ou seja 77/78 e 78/79 até 840 observações no ano 10, ou seja 84/85 (tabela 3).

O número de tratamentos foi baixo no início do período e passou a valores mais elevados a partir de 1980/81. As médias de produtividade de grãos dos 64 ensaios, individualmente, variaram bastante principalmente entre anos e mesmo entre ambientes no ano. As médias dos mesmos variaram de um mínimo de 799,89 kg/ha para o ambiente correspondente à época 1 de Londrina, do ano 10 (84/85) até o máximo de 6.721,11 kg/ha, obtidos também em

Londrina, no ano de 88/89. A média geral dos 64 ensaios foi de 2.978,26 kg/ha com um desvio padrão de 1.391,23 kg/ha (46,7%). Essa média é diferente da que está na tabela 3 (2.856,32 kg/ha), uma vez que a mesma foi estimada a partir das médias anuais e não dos ensaios individuais (somatório das médias dos 64 ensaios individuais/64).

As análises individuais e conjuntas por ano mostraram em 100% dos casos diferenças significativas ao nível de 1% para ambientes e tratamentos; para blocos dentro de ensaios as diferenças também foram significativas ao nível de 1%, com exceção do ano 2, cuja significância foi ao nível de 5%. As interações, tratamentos X ambientes, foram sempre significativas ao nível de 1%, excetuando-se o ano 1 em que não houve significância. Isto foi para o caso das análises conjuntas anuais, tratando-se épocas ou locais como ambientes, portanto cada ensaio correspondendo a um ambiente.

Considerando-se nas análises conjuntas somente uma época por local, (ambientes passaram a ser locais), as significâncias dos valores de F repetiram o caso anterior, não havendo um caso sequer em que o efeito da interação tratamentos (genótipos) X ambientes não fosse significativo e ao nível de 1%.

A título ilustrativo tomaram-se outros dados de análise conjunta para arroz de sequeiro no Paraná, de outro conjunto de variedades do grupo tardio ou médio (grupos de 3 a 5 genótipos, comuns a vários anos e levando-

se em conta um único local), a interação genótipos X anos não foi significativa em 2 dos 3 casos analisados (tabela 15). Nesses três casos o valor de F para anos foi muitíssimo maior que o da interação. O número de observações utilizadas nos três casos foi, respectivamente, de 80, 60 e 80.

As médias anuais resultantes das análises conjuntas dos ensaios foram organizadas nas tabelas 4 e 5 para o Estado do Paraná e Londrina, respectivamente, com uma visão gráfica dos tratamentos comuns aos conjuntos de 2 e 3 anos consecutivos.

Os resultados das estimativas do ganho genético (Gs) por ano, tanto para todo o Estado do Paraná como também levando-se em conta somente os ensaios de Londrina, estão reunidos nas tabelas 6 e 7, juntamente com outros dados utilizados pelo método dos quadrados mínimos ponderados (QMP) em pauta. Desses dados resultaram os das tabelas 8, 9, 12 e 13, onde estão sumarizados os resultados dos ganhos genéticos médios anuais ponderados, tanto para Londrina como para todo o Estado do Paraná, no 1975 a 1989: os ganhos genéticos médios estimados foram, respectivamente, pelo método QMP de 1,35% ($\pm 0,56$) ao ano, para o Estado do Paraná e de 1,42% ($\pm 0,40$) ao ano, para Londrina (tabela 12), correspondendo a 436,80 kg/ha e 540,27 kg/ha para o Paraná e Londrina, respectivamente. Apenas como referência, esses valores sem a ponderação (maneira tradicional) foram de 70,38 kg/ha/ano para o

Paraná e 92,28 kg/ha/ano para Londrina (tabelas 8, 9, 12 e 13).

Os resultados das estimativas dos Gs pelo MD para Londrina e Estado do Paraná (tabelas 10 e 11) e os estimados pelo QMP, para o mesmo período (de 1975 a 1988), encontram-se nas tabelas 8, 9 e 13.

Os ganhos genéticos médios estimados pelo método direto (MD) foram de 1,02% ($\pm 0,19$) ao ano para o Estado do Paraná e de 1,99% ($\pm 0,19$) ao ano para Londrina. As estimativas obtidas pelo QMP, foram de 1,18% ($\pm 0,63$) ao ano, para o Estado do Paraná e de 1,04% ($\pm 0,45$) ao ano, para Londrina.

As médias de referência, em relação às quais esses valores dos ganhos em porcentagem (Gs%) foram calculados, bem como os valores em kg/ha correspondentes aos ganhos genéticos totais (Gst) referentes aos períodos e métodos relatados, encontram-se abaixo relacionados, resumidamente, em forma de tabela:

Região de abrangência	Período	Método	Gs% a.a. no período	Gst/período kg/ha	Méd.de ref. kg/ha
E.Paraná	1975 a 1989	QMP	1,32% ($\pm 0,56$) a.a.	436,80 ($\pm 174,03$)	2.295,05
E.Paraná	1975 a 1988	QMP	1,18% ($\pm 0,63$) a.a.	325,56 ($\pm 168,68$)	2.149,63
E.Paraná	1975 a 1988	MD	1,02% ($\pm 0,19$) a.a.	504,84 ($\pm 91,37$)	3.911,00
Londrina	1975 a 1989	QMP	1,42% ($\pm 0,40$) a.a.	540,27 ($\pm 144,89$)	2.688,80
Londrina	1975 a 1988	QMP	1,04% ($\pm 0,45$) a.a.	337,08 ($\pm 140,03$)	2.539,95
Londrina	1975 a 1988	MD	1,99% ($\pm 0,19$) a.a.	1297,66 ($\pm 113,11$)	4.864,06

5. DISCUSSÃO

Os ganhos genéticos médios anuais obtidos com os trabalhos de melhoramento do IAPAR, com a cultura de arroz de sequeiro, e aqui estimados pela metodologia proposta por VENCOVSKY et alii (1986), e VENCOVSKY (1989), foram razoáveis, principalmente, quando comparados com os ganhos percentuais relatados por RODRIGUES (1990) e VENCOVSKY et alii (1986) TOLEDO et alii(1990) para sorgo, milho e soja, respectivamente, que são culturas há muito mais tempo trabalhadas pela pesquisa.

Quando se trata de arroz de sequeiro, uma questão maior, de fundo, se coloca: por ser o arroz uma espécie hidrófila, em suas origens, ao que se sabe, muito se tem questionado sobre a possibilidade de se obter avanços ou ganhos genéticos.

Devido a essas crenças, ou descrenças, muito se tem investido em programas de incentivo ao arroz irrigado no país, fora das áreas tradicionais de irrigação,

ou seja, fora dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Os programas governamentais de incentivo ao irrigado têm fracassado como se pode deduzir a partir dos relatos de LOPES, (1990); SANT'ANA et alii, (1990).

Há os que pensam que o Brasil já atingiu o limite possível em arroz de sequeiro, tendo se esgotado a variabilidade genética para obter-se qualquer avanço adicional. Os progressos (Gs) obtidos pelo IAPAR, certamente à semelhança dos demais Institutos de pesquisa do país, mostram a factibilidade de trabalhos nesse sentido. Considere-se, além disso, que não se trata de investir numa cultura potencial e sim numa que já está enraizada na tradição agrícola do Brasil, ocupando uma área superior a 5 milhões de hectares.

No tocante à metodologia em si (QMP), quando comparada com a estimação pela comparação entre variedades antigas e novas, nos mesmos ensaios do ano (método direto, MD), os dados parecem consistentes em mostrar que as diferenças entre as estimativas não foram significativas (tabela 13), exceção feita para Londrina pelo método direto. Isso pode ser explicado pelo menor número de dados que utiliza (menor número de ensaios envolvidos) e portanto pela menor precisão das estimativas, e principalmente à pouca representatividade para todo conjunto considerado.

Existe grande flutuação nas médias de

produtividade dos ensaios para um mesmo local e dentro do mesmo ano, e também entre anos, para o arroz de sequeiro (Tabela 3), haja vista a variabilidade das médias dentro do mesmo local, entre épocas.

Evidentemente a metodologia proposta prevê estas flutuações aleatórias inerentes às culturas de um modo geral, e especificamente em arroz, cujos erros tendem a se anular, num conjunto razoável de anos (Figura 11).

Quando se analisam apenas os dados de poucos ensaios de um determinado lugar, como é o caso do ano 13 (87/88), para Londrina e mesmo para o Estado do Paraná, seria possível que as circunstâncias especiais do ano (excessivamente chuvoso ou o inverso, por ex.) inviabilizassem a estimação pelo método direto. Conforme pode-se observar na tabela 11 (também nas tabelas 3 e 4), neste caso, as circunstâncias de ano permitiram a estimação pelo método direto uma vez que os ambientes, pela variabilidade que apresentaram, foram representativos do que tem ocorrido nos anos. Esse fato não é válido no caso específico de Londrina, onde apenas 3 ensaios estiveram envolvidos nessa estimativa. Se por um lado os dados indicam que Londrina pode representar o estado num conjunto de anos, parece não sê-lo para um único ano (os valores foram razoavelmente diferentes), a não ser talvez, aumentando-se o número de épocas.

A esse respeito, as regressões entre a produtividade e anos dos ensaios (para o Paraná) são muito

semelhantes (Figuras 5,6 e 7). Também as correlações encontradas entre os ensaios no período de 75 a 86 para o Paraná e Londrina foram muito razoáveis (0,53).

Não há evidências que permitam dizer que as diferenças entre ambientes, encontradas nos ensaios, sejam devidas a razões sistemáticas. Ao que parece são tão aleatórias quanto as variações dos elementos climáticos nas diversas regiões e ambientes (Figura 11). Exemplo disso, foi o fato de se encontrar em Londrina os valores mínimo e máximo dentre as médias dos ensaios, ou seja, 799 kg/ha e 6790 kg/ha respectivamente. Esse fato pode ocorrer para qualquer dos ambientes no decorrer dos anos. É lógico supor que existam regiões de maior ou menor risco, mas a sequência de ensaios no mesmo local, excetuando-se Londrina e Ponta Grossa, é relativamente pequena, o que dificulta uma conclusão nesse sentido.

Os resultados do ano 13, ou seja, 87/88 trazem ainda um dado importante: a produtividade da variedade antiga Batatais, cultivada desde 1957, segundo BANZATTO (1969), verificou-se elevada, sendo a mais produtiva (produtividade absoluta) dos ensaios. Desde 1979 não participa mais dos testes comparativos no IAPAR por ter sido considerada instável e principalmente por ser de grãos curtos.

O fato de variedades nativas apresentarem altas produções em condições favoráveis não é inusitado em

arroz de sequeiro, pois é comum acontecer que variedades de agricultores sejam produtivas em certas ocasiões.

Portanto, é plausível pensar que o problema do melhoramento de arroz não está em elevar o teto de produtividade das variedades e sim das performances médias das mesmas, ou seja, da estabilidade em seus diversos aspectos. E qualquer aumento em produtividade é significativo para uma área plantada de aproximadamente 6 milhões de hectares no país.

Como ressaltam VENCOSKY et alii (1986) e TOLEDO et alii (1990), os ganhos obtidos devem ser vistos em função do patamar de produtividade em que se encontra a cultura. Nesse particular a cultura de arroz poderia se enquadrar na fase de ganhos médios anuais percentuais maiores pelos níveis atuais de produtividade do país e do Paraná.

Na realidade a verdade é outra: em primeiro lugar o arroz é um produto consumido sem transformação industrial, onde várias características são importantes e não podem ser descuidadas, quais sejam: tipo de cocção (teor de amilose 21 a 25%), temperatura de gelatinização "baixa", comprimento de grão maior que 6mm e relação comprimento/largura maior que 2,75 (agulha), ter alta renda (baixa percentagem de casca + farelo + quirera) e bom rendimento no benefício (proporção entre inteiros e quebrados), e, principalmente, ter aspecto bonito,

translúcido, sem gessados ou com centro branco. Além disso, do ponto de vista do interesse nacional e dos produtores, precisa ser produtivo ao nível de lavoura.

Se por um lado, nessa fase, se esperariam ganhos percentuais elevados pelos baixos níveis de produtividade da lavoura e trabalhos de melhoramento não muito intensos num passado recente, por outro lado são poucas as variedades, ou linhagens de sequeiro, que poderiam entrar num programa de cruzamento e que também, ao mesmo tempo, sejam possuidoras de características desejadas dos pontos de vista culinário e de mercado.

Portanto melhorar, no caso, significa obter melhorias em muitas características concomitantemente, o que tende a diminuir os ganhos por unidade de tempo e por caráter. Isso faz com que haja expectativa de progressos maiores a partir de agora, com o aumento do número de linhagens melhoradas com características favoráveis.

Praticamente o ganho obtido, quantificado neste estudo, tem parcela de contribuição das variedades IAC 164 e IAPAR 9, que entraram nos ensaios em 1977/78 (ano 3) e 1980/81 (ano 6) respectivamente. Até o ano 8 (82/83) os ganhos podem ser creditados a essas duas variedades mais o ganho obtido logo nos primeiros dois anos dos ensaios, cujos materiais novos já haviam passado por uma triagem anterior.

A partir desse patamar, que vai, desde o início do período até próximo do ano 8 (82/83), há um

começo de incremento nos ganhos, refletidos na regressão dos ganhos genéticos médios anuais acumulados (Gsa) para Londrina e Paraná (Figuras 14 e 15). Esse fato confirma a expectativa de estarmos iniciando uma fase de ganhos crescentes, ao contrário do que TOLEDO et alii (1990) relatam para o melhoramento de soja no Paraná em que houve, inclusive, correlação negativa entre as médias dos ensaios e os ganhos genéticos anuais. No presente caso encontrou-se correlação positiva entre a média dos ensaios e os ganhos genéticos anuais acumulados para o Paraná de 0,34 (Figura 17).

Esse início da subida da curva corresponde ao aumento do número de tratamentos nos ensaios, que no caso refletem os resultados dos trabalhos de melhoramento iniciados na década de 70 e que agora começam, em maior volume, a participar dos ensaios.

Considerando que muitas dessas linhagens já possuem características agronômicas e culinárias desejáveis, como relatado anteriormente, o melhoramento poderá se concentrar com maior intensidade nos aspectos relativos à produtividade e necessidades do produtor de grãos. De fato, somente parte do material genético dos ensaios era oriundo do programa próprio do IAPAR e a partir de 1984 somente linhagens do IAPAR têm ingressado nos ensaios (tabela 14), havendo uma correlação de 0,93 entre os valores de Gsa (progresso genético anual acumulado) e a proporção de linhagens novas do IAPAR .

Outro fato positivo quanto ao melhoramento do arroz de sequeiro executado no Paraná é relativo aos riscos. No tocante a estes, também são menores para as melhoradas, o que pode ser evidenciado pela comparação da estabilidade das variedades antigas com as novas. Assim da comparação da estabilidade da IAC 164 com a Jaguary, da Batatais com a IAPAR 9, e desta última com a primeira, pôde-se inferir sobre a IAPAR 9 com a Jaguary e a Batatais.

Como se vê, a variedade Jaguary em relação à IAC 164, (Figura 21) é inferior tanto na média dos ambientes desfavoráveis como nos favoráveis. Já em relação à Batatais, o IAC 164 foi superior nos ambientes desfavoráveis, quase igualando-se nos favoráveis (Figura 22) e mostrando, mesmo assim, uma diferença final, a seu favor, tanto nos ambientes desfavoráveis quanto nos favoráveis.

As genealogias das variedades Batatais e IAPAR 9 estão na figura 24, permitindo verificar a ausência de parentesco entre elas, o que já é um fator positivo no sentido do aumento da diversidade genética, diminuindo em consequência a vulnerabilidade da lavoura. Como mostram os dados (das figuras 18,20,21,22 e 23), ambas não diferem em teto de produtividade, sendo que o avanço representado pela IAPAR 9 advém de sua maior estabilidade, apresentando, portanto, uma média mais elevada ao longo dos anos .

As variedades IAPAR 9 e IAC 164 apresentaram uma correlação de 0.99 entre suas produtividades durante os 9 anos (média dos ensaios de cada ano). A IAPAR 9 foi superior à IAC 164 na média dos 9 anos referidos (80/81 a 88/89) em 106 kg/ha (3,2%). Sua média foi de 3.419,84 kg/ha (IAPAR 9), e a da IAC 164 3.313,94 kg/ha referentes a 45 ensaios, ou seja, ambientes (Figura 23). As médias da IAC 164 variaram de 2.364 kg/ha a 4.726 kg/ha enquanto as da IAPAR 9 de 2.510 a 4.970 kg/ha; sendo que ao longo desse período não apresentaram interação significativa (GXA). Isto faz supor que a IAPAR 9, em relação às antigas, tenha um comportamento semelhante à IAC 164.

Assim, confirma-se também a hipótese de que houve um melhoramento para estabilidade. No caso do arroz de sequeiro não seria de todo inconsistente supor seja isso devido à melhoria para resistência à seca geral, uma vez que a água, ou melhor dizendo, os veranicos, ou a distribuição das chuvas, é a variável ambiental mais importante para a cultura.

6. CONCLUSÕES

Do presente trabalho pôde-se concluir que :

6.1. A metodologia aqui utilizada para estimar os ganhos genéticos médios anuais (Gs) proposta por VENCOVSKY et alii (1986) e VENCOVSKY (1989), dos quadrados mínimos ponderados (QMP), mostrou ser perfeitamente exequível, na cultura do arroz de sequeiro. Reforça-se, portanto, a utilidade em aproveitar dados dos ensaios rotineiros de recomendação de variedades, a exemplo do que já foi comprovado nas culturas de milho, sorgo e soja.

6.2. A metodologia referida foi eficiente, principalmente em relação à precisão das estimativas, que os quadrados mínimos ponderados proporcionou.

6.3. O método dos quadrados mínimos ponderados, conduziu a estimativas semelhantes às feitas pelo método direto (comparando-se, no mesmo ano agrícola, variedades antigas com as novas recomendadas hoje pelo

IAPAR), para o Estado do Paraná.

6.4. Para um conjunto de anos, o progresso estimado com os dados somente de Londrina pode ser generalizado para o Estado do Paraná, propiciando economia de trabalho e tempo, se necessários.

6.5. Os trabalhos de pesquisa em melhoramento genético da cultura de arroz de sequeiro para o Paraná, realizados pelo IAPAR no período de 75/76 a 88/89, foram efetivos pois conseguiram elevar a produtividade de grãos dos ensaios em 19,03%, para o período como um todo, ou em 1,35% (± 0.56) ao ano. Concluiu-se que esses resultados se repetirão ao nível de lavoura, uma vez que há uma correlação positiva de 0,69 entre as médias dos ensaios e das lavouras do Paraná.

6.6. O progresso genético obtido não foi devido somente ao aumento dos tetos de produtividade das linhagens, mas, principalmente à elevação dessas médias em consequência da melhoria da sua estabilidade temporal e geográfica.

6.7. Os ganhos genéticos médios anuais foram maiores no início, estacionaram posteriormente e retomaram o crescimento novamente após a entrada de maior proporção de linhagens geradas pelo IAPAR.

6.8. Esses resultados indicaram ser possível o melhoramento genético do arroz de sequeiro para produtividade e que esses ganhos, na média, foram obtidos principalmente através da melhoria da resistência à seca

geral, expressa pela maior estabilidade das variedades, tanto em relação a locais quanto a anos. Indicaram, ainda, que no caso do arroz de sequeiro essas diferenças entre anos e locais dizem respeito, principalmente, à disponibilidade de água (chuvas) que esses ambientes refletem.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBUD, N.S. *A panícula branca no arroz de sequeiro ocasionada pela seca*. Monografia apresentada no curso de Aperfeiçoamento em Fisiologia Vegetal UNICAMP-IAC, 1975. (Não publicado).

ABBUD, N.S. Relatórios de projetos de melhoramento do Programa Arroz. IAPAR, anual, s.d.

ABBUD, N.S. *Métodos de seleção utilizados no projeto de melhoramento do arroz de sequeiro*. Seminário da Área de Melhoramento do IAPAR em 7/12/84. (Não publicado).

ABBUD, N.S. *Melhoramento para resistência à seca em arroz para as condições brasileiras*. Monografia apresentada para a disciplina Tópicos Especiais de Melhoramento ESALQ USP Piracicaba, novembro de 1987.

ALVIM, P.T. New type of porometer for measuring stomatal opening and its use in irrigation studies. Methodology of plant Ecophysiology In: *Proceedings of the Montpellier Symposium*. Montpellier, 1965.

ARRUDA, H.V.; H.S.PINTO e R.R.ALFONSI. 1979. Probabilidade de estiagens nos meses de janeiro e fevereiro na região de Campinas, SP. In: *Anais I RETERIESP*, Campinas, SP, março de 1979.

BAYMA, C. Arroz In: *Produtos Rurais*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, 1961. no. 14.

