COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE ARROZ DE SEQUEIRO EM
DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS, COM E SEM IRRIGAÇÃO
SUPLEMENTAR

ALBERTO BAÊTA DOS SANTOS

Engenheiro Agrônomo

Orientador: *Prof. Dr. JOSE DIAS COSTA*

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:
Fitotecnia.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Dezembro - 1990

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

Santos, Alberto Baêta
S377c Comportamento de cultivares de arroz de sequeiro
em diferentes populações de plantas, com e sem irri-
gação suplementar. Piracicaba, 1990.

94p. ilus.

Tese - ESALQ

Bibliografia.

1. Arroz de sequeiro - Cultivar - Comportamento
2. Arroz de sequeiro - Irrigação
3. Arroz de sequei
ro - População - Efeito I. Escola Superior de Agri -
cultura "Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CDD 633.18

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE ARROZ DE SEQUEIRO EM
DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS, COM E SEM IRRIGAÇÃO
SUPLEMENTAR

ALBERTO BAÊTA DOS SANTOS

Aprovada em: 04.12.1990

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Jose Dias Costa

ESALQ/USP

Pesq. Dr. Luis Fernando Stone

CNPAF/EMBRAPA

Pesq. Dr. Tomas Aquino Portes e Castro

CNPAF/EMBRAPA

Prof. Dr. Antonio Augusto Lucchesi

ESALQ/USP

Prof. Dr. Jairo Teixeira Mendes Abrahão

ESALQ/USP

Prof. Dr. JOSE DIAS COSTA
Orientador

Aos meus pais, *Nelson e Adelina*,
pelo incentivo e pela dedicação,
de suas vidas à minha formação,
pessoal e profissional,
MINHA GRATIDÃO

A minha esposa, *Vanderlúcia*, aos meus
filhos, *Eduardo, Renato e Talita*,
por reiterarem cotidianamente
a minha esperança de um
futuro mais justo,
com carinho,
DEDICO

AGRADECIMENTOS

Várias pessoas e instituições contribuíram, de uma forma ou de outra, para a realização deste trabalho. Entretanto, externamos, de maneira especial, os nossos agradecimentos:

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), através do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), pelo auxílio e pela concessão do treinamento;

A Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação;

Ao Professor Dr. José Dias Costa, nosso profundo reconhecimento pela orientação e pela amizade;

Ao Pesquisador Dr. Francisco José Pfeilsticker Zimmermann e à Professora Dra. Maria Cristina Stolf Nogueira, pelo auxílio na realização das análises estatísticas;

Ao Professor Dr. Antônio Roberto Pereira e ao Pesquisador Dr. Tomás de Aquino Portes e Castro, pela eficiente colaboração recebida nas análises de

crescimento das plantas;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo por período parcial de realização do treinamento;

Aos professores do Departamento de Agricultura, pela contribuição em minha formação científica e pela amizade;

Aos companheiros de turma, pelo convívio e pela amizade;

Ao Técnico Agrícola Odete Valadão (*"in memoriam"*), pelo apoio;

E principalmente a Deus que nos permitiu reunir todas as condições necessárias para realização deste treinamento.

SUMARIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE SIGLAS	xv
RESUMO	xvi
SUMMARY	xix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5. CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

LISTA DE FIGURAS

Figura

Página

- 01 Temperatura máxima, média e mínima e precipitação pluvial diárias e períodos em que as irrigações foram realizadas nos experimentos... 18
- 02 Evolução da produção da matéria seca total (MS) (g.m^{-2}) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação... 30
- 03 Evolução da produção da matéria seca total (MS) (g.m^{-2}) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação... 31
- 04 Evolução do índice de área foliar (IAF) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação... 38
- 05 Evolução do índice de área foliar (IAF) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e

- Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação... 39
- 06 Relação entre duração de área foliar (DAF) ($m^{-2}.m^{-2}.dia$) e rendimento de grãos ($kg.ha^{-1}$) do cultivar Guarani, sem e com irrigação, e dos cultivares Araguaia e Guarani, na análise conjunta... 45
- 07 Evolução da taxa de crescimento da cultura (TCC) ($g.m^{-2}.dia^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação... 47
- 08 Evolução da taxa de crescimento da cultura (TCC) ($g.m^{-2}.dia^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação... 48
- 09 Evolução da taxa de assimilação líquida (TAL) ($g.m^{-2}.folha.dia^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação... 51
- 10 Evolução da taxa de assimilação líquida (TAL)

($\text{g.m}^{-2}\text{folha.dia}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação...

52

- 11 Evolução da taxa de crescimento relativo (TCR) ($\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação...

54

- 12 Evolução da taxa de crescimento relativo (TCR) ($\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação...

55

- 13 Evolução da razão da área foliar (RAF) ($\text{dm}^2.\text{g}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação...

57

- 14 Evolução da razão da área foliar (RAF) ($\text{dm}^2.\text{g}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação...

58

- 15 Evolução da taxa de crescimento foliar relativo

- (TCFR) ($\text{m}^2.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação... 61
- 16 Evolução da taxa de crescimento foliar relativo (TCFR) ($\text{m}^2.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação... 62
- 17 Evolução do número de perfilhos. m^{-2} dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação... 66
- 18 Evolução do número de perfilhos. m^{-2} dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação... 67
- 19 Relação entre índice de colheita (IC) e rendimento de grãos ($\text{kg}.\text{ha}^{-1}$) do cultivar Guarani, sem irrigação, e dos cultivares Araguaia e Guarani, na análise conjunta... 75

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Características químicas das amostras do solo coletadas na camada de 0 - 20cm de profundidade, na área experimental.	16
2 Equações das funções exponenciais quadráticas, $MS = e^{(a + bt + ct^2)}$ e $IAF = e^{(a_1 + b_1 t + c_1 t^2)}$, selecionadas para descrever o acúmulo de matéria seca e o índice de área foliar em função dos tratamentos, do cultivar Araguaia, sem e com irrigação.	24
3 Equações das funções exponenciais quadráticas, $MS = e^{(a + bt + ct^2)}$ e $IAF = e^{(a_1 + b_1 t + c_1 t^2)}$, selecionadas para descrever o acúmulo de matéria seca e o índice de área foliar em função dos tratamentos, do cultivar Guarani, sem e com irrigação.	25
4 Resumo das análises da variância, expresso em quadrados médios, das características biométricas e de alguns índices fisiológicos dos	