BALDI, G. & TINARELLI, A. Ereditá e Miglioramiento Genético del Riso. In: BIANCHI, A. *Trattato di Genetica Agraria Speciale*. Bologna, Edizione Agricole, 1969, Quaderno IV.

BANZATTO, N.V. *Variedades de Arroz*. Piracicaba, ESALQ, 1968, 23p. mim.

BANZATTO, N.V. *Diretrizes para o Melhoramento*. Piracicaba, ESALQ, 1969, 31p. mim.

BANZATTO, N.V.; AZZINI, L.E.; SOAVE, J.; SOUZA, D.M.de;
ROCHA, T.R.da e ALOISI SOBRINHO, J. *IAC 47 - Novo
Cultivar de Arroz de Sequeiro* - São Paulo - Sec.
Agricultura - Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária.
1978. Circular no. 99.

BANZATTO, N.V.; AZZINI, L.E.; CAMARGO, O.B.de.
Tecnologia da Produção In: GOVERNO DO ESTADO DE SÃO
PAULO, SECRETARIA DA INDUSTRIA E COMÉRCIO,
COORDENADORIA DA INDUSTRIA E COMÉRCIO *Arroz -
produção, pré-processamento e transformação
agroindustrial*, vol. 1.

BANZATTO, N.V.; CARMONA, P.S. *Rice Breeding in Brazil*
FAO, International Rice Commission, Brazil Delegation to
the Second of Rice Commission For the Americas,
Pelotas, RS, Brasil, 1971.

BERNARDES, L. R. M.; AGUILAR, A. P.; ABE, S.
Frequências de ocorrência de veranicos no Estado do
Paraná - In: *Boletim de Geografia - UEM* Maringá, ano
6 no. 1, 83-108, junho 1988.

BERNSTEIN, L. 1955. The needs and uses of water by
plants. In: USDA, *Yearbook of Agriculture*, p.18-25.

- BOREK, E. *O Código da Vida*. São Paulo, Editora Cultrix, 1967.
- BLUM, A. 1977. *The genetic improvement of drought resistance in crop plants: a case for sorghum*. The Volcani Center, Bet Dagan, Israel 1977 series 136-E.
- BORLAUG, N. Agricultura, a grande crise universal. Entrevista concedida ao jornal Londrino THE OBSERVER e publicada em "O ESTADO DE SÃO PAULO". São Paulo, SP. 1972.
- BRANDÃO, S. S. *Cultura do Arroz*. Viçosa, UREMG, 1968. mim.
- BRASIL. EMBRAPA. CNPAF. *Programa Nacional de Pesquisa de Arroz 2a. aproximação*. Goiania, 1978 (Não publicado)
- BRASIL. EMBRAPA. CNPAF *Arroz: Resumos Informativos, v.1*. Brasília, EMBRAPA - DID, 1981.
- BREWBAKER, J. L. *Genética na Agricultura*. São Paulo, Editora Polígono: USP, 1961.
- CASCUDO, L. da CÂMARA. O suplementar arroz. *Historia da alimentação no Brasil*. pg 510 a 525. Livraria Itatiaia Editora Ltda. EDUSP, 1967/1968.

CARAMORI, P.H., OLIVEIRA, D.; FARIA, R.T.
Frequência de Ocorrência de Períodos com Deficiência Hídrica (veranicos) no Estado do Paraná Londrina, IAPAR, 1991.

CARMONA, P. S.; TERRES, A. L.; SCHIOCCHET, M.
Retrospectiva da contribuição do melhoramento genético na solução de problemas da cultura de arroz irrigado nos Estados do Rio grande do Sul e Santa Catarina. In: IV RENAPA - Goiânia 4 a 8 de junho de 1990. *Resumos da IV RENAPA, Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1990.*

CARMONA, P. S.; KEMPF, D.; DE ROSSO, A. F.; VALERIO, M. DA G.B. Melhoramento Genético de Arroz irrigado no EEA - IRGA. In: *Resumos da IV RENAPA, Goiânia, EMBRAPA - CNPAF, 1990, p.44.*

CHANG, T. T.; G. C. LORESTO; J. C. O'TOOLE; ARMENTA-SOTO, J.L. *Strategy and methodology of breeding rice for drought resistance in crops with emphasis on rice.* IRRI. Los Baños, Philippines. 1982.

COLASANTE, L. O. & CASÃO Jr., R. *Estudo preliminar de espaçamento e densidade de semeadura de arroz de sequeiro em duas regiões ecológicas distintas do Estado do Paraná.* In: Reunião Nacional de Pesquisa de arroz, 2, Goiânia, GO, 1980. Resumos. Goiânia, EMBRAPA,

CNAPAF, (1980).

CORALINA, C. *Estórias dos Becos de Goiás e outras estórias mais* 10a. ed. São Paulo SP, Global editora, 1985.

CRUZ, C. D. ; R. A. A. TORRES e R. VENCOVSKY. *An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto.* Rev. Bras. Genet. 12 : 567-580. 1989.

CUTRIM, V.dos A. Herança da tolerância à toxidez causada pelo alumínio em arroz (*Oryza sativa* L.). Viçosa, 1979. (Tese de Mestrado - U.F.V.)

FEHR, W. R. ed. *Principles of Cultivar development.* Macmillan, New York, 1987. vol 2, p 487-532. 761p.

FERNANDES, J. S. C. Estabilidade ambiental de cultivares de milho (*Zea mays* L.) na região Centro Sul do Brasil. Piracicaba, 1988, 94p. (Tese de Mestrado, Depto. de Genética, ESALQ/USP.)

FERRAZ, E.C. Fisiologia da cultura do arroz. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO ARROZ DE SEQUEIRO. Jaboticabal, SP, 1983.

FREITAS, J. G. de e C. E. O. CAMARGO. Tolerância de cultivares de arroz a diferentes concentrações de cloreto de sódio em soluções nutritivas. In: IX REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE FISILOGIA VEGETAL, Viçosa, MG, 25 a 28 de julho de 1983.

GERMEK, E. & BANZATTO, N.V. Participação da variedade paulista IAC1246 na produção nacional. *O Agronomico*, Campinas, v.29/30 p.33-40, dez/jan. 1977/78

GERMEK, E.B. *Melhoramento de Arroz no Instituto Agrônômico de Campinas*. Resumo dos trabalhos apresentados na II REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE FITOGENETICISTAS E FITOPARASITOLOGISTAS. São Paulo, Piracicaba, Campinas 31/05 a 8/04 de 1952.

GONÇALVES, J. S.; SOUZA, S. A. M.; RESENDE, J. V. Pesquisa e produção de alimentos: o caso de arroz em São Paulo. *Agricultura em São Paulo* São Paulo, v.36(2) p.171-199, 1989.

GRIST, D. H. *RICE*. 5. ed. London, Longman, 1975.

GUAZZELLI, R.J. 1980. Cultivares melhorados e tradicionais cultivados nos Estados. EMBRAPA, CNPAF. *Comunicado Técnico no. 6*. Goiânia, GO. 1980.

- HINSON, K. 1981. Seminário de avaliação do programa de melhoramento do CNP-Soja EMBRAPA, Londrina, PR.
- HURD, E.A. 1976. Plant breeding for drought resistance. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed): *Water deficits and plant growth*. Academic Press. New York and London 317-353.
data?
- IRRI. Drought resistance in crops with emphasis on rice. Los Baños, Laguna, Philippines. 1982
- IRRI. An over view of upland rice research. Proceedings of the 1982 Bouak'e, Ivory Coast Upland Rice Workshop. Los Baños, Philippines, 1984.
- JENNINGS, P.; W.R.Y.COFFMAN; H.E.KAUFFMAN. Mejoramiento de Arroz. Cali, Colômbia, CIAT, 1981.
- KAUL, M.L.H. and A.K.BHAN. Studies on some parameters of rice (*Oryza sativa* L.) TAG 44, 178-183, 1974
- LOPES,A.M. Avaliação do programa de melhoramento genético de arroz nas regiões Norte e Nordeste do brasil trabalho apresentado na IV RENAPA - Goiania 4 a 8 de junho de 1990.

- LORESTO, G.C. *Field screening of rice germplasm and breeding lines for drought resistance under upland culture.* Filipinas, IRRI, 1979. mimeo.
- LUH, B. S. *RICE: PRODUCTION AND UTILIZATION.* Westport, AVI PUBLISHING, 1980. 925 p.
- MAGALHÃES, A. Curso de aperfeiçoamento em Fisiologia Vegetal UNICAMP, IAC, 1975. Anotações de aula.
- MIRANDA, L.T.de. *A característica "latência" do milho (Zea mays L.) e suas possibilidades no melhoramento.* Piracicaba, SP, Brasil, 1972, 93p. (Tese de doutoramento, ESALQ-USP)
- MIRANDA, H. S. *Cultura de Arroz de Sequeiro: Instruções Práticas.* In: *O Agrônomo*, Campinas, maio 1953, p 9-10.
- MORAIS, O. P. de; SANT'ANA, E. P.; CHATEL, M.; PRABHU, A. S.; CASTRO, E. da M. *Aspectos relacionados com a Produtividade* In: *Simpósio sobre a Cultura de Arroz de Sequeiro.* Jaboticabal, UNESP, 1983 pg 65 a 89.
- ORSI, E. W. L. & GODOY, O. P. *Ensaio Fatorial de Variedades x Espaçamento x Densidade XV Reunião Anual da SBPC, Campinas, 7-13 de julho de 1973*

PARANÁ. IAPAR. *IAPAR 9 - Nova variedade de arroz de sequeiro (precoce) recomendada para plantio em todo o Estado do Paraná. IAPAR, Programa arroz, Carta circular para Extensão rural, 1983.*

PIMENTEL GOMES, F. *O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação Curitiba, IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Circular Técnica no. 178, maio 1991.*

POMMER, C. V. 1975. *Máxima produtividade em milho. Seminários da disciplina de Melhoramento de Milho, 3 de junho de 1975, datilografado.*

REYNIERS, F.N. 1981. *Influence de la secheresse sur la pyriculariose et sur le rendement du riz pluvial. In: Travelling Workshop. Goiânia-Brasil, 9 a 14 de março, 1981. EMBRAPA-IRRI.*

RODRIGUES, J.A.S. *Progresso genético e potencial de risco da cultura do sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) no Brasil. Piracicaba, 1990, 162p. (Tese de Doutorado, ESALQ/USP).*

SANT'ANA, F.P.; HECKLER, J.C.; SILVA, J.T.A.da; BAZONI, R.; BARROS, L.G. *O melhoramento genético do arroz*

na região centro- oeste do Brasil. Trabalho apresentado na IV RENAPA - Goiania 4 a 8 de junho de 1990.

SILVA, W. J. da & MAGALHÃES, A. Determinantes genético-fisiológicos da produtividade do milho. In: Paterniani, E. e G.P. Viegas, editores *Melhoramento e produção do milho*.- Fundação Cargill, 2a. ed. vol. 2, p.423-450.

TEIXEIRA, S.; ROBINSON, D.; ALBUQUERQUE, J. M. *Agricultura de Substância na Produção de Arroz: experiência no Maranhão, Goiania, EMBRAPA-CNPAP, 1991, 36p. (Embrapa-Cnapaf, Documentos, 34).*

TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.; MENOSSO, O.G. Ganho genético de soja no Estado do Paraná via Melhoramento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* Brasília, 25(1):89-90, jan. 1990.

VENKOVSKY, R.; MORAES, A.R.; GARCIA, J.C. & TEIXEIRA, N.M. Progresso genético em vinte anos de melhoramento de milho no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Belo Horizonte, 1986. *Anais Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1988, P. 300 - 307*

VENKOVSKY, R. e R. A. A. TORRES. *Estabilidade Geográfica e Temporal de alguns cultivares de milho*. In: Congresso Nac. de Milho e Sorgo, 16. Belo Horizonte, 1986.

Anais. EMBRAPA/CNMS, Sete Lagoas, 1988. p 294-300.

VIEGAS, G.P.; GERMECK, E.B. & MIRANDA, H.S. Contribuição para a melhoria da Agricultura no estado de São Paulo. *Bragantia* 5:187-196; 1945.

Tabela 1 - Relação de locais, anos agrícolas e linhagens ou variedades com os respectivos códigos com que aparecem no período em estudo nos ensaios: Estado do Paraná, arroz de sequeiro.

Nº codificado		locais				
01		LONDRINA				
02		PONTA GROSSA				
03		GUARAPUAVA				
04		CASCAVEL				
05		CAMPO MOURÃO				
06		PARANAVAI				
07		PATO BRANCO				
08		PALOTINA				
09		SIQUEIRA CAMPOS				
10		JARDIM ALEGRE				
anos codificados		anos agrícolas				
01		1975/76				
02		1976/77				
03		1977/78				
04		1978/79				
05		1979/80				
06		1980/81				
07		1981/82				
08		1982/83				
09		1983/84				
10		1984/85				
11		1985/86				
12		1986/87				
13		1987/88				
14		1988/89				
Nº codificado e respectivas variedades ou linhagens *						
01 JAGUARY	11 IAC 25	21 IAPAR 9	31 IAC 150	41 L80-16	51 C6-23	
02 L169	12 CATETO AM	22 L43	32 IAC 220	42 L80-81	52 C6-53	
03 L169-A	13 IAC 2092	23 L45	33 IAC 233	43 L80-127	53 L85-2	
04 L269	14 L669	24 L42	34 L81-50	44 L80-132	54 L85-3	
05 L469	15 TRES M.GO	25 L80-24	35 L81-53	45 A12-866	55 L85-17	
06 L569	16 IAC 165	26 L80-43	36 L81-54	46 A12-868	56 L85-20	
07 J.EEPG-2	17 NSA 21	27 L80-68	37 L81-60	47 A12-878	57 D1-4	
08 EEPG 369	18 IAC 164	28 L80-110	38 L81-74	48 A12-879	58 D7-293	
09 BATATAIS	19 L39	29 IRAT 112	39 L18	49 C6-7	59 L85-18	
10 P.PRECOCE	20 L52	30 IRAT 146	40 L80-76	50 C6-18	60 L85-19	

*Os tratamentos 10 e 58, não entraram nos ensaios utilizados nesse trabalho

Tabela 2 - Dados sobre os ensaios realizados de 1975 a 1989.
Estado do Paraná, arroz de sequeiro.

AC	AA	médias kg/ha	NT	REP	AMB	NTC	TS %	PN %	N:C	ambientes: locais e/ou épocas												
										01	02	03	04	05	06	07	08	09	10			
01	1975/76	2.402,02	7	4	3						2	1										
02	1976/77	2.598,39	9	4	7	03	57	67	2,0 : 1	3		3	1									
03	1977/78	1.191,04	9	4	2	05	44	44	0,8 : 1		1	1										
04	1978/79	1.461,16	6	4	3	05	44	17	0,2 : 1	2				1								
05	1979/80	2.886,08	8	4	4	06	00	25	0,3 : 1	3				1								
06	1980/81	4.260,67	9	6	5	03	63	67	2,0 : 1	3	1			1								
07	1981/82	2.225,69	9	6	6	05	44	44	0,8 : 1	3	1				2							
08	1982/83	2.421,74	10	*6e5	7	08	11	20	0,3 : 1	2	2			1	1	1						
09	1983/84	2.836,88	20	4	4	10	00	50	1,0 : 1	1	2				1							
10	1984/85	2.361,75	20	6	7	18	10	10	0,1 : 1	3	2			1	1							
11	1985/86	3.902,08	12	4	1	11	45	08	0,9 : 1	1												
12	1986/87	2.294,75	15	#4e2	2	05	58	33	2,0 : 1	1	1											
13	1987/88	4.045,72	21	4	7	11	27	48	9,1 : 1	2				1	2				1	1		
14	1988/89	5.100,48	12	6	6	09	10	25	0,3 : 1	3				2							1	
		2.863,81											29	11	4	1	8	9	1		2	1
AC	-ANOS CODIFICADOS				NTC-No. DE TRAT. COMUNS				01-LONDRINA				06-PARANAVAI									
AA	-ANOS AGRÍCOLAS				TS -TAXA DE SUBSTITUIÇÃO				02-PONTA GROSSA				07-PATO BRANCO									
NT	-No.DE TRATAMENTOS				PN -PORCENTAGEM DE NOVOS				03-GUARAPUAVA				08-PALOTINA									
REP	-No.DE REPETIÇÕES				=(N/N+C)100				04-CASCADEL				09-SIQUEIRA CAMPOS									
AMB	-No. DE AMBIENTES				N:C-PROPORÇÃO NOVOS:COMUNS				05-CAMPO MOURÃO				10-JARDIM ALEGRE									

* 6 ensaios com 6 repetições e 1 com 5. # 1 ensaio com 4 repetições e 1 com 2.

Tabela 3 - Relação dos 64 ensaios de arroz de sequeiro e informações com as respectivas médias individuais e as anuais de produtividade de grãos: Estado do Paraná 1975 a 1989 (1 a 14).

ANOS	ENSAIOS	NT	R	MÉDIAS*	CV	IV	GL	SQ	QM
01				2.402,02					
	011	7	4	1.610,00	14,53	7,26	18	984.628,57	54.701,58
	012	7	4	2.863,21	13,96	6,98	18	2.877.314,28	159.850,79
	021	7	4	2.732,86	13,83	6,91	18	2.569.607,14	142.755,95
02				2.598,39					
	011	9	4	4.070,00	09,36	4,67	24	3.481.141,60	145.047,56
	012	9	4	4.353,06	15,71	7,86	24	11.228.077,76	467.836,57
	013	9	4	1.464,26	18,88	9,44	24	1.833.742,43	76.405,93
	031	9	4	2.603,24	11,19	5,59	24	2.034.614,23	84.775,59
	032	9	4	2.098,15	14,68	7,34	24	2.278.117,26	94.921,55
	033	9	4	951,85	18,80	9,40	24	768.271,60	32.011,31
	041	9	4	2.648,15	18,28	9,14	24	5.621.512,44	234.229,69
03				1.191,04					
	021	9	4	1.076,39	24,34	12,17	24	1.647.345,43	68.639,39
	031	9	4	1.305,69	25,54	12,77	24	2.669.764,33	111.240,18
04				1.461,16					
	011	6	4	1.922,36	19,46	9,73	15	2.099.041,24	139.936,08
	012	6	4	895,76	30,38	15,18	15	1.110.750,37	74.050,02
	051	6	4	1.565,35	23,59	11,80	15	2.045.435,52	136.362,36
05				2.886,08					
	011	8	4	1.580,52	13,76	6,88	21	993.277,48	47.298,92
	012	8	4	4.161,88	10,26	5,13	21	3.827.009,79	182.238,56
	013	8	4	3.324,95	10,16	5,08	21	2.396.622,02	114.124,85
	051	8	4	2.476,98	15,47	7,73	21	3.081.589,26	146.742,34
06				4.260,67					
	011	9	6	4.167,04	11,09	4,53	40	8.540.499,07	213.512,48
	012	9	6	4.301,67	18,82	7,68	40	12.167.242,36	304.181,05
	013	9	6	3.542,59	10,22	4,17	40	5.249.421,29	131.235,53
	021	9	6	3.824,07	10,36	4,23	40	6.275.046,29	156.876,15
	051	9	6	5.467,96	09,40	3,84	40	10.581.868,52	264.546,71
07				2.225,69					
	011	9	6	1.592,59	30,05	12,26	40	9.158.101,85	228.952,55

(CONTINUAÇÃO)

Tabela 3 - Relação dos 64 ensaios de arroz de sequeiro e informações com as respectivas médias individuais e as anuais de produtividade de grãos: Estado do Paraná 1975 a 1989 (1 a 14).

ANOS	ENSAIOS	NT	R	MÉDIAS [†]	CV	IV	GL	SQ	QM
	012	9	6	2.782,40	11,40	4,65	40	4.022.268,52	100.556,71
	013	9	6	2.785,19	14,30	5,83	40	6.347.268,52	158.681,71
	021	9	6	2.859,72	11,52	4,70	40	4.341.319,44	108.532,98
	022	9	6	2.467,59	10,14	4,14	40	2.503.796,29	62.594,90
	061	9	6	866,67	32,24	13,16	40	3.123.472,22	78.086,80
08				2.421,74					
	011	10	6	1.842,50	23,68	9,66	45	8.568.791,66	190.417,59
	012	10	6	1.003,75	14,46	5,30	45	948.385,41	21.075,23
	021	10	6	2.945,00	9,81	4,00	45	3.753.583,33	83.412,96
	022	10	6	2.034,58	11,05	4,51	45	2.274.968,75	50.554,86
	071	10	6	1.853,75	15,46	6,31	45	3.697.218,75	82.160,41
	061	10	6	2.497,08	11,33	4,62	45	3.599.468,75	79.988,19
	051	10	5	4.775,50	10,47	4,68	36	8.993.200,00	249.811,11
09				2.836,88					
	011	20	4	2.699,69	14,82	7,40	57	9.118.757,81	159.978,20
	021	20	4	2.362,81	14,90	7,45	57	7.064.570,31	123.939,83
	022	20	4	2.551,88	10,21	5,10	57	3.868.531,25	67.868,97
	061	20	4	3.733,13	26,37	13,16	57	55.249.156,25	969.283,44
10				2.361,75					
	012	20	6	3.171,11	12,70	5,18	95	15.403.592,3	162.143,1
	021	20	6	1.138,33	23,75	9,69	95	6.942.148,08	73.075,24
	022	20	6	1.782,22	17,90	7,31	95	9.667.999,95	101.768,42
	061	20	6	2.862,50	18,67	7,62	95	27.146.287,16	285.750,39
	051	20	6	2.178,06	24,08	9,83	95	26.123.064,60	274.979,63
	011	20	6	799,89	12,11	4,94	95	891.264,32	9.381,73
	013	20	6	4.600,10	7,53	3,07	95	11.412.628,90	120.132,93
11				3.902,08					
	011	12	4	3.902,08	15,66	7,33	33	12.325.022,76	373.485,54
12				2.294,75					
	022	15	4	1.608,94	19,36	9,68	42	4.077.660,72	97.087,16
	011	15	2	2.980,56	9,42	9,42	14	1.102.907,35	78.779,09
13				4.045,72					
	011	21	4	5.899,40	6,98	3,49	60	10.177.845,98	169.630,77
	012	21	4	5.247,02	5,26	2,62	60	4.559.828,87	75.997,15
	051	21	4	2.992,62	22,36	11,17	60	26.864.100,23	447.735,00
	061	21	4	3.786,35	14,87	7,44	60	19.028.307,51	317.138,46
	062	21	4	3.173,21	17,28	8,64	60	18.055.310,46	300.921,84
	091	21	4	3.998,81	15,61	7,80	60	23.371.878,31	389.531,31
	101	21	4	3.222,62	15,90	7,95	60	15.759.180,16	262.653,00
14				5.100,48					
	011	12	6	6.721,11	5,33	2,17	55	7.067.805,56	128.505,56
	012	12	6	5.790,14	5,60	2,29	55	5.786.093,06	105.201,69
	013	12	6	4.235,14	6,95	2,84	55	4.765.576,39	86.646,84

(CONTINUAÇÃO)

Tabela 3 - Relação dos 64 ensaios de arroz de sequeiro e informações com as respectivas médias individuais e as anuais de produtividade de grãos: Estado do Paraná 1975 a 1989 (1 a 14).

ANOS	ENSAIOS	NT	R	MÉDIAS*	CV	IV	GL	SQ	QM
	051	12	6	4.617,77	8,24	2,36	55	7.953.155,55	144.602,82
	052	12	6	4.847,22	9,23	3,77	55	11.009.826,39	200.178,66
	091	12	6	4.391,49	15,02	6,13	55	23.928.556,86	435.064,67
GERAL		--	4,67	2.856,32** 2.978,26***	-----	----	2.877	526.414.840,99	182973,53

NT=No. TRATAMENTOS R=No. REPETIÇÕES CV=COEFICIENTE DE VARIAÇÃO IV=ÍNDICE DE VARIAÇÃO= $CV/R^{1/2}$
 GL=GRAUS DE LIBERDADE DO RESÍDUO SQ=SOMA DE QUADRADOS DO RESÍDUO QM=QUADRADO MÉDIO DO RESÍDUO
 * kg/ha. ** média das médias anuais dos ensaios. *** média dos 64 ensaios (individuais).

Tabela 4 - Médias anuais de produtividade de grãos por variedade ou linhagem, de 1975 a 1989 e as respectivas médias anuais gerais, dispostas de maneira a permitir uma visão gráfica dos tratamentos comuns e substituições, Estado do Paraná. Arroz de sequeiro. kg/ha.

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2.248,33	2.285,59	874,16		2.485,41									3.574,76
2	2.448,33													
3	1.980,00													
4	2.831,66	2.534,88												
5	2.615,83													
6	2.571,66	2.677,67												
7	2.118,33													
8		2.586,48	1.503,54		2.643,64	3.476,66	1.931,94							3.657,38
9		2.528,33	1.072,50	1.686,25	3.037,08									4.500,86
11		2.657,79	1.168,95	1.114,16	2.911,77	3.846,08	1.700,00	2.192,14	2.359,37					3.940,32
12		2.728,92	1.134,37											
13		2.707,61		1.493,75	3.075,20									
14		2.678,15												
15			219,16											
16			1.785,00	1.516,11	3.408,33									
17			1.008,33	1.346,66	2.395,20									
18			1.953,33	1.610,00	3.131,97	4.428,83	2.482,63	2.597,97	2.959,37	2.468,75	3.441,66	2.489,58	4.589,31	4.878,19
19						4.359,41								
20						4.308,25								
21						4.541,58	2.510,41	2.583,21	2.806,25	2.540,87	3.783,33	2.713,33	4.242,38	5.076,38
22						4.404,25								
23						4.503,83	2.160,41	2.479,64	2.943,75	2.374,30				
24						4.477,08								
25							2.458,33	2.646,54	3.165,62	2.405,55				
26							2.151,38	2.419,52	3.131,25	2.342,65				
27							2.423,61	2.399,52	3.307,81	2.226,19				
28							2.212,50	2.377,02	2.957,81	2.170,43	4.333,33	1.687,08		
29								2.255,59	2.553,12	2.044,04				
30								2.266,19	2.415,62	1.962,89				
31									2.817,18	2.551,38				
32									3.059,37	2.348,80				
33									2.837,50	2.597,22	3.600,00			
34									2.565,62	2.347,32	3.891,66			
35									3.060,93	2.437,50	3.975,00			
36									2.978,12	2.487,59	4.641,66			
37									2.876,56	2.452,28	3.666,66			
38									2.798,43			1.795,83	3.434,79	4.583,40
39									2.428,12	2.147,02			4.827,76	
40									2.715,62	2.409,02	3.658,33			
41										2.597,51	4.191,66	2.835,41	4.374,49	
42										2.323,51	3.716,66			
43											3.925,00	2.305,83		
44												2.540,83	4.380,05	5.148,47
45												1.509,58	3.273,80	
46												1.603,33	3.381,93	

continuação

Tabela 4 - Médias anuais de produtividade de grãos por variedade ou linhagem, de 1975 a 1989 e as respectivas médias anuais gerais, dispostas de maneira a permitir uma visão gráfica dos tratamentos comuns e substituições, Estado do Paraná. Arroz de sequeiro. kg/ha.

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
47												2.890,41	4.515,08	4.925,00
48												2.901,66	4.029,55	
49												2.392,91		5.527,77
50												2.443,33	3.903,66	
51												2.363,33	3.988,00	5.089,30
52												1.948,75		
53													4.089,25	
54													4.014,04	
55													4.217,11	5.468,75
56													4.118,57	5.282,08
57													3.906,93	5.395,13
59														4.715,13
60														5.116,11

MED. 2.402,02 2.598,38 1.191,04 1.461,15 2.886,08 4.260,66 2.225,69 2.421,73 2.836,87 2.361,74 3.902,08 2.294,75 4.045,72 5.100,48

01 JAGUARY	07 J.KEPG-2	13 IAC 2092	19 L39	25 L80-24	31 IAC 150	37 L81-60	43 L80-127	49 C6-7	55 L85-17
02 L169	08 KEPG 369	14 L669	20 L52	26 L80-43	32 IAC 220	38 L81-74	44 L80-132	50 C6-18	56 L85-20
03 L169 A	09 BATATAIS	15 TRES H.GO	21 IAPAR 9	27 L80-68	33 IAC 233	39 L18	45 A12-866	51 C6-23	57 D1-4
04 L269	10 PRATÃO P.	16 IAC 165	22 L43	28 L80-110	34 L81-50	40 L80-76	46 A12-868	52 C6-53	58 D7-293
05 L469	11 IAC 25	17 NSA 21	23 L45	29 IRAT 112	35 L81-53	41 L80-16	47 A12-878	53 L85-2	59 L85-18
06 L569	12 CATETO AM	18 IAC 164	24 L42	30 IRAT 146	36 L81-54	42 L80-81	48 A12-879	54 L85-3	60 L85-19

*Os tratamentos 10 e 58, não entraram nos ensaios utilizados neste trabalho.

Tabela 5 - Médias anuais de produtividade de grãos por variedade ou linhagem, de 1975 a 1989 e as respectivas médias anuais gerais, dispostas de maneira a permitir uma visão gráfica dos tratamentos comuns e substituições. Londrina. Arroz de sequeiro. kg/ha.

ANO	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trato													
1	2.048,75	2.676,11		2.480,41								3.875,00	
2	2.248,75												
3	1.826,25												
4	2.571,25	3.416,11											
5	2.410,00												
6	2.430,00	3.431,25											
7	2.121,25												
8		3.251,80		2.608,05	3.352,63	1.961,11						4.600,00	
9		3.692,50	1.790,00	3.285,55								6.117,18	
11		3.232,08	1.194,58	3.266,94	3.664,30	1.679,16	1.333,33	2.181,25				5.626,56	
12		3.202,22											
13		3.427,50	1.407,29	3.285,13									
14		3.332,36											
16			1.299,37	3.493,75									
17			1.211,25	2.570,13									
18			1.551,87	3.189,58	4.070,55	2.644,44	1.520,83	2.606,25	3.177,08	3.441,66	3.000,00	6.492,18	4.989,44
19					4.054,02								
20					4.000,97								
21					4.182,50	2.870,83	1.595,83	3.062,50	2.839,81	3.783,33	3.166,66	5.831,25	5.278,33
22					4.238,88								
23					4.211,80	2.316,66	1.522,91	3.300,00	2.751,15				
24					4.258,19								
25						2.530,55	1.412,50	2.900,00	2.744,44				
26						2.244,44	1.295,83	2.856,25	3.056,94				
27						2.700,00	1.485,41	3.156,25	2.398,14				
28						2.533,33	1.302,08	2.450,00	2.605,09	4.333,33	2.083,33		
29							1.393,75	2.668,75	2.552,77				
30							1.368,75	2.375,00	2.339,35				
31								2.731,25	3.401,38				
32								2.681,25	2.925,00				
33								2.731,25	3.402,77	3.600,00			
34								2.906,25	2.880,78	3.891,66			
35								2.562,50	2.856,01	3.975,00			
36								2.250,00	2.765,50	4.641,66			
37								2.793,75	2.883,10	3.666,66			
38								2.768,75			3.291,66	4.073,43	5.511,11
39								2.293,75	2.668,98			6.017,18	
40								2.718,75	2.748,84	3.658,33			
41									3.564,58	4.191,66	3.500,00	5.895,31	
42									2.578,93	3.716,66			
43										3.925,00	2.833,33		
44											3.150,00	6.121,87	5.518,88
45											2.500,00	4.993,75	
46											2.533,33	5.479,68	
47											3.750,00	5.932,81	5.264,44

continuação

Tabela 5 - Médias anuais de produtividade de grãos por variedade ou linhagem, de 1975 a 1989 e as respectivas médias anuais gerais, dispostas de maneira a permitir uma visão gráfica dos tratamentos comuns e substituições.
Londrina. Arroz de sequeiro. kg/ha.

ANO	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Tratº													
48											3.350,00	5.885,93	
49											2.633,33		6.125,55
50											3.500,00	5.364,06	
51											3.250,00	5.210,93	5.563,33
52											2.166,66		
53												5.720,31	
54												5.600,00	
55												5.851,56	6.108,33
56												6.418,75	5.728,88
57												5.929,68	5.971,66
59													5.307,77
60													5.617,77
MED	2.236,60	3.295,77	1.409,06	3.022,44	4.003,76	2.386,72	1.423,12	2.699,68	2.857,03	3.902,08	2.980,55	5.573,21	5.582,12
ANOS	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nº Obs.	56	108	48	96	162	162	120	80	360	48	30	168	216

Tabela 6 - Dados dos ensaios utilizados no cálculo do progresso genético (Gs) ponderado. Arroz de sequeiro, ciclo precoce. Estado do Paraná.

anos	médias (kg/ha)	nº de obs.	nº de tratº	anos consecutivos	Gs	nº tratº comuns	grupo de anos consecutivos	nº tratº comuns	
1	75/76	2.402,02	84	7	1- 2	247,53	3	1- 2- 3	1
2	76/77	2.598,39	252	9	2- 3	-0,62	5	2- 3- 4	2
3	77/78	1.191,04	72	9	3- 4	213,10	5	3- 4- 5	5
4	78/79	1.461,16	72	6	4- 5	-107,18	6	4- 5- 6	2
5	79/80	2.886,08	128	8	5- 6	353,19	3	5- 6- 7	3
6	80/81	4.260,67	270	9	6- 7	-32,66	5	6- 7- 8	4
7	81/82	2.225,69	324	9	7- 8	-3,49	8	7- 8- 9	8
8	82/83	2.421,74	410	10	8- 9	-23,13	10	8- 9-10	9
9	83/84	2.836,88	320	20	9-10	39,64	18	9-10-11	9
10	84/85	2.361,75	840	20	10-11	79,61	11	10-11-12	4
11	85/86	3.902,08	48	12	11-12	-78,58	5	11-12-13	3
12	86/87	2.294,75	90	15	12-13	112,20	11	12-13-14	6
13	87/88	4.045,72	588	21	13-14	115,37	9		
14	88/89	5.100,48	432	12					
--		2.856,32	3.930	58		914,99			

Obs: sem ponderar (kg/ha):

$$Gs_{(i;i-1)} = (M_i - M_{i;i-1}) - (C_i - C_{i;i-1})$$

Gs(1;2)=	+196,36	+51,17	=	+247,53
Gs(2;3)=	-1.407,34	+1.406,72	=	-0,62
Gs(3;4)=	+270,12	-57,01	=	+213,10
Gs(4;5)=	+1.424,92	-1.532,11	=	-107,18
Gs(5;6)=	+1.374,59	-1.021,40	=	+353,19
Gs(6;7)=	-2.034,97	+2.002,32	=	-32,66

Gs(07;08)=	+196,04	-199,54	=	-3,49
Gs(08;09)=	+415,14	-438,26	=	-23,13
Gs(09;10)=	-475,13	+514,77	=	-39,64
Gs(10;11)=	+1.540,34	-1.460,72	=	+79,61
Gs(11;12)=	-1.607,33	1.528,75	=	-78,58
Gs(12;13)=	+1.750,97	-1.638,77	=	+112,20
Gs(13;14)=	+1.054,76	-939,39	=	+115,37

Gs no período de 1 a 14kg/ha... 914,99
 Gs médio no período (Gs/13)kg/ha... 70,38
 Média inicial (1975/76).....kg/ha.. 2.402,02

Gs em % no período..... 39,87%
 Gs em % ao ano no período 2,61%
 Média de referência do período (kg/ha) 2.295,05

Tabela 7 - Dados dos ensaios utilizados no cálculo do progresso genético (Gs) ponderado.
Arroz de sequeiro, ciclo precoce. Londrina.

Anos	médias kg/ha	nº obs	nº tratº	anos Consecutivos	nº de tratº comuns	Gs kg/ha	grupos de três anos consecutivos	nº de tratº comuns
1 75/76	2.236,61	56	7					
				1 - 2	3	234,68		
2 76/77	3.295,77	108	9	2 - 4	3	100,27	1 - 2 - 4	0
4 78/79	1.409,06	48	6	4 - 5	6	-159,407	2 - 4 - 5	3
5 79/80	3.022,45	96	8	5 - 6	3	307,017	4 - 5 - 6	2
6 70/71	4.003,77	162	9	6 - 7	5	-15,124	5 - 6 - 7	3
7 71/72	2.386,73	162	9	7 - 8	8	42,736	6 - 7 - 8	4
8 72/73	1.423,13	120	10	8 - 9	10	-55,943	7 - 8 - 9	8
9 73/84	2.699,69	80	20	9 - 10	18	48,829	8 - 9 - 10	9
10 84/85	2.857,04	360	20	10- 11	11	81,645	9 - 10- 11	9
11 85/86	3.902,08	48	12	11- 12	5	96,802	10- 11- 12	4
12 86/87	2.980,56	30	15	12- 13	11	202,701	11- 12- 13	3
13 87/88	5.573,21	168	21	13- 14	9	223,139	12- 13- 14	6
14 88/89	5.582,13	216	12					

número de ensaios: 29 média harmônica de repetições= 4,579 QMresíduo/rep= 30.528,1295								
Somatória das médias anuais = 41.372,2152 Média geral dos ensaios = 41.372,22 /13= 3.182,48 kg/ha								

obs:dados sem ponderação:								
Gs período 1 a 14, em kg/ha..... = 1.107,102						Gs médio (13 ANOS OU CICLOS).. 78.24 kg/ha/ano		
						Gs em % sobre a média de ref.. 41,17 %/13 anos		
Gs % ao ano no período.....2,69% /ano/13anos						Média de referência..... 2.688,80 kg/ha		

Tabela 8 - Estimativa do progresso genético (Gs) médio anual e outros parâmetros genéticos pelo método dos quadrados mínimos ponderados (QMP) para o Estado do Paraná de 1975 a 1989 e de 1975 a 1988. Arroz de sequeiro. (kg/ha).

PARANÁ

Período de 1975 a 1989 (1 a 14)

ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS

Quadrado médio do resíduo	39.168,05
Média geral dos ensaios	2.856,32
Média dos Gs	33,60
Soma de quadrados dos Gs	1.651.864,00
Desvio padrão dos Gs	371,02
Variância da média dos Gs	179,22

MÉTODO TRADICIONAL

Média dos Gs anuais	70,38
Soma de quadrados dos Gs	220.103,40
Desvio padrão dos Gs	135,43

PARANÁ

Período de 1975 a 1988 (1 a 13)

ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS

Quadrado médio do resíduo	40.053,99
Média geral dos ensaios	2.683,69
Média dos Gs	27,13
Soma de quadrados dos Gs	1.534.759,00
Desvio padrão dos Gs	373,53
Variância da média dos Gs	197,59

MÉTODO TRADICIONAL

Média dos Gs	66,64
Soma de quadrados dos Gs	217.910,70
Desvio padrão dos Gs	140,75

Tabela 9 - Estimativa do progresso genético (Gs) médio anual e outros parâmetros genéticos pelo método dos quadrados mínimos ponderados (QMP) para Londrina de 1975 a 1989 e de 1975 a 1988. Arroz de sequeiro. (kg/ha).

LONDRINA

Período de 1975 a 1989 (1 a 14)

ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS

Quadrado médio do resíduo	30.528,13
Média geral dos ensaios	3.182,48
Média dos Gs	45,02
Soma de quadrados dos Gs	2.436.336,00
Desvio padrão dos Gs	470,62
Variância da média dos Gs	145,79

MÉTODO TRADICIONAL

Média dos Gs anuais	92,28
Soma de quadrados dos Gs	197.098,70
Desvio padrão dos Gs	133,86

LONDRINA

Período de 1975 a 1988 (1 a 13)

ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS

Quadrado médio do resíduo	31.363,77
Média geral dos ensaios	2.982,51
Média dos Gs	30,64
Soma de quadrados dos Gs	1.907.470,00
Desvio padrão dos Gs	436,75
Variância da média dos Gs	162,04

MÉTODO TRADICIONAL

Média dos Gs	80,38
Soma de quadrados dos Gs	178.417,50
Desvio padrão dos Gs	133,57

Tabela 10 - Estimativa do ganho genético (Gs), para o Estado do Paraná e Londrina, pelo método direto, através dos ensaios comparativos de variedades, de 1987/88 (ano 13).

P A R A N Á					kg/ha	L O N D R I N A				
Variedades	nº obs	médias	média	Gs		variedades	nº obs	médias	média	Gs
A N T I G A S	EEPG 369 28	3.574,76				A N T I G A S	EEPG 369 8	4.600,00		
	BATATAIS 28	3.657,38					BATATAIS 8	6.117,19		
	JAGUARY 28	4.500,86	3.911,00				JAGUARY 8	3.875,00	4.864,06	
				504,85						1.297,66
N O V A S	IAC 164 28	4.589,32				N O V A S	IAC 164 8	6.492,19		
	IAPAR 9 28	4.242,38	4.415,85				IAPAR 9 8	5.831,25	6.161,72	
Gs no período de 1 a 13 504,85 kg/ha						Gs no período de 1 a 13 1.297,66 kg/ha				
Gs em % da média das antigas (3.911,002)..... 12,91 kg/ha						Gs em % da media das antigas (4.864,06). 26,68 %				
Gs % ao ano no período 1,02% ±0,19						Gs % ao ano no período 1,99% ±0,19				

* Paraná: 7 ensaios (ambientes) 4 repetições e 21 tratamentos.(Nº de obs.=588). Londrina: 2 ensaios (ambientes)...(Nº de obs.=168)

Tabela 11 - Quadro da análise da variância conjunta dos ensaios comparativos de variedades de arroz de sequeiro, em 7 ambientes do Estado do Paraná, no ano 13 (1987/88): Jardim Alegre, Siqueira Campos, Paranavaí(2), Campo Mourão e Londrina (2). Dados utilizados no método direto (MD).