- cultivares Araguaia e Guarani, sem e com irrigação. 26
- 5 Resumo das análises da variância, expresso em quadrados médios, da análise conjunta das características biométricas e de alguns índices fisiológicos dos cultivares Araguaia e Guarani. 27
- 6 Efeitos significativos da interação entre espaçamento e densidade sobre a produção de matéria seca total (g.m^{-2}) do cultivar Araguaia, com irrigação. 33
- 7 Efeitos significativos dos espaçamentos e das densidades sobre as características biométricas e alguns índices fisiológicos dos cultivares Araguaia e Guarani, na análise conjunta. 35
- 8 Efeitos significativos dos espaçamentos e das densidades sobre as características biométricas e alguns índices fisiológicos do cultivar Araguaia, sem e com irrigação. 36
- 9 Efeitos significativos dos espaçamentos e das densidades sobre as características biométricas e alguns índices fisiológicos do cultivar

	Guarani, sem e com irrigação.	42
10	Efeitos significativos da interação entre espaçamento e densidade sobre o número de perfilhos por m^2 do cultivar Araguaia, sem irrigação e na análise conjunta.	64
11	Efeitos significativos da interação entre espaçamento e densidade sobre o rendimento grãos ($kg.ha^{-1}$) do cultivar Guarani, análise conjunta.	79

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE ARROZ DE SEQUEIRO EM DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS, COM E SEM IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR

Autor: ALBERTO BAÊTA DOS SANTOS

Orientador: PROF. DR. JOSE DIAS COSTA

RESUMO

A cultura do arroz de sequeiro apresenta grande instabilidade no rendimento de grãos em virtude das frequentes deficiências hídricas que ocorrem especialmente na fase reprodutiva, o que tem desestimulado os produtores a usarem tecnologias adequadas. Com isso, na maioria das vezes, a população de plantas empregada nas lavouras de arroz não é adequada às características do cultivar e ao sistema de cultivo.

Visando determinar os efeitos do espaçamento entre linhas e da densidade de semeadura sobre o crescimento, o rendimento de grãos e algumas características biométricas de dois cultivares de arroz, com e sem irrigação suplementar, foram conduzidos quatro experimentos em solo de cerrado. Os tratamentos consistiram de três espaçamentos (30 cm, 40 cm e 50 cm)

combinados com três densidades (50, 100 e 150 sementes por m^2) com os cultivares Araguaia (ciclo médio) e Guarani (ciclo curto).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em arranjo fatorial (3X3), com quatro repetições. As curvas de crescimento do índice de área foliar (IAF) e da matéria seca total (MS) foram ajustadas através da utilização de funções matemáticas, com equações exponenciais quadráticas.

A irrigação propiciou incremento de 90 e 35 % no rendimento de grãos dos cultivares Araguaia e Guarani, respectivamente. Influenciou significativamente todas as características biométricas estudadas, exceto o número de perfilhos por m^2 no cultivar Araguaia. Aumentou a MS, o IAF, a taxa de crescimento da cultura (TCC) e a duração da área foliar (DAF) nos dois cultivares. O cultivar Guarani teve maior MS, pois apresentou maiores valores de TCC, taxa de assimilação líquida (TAL) e taxa de crescimento relativo (TCR), parâmetros indicativos de capacidade de acúmulo de biomassa. Atingiu rapidamente o ponto de máximo IAF, com alta capacidade de aproveitamento da área disponível.

O cultivar Guarani apresentou maior produção de grãos no menor espaçamento e na população de 130 plantas por m^2 ; e, o seu IC foi correlacionado linear e positivamente com o rendimento de grãos, independente do

uso da irrigação. No cultivar Araguaia o maior rendimento de grãos foi observado no espaçamento de 40 cm, independente da irrigação e da densidade de semeadura. E, nesta distância entre linhas, maiores valores de MS, IAF e TCC neste cultivar foram obtidos na população de 150 plantas por m², nas condições irrigadas, e com 100 e 150 plantas por m², sem irrigação.

O Guarani mostrou ser um cultivar mais competitivo que o Araguaia, apresentando menor IC e maior influência da população de plantas sobre o rendimento de grãos.

PERFORMANCE OF UPLAND RICE CULTIVARS IN DIFFERENT PLANT POPULATION UNDER AND WITHOUT SUPPLEMENTAL IRRIGATION

Author: *ALBERTO BAÊTA DOS SANTOS*

Adviser: *PROF. DR. JOSE DIAS COSTA*

SUMMARY

Upland rice presents instability in yield due to water deficiency that occurs specially in the reproductive period, what has not stimulated farmers to adopt adequate technology. Thus in most cases the plant population used in rice crops is not adapted to the cultivar features and to the crop system.

Four experiments were carried out in cerrado soil with the purpose of determinate the effects of row spacings and plant densities on growth, yield and some byometric characteristics under and without sprinkler supplemental irrigation. The folowing treatments were used: three row spacings (30, 40 and 50 cm) combined with three densities (50, 100 and 150 seeds per m²), with the cultivars Araguaia and Guarani.

The experiments were delineated in random blocks, in factorial arrangement (3X3), with four

replications. The growth rates of leaf area index (LAI) and total dry matter (DM) were fitted by square regressions.

Irrigation enhanced in 90 and 35 % yield of cultivars Araguaia and Guarani respectively. Irrigation significantly effects biometric characteristics excepting the tiller number of the cultivar Araguaia. Irrigation enhanced total dry matter (DM), leaf area index (LAI), crop growth rate (CGR) and leaf area duration (LAD) in both cultivars. The cultivar Guarani had higher total dry matter production, presenting higher values of CGR, net assimilation rate (NAR) and relative growth rate (RGR), parameters of biomass accumulation capacity. This cultivar fastly reached the maximum LAI, with high capacity to exploit the available surface.

The highest yield of cultivar Guarani was obtained with 30 cm row spacing and density of 130 plants per m^2 , and its HI was linearly and positively correlated with yield, independently of irrigation. The highest yield of cultivar Araguaia was obtained with 40 cm spacing, independently of density and presence of irrigation, and in this spacing higher DM, LAI and CGR were observed under densities of 150 plants per m^2 under supplemental irrigation, and 100 and 150 plants per m^2 without irrigation.

1. INTRODUÇÃO

Cerca de 60% da produção brasileira de arroz provém do sistema de cultivo de sequeiro. Neste sistema são reconhecidas duas situações distintas em termos de risco de ocorrência de deficiência hídrica em arroz de sequeiro. As regiões com menor e maior risco foram caracterizadas como favoráveis e não favoráveis, respectivamente, para o cultivo de arroz (STEINMETZ *et alii*, 1984).