F.VAR.	GL	SQ	QM	F	Pr>F	F*
AMB	6	629.708.927,9	104.951.488,0	374,14	0,0001	76,87
REP(AMB)	21	16.294.260,2	775.917,2	2,77	0,0001	0,57
TRAT	20	97.079.672,4	4.853.983,6	17,30	0,0001	3,55
AMB*TRAT	120	163.829.285,0	1.365.244,0	4,87	0,0001	
ERRO	420	117.816.451,5	280.515,4			
TOTAL	587	1.024.728.597,0				
R^2	CV	S	MÉDIA (kg/ha)			
0,89	13,09	529,637	4045,72			

* Significância para o caso em questão onde tratamentos são fixos e ambientes são aleatórios

Tabela 12 - Estimativa do ganho genético (Gs) no período de 1975 a 1989, para o Estado do Paraná e Londrina. Método dos quadrados mínimos ponderados (QMP). Arroz de sequeiro de ciclo precoce.

Método:QMP

PARÂMETROS ESTIMADOS	PARANÁ	LONDRINA
Total de ensaios (ambientes)	64	29
Número de repetições (média harmônica)	4,67	4,57
Número total de observações	3.930	1.654
QM resíduo (médio) ¹	39.168,05	30.528,13
Média geral dos ensaios (kg/ha)	2.856,32	3.182,48
Média do ano 75/76 (kg/ha)	2.402,02	2.236,61
Média de referência (kg/ha)	2.295,05	2.688,80
Gst (ganho total no período de 1 a 14) (kg/ha)	436,80 \pm 174,03	540,27 \pm 144,89
Gs (ganho médio anual) (kg/ha)	33,60 \pm 13,39	45,02 \pm 12,07
Variância da média dos ganhos anuais	179,22	145,79
Erro da média dos Gs (kg/ha)	13,39	12,07
Gst% em relação à média de referência	19,03 \pm 7,58	20,09 \pm 5,39
Gs% a.a. no período	1,35 \pm 0,56	1,42 \pm 0,40

¹ QM resíduo (médio)= (somatório das SQ dos ensaios / somatório gl) / média harmônica de repetições

Tabela 13 - Estimativa do ganho genético (Gs) no período de 1975 a 1988 método dos quadrados mínimos ponderados (QMP) e método direto (MD), para o Estado do Paraná e Londrina. Arroz de sequeiro de ciclo precoce.

Método:QMP

PARÂMETROS ESTIMADOS	PARANÁ	LONDRINA
Total de ensaios/ambientes	58	26
Número de repetições (média harmônica)	4,57	4,46
Número total de observações	3.498	1438
QM resíduo (médio) ¹	40.053,99	31363,77
Média geral dos ensaios (kg/ha)	2.683,69	2982,50
Média do ano 75/76 (kg/ha)	2.402,02	2236,61
Média de referência (kg/ha)	2.149,63	2539,95
Gst (ganho total no período de 1 a 13) (kg/ha)	325,56 ±168,68	337,08 ±140,03
Gs (ganho médio anual) (kg/ha)	27,13 ±14,06	30,64 ±12,73
Variância da média dos ganhos anuais	197,59	162,04
Erro da média dos Gs (kg/ha)	14,06	12,73
Gst% em relação à média de referência	15,14 ±7,85	13,27 ±5,51
Gs% a.a. no período	1,18 ±0,63	1,04 ±0,45

MÉTODO DIRETO²

Gst no período de 1 a 13 (kg/ha)	504,84 ±91,37	1297,66 ±113,11
Gst% em relação a média das antigas	12,91 ±2,34	26,68 ±2,33
Gs% a.a. no período	1,02 ±0,19	1,84 ±0,18

¹ QM resíduo (médio)= (somatório das SQ dos ensaios / somatório gl) / média harmônica de repetições
² Paraná:7 ensaios (ambientes) 4 repetições e 21 trat^o (n^o de obs.=588).Londrina:2 ensaios:amb.(n^o de obs.=168)

Tabela 14 - Modificações na composição dos tratamentos dos ensaios de 1975 a 1989 e participação (%) de linhagens do IAPAR. Arroz de sequeiro, Paraná.

ANOS	NT	ENT	S/NAT	S/PESQ.	COMPOSIÇÃO FINAL			
					ANT	IAPAR	OUTROS	%IAPAR
75/76	07	--	--	-	--	00	7	00
76/77	09	06	00	4	02	00	9	00
77/78	09	04	00	4	00	00	9	00
78/79	06	00	02	1	-03	00	6	00
79/80	08	02	00	0	02	00	8	00
80/81	09	06	02	3	01	06	3	67
81/82	09	04	00	4	00	04	5	44
82/83	10	02	00	1	01	06	4	60
83/84	20	10	00	0	10	13	7	65
84/85	20	02	00	2	00	14	6	70
85/86	12	01	00	9	-08	10	2	83
86/87	15	10	00	7	02	14	1	93
87/88	21	10	00	3	07	16	5	76
88/89	12	03	11	1	-09	11	1	92

NT = número de tratamentos ENT = Número de materiais novos
 S/NAT e S/PESQ = saída de variedades nativas e da pesquisa
 ANT = Acréscimo no número total de tr. em rel. ano anterior
 As colunas da mesma linha explicam as mudanças ocorridas em relação ao ano anterior.

Tabela 15 - Valores de F e significâncias, de alguns ensaios de variedades de ciclo tardio como exemplo da interação genótiposxanos. Arroz de sequeiro, Estado do Paraná.

LOCAL	NA	NT	NO	GL	FV	VALORES DE F	R ² MOD
LONDRINA	4	5	80	3	ANO	246,18 **	0,23
				4	TRAT	1,26 n.s.	
				12	T X A	0,90 n.s.	
LONDRINA	2	5	60	2	ANO	345,39 **	0,38
				4	TRAT	2,37 n.s.	
				8	T X A	5,47 n.s.	
P.GROSSA	2	3	80	1	ANO	1.215,24 **	0,95
				9	TRAT	7,28 **	
				9	T X A	6,13 **	

NA = número de anos NT = número de tratamentos NO = No.de observs.
TRAT ou T = Genótipos.

Obs.: Devido à disponibilidade de dados para esse tipo de análise, é que utilizou-se dos ensaios de ciclo tardio e não dos precoces.

Tabela 16 - Ganhos genéticos estimados para o arroz e outras culturas, por várias metodologias expressos como Gs $\frac{1}{ano}$ ou Gs $\frac{1}{a.a.}$ / período.

Espécie	período	região	Gs $\frac{1}{ano}$ ou a.a.	fonte	método
MILHO					
	1- 1930 A 1970	BRASIL	<1,0	MIRANDA F.& VIEGAS (1987)	*
	2- 1964 A 1984	BRASIL	1,8 e 2,2	VENCOVSKY et alii (1986)	QMP
	3- 1950 A 1980	U.S.A.	<1,0	DUVICK (1984)	*
SORGO	1- 1975 A 1988	BRASIL	1,2	RODRIGUES (1990)	QMP
SOJA	1- 1981 A 1986	PARANA	1,8 e 1,3	TOLEDO et alii (1990)	QMP
ARROZ (IRRIGADO)					
	1- Década de 80	REG.SUL	1,5	CARMONA et alii (1990)	*
ARROZ (SEQUEIRO)					
	1- ?.até 1980	BRASIL	(20 a 70%)	GUZZELLI (1980)	*
	2- Década de 80	REG.C.OESTE	0,50	SANT'ANA et alii (1990)	*
	3- Década de 80	REG.NORTE	0,50	LOPES (1990)	*
	4- De 1975 a 1989	PARANA	1,35 a.a. ($\pm 0,56$)	(ESTA TESE)	QMP
		LONDRINA	1,42 a.a. ($\pm 0,40$)	idem	QMP
	5- De 1975 a 1988	PARANA	1,18 a.a. ($\pm 0,63$)	idem	QMP
			1,02 a.a. ($\pm 0,19$)	idem	*
		LONDRINA	1,04 a.a. ($\pm 0,45$)	idem	QMP
			1,84 a.a. ($\pm 0,18$)	idem	*

QMP = método dos quadrados mínimos ponderados (VENCOVSKY et alii 1986; VENCOVSKY, 1989)

* = outros métodos

$$Y = -797512.5 + 17439.13 X \quad (R^2 = 97.22739)$$

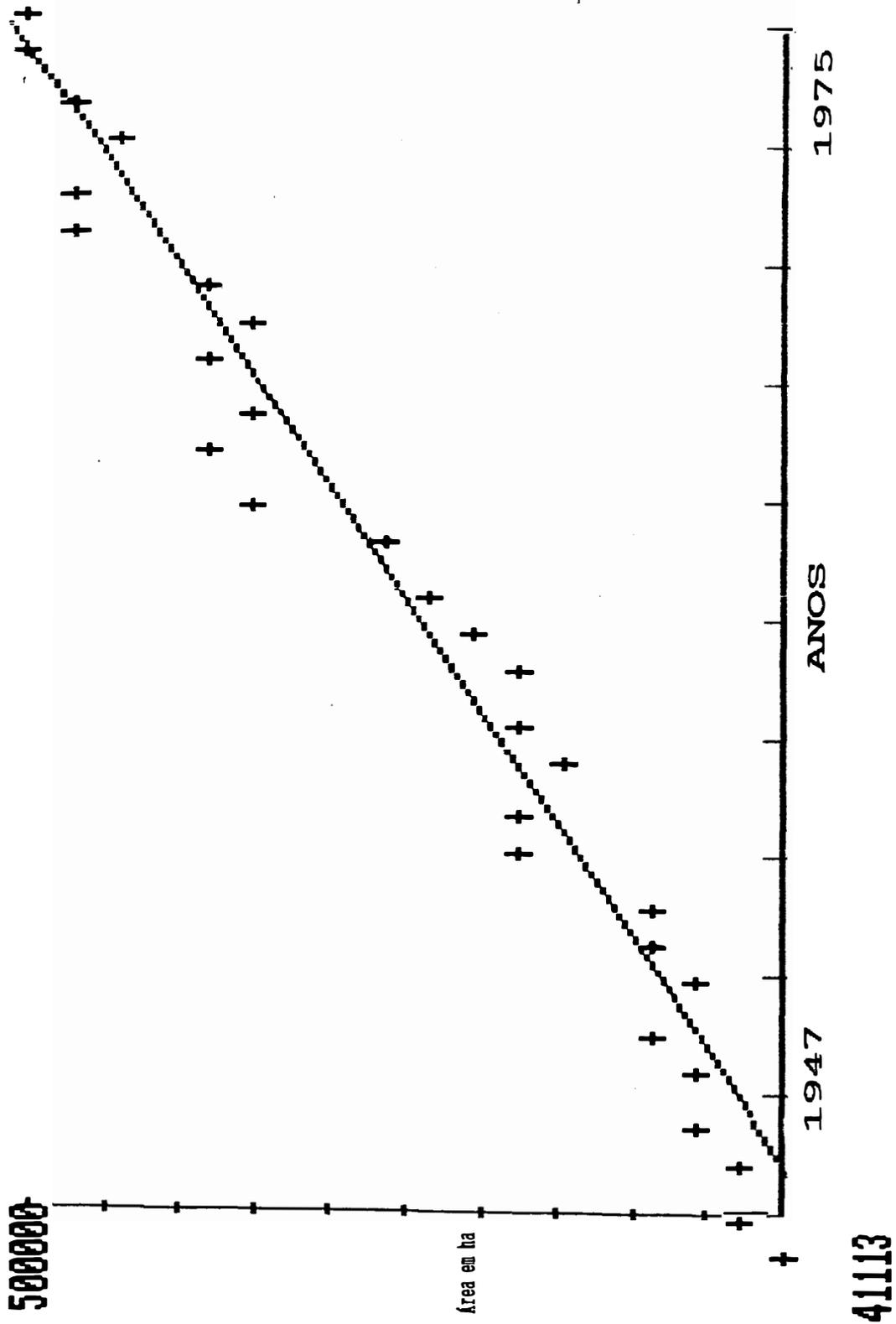


Figura 1 Evolução da área (ha) cultivada com arroz no Estado do Paraná de 1.947 a 1.975.

$$Y = -1121377 + 24085.72 X \quad (R^2 = 90.92819)$$

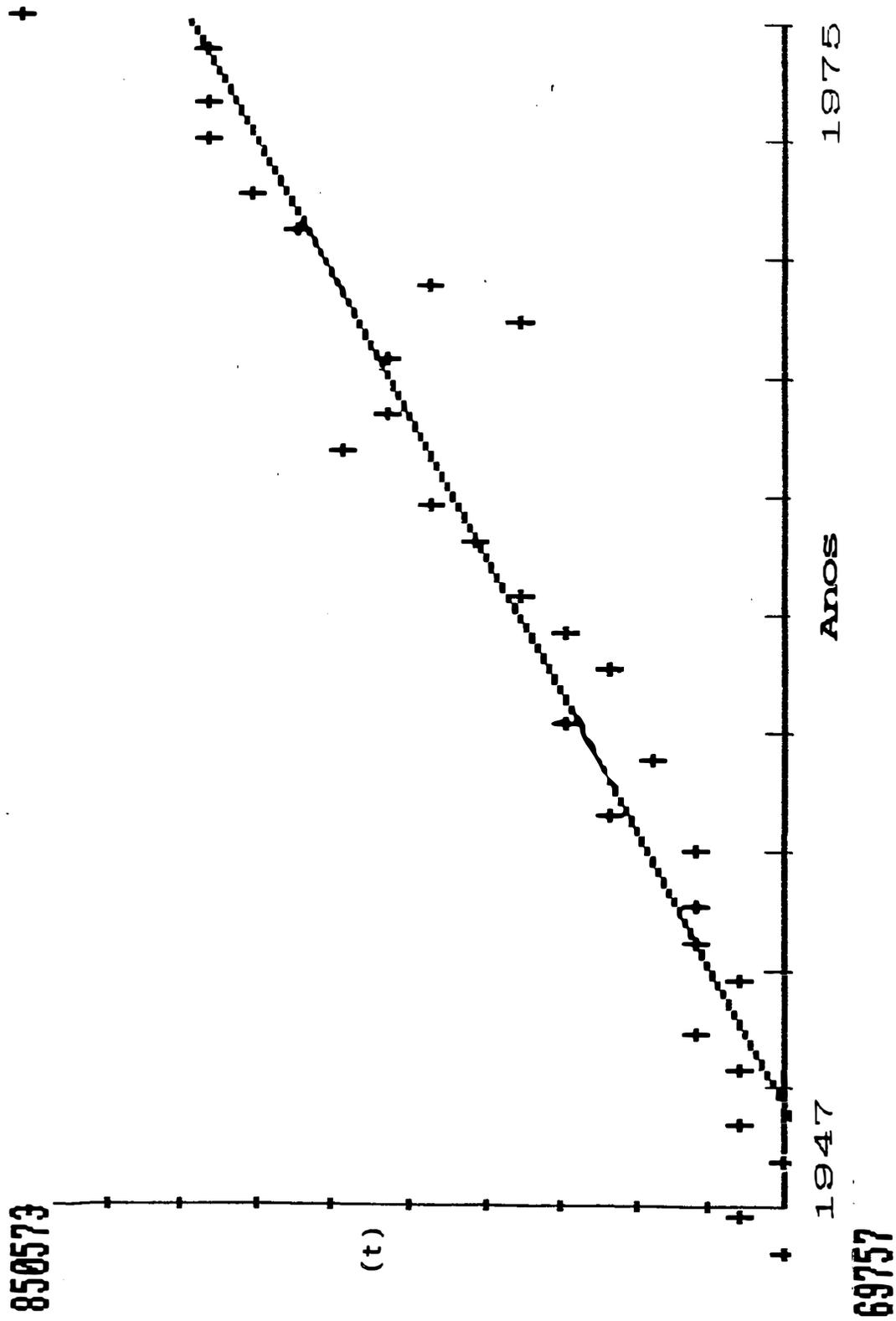


Figura 2 Evolução da produção total de arroz em casca (t) no período de 1.947 a 1.975 no Estado do Paraná.

$$Y = 1410.665 - 1.605035 X \quad (R^2 = .3793905)$$

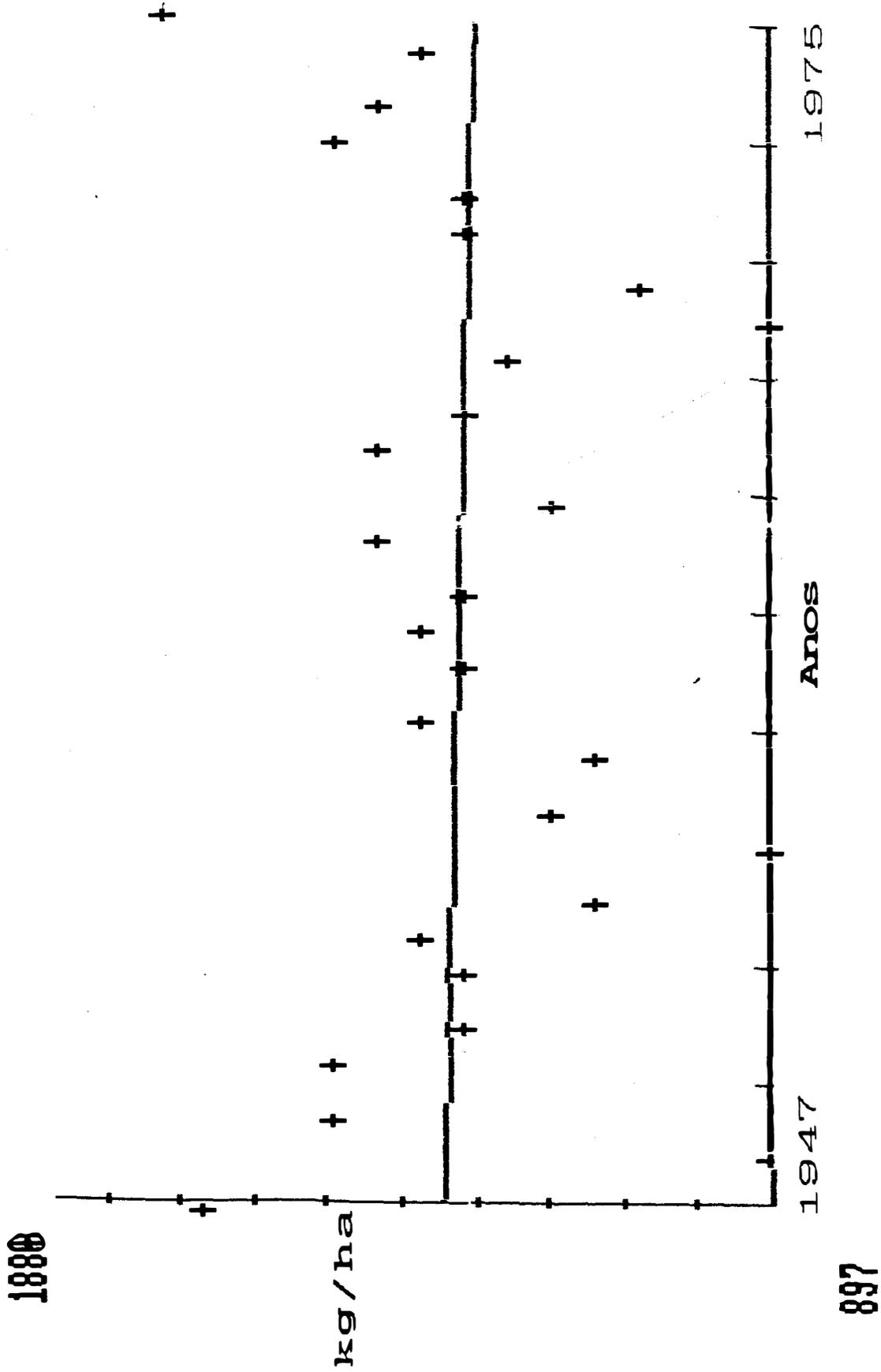


Figura 3 Evolução da produtividade em kg/ha de grãos de arroz em casca das lavouras no Estado do Paraná de 1.947 a 1.975.