Em áreas sujeitas à ocorrência de veranico são observados frequentes insucessos, ocasionando rendimentos não compensadores de arroz, o que tem desestimulado os produtores a usarem tecnologias adequadas. Consequentemente, no sistema de cultivo tradicional de sequeiro, há uma instabilidade na produção devido aos baixos rendimentos de grãos obtidos. Com isso, o produtor limita seus investimentos permanecendo num baixo nível de utilização de tecnologia, propiciando a existência de um círculo vicioso: não se investe porque a cultura é de alto risco e esse permanece alto pela não adoção de técnicas culturais que o diminuam. Entretanto,

com o emprego de irrigação suplementar por aspersão, essas áreas tornam-se viáveis à exploração agrícola intensiva, permitindo a utilização de níveis mais elevados de tecnologias, com menores riscos.*

A competição intra-específica, ou seja, entre plantas de mesma espécie, determina, para cada cultivar, a população de plantas que propicia maior rendimento e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Na maioria das vezes, a população de plantas empregada nas lavouras de arroz não é adequada às características do cultivar e ao sistema de cultivo. Dado o baixo nível de tecnologia habitualmente empregado na cultura de arroz de sequeiro, devido aos riscos a ela inerentes, é comum a ocorrência de lavouras com baixa população de plantas ou com limitado crescimento da área foliar. Os efeitos desses fatores no decréscimo da produção potencial dos cultivares de arroz de sequeiro são normalmente subestimados, ou não são sequer considerados (PINHEIRO & GUIMARÃES, 1990).

Vários são os estudos (ANDRADE *et alii*, 1971; OLIVEIRA *et alii*, 1977; BUENO *et alii*, 1981; EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO MATO GROSSO, 1982; SOBRAL & OLIVEIRA, 1982; SANTOS *et alii*, 1988) sobre os efeitos do espaçamento entre linhas e da densidade de semeadura no rendimento do arroz de sequeiro. Entretanto, os resultados são bastante genéricos, pois dependem da

capacidade de perfilhamento e do ciclo do cultivar, da susceptibilidade à brusone (*Pyricularia oryzae* cav.) e da disponibilidade de água, além do nível de fertilidade do solo. A grande maioria dos trabalhos relacionados com a população de plantas de arroz de sequeiro por área não se preocupou com a disponibilidade de água, bem como as pesquisas foram desenvolvidas com cultivares susceptíveis à brusone. Ademais, foram considerados apenas os efeitos sobre a produção de grãos e algumas características biométricas dos cultivares estudados, não dispondo, portanto, de informações relacionadas ao crescimento das plantas.

O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos do espaçamento entre linhas e da densidade de semeadura sobre o crescimento, o rendimento de grãos e algumas características biométricas dos cultivares de arroz Araguaia e Guarani, em condições de irrigação suplementar por aspersão e sem irrigação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A produção por unidade área é fator determinante do rendimento econômico da atividade agrícola. A produção resulta do produto do número de plantas existentes na área pela produção por planta. Para uma condição de ambiente, a produção por planta depende do arranjo das plantas no campo e de sua plasticidade morfológica (PEREIRA, 1989). Plasticidade morfológica representa a capacidade de a planta adaptar-se e produzir sob diferentes populações de planta. Tal característica é fortemente afetada pela espécie e pelo genótipo dentro da espécie.

Vários autores (DUNCAN, 1958; DONALD, 1963; CHANDLER JUNIOR, 1969; WILEY & HEATH, 1969; YOSHIDA, 1977; ANDRADE *et alii*, 1971) tem relatado a relação negativa existente entre o número de plantas por área e a produção por planta. Em populações menores, a produção por planta é máxima, embora por área seja baixa. Aumentando-se a população, a produção por planta decresce, havendo, no entanto, aumento no rendimento. O decréscimo individual é compensado pelo aumento no número de indivíduos por área.

A curva da produção por unidade de área passa por um máximo onde a população é ideal. A partir daí, o decréscimo na produção individual não é compensado pelo aumento na população de plantas (PEREIRA, 1989). Em culturas, cujo produto de valor econômico é apenas parte da planta, HOLIDAY (1960) verificou que a relação entre a produção e o número de plantas por área é parabólica. Há incremento na produção por área à medida que cresce o número de plantas até um valor máximo, reduzindo em seguida (DUNCAN 1958, 1984). A população de plantas adequada é aquela que corresponde ao máximo rendimento. O rendimento máximo de um determinado cultivar é obtido com maior ou menor população de plantas, dependendo da disponibilidade de água e nutrientes.

Em geral, a produção econômica de culturas que apresentam um órgão específico com importância comercial é máxima numa faixa de população de plantas, e, para cereais, a faixa adequada tende a ser mais variável por causa de sua capacidade de perfilhar (SNYDER & CARLSON, 1984). O pico de produção de grãos coincide com a população que determina a estabilização de crescimento de produção biológica (MITCHELL, 1979). A produção biológica dessas espécies apresenta relação assintótica quando relacionada com a população de plantas (DONALD & HAMBLIM, 1976). Como a produção econômica é uma fração variável da produção biológica, esta fração representa o índice de

colheita (DONALD, 1962). Os termos produção biológica ($Y_{\text{biol.}}$) e produção econômica ($Y_{\text{econ.}}$) foram introduzidos por NICHIPOROVICH (1960). Estes termos referem-se à produção total de matéria seca e à parte útil economicamente da produção biológica, respectivamente. Essas duas produções podem ser relacionadas por um parâmetro ($K_{\text{econ.}}$), que foi originalmente chamado de "coeficiente de eficácia de formação da parte econômica da produção total" (NICHIPOROVICH, 1960), coeficiente de migração (ENGLEDOW & WADHAM, 1923; TSONODA, 1959) e atualmente amplamente conhecido como "índice de colheita" (DONALD, 1962).

$$Y_{\text{econ.}} = K_{\text{econ.}} \times Y_{\text{biol.}}$$

Esta equação indica que a produção econômica pode ser aumentada tanto pelo aumento na produção total de matéria seca como pelo aumento do índice de colheita.

Em cereais, o aumento na produção econômica resultou da seleção de plantas menos competitivas, com maior capacidade de formação de grãos, isto é, com maior índice de colheita (DONALD, 1968; JENNINGS & AQUINO, 1968). Quanto mais competitiva for a planta, menor será o índice de colheita e maiores serão os efeitos do aumento da população de plantas sobre a produção individual (PEREIRA, 1989). A relação entre produção por área e competitividade das plantas de arroz é negativa, ou seja,

plantas mais competitivas investem mais na produção de colmos e folhas e menos em grãos, apresentando, portanto, menor índice de colheita (JENNINGS & JESUS, 1968). Estudos realizados por SING & STOSKOPF (1971) indicaram que considerável melhoramento na produção de grãos em cereais pode ser obtido através da seleção de maiores índices de colheita.

Dentre outros fatores que influem diretamente no rendimento do arroz está o arranjo das plantas no campo, pois a mesma população de plantas pode ter diferentes arranjos. À medida que plantas menos competitivas são selecionadas, menor pode ser o espaçamento entre as linhas. Para determinada condição de solo, clima, cultivar e tratos culturais, existe um número de plantas por unidade de área que conduz à mais alta produção por área (YOSHIDA, 1977).