$$Y = 3257203 - 35676.7 X \quad (R^2 = 80.41542)$$

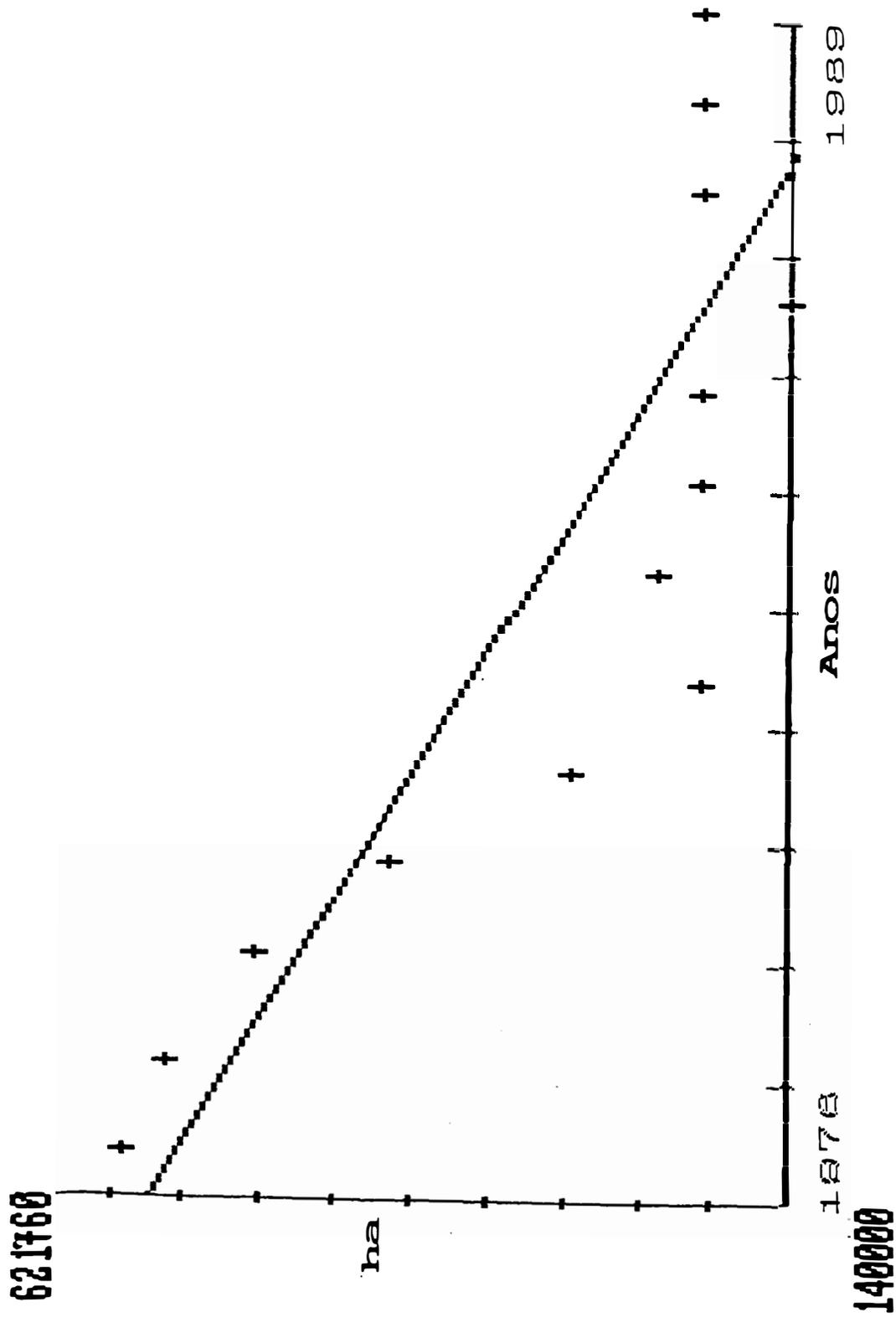


Figura 4 Evolução da área (ha) cultivada com arroz no Estado do Paraná de 1.976 a 1.989.

$$Y = -1401.433 + 34.28352 X \quad (R^2 = 11.15719)$$

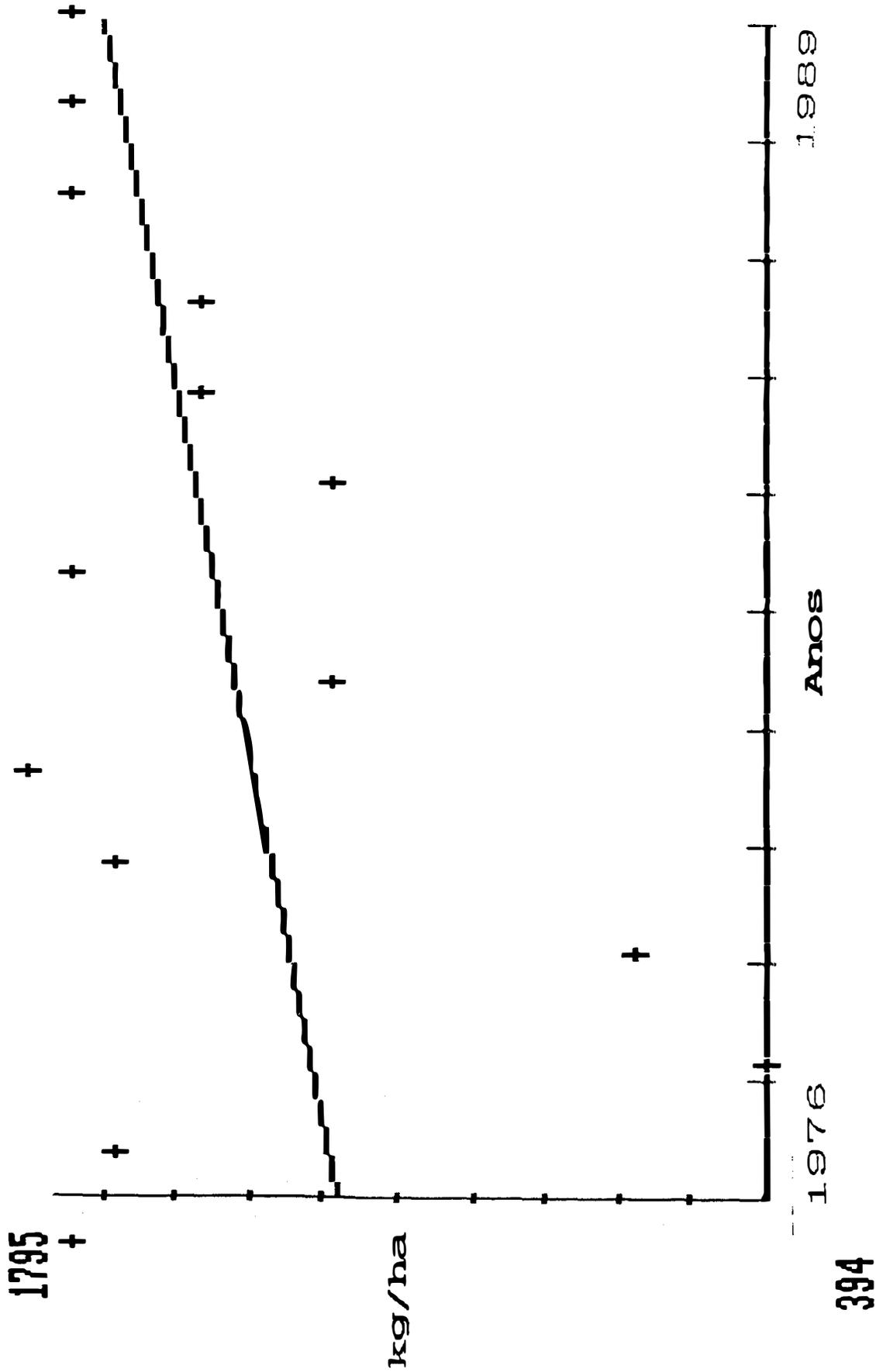


Figura 5 Evolução da produtividade de grãos de arroz em casca (kg/ha) no período de 1.976 a 1.989 no Estado do Paraná.

$$Y = 1641.969 + 178.4706 X \quad (R^2 = 37.55813)$$

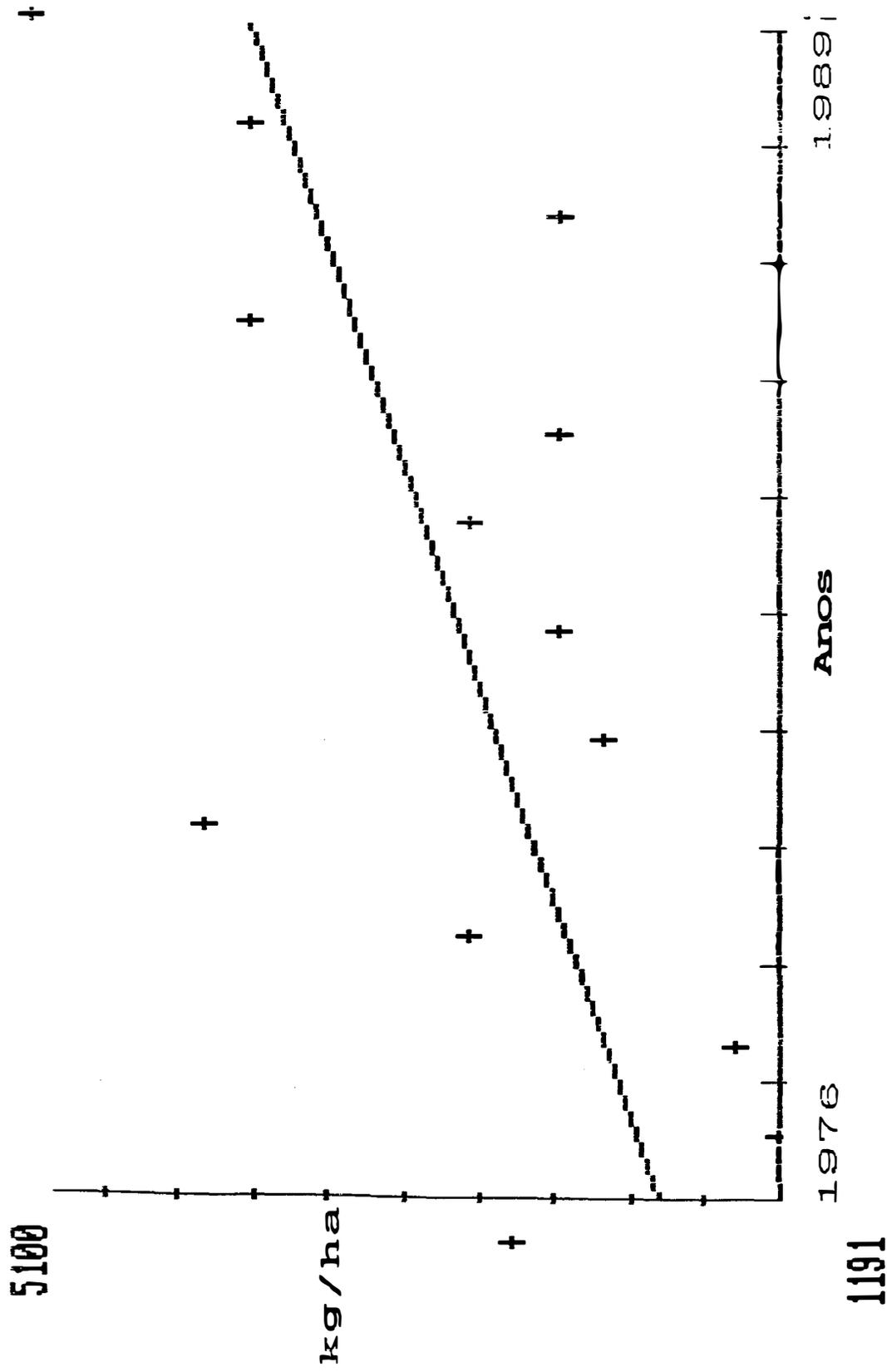


Figura 6 Evolução da produtividade de grãos de arroz em casca (kg/ha), média dos ensaios de arroz de sequeiro de 1.976 a 1.989 no Estado do Paraná.

$$Y = 1705.378 + 211.0137 X \quad (R^2 = 38.86269)$$

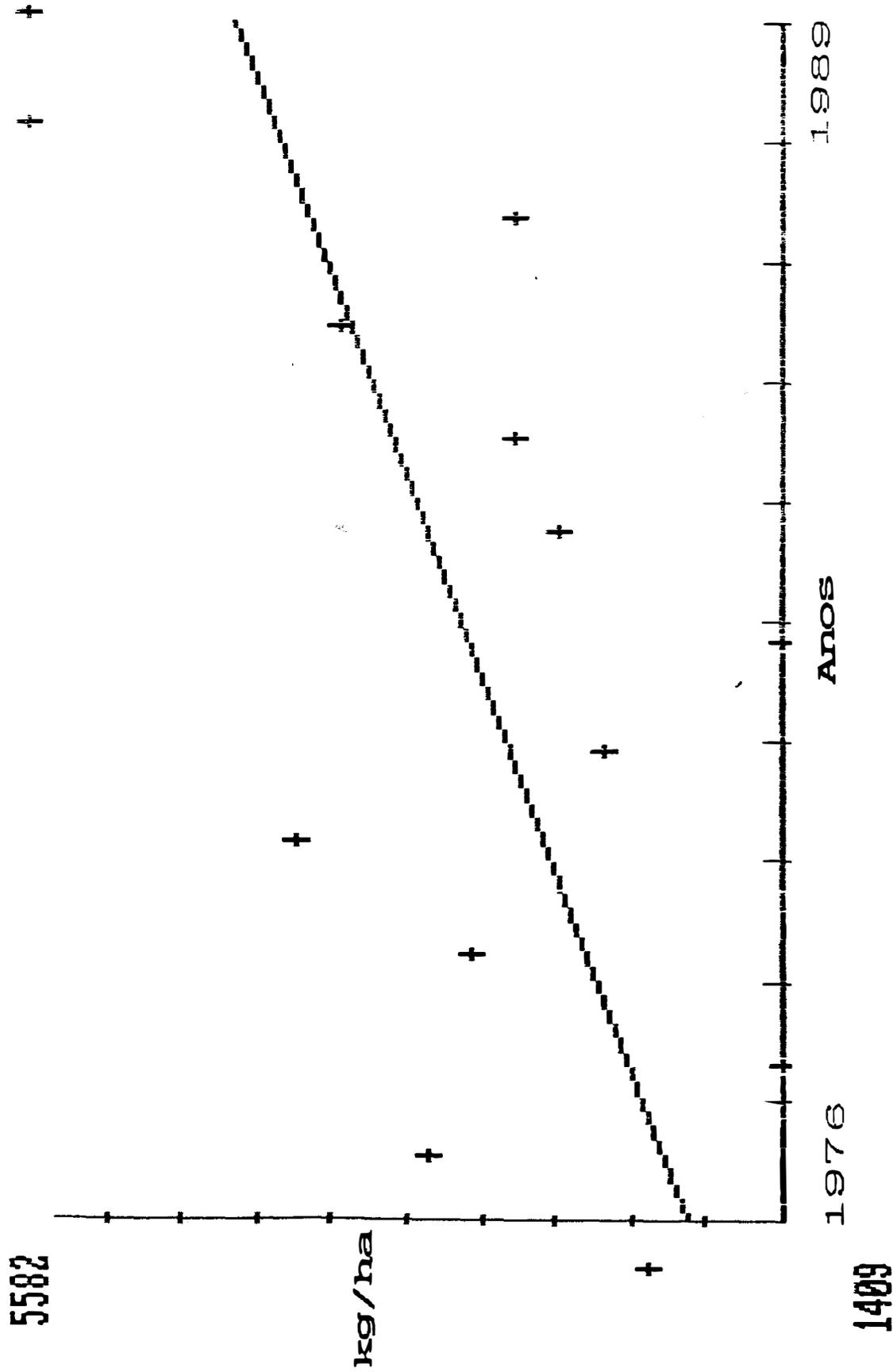


Figura 7 Evolução da produtividade de grãos de arroz em casca (kg/ha), média dos ensaios de arroz de sequeiro de 1.976 a 1.989 em Londrina.

$$Y = -142121.1 + 6312.803 X \quad (R2 = 24.40602)$$

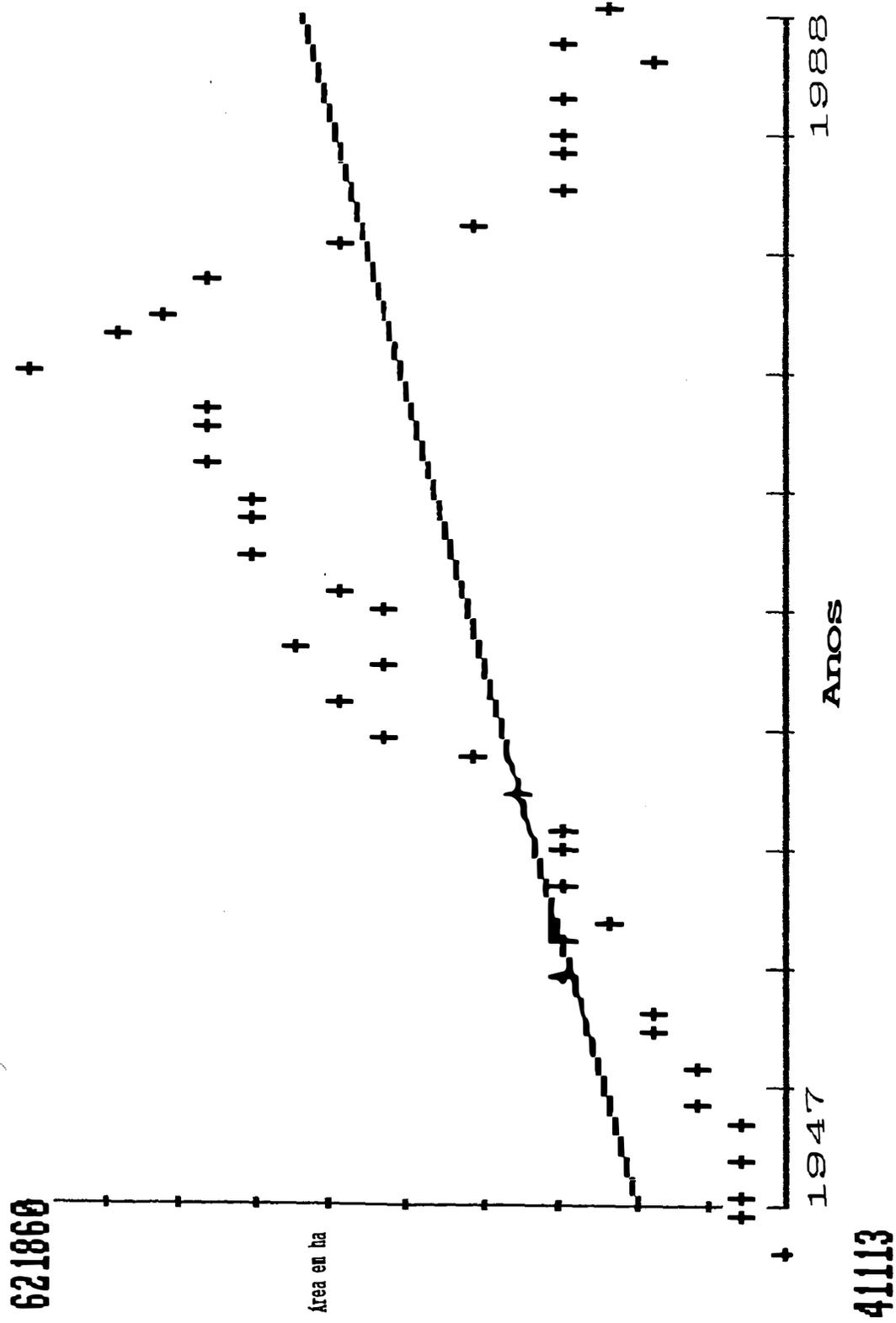


Figura 8 Evolução da área (ha) cultivada com arroz no Estado do Paraná de 1.947 a 1.988.