A população excessiva de plantas acarreta o rápido esgotamento das reservas de água do solo por evapotranspiração, causa autossombreamento, com consequente atraso no perfilhamento e na absorção de nitrogênio, acamamento e redução da matéria seca (YOSHIDA, 1977). Enquanto que a população de plantas aquém da ideal favorece o crescimento de plantas invasoras, com consequente redução da capacidade produtiva dos solos, levando à formação de perfilhos improdutivos (GASTAL, 1974; SOARES *et alii*, 1979). A interação entre as plantas

de culturas anuais se dá pela competição por luz que se instala rapidamente sendo, portanto, desejável um rápido crescimento da área foliar e uma arquitetura foliar que reduza ao máximo o autossombreamento (BERNARDES, 1987).

Maior uniformidade entre plantas de uma comunidade vegetal permite maiores populações sem que ocorra grande número de plantas suprimidas pela competição (DUNCAN, 1969).

O espaçamento entre sulcos de semeadura tem destacada importância no balanço competitivo cultura-mato, pois determina a velocidade e a intensidade do sombreamento provocado pela cultura (SARKAR, 1979; YAMAGUSHI *et alii*, 1976), auxiliando na eficiência das medidas de controle empregadas (KIM & MOODY, 1980; MERCADO & LUBIGAM, 1979), pelo efeito supressivo no crescimento das plantas invasoras. Efeitos do espaçamento entre linhas na competição por nutrientes pelas plantas daninhas com a cultura de arroz de sequeiro foram observados por PITELLI *et alii* (1984). Os efeitos das plantas daninhas sobre a composição química das plantas de arroz foram mais acentuados no espaçamento de 60 cm, do que em 40 cm.

A população de plantas influencia a incidência e a severidade da brusone, a qual é uma das principais doenças da cultura do arroz. O sistema de cultivo de sequeiro está sujeito a maiores danos decorrentes da brusone. Todas as medidas para aumentar a

população de plantas por área favorecem o rápido desenvolvimento da doença nas folhas. RIBEIRO (1982) verificou redução na intensidade dos sintomas de brusone nas folhas com o aumento do espaçamento, diferindo de nível entre cultivares, em função do grau de susceptibilidade de cada um.

Trabalhos desenvolvidos nos Estados do Paraná (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1980) e de Goiás (BUENO *et alii*, 1981), no sistema de cultivo tradicional de sequeiro, mostraram que o rendimento de grãos é influenciada diretamente pela população de plantas e pela precipitação pluvial. Em condições de boa disponibilidade de água, as produções mais elevadas foram obtidas com maiores populações de plantas por área, sendo observado o inverso sob condições de estiagem prolongada durante a fase de crescimento das plantas de arroz.

Existem poucas informações sobre a influência da população de plantas no rendimento da cultura do arroz, com irrigação suplementar por aspersão, em regiões com maior risco de ocorrência de deficiência hídrica, bem como, naquelas caracterizadas como favoráveis ao cultivo desta espécie. No Estado de Minas Gerais, OLIVEIRA *et alii*, (1977), empregando irrigação suplementar por aspersão, verificaram que os rendimentos dos cultivares IAC 1246 e Batatais aumentaram na medida em que o espaçamento foi reduzido até 30 cm. Quanto à densidade

de semeadura, os cultivares comportaram-se de maneiras diferentes, sendo que, para o IAC 1246 a produção declinou linearmente e, para o Batatais, a resposta foi quadrática, ao aumento do número de plantas por área, sendo o máximo rendimento de grãos estimado com densidade pouco superior a 100 sementes por m^2 . Determinando os efeitos da população de plantas e do controle de pragas sobre o rendimento de grãos e algumas características biométricas do cultivar IAC 165, em condições de irrigação suplementar por aspersão, SANTOS *et alii* (1988) verificaram que, sem inseticida a produção de grãos aumentou quando o espaçamento ou a densidade de semeadura cresceram. Enquanto que, com emprego de inseticidas há interação entre espaçamento e densidade, e o rendimento é maior na distância de 50 cm entre linhas e 200 sementes viáveis por m^2 . Verificaram também que há redução na percentagem de plantas acamadas em espaçamentos mais amplos. Trabalhos conduzidos em regiões com menor risco de ocorrência de deficiência hídrica (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO MATO GROSSO, 1982; SOBRAL & OLIVEIRA, 1982) evidenciaram que os maiores rendimentos de grãos do cultivar IAC 47 foram obtidos com a densidade de 50 a 70 sementes por metro linear, no espaçamento de 50 cm entre linhas.

A relação entre o ambiente e a produção de arroz é complexa, pois a produção é o resultado global do

crescimento, e este é um fenômeno resultante da interação entre o ambiente, cultivar e técnica cultural.

A análise quantitativa do crescimento é o meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal. É um método de grande valor na avaliação das diferenças intervarietais e interespecíficas das diversas características que definem a capacidade da planta, sendo usado para investigação do efeito de fenômenos ecológicos sobre o crescimento, como a adaptabilidade de espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva e influência de práticas agronômicas sobre o crescimento, além de fatores intrínsecos que estão associados com a fisiologia da planta (MAGALHÃES, 1985).

As técnicas de análise de crescimento e seus conceitos foram compilados por WATSON (1952) em longo trabalho de revisão. A utilização dos parâmetros de crescimento vegetal, como um tipo de análise, teve início no começo do século com fitofisiologistas como BLACKMAN (1919) e BRIGGS *et alii* (1920_a, 1920_b) passando então a ser usado como método básico para se calcular estimativa da produção biológica das comunidades vegetais. E, segundo RADFORD (1967), este método continuará a ser usado particularmente quando se deseja uma forma precisa de

avaliação do crescimento da planta, sendo basicamente requeridas duas medidas periódicas para execução de uma simples análise de crescimento: a biomassa (matéria seca total) e o tamanho do aparelho fotossintetizante (área foliar).

A população de plantas influencia os estádios iniciais do crescimento das culturas, pois determina a área foliar disponível para a interceptação máxima de radiação (WATSON, 1952; DONALD, 1963). Aumento na densidade pode também influenciar a distribuição da radiação, independente da cobertura foliar, por apresentar uma orientação mais vertical das folhas e por mudar o tamanho e forma das folhas (NEWTON & BLACKMAN, 1970).

A matéria seca total está relacionada ao rendimento de grãos pelo índice de colheita. Este tende a decrescer à medida que a produção de matéria seca total aumenta, pois em altas populações algumas plantas não reproduzem e constituem uma perda na produção econômica. Perdas adicionais na eficiência ocorrem quando a competição é tão severa que alguns perfilhos ou plantas morrem.

As variações da quantidade de biomassa e da área foliar são utilizadas, com o tempo, na estimativa de vários índices fisiológicos, tais como: taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), índice de área

foliar (IAF). Tais índices podem, então, serem comparados, na tentativa de explicar as diferenças na produção econômica de diferentes cultivares ou de um mesmo cultivar submetidos a diferentes tratamentos.

WATSON (1952) considerou a variação e duração da área foliar as principais causas nas diferenças na produção biológica das culturas e a variação na taxa de assimilação líquida (TAL) de menor importância. Assim, o valor do IAF foi amplamente aceito como determinante da produção de matéria seca e, portanto, do rendimento. No entanto, tem sido demonstrado que o aumento da área foliar não significa necessariamente aumento da matéria seca, visto que há uma relação inversa entre o índice de área foliar e a taxa de assimilação líquida, em altos níveis de IAF, em decorrência do sombreamento mútuo (TAKEDA, 1961) e, este sendo aumentado, a taxa fotossintética média por unidade de área foliar é reduzida (YOSHIDA, 1972). Ademais, para culturas sujeitas à deficiência hídrica, a maximização da capacidade fotossintética passa a ser de menor importância, pois nessas condições a produção potencial é raramente atingida. Portanto, as observações de WATSON (1952) são válidas para cultivares de arroz com pequeno IAF (MURATA, 1961) e em condições favoráveis quanto à disponibilidade de água. A produção de grãos aumenta com incrementos na duração da área foliar (DAF), quando o conteúdo de água no solo não é limitante, porém,

em condições de deficiência hídrica, pode haver redução no rendimento de arroz (STONE & STEINMETZ, 1979; STONE *et alii*, 1979; PINHEIRO & GUIMARÃES, 1990). No entanto, valores muito baixos do IAF (inferiores a 2,0), apesar de minimizarem o risco de perda por deficiência hídrica, restringem o potencial produtivo (PINHEIRO & GUIMARÃES, 1990).

O IAF afeta a produção de grãos pela relação negativa com a fertilidade das espiguetas, quando há deficiência hídrica no período reprodutivo do arroz (PINHEIRO *et alii*, 1990). Na ausência de deficiência hídrica, um alto IAF não é garantia de alto rendimento. Quando associada a condições de alta pluviosidade e dias encobertos no período reprodutivo, a depressão do rendimento se dá via redução do número de espiguetas. *Esses mesmos autores concluíram que no melhoramento dos cultivares tradicionais de arroz de sequeiro, é possível buscar aumento do número de perfilhos, sem redução da resistência à seca, desde que a área foliar por perfilho seja reduzida.*

3. MATERIAL E MÉTODOS

Quatro experimentos foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF, em Goianira, GO, no ano agrícola de 1985/86, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd). As características químicas das amostras do solo coletadas, antes da instalação dos experimentos, na camada de 0 - 20 cm de profundidade são apresentadas na Tabela 1.

Em dois experimentos utilizou-se o cultivar de arroz Araguaia, de ciclo médio, e nos outros o cultivar Guarani, de ciclo curto. Ambos os cultivares são de porte alto, moderada resistência à brusone e recomendados pelo CNPAF para o cultivo tradicional de sequeiro. O cultivar Araguaia foi selecionado no CNPAF e identificado inicialmente como CNA_x 108-B-28-Py13-1. Originou-se do cruzamento entre o cultivar IAC 47 e a linhagem TOS 2578/7-4-2-3-B2, resistente à brusone e introduzida da Nigéria. Apresenta desenvolvimento inicial lento, perfilhos mais fechados e as folhas mais eretas e estreitas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA, 1987_a).

Tabela 1 - Características químicas das amostras do solo coletadas na camada de 0 - 20 cm de profundidade, na área experimental¹.

Características	Índices	Nível de fertilidade ²
pH em água (1 : 2,5)	5,8	Acidez média
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ - meq/100 cc ³	2,7	Médio
P - ppm ⁴	1,3	Baixo
K ⁺ - ppm ⁴	64	Alto
Al ³⁺ - meq/100 cc ³	0,3	Baixo
MO - % ⁵	2,1	Médio

¹Análises realizadas no Laboratório de Solos do CNPAF

²KUSSOW *et alii*, 1976; FAGERIA, 1984

³Extrator: KCl 1 N

⁴Extrator: Mehlich (H₂SO₄ 0,025 N + HCl 0,05 N)

⁵Processo: Walkley and Black

O cultivar Guarani, inicialmente identificado como a linhagem CNA_x 095-BM30-BM9-28, teve como material básico a variabilidade genética proveniente do cruzamento CNA_x 095 que foi realizado também no CNPAF, e envolveu como progenitor feminino a linhagem nigeriana 63-83 e como progenitor masculino o cultivar brasileiro IAC 25. O cultivar Guarani apresenta duas características relevantes que são a boa resistência à brusone e à mancha

dos grãos (*Drechslera oryzae* syn. *Helminthosporium oryzae* e *Phoma sorghina*) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA, 1986_b; GUIMARÃES et alii, 1989). Embora, atualmente tem-se observado ocorrência de brusone no cultivar Guarani, neste trabalho nenhum dos cultivares estudados apresentaram sintomas dessa doença em níveis elevados.

Com cada cultivar, um experimento foi conduzido sem irrigação, ou seja, o fornecimento de água foi proveniente apenas das precipitações pluviais, e no outro foi empregada irrigação por aspersão, possibilitando suplementar a necessidade de água nos períodos de estiagem. Para isso, estabeleceu-se que após três dias sem a ocorrência de chuvas, o experimento seria irrigado, procurando, levar o solo à sua capacidade de campo. Os períodos em que as irrigações foram realizadas, as temperaturas mínimas, médias e máximas e os dados diários de chuvas registrados durante a permanência dos experimentos no campo constam da Figura 1.

Em todos os experimentos foram testados os espaçamentos de 30 cm, 40 cm e 50 cm entre sulcos e as densidades de 50, 100 e 150 sementes por m². A adubação empregada foi 200 kg/ha do formulado 5 - 30 - 15 (FAGERIA, 1984), no sulco misturado com o solo antes da semeadura.