$$Y = 1116.326 + 3.343813 X \quad (R2 = 1.821204)$$

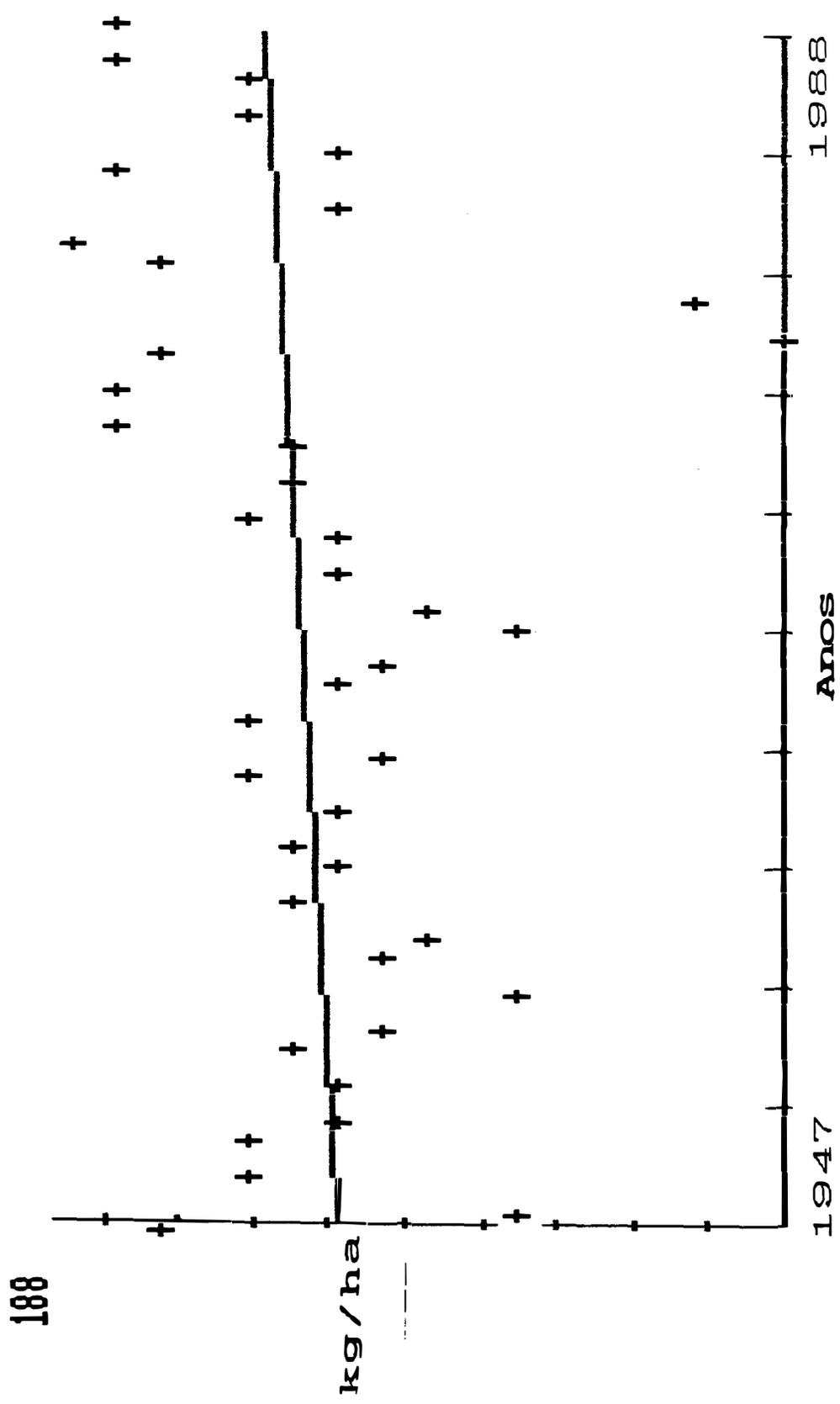


Figura 9 Evolução da produtividade de grãos de arroz em casca (kg/ha), no Estado do Paraná de 1.947 a 1.988.

$$Y = -247962.2 + 9225.262 X \quad (R2 = 22.87393)$$

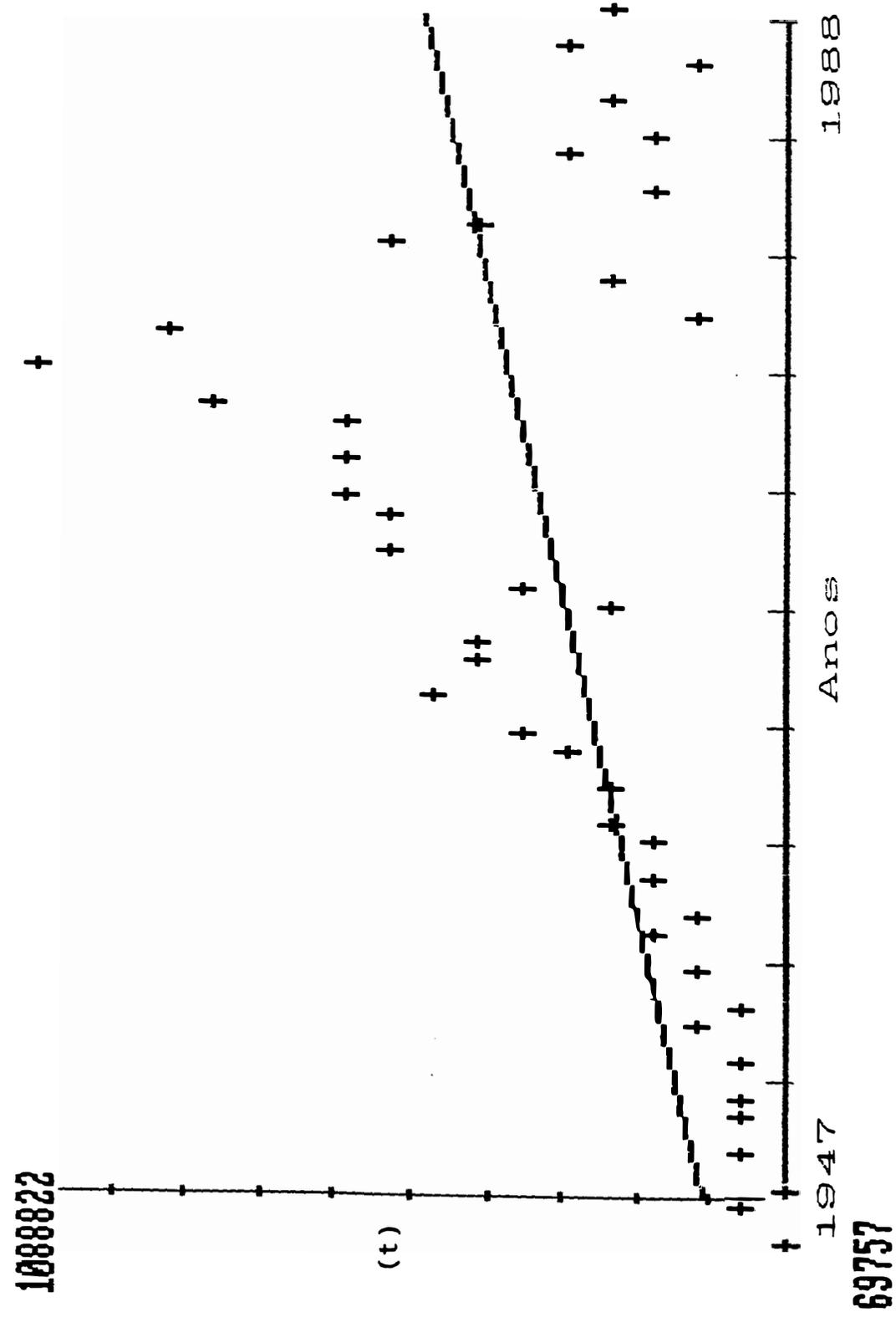


Figura 10 Evolução da produção de arroz (t) no Estado do Paraná de 1.947 a 1.988.

$$Y = 394,0018 - 486092 X \quad (R^2 = 2,638914E-04)$$

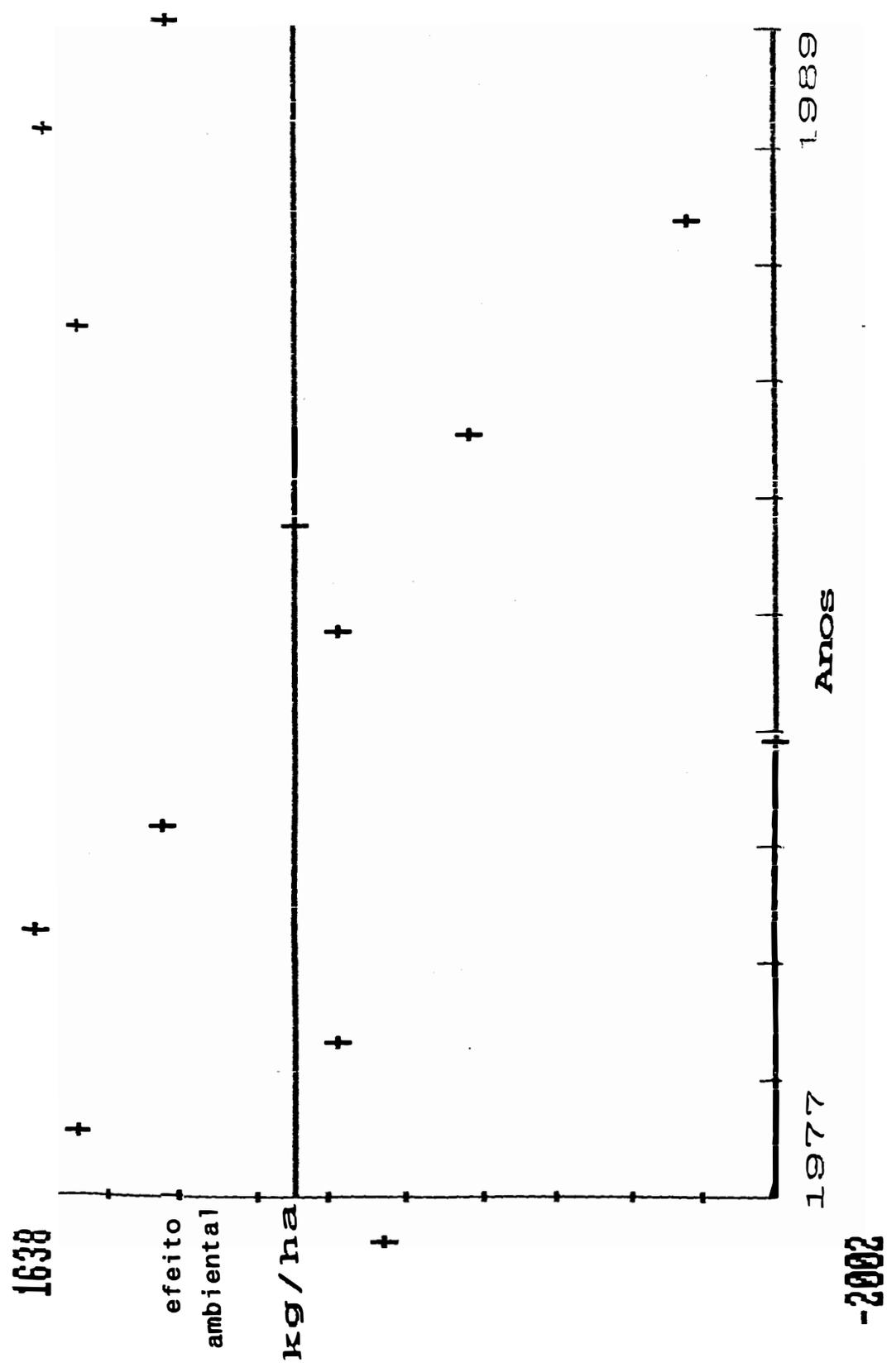
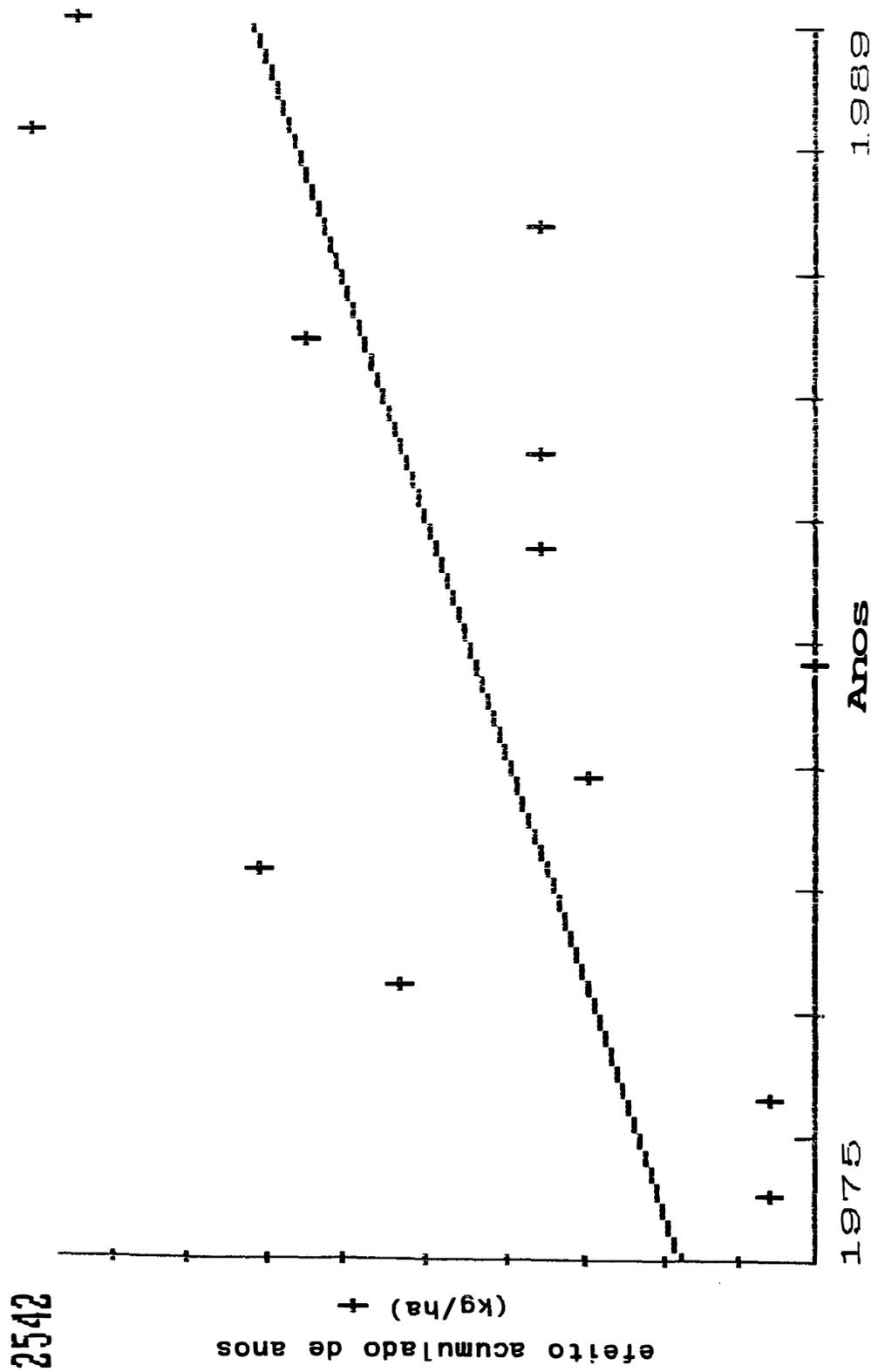


Figura 11 Evolução do efeito ambiental (medio anual) devido a anos, de 1.977 a 1.989, para o Estado do Paraná, estimado com dados dos ensaios de recomendação de variedades.

$$Y = -734.1633 + 169.5666 X \quad (R^2 = 29.46784)$$



-1233

Figura 12 Evolução do efeito acumulado de anos, de 1.975 a 1.989 para o Estado do Paraná, estimado com dados dos ensaios de recomendação de variedades.

$$Y = 924,1329 + 222,6082 X \quad (R^2 = 47,48161)$$

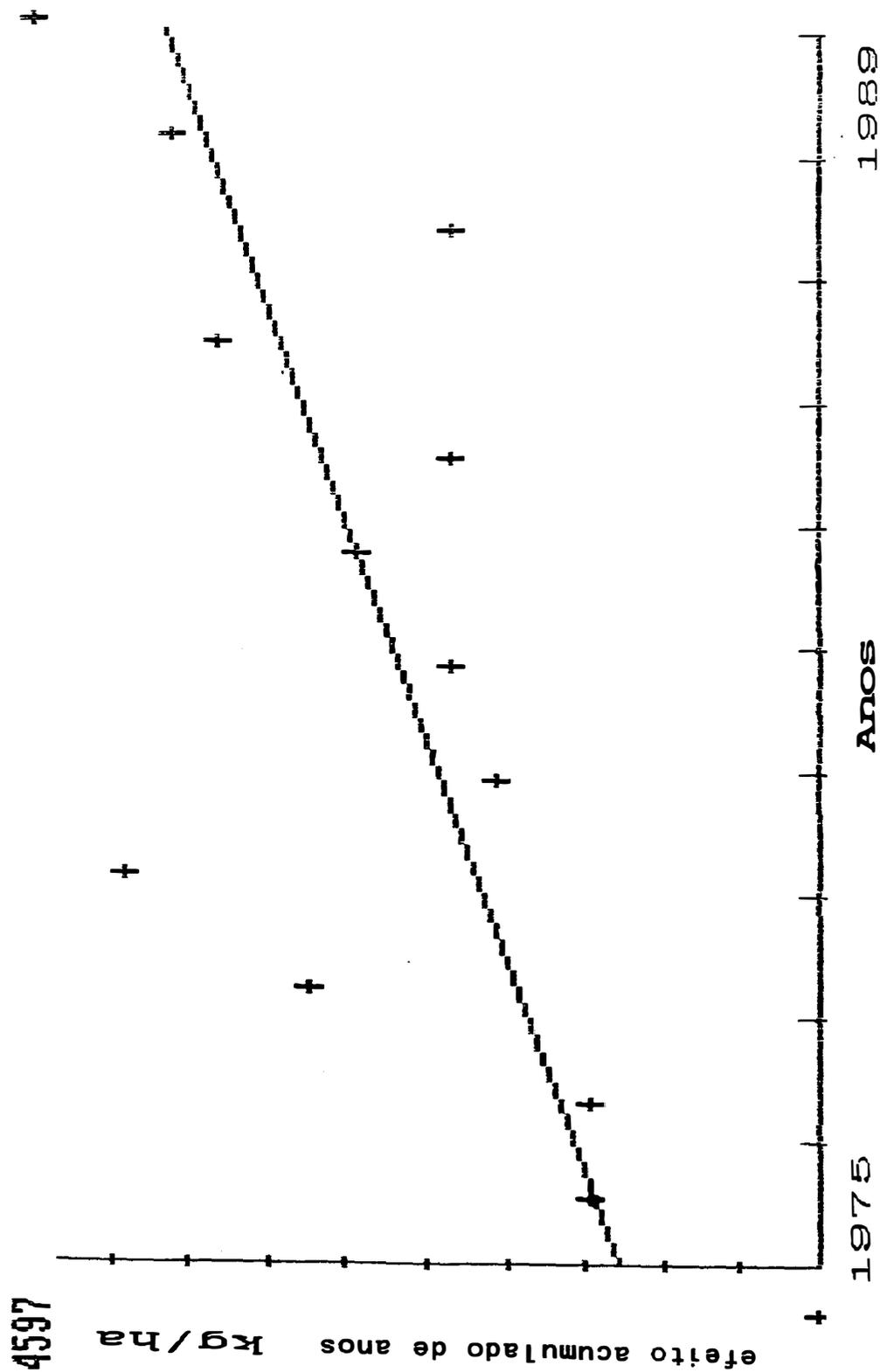
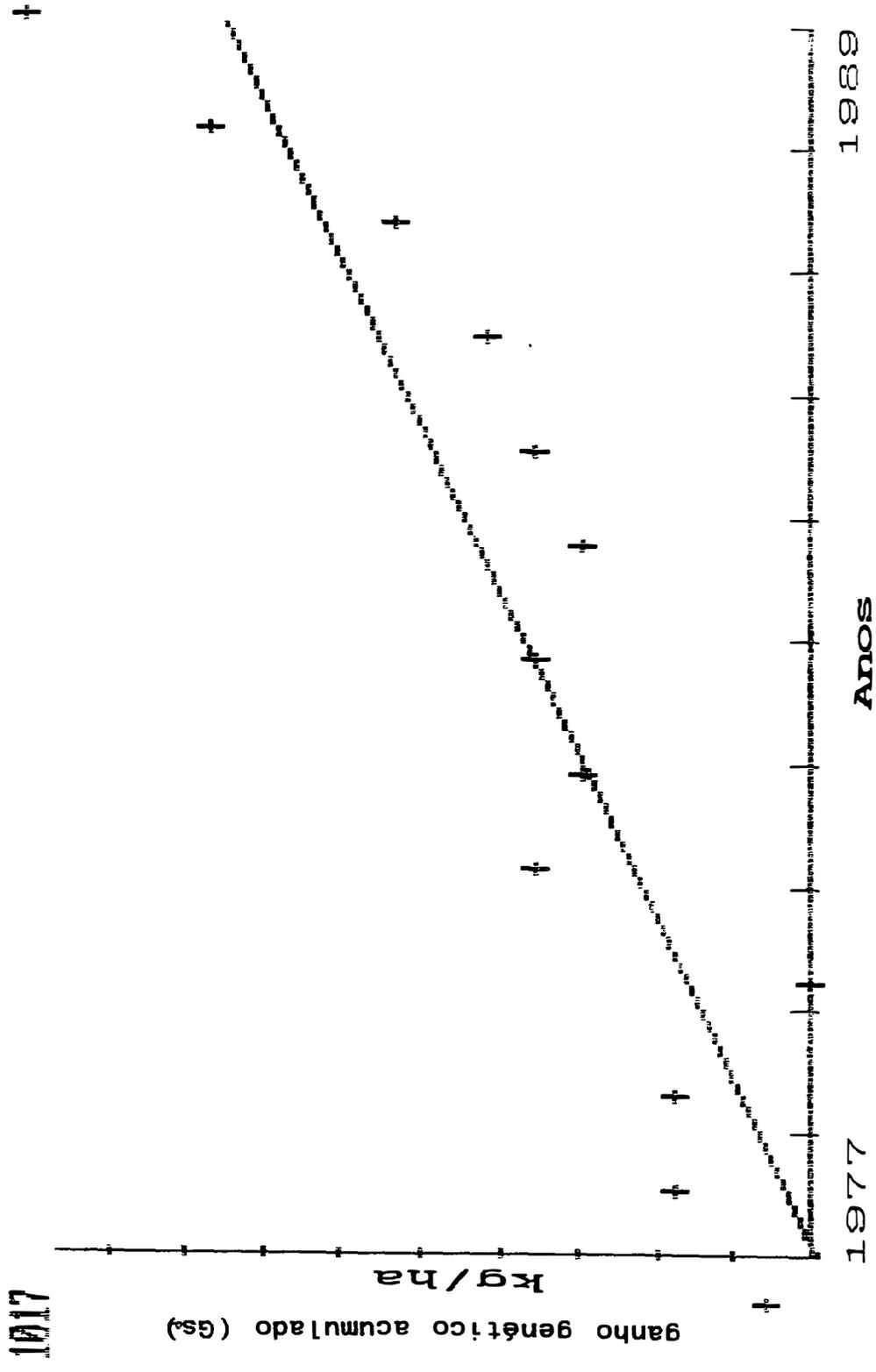


Figura 13 Evolução do efeito acumulado de anos, de 1.975 a 1.989 para o Londrina, estimado com dados dos ensaios de recomendação de variedades.

$$Y = 20,92731 + 58,34841 X \quad (R^2 = 78,95876)$$



85

Figura 14 Evolução do ganho genético acumulado (Gs), no período de 1.977 a 1.989 para Londrina.

$$Y = -3428,092 + 48,58207 X \quad (R^2 = 80,45129)$$

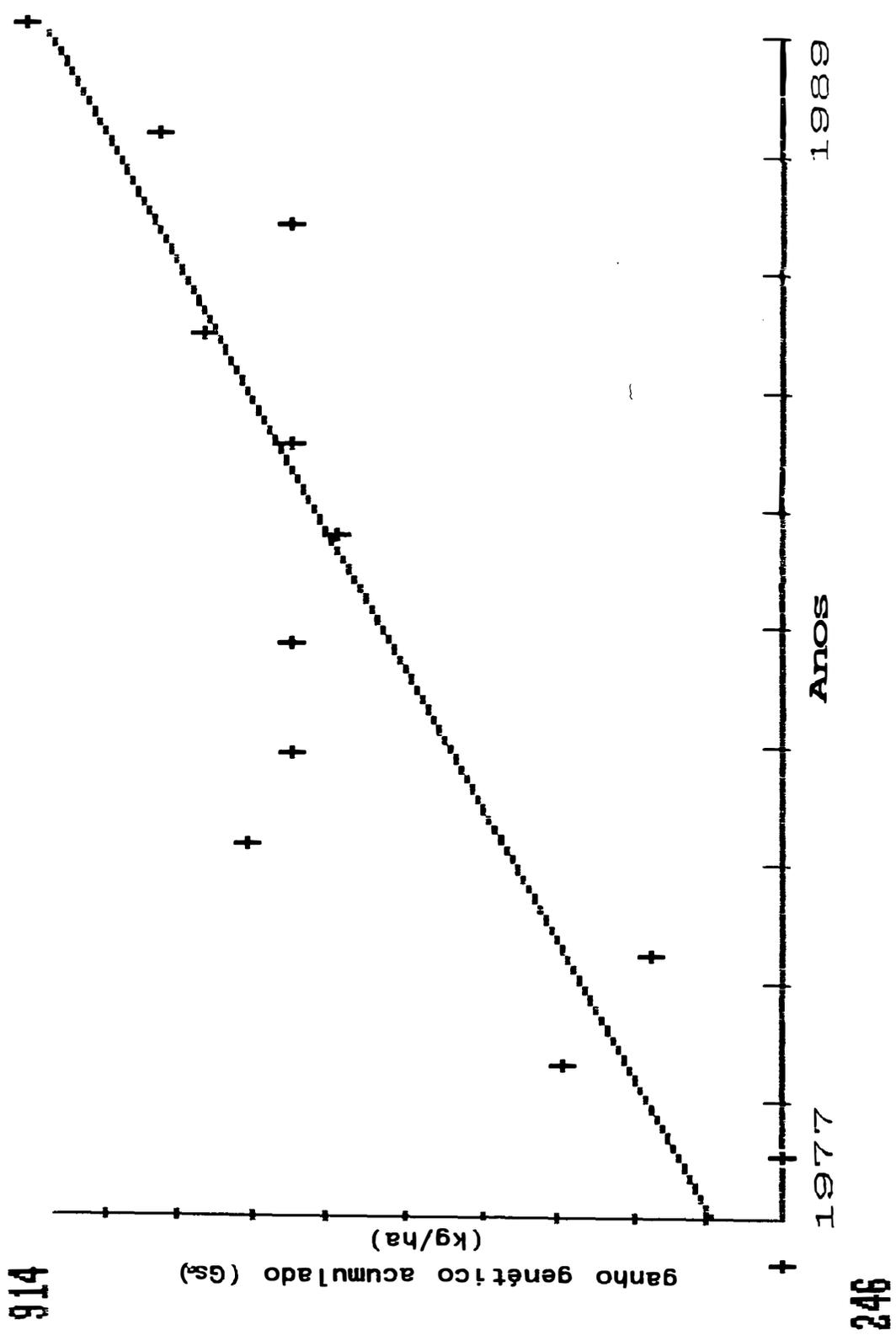


Figura 15 Evolução do ganho genético acumulado (Gs), no período de 1.977 a 1.989 para o Estado do Paraná.

$$Y = 25981.22 + 259.8756 X \quad (R^2 = 11.14397)$$

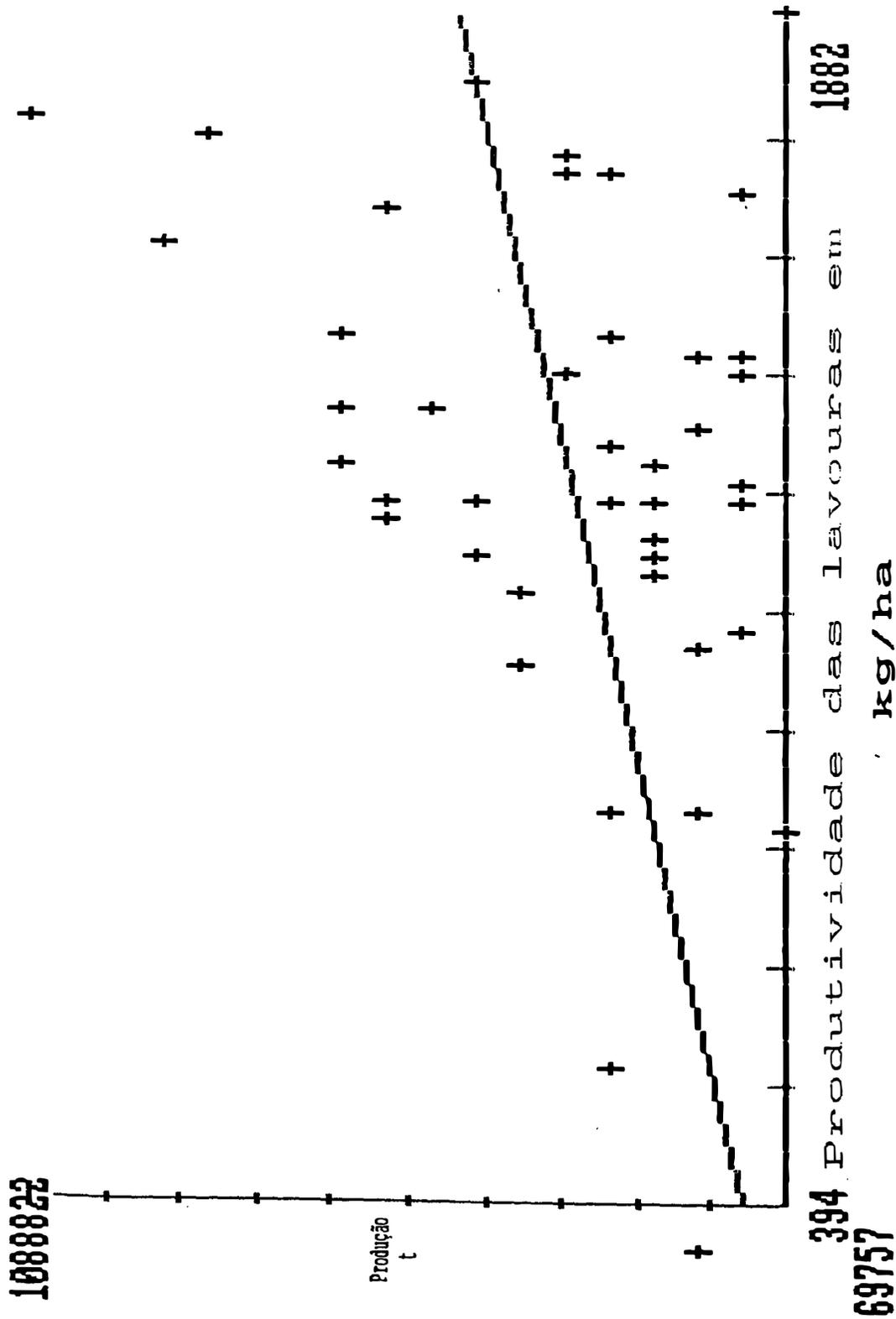


Figura 16 Evolução da produção total (t) de arroz em casca no Estado do Paraná em função da produtividade de grãos de arroz em casca de 1.947 a 1.989.

$$Y = 236.8665 + .1270564 X \quad (R^2 = 46.66637)$$

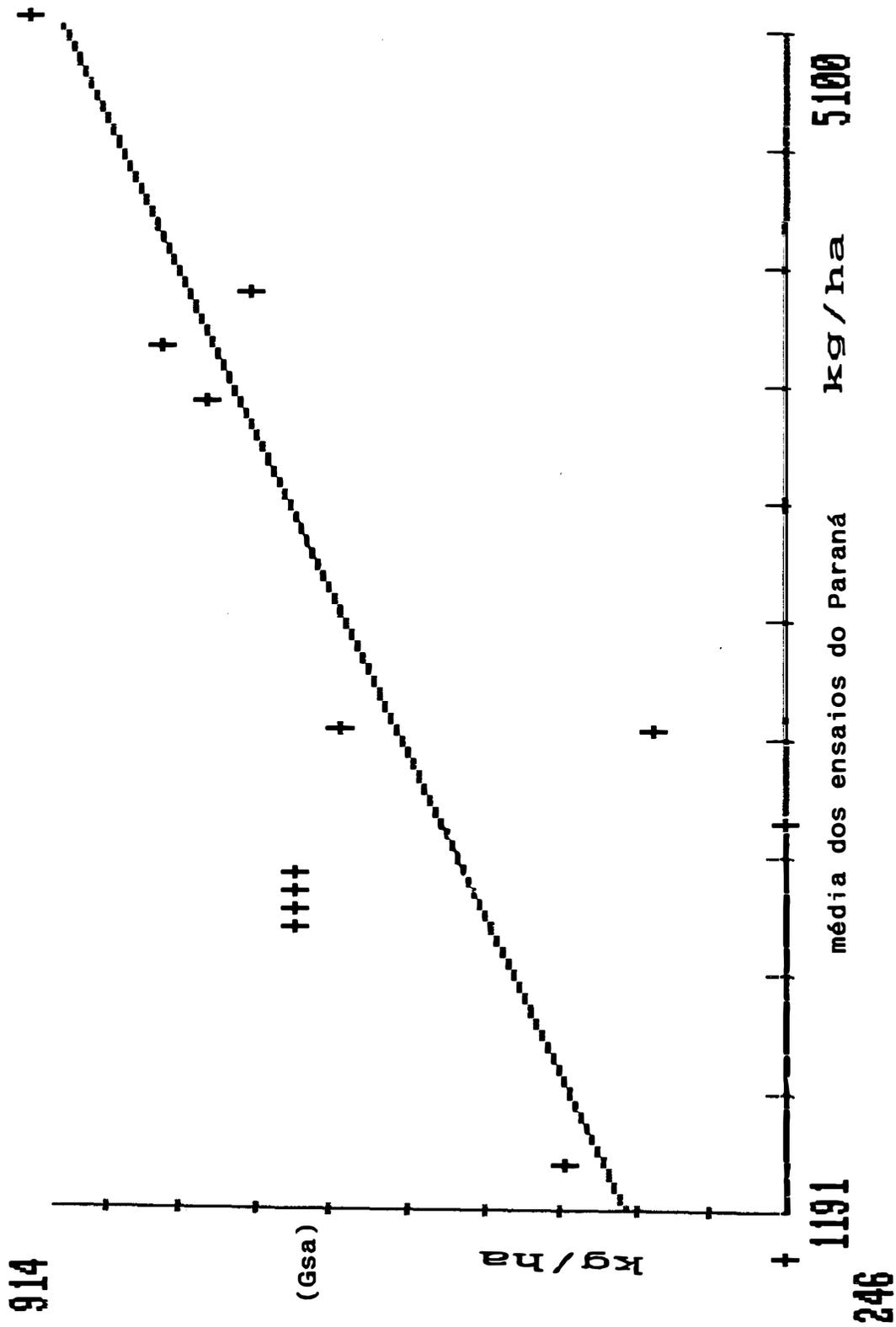


Figura 17 Evolução do ganho genético acumulado (Gsa), para o Estado do Paraná em relação a média dos ensaios do Paraná.

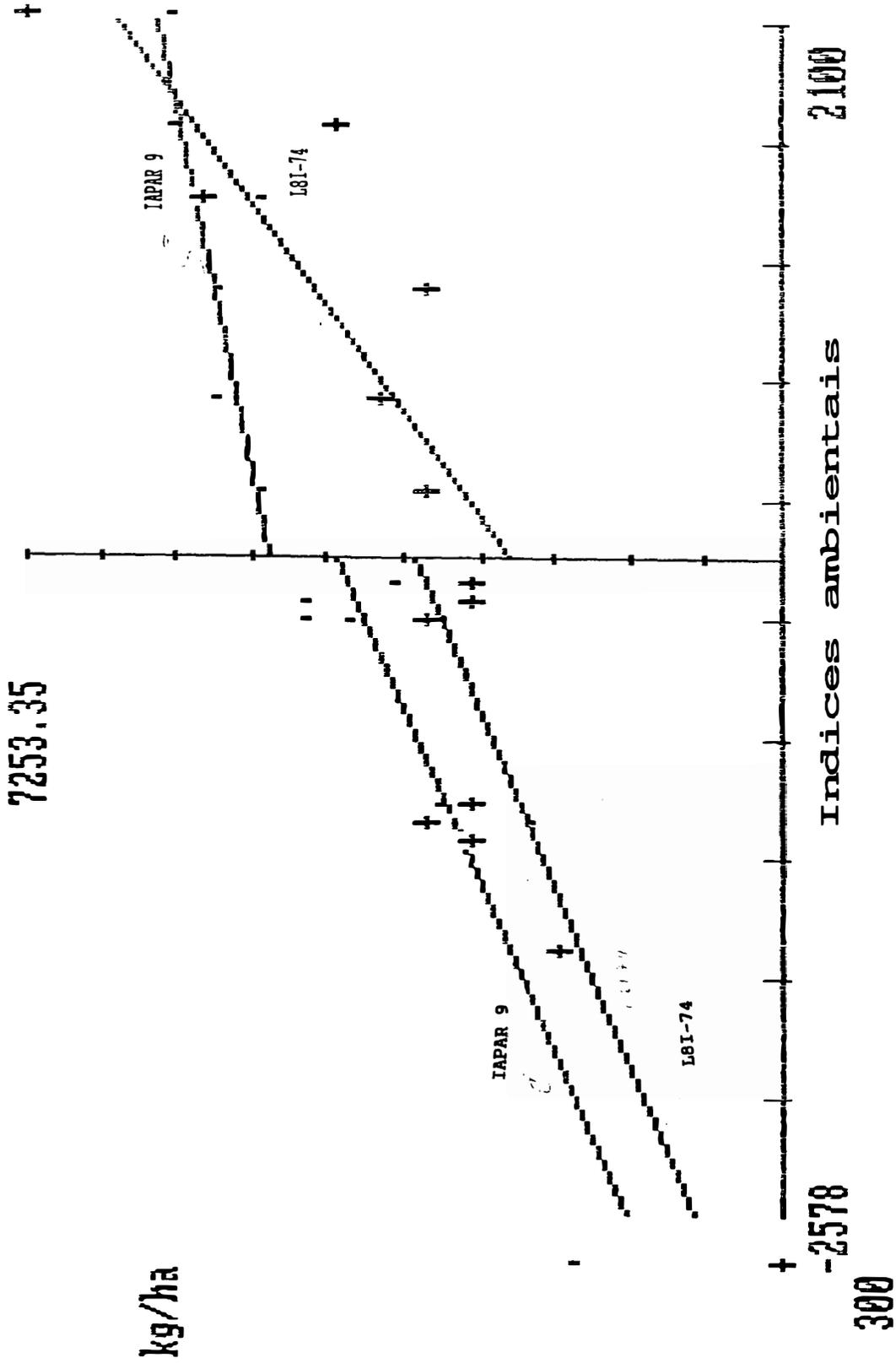


Figura 18 Gráfico representativo da estabilidade fenotípica de dois genótipos de arroz de sequeiro (IAPAR 9 e L81-74) pelo método CRUZ et alii (1.989) em 15 ambientes (Paraná) nos anos de 1.986 a 1.989.

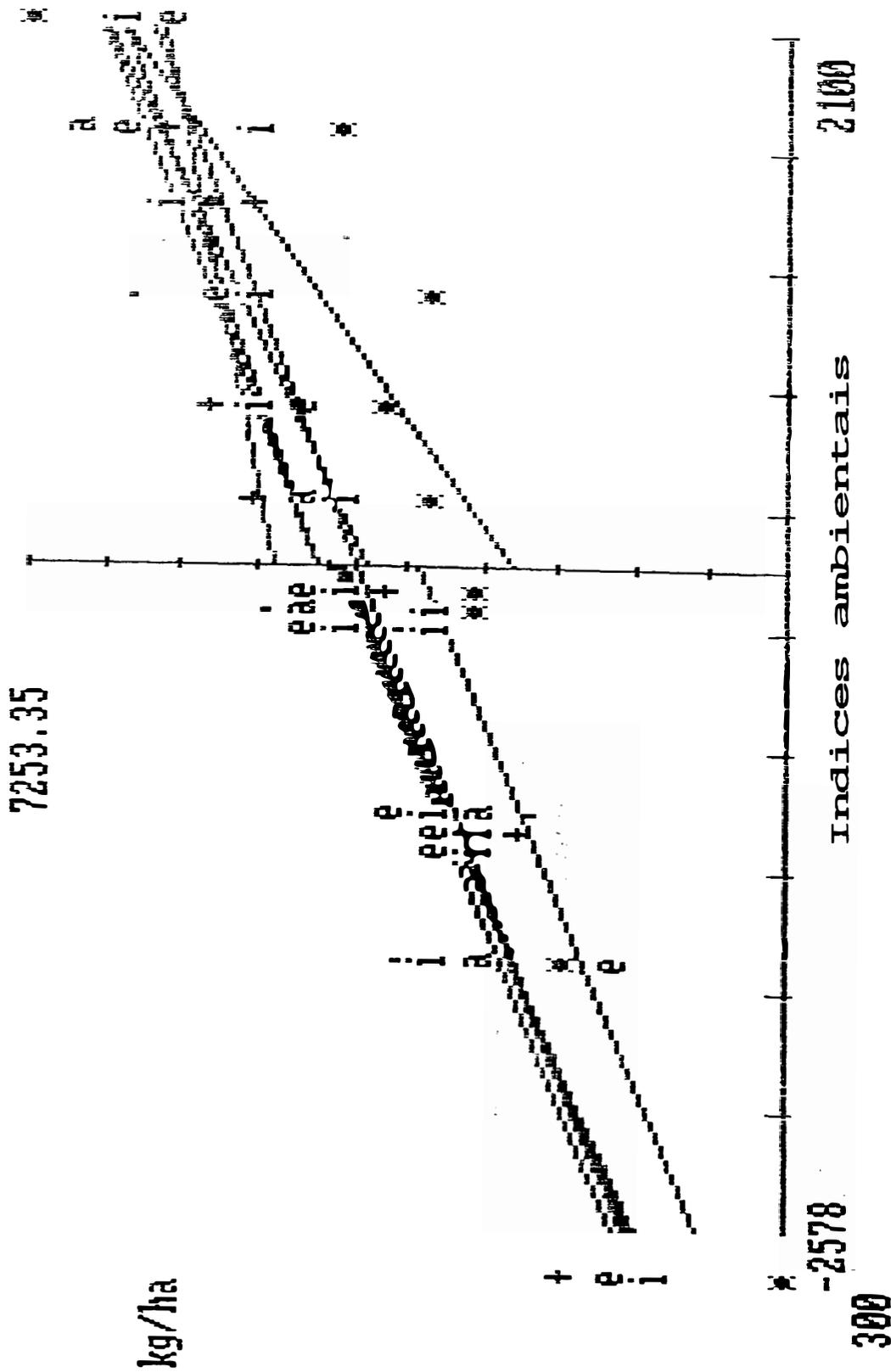


Figura 19 Gráfico representativo da estabilidade fenotípica de seis genótipos de arroz de sequeiro (IAPAR 9, IAC 164, L81-74, L80-132, A12-878, C6-23) pelo método de CRUZ et alii (1.989) em 15 ambientes (Paraná) nos anos 1.986 a 1.989.