Por ocasião da diferenciação do primórdio floral, efetuou-se a adubação nitrogenada à base de 30

Figura 1 - Temperatura máxima, média e mínima, precipitação pluvial diárias e períodos em que as irrigações foram realizadas nos experimentos.

kg/ha de N, em cobertura, na forma de sulfato de amônio, apenas no cultivar Araguaia. O cultivar Guarani recebeu fertilizante nitrogenado somente por ocasião da semeadura, pois apresenta maior tendência de acamamento, quando ocorre elevado crescimento vegetativo.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em arranjo fatorial (3 X 3), com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de treze, dez e oito linhas de 6 m de comprimento para os espaçamentos de 30 cm, 40 cm e 50 cm, respectivamente, correspondendo a 8,40 m², 8,00 m² e 8,00 m² de área útil. A competição com as plantas invasoras foi prevenida com aplicação de 1,5 kg/ha do herbicida Pendimethalin, em pré-emergência, e uma capina à enxada.

Para as análises de crescimento, realizaram-se amostragens semanais da parte aérea de dez perfilhos em cada parcela, em todos experimentos, começando aos 20 dias após a emergência das plântulas até por ocasião da colheita. A área foliar foi determinada nesses perfilhos utilizando-se um medidor automático modelo LI 3000 da "Lambda Instruments Corporation". Ao mesmo tempo, foi contado o número de perfilhos em 2 metros lineares, previamente demarcados em cada parcela. Após a secagem a 75°C em estufa com circulação forçada de ar, determinou-se a massa da parte aérea dos perfilhos. O índice de área foliar foi obtido pela multiplicação da

área foliar média de um perfilho, em m^2 , pelo número de perfilhos por m^2 . As curvas de crescimento do índice de área foliar (IAF) e da matéria seca (MS) foram ajustadas por equações de regressão, testando-se modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Os melhores ajustes em função do tempo foram obtidos pelas equações exponenciais quadráticas. Estes modelos foram utilizados em análises de crescimento de plantas de culturas anuais, como soja (BUTTERY, 1969) e feijoeiro (STONE *et alii*, 1988). Os modelos selecionados mostraram-se bem ajustados, sendo os menores valores de R^2 iguais a 0,95 e 0,97 para MS e 0,93 e 0,92 para IAF para os cultivares Araguaia e Guarani, respectivamente; altamente significativos pelo teste de F; e, biologicamente explicaram as variações ocorridas nestes parâmetros, em função do tempo.

$$MS = e^{(a + bt + ct^2)}$$

$$IAF = e^{(a_1 + b_1 t + c_1 t^2)}$$

Os coeficientes foram estimados através de análise de regressão, após transformação das equações para a forma logarítmica.

A utilização de funções matemáticas na análise de crescimento tem sido recomendada por diversos autores (VERNON & ALIISON, 1963; RADFORD, 1967; BUTTERY, 1969; KVET *et alii*, 1971; HUNT, 1982; PEREIRA & MACHADO, 1987; PEREIRA & ARRUDA, 1987; CASTRO JUNIOR & PORTES & CASTRO, 1990).

Para determinação dos valores instantâneos da taxa de crescimento da cultura (TCC), em $\text{g.m}^{-2} \text{terrno.dia}^{-1}$, empregou-se a derivada da equação ajustada da matéria seca, em g.m^{-2} , em relação ao tempo, pois, $\text{TCC} = \text{dMS}/\text{dt}$, ou seja:

$$\text{TCC} = (b + 2ct)e^{(a + bt + ct^2)}$$

Os valores instantâneos da taxa de crescimento relativo (TCR), em $\text{g.g}^{-1} \text{.dia}^{-1}$, foram obtidos pela fórmula $\text{TCR} = \text{TCC}/\text{MS}$, pois, $\text{TCR} = 1/\text{MS} * (\text{dMS}/\text{dt})$; $\text{TCR} = \text{d}(\ln \text{MS})/\text{dt}$, onde:

$$\text{TCR} = b + 2ct$$

Os valores instantâneos da taxa de crescimento foliar relativo (TCFR), em $\text{m}^2 \text{.m}^{-2} \text{.dia}^{-1}$, foram determinados pela fórmula $\text{TCFR} = 1/\text{IAF} * (\text{dIAF}/\text{dt})$; $\text{TCFR} = \text{d}(\ln \text{IAF})/\text{dt}$, sendo:

$$\text{TCFR} = b_1 + 2c_1 t$$

No cálculo da taxa de assimilação líquida (TAL), em $\text{g.m}^{-2} \text{folha.dia}^{-1}$, os valores instantâneos de TCC e IAF foram empregados na equação $\text{TAL} = \text{TCC}/\text{IAF}$, pois, $\text{TAL} = (\text{dMS}/\text{dt})/\text{IAF}$, sendo:

$$\text{TAL} = \frac{(a-a_1) + (b-b_1)t + (c-c_1)t^2}{(b+2ct)e^{(a+bt+ct^2)}}$$

Os valores instantâneos da razão da área foliar (RAF), em $\text{dm}^2 \text{.g}^{-1}$, foram determinados pela fórmula $\text{RAF} = \text{IAF}/\text{MS}$, sendo, portanto:

$$\text{RAF} = e^{\frac{(a_1 - a) + (b_1 - b)t + (c_1 - c)t^2}{(b+2ct)e^{(a+bt+ct^2)}}}$$

A duração da área foliar (DAF), expressa em $m^2 m^{-2}.dia$, foi obtida pela integração da curva do IAF em função do tempo, ou seja:

$$DAF = \int_{t_1}^{t_2} IAF.dt$$

● índice de colheita (IC) foi obtido pela relação entre a produção de grãos e a de matéria seca total em $1 m^2$, em cada parcela.

Em todos os experimentos, foram determinados, por ocasião da colheita, o número de perfilhos e de panículas por m^2 , o número de grãos e de espiguetas vazias por panícula, a massa de 100 grãos, a altura de plantas e a produção de grãos, a qual foi expressa em $kg.ha^{-1}$, após ajustada em 13 % de umidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3, encontram-se as equações das funções exponenciais quadráticas, $MS = e^{(a + bt + ct^2)}$ e $IAF = e^{(a_1 + b_1 t + c_1 t^2)}$, selecionadas para descrever o acúmulo de matéria seca e o índice de área foliar, em função dos espaçamentos e das densidades de semeadura estudados, dos cultivares de arroz Araguaia e Guarani, respectivamente. Nas Tabelas 4 e 5, acham-se os resumos das análises da variância, expressos em quadrados médios, das diversas características biométricas do crescimento e de alguns índices fisiológicos dos cultivares estudados, e da análise conjunta, na qual foi fixado o cultivar.

A irrigação afetou significativamente todas as características biométricas estudadas, exceto o número de perfilhos por m^2 no cultivar Araguaia (Tabela 5). A maior disponibilidade de água proporcionou aumento de 90 e 35 % no rendimento de grãos dos cultivares Araguaia e Guarani, respectivamente. Isto mostra que com o emprego de irrigação suplementar, áreas sujeitas à ocorrência de estiagens tornam-se viáveis à exploração agrícola

Tabela 2 - Equações das funções exponenciais quadráticas, $MS = e^{(a + bt + ct^2)}$
 e $IAF = e^{(a_1 + bt_1 + ct_1^2)}$, selecionadas para descrever o acúmulo de
 matéria seca e o índice de área foliar em função dos tratamentos,
 do cultivar Araguaia, sem e com irrigação.

Irrigação	Esp	Den	Materia seca	R ²	Índice de área foliar	R ²
Sem	30	50	$Y = EXP(0.621337 + 9.53859E-02t - 3.8859E-04t^2)$	0.97	$Y = EXP(-3.49709 + 9.01627E-02t - 4.8339E-04t^2)$	0.97
	30	100	$Y = EXP(1.254704 + 8.62860E-02t - 3.6249E-04t^2)$	0.98	$Y = EXP(-3.09772 + 8.70269E-02t - 4.9669E-04t^2)$	0.98
	30	150	$Y = EXP(1.915759 + 7.12955E-02t - 2.6958E-04t^2)$	0.96	$Y = EXP(-2.17606 + 6.53917E-02t - 3.5716E-04t^2)$	0.96
	40	50	$Y = EXP(0.581965 + 8.85290E-02t - 3.3072E-04t^2)$	0.97	$Y = EXP(-3.61749 + 8.75781E-02t - 4.6316E-04t^2)$	0.95
	40	100	$Y = EXP(1.191917 + 8.26899E-02t - 3.1914E-04t^2)$	0.97	$Y = EXP(-2.99870 + 8.18536E-02t - 4.4664E-04t^2)$	0.95
	40	150	$Y = EXP(1.776720 + 7.09121E-02t - 2.5672E-04t^2)$	0.96	$Y = EXP(-2.45059 + 7.09137E-02t - 3.8786E-04t^2)$	0.95
	50	50	$Y = EXP(0.736391 + 8.42249E-02t - 3.1136E-04t^2)$	0.98	$Y = EXP(-3.45082 + 8.22421E-02t - 4.3717E-04t^2)$	0.96
	50	100	$Y = EXP(1.010831 + 8.64373E-02t - 3.4810E-04t^2)$	0.97	$Y = EXP(-3.18125 + 8.45648E-02t - 4.6091E-04t^2)$	0.95
	50	150	$Y = EXP(1.536224 + 7.87374E-02t - 3.1021E-04t^2)$	0.97	$Y = EXP(-2.42567 + 7.15534E-02t - 3.8966E-04t^2)$	0.96
Com	30	50	$Y = EXP(0.897702 + 9.67709E-02t - 4.0481E-04t^2)$	0.98	$Y = EXP(-3.77741 + 1.11855E-01t - 6.6420E-04t^2)$	0.99
	30	100	$Y = EXP(1.788684 + 7.75758E-02t - 3.1196E-04t^2)$	0.98	$Y = EXP(-2.95408 + 9.82087E-02t - 6.1661E-04t^2)$	0.97
	30	150	$Y = EXP(1.714699 + 7.56580E-02t - 2.9362E-04t^2)$	0.95	$Y = EXP(-3.04522 + 9.56753E-02t - 5.8386E-04t^2)$	0.96
	40	50	$Y = EXP(1.071137 + 8.96710E-02t - 3.6678E-04t^2)$	0.98	$Y = EXP(-3.56293 + 1.04343E-01t - 6.2038E-04t^2)$	0.95
	40	100	$Y = EXP(1.455810 + 8.11737E-02t - 3.1969E-04t^2)$	0.98	$Y = EXP(-3.15281 + 9.61820E-02t - 5.7261E-04t^2)$	0.98
	40	150	$Y = EXP(1.584041 + 8.13694E-02t - 3.1735E-04t^2)$	0.97	$Y = EXP(-2.78287 + 8.96185E-02t - 5.2667E-04t^2)$	0.96
	50	50	$Y = EXP(1.256494 + 8.26560E-02t - 3.1034E-04t^2)$	0.97	$Y = EXP(-3.30535 + 9.57427E-02t - 5.5352E-04t^2)$	0.99
	50	100	$Y = EXP(1.702173 + 7.39570E-02t - 2.7657E-04t^2)$	0.96	$Y = EXP(-2.94335 + 8.99518E-02t - 5.3480E-04t^2)$	0.93
	50	150	$Y = EXP(1.951095 + 6.91319E-02t - 2.4082E-04t^2)$	0.96	$Y = EXP(-2.72535 + 8.78852E-02t - 5.1678E-04t^2)$	0.94

Tabela 3 - Equações das funções exponenciais quadráticas, $MS = e^{(a + bt + ct^2)}$

$$\text{e IAF} = e^{a + bt + ct^2}$$

, selecionadas para descrever o acúmulo de matéria seca e o índice de área foliar em função dos tratamentos, do cultivar Guarani, sem e com irrigação.