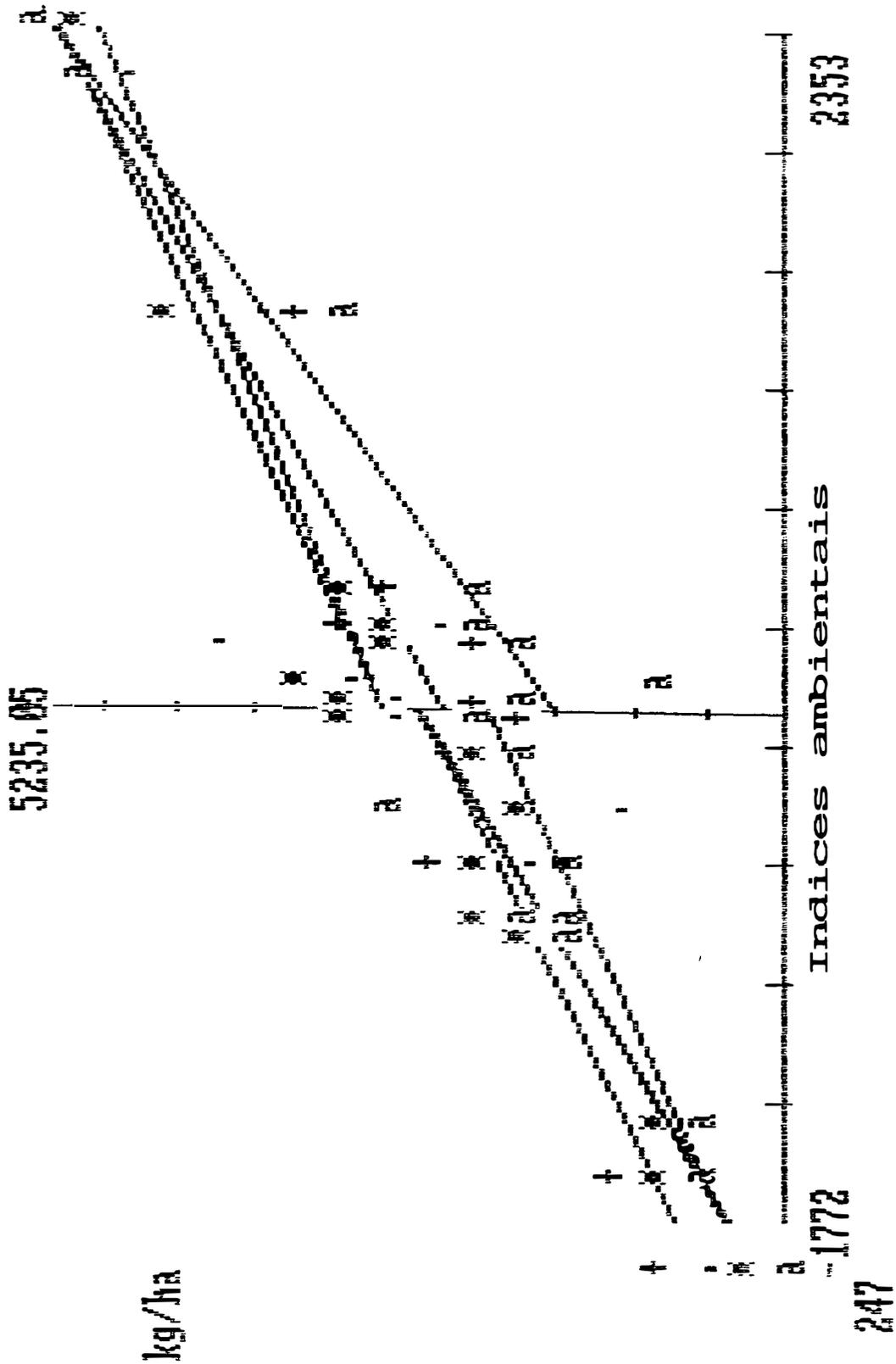


Figura 20 Gráfico representativo da estabilidade fenotípica de quatro genótipos em 18 ambientes (Estado do Paraná) nos anos 1.982 a 1.985 pelo método CRUZ et alii (1.989).

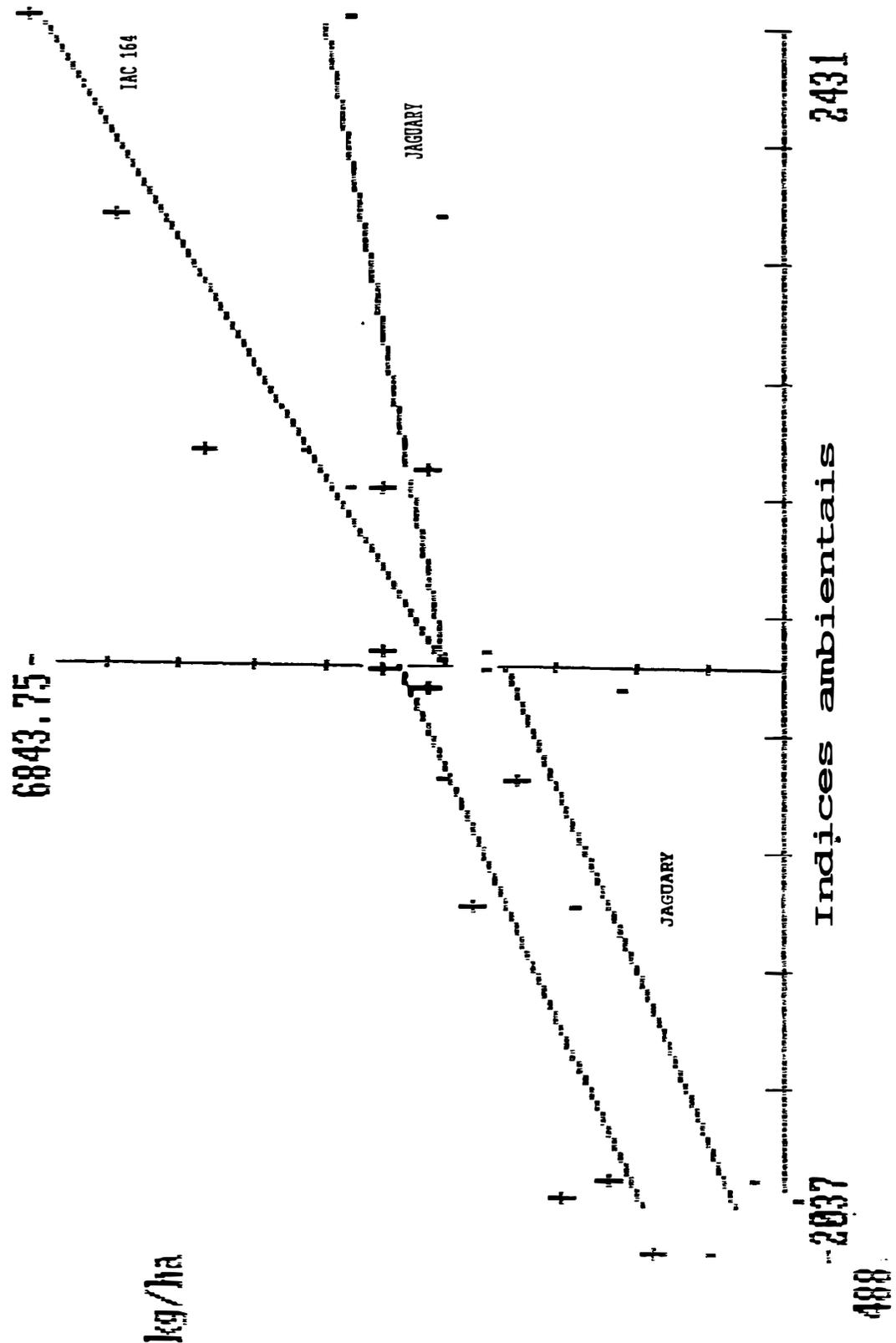


Figura 21 Gráfico representativo da estabilidade fenotípica de dois genótipos (Jaguary e IAC164) em 13 ambientes (Estado do Paraná) nos anos 1.977/78, 1.979/80 e 1.987/88 pelo método de CRUZ et alii (1.989).

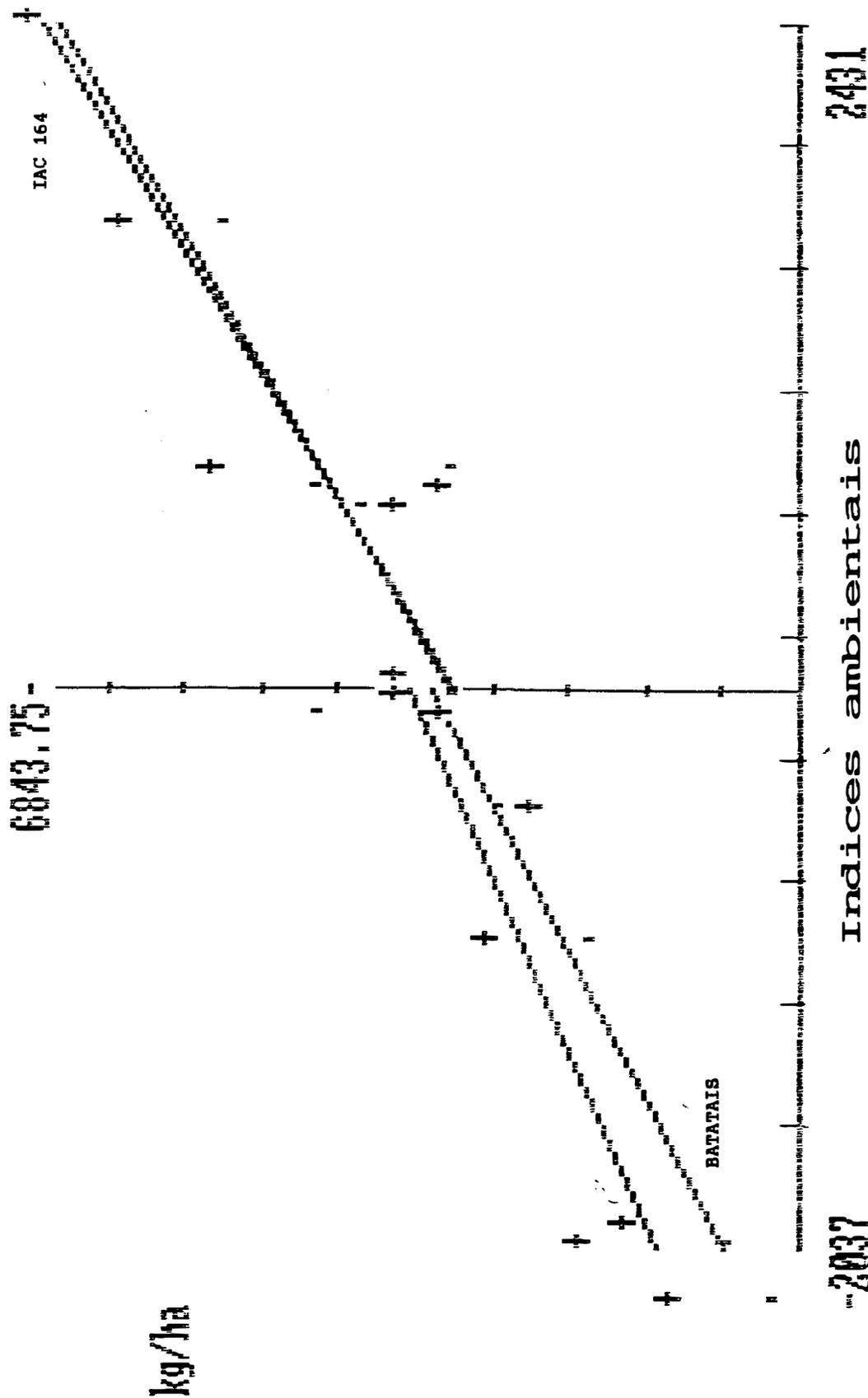


Figura 22 Gráfico representativo da estabilidade fenotípica de dois genótipos (IAC 164 e Bataais) em 13 ambientes (Estado do Paraná) nos anos 1.977/78, 1.979/80 e 1.987/88 pelo método de CRUZ et alii (1.989).

2037
488

Índices ambientais 2431

$$Y = 94.43799 + 1.003459 X \quad (R^2 = 97.07886)$$

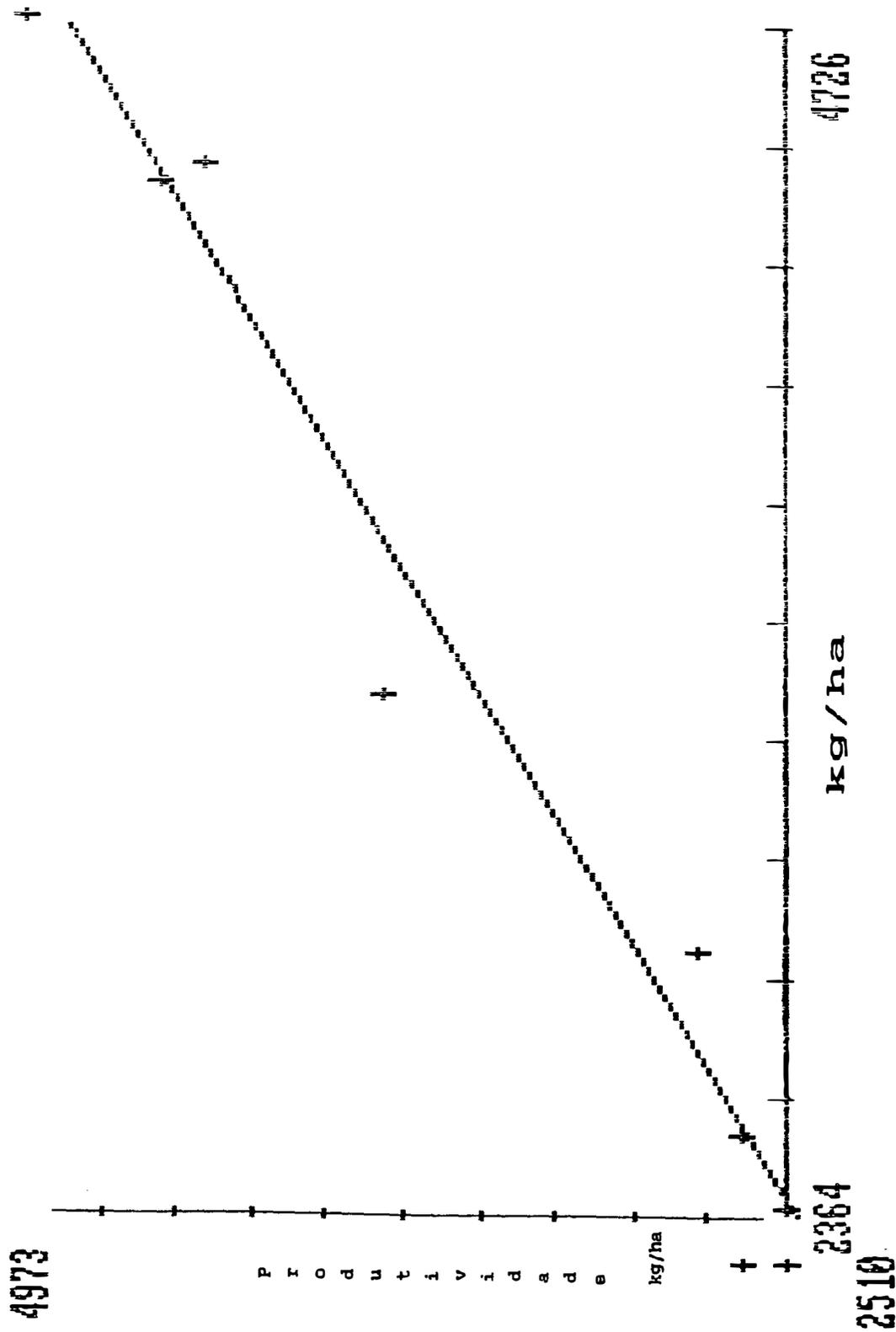


Figura 23 Gráfico representativo da curva de regressão das produtividades de grãos de arroz em casca, médias anuais, das variedades IAC 164 e IAPAR9 no decorrer de 9 anos (1.980 a 1.989, 45 ensaios e $r = 0,985$).

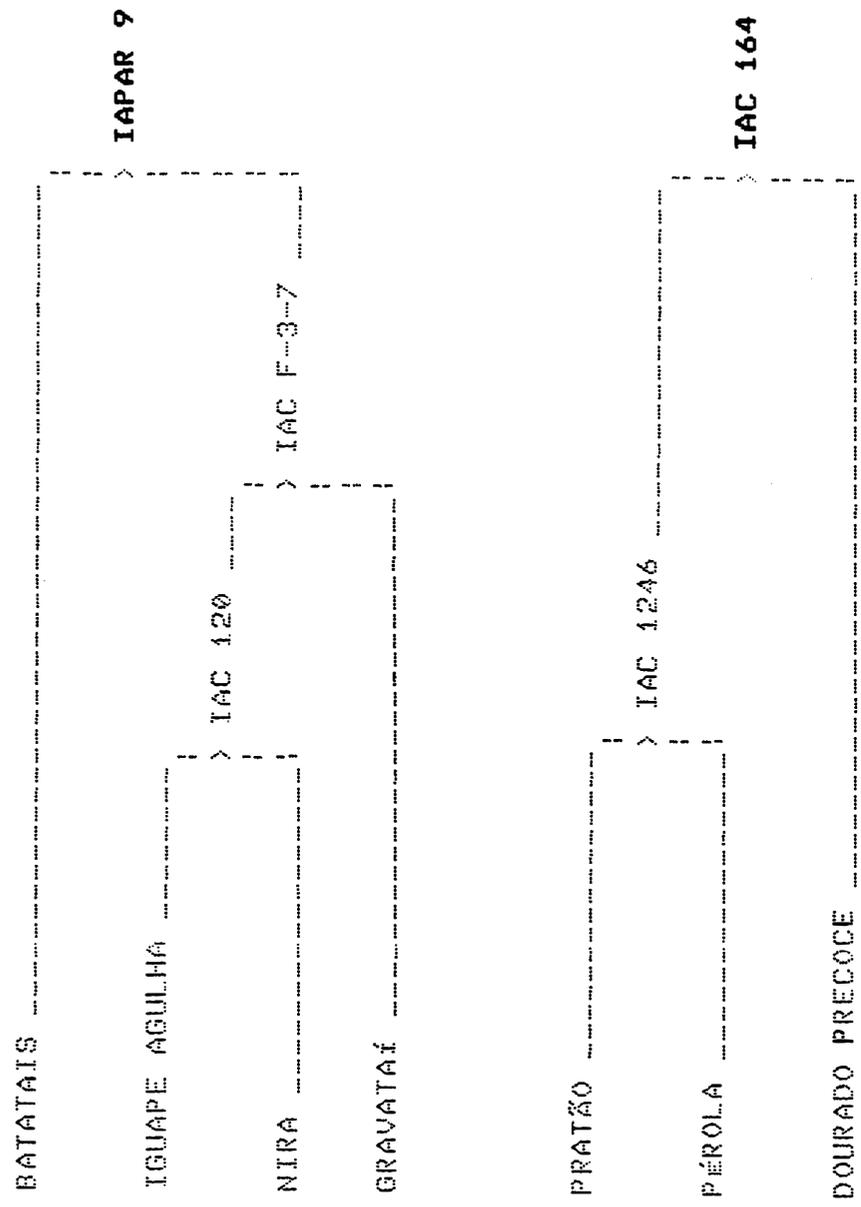


Figura 24 Genealogia das variedades de arroz de sequeiro precoce: IAPAR 9 e IAC 164.