Irrigação	Esp	Den	Matéria seca	R ²	Índice de área foliar	R ²
Sem	30	50	$Y = \text{EXP}(0.330258 + 0.117363t - 5.4109E-04t^2)$	0.98	$Y = \text{EXP}(-3.824301 + 0.117299t - 7.6833E-04t^2)$	0.97
	30	100	$Y = \text{EXP}(1.108872 + 0.100301t - 4.4164E-04t^2)$	0.98	$Y = \text{EXP}(-3.345279 + 0.115615t - 8.0668E-04t^2)$	0.98
	30	150	$Y = \text{EXP}(1.326344 + 0.104807t - 5.2174E-04t^2)$	0.98	$Y = \text{EXP}(-2.979008 + 0.116178t - 8.6787E-04t^2)$	0.97
	40	50	$Y = \text{EXP}(9.20448E-03 + 0.117684t - 5.3924E-04t^2)$	0.98	$Y = \text{EXP}(-4.091107 + 0.120492t - 7.8990E-04t^2)$	0.98
	40	100	$Y = \text{EXP}(0.707155 + 0.108342t - 5.1206E-04t^2)$	0.99	$Y = \text{EXP}(-3.258292 + 0.107468t - 7.2804E-04t^2)$	0.96
	40	150	$Y = \text{EXP}(1.103948 + 0.102281t - 4.7857E-04t^2)$	0.99	$Y = \text{EXP}(-2.786724 + 0.103211t - 7.4358E-04t^2)$	0.96
	50	50	$Y = \text{EXP}(-3.42152E-02 + 0.116131t - 5.137E-04t^2)$	0.99	$Y = \text{EXP}(-4.137308 + 0.119114t - 7.7590E-04t^2)$	0.98
	50	100	$Y = \text{EXP}(0.680652 + 0.108461t - 5.0937E-04t^2)$	0.98	$Y = \text{EXP}(-3.494353 + 0.115536t - 8.2176E-04t^2)$	0.97
	50	150	$Y = \text{EXP}(1.146807 + 0.101608t - 4.5568E-04t^2)$	0.99	$Y = \text{EXP}(-3.266159 + 0.119798t - 8.6789E-04t^2)$	0.97
Com	30	50	$Y = \text{EXP}(0.740367 + 0.114850t - 5.3639E-04t^2)$	0.98	$Y = \text{EXP}(-3.458379 + 0.119213t - 8.1140E-04t^2)$	0.95
	30	100	$Y = \text{EXP}(0.555838 + 0.131686t - 6.7372E-04t^2)$	0.98	$Y = \text{EXP}(-3.630791 + 0.138712t - 9.9652E-04t^2)$	0.97
	30	150	$Y = \text{EXP}(1.577532 + 0.100649t - 4.8069E-04t^2)$	0.97	$Y = \text{EXP}(-2.710211 + 0.113350t - 8.6941E-04t^2)$	0.92
	40	50	$Y = \text{EXP}(0.330262 + 0.118657t - 5.5380E-04t^2)$	0.97	$Y = \text{EXP}(-3.975395 + 0.129743t - 9.0440E-04t^2)$	0.97
	40	100	$Y = \text{EXP}(0.701400 + 0.119853t - 5.7707E-04t^2)$	0.99	$Y = \text{EXP}(-3.298738 + 0.119026t - 8.3463E-04t^2)$	0.98
	40	150	$Y = \text{EXP}(1.215566 + 0.109017t - 5.2750E-04t^2)$	0.98	$Y = \text{EXP}(-3.217707 + 0.125330t - 9.4737E-04t^2)$	0.97
	50	50	$Y = \text{EXP}(0.309594 + 0.121933t - 5.894E-04t^2)$	0.98	$Y = \text{EXP}(-3.881942 + 0.125580t - 8.5284E-04t^2)$	0.98
	50	100	$Y = \text{EXP}(0.738717 + 0.116804t - 5.0440E-04t^2)$	0.99	$Y = \text{EXP}(-3.612879 + 0.128055t - 9.0927E-04t^2)$	0.97
	50	150	$Y = \text{EXP}(1.267702 + 0.102330t - 4.7177E-04t^2)$	0.98	$Y = \text{EXP}(-3.143426 + 0.117788t - 8.8428E-04t^2)$	0.97

Tabela 4 - Resumo das análises da variância, expresso em quadrados médios, das características biométricas dos cultivares Araguaia e Guarani, sem e com irrigação.

Cultivar Irrigação															
Fonte de variação	Gl	Mat. seca?	IAF1	Mat. seca?	IAF1	Altura? do plantas(m) p/ m2(n-1)	Perifhos p/ m2(n-1)	Panelhas p/ m2(n-1)	Grãos p/ pan. (n-1) p/ pan.(n-1)	Esp. vazias Massa 100	Índice de Rendimento de				
		p/ m2 (q)		p/perf.(q)											
Sem	Espacamento	2	65140.72	0.0042	0.3980	0.7485	0.0042	8.13	4817.77**	2698.94**	130.35	1.87	0.0346	0.0306*	189152.58
	Densidade	2	53054.91	0.6296	0.0084	0.1991	0.6296	13.55	7536.32**	657.81	218.92	190.65*	0.0645	0.0014	134376.08
	Esp x Den	4	6306.34	0.2973	0.2710	0.4140	0.2973	11.78	1275.40*	599.40	176.79	27.44	0.0085	0.0061	121759.66
	Blocos	3	153000.73**	0.5132	0.3136	6.9422**	0.5132	84.09**	2457.04**	336.46	537.05*	229.88*	0.0535	0.0568**	214118.10
	Resíduo	24	25433.23	0.3094	0.3145	0.4969	0.3094	11.94	453.37	295.18	167.30	50.02	0.0357	0.0076	103182.26
	C. V. (%)		27.63	28.80	33.96	23.46	28.80	3.92	10.85	13.27	11.13	23.18	7.36	23.57	16.27
Com	Espacamento	2	1942.83	0.1093	0.2231	0.4013	0.1093	76.88	385.24	435.98	365.28	29.84*	0.0050	0.0157	599813.05*
	Densidade	2	17009.88	0.0279	0.5047*	2.1204**	0.0279	25.13	2844.11**	903.64	434.43	54.79**	0.0799*	0.0223	69543.25
	Esp x Den	4	54446.40*	0.0576	0.0839	0.7094	0.0576	33.84	398.39	287.76	155.87	4.40	0.0292	0.0286	153138.08
	Blocos	3	10980.08	0.1868	0.5471**	0.2410	0.1868	479.42**	90.18	420.94	37.90	18.59	0.0193	0.0370*	2272172.70**
	Resíduo	24	16380.23	0.2005	0.1049	0.3591	0.2005	40.00	344.24	281.61	175.56	8.20	0.0159	0.0103	111377.65
	C. V. (%)		17.95	16.97	15.63	16.87	16.97	6.05	9.17	9.05	12.20	16.87	4.44	18.63	8.86
Sem	Espacamento	2	52602.24	1.0273**	0.0926	1.3596	1.0273**	79.56	2809.13**	1709.81**	196.18	0.37	0.0001	0.0044	175609.69*
	Densidade	2	77919.12	1.7068**	0.1628	0.9637	1.7068**	10.97	3531.06**	15063.49**	1157.23**	142.12**	0.1156**	0.0321**	5047273.00**
	Esp x Den	4	46708.92	0.0517	0.0523	0.9083	0.0517	0.74	110.82	62.45	42.77	3.66	0.0184	0.0073	102351.98
	Blocos	3	60654.87	0.0522	0.1137	1.4392	0.0522	68.14	89.06	3513.51**	266.64*	32.59	0.0318	0.0128	1227801.20**
	Resíduo	24	26687.65	0.1190	0.1348	0.7075	0.1190	25.10	278.40	298.45	70.96	13.31	0.0126	0.0051	47810.78
	C. V. (%)		18.67	16.82	23.09	18.09	16.82	4.93	8.82	11.36	10.03	37.73	3.09	21.00	7.45
Com	Espacamento	2	169349.94	1.1378**	0.2044	0.5657	1.1378**	8.11	9759.89**	8405.10**	41.91	7.94	0.0345	0.0006	983003.65**
	Densidade	2	113242.15	0.8447**	0.0535	0.1442	0.8447**	60.68**	5247.57**	4017.02**	793.26**	79.91**	0.0185	0.0074	230320.52
	Esp x Den	4	20957.36	0.2215	0.0529	0.1893	0.2215	32.83*	934.46	904.94	59.70	4.28	0.0212	0.0002	197059.86
	Blocos	3	110269.25	0.3533	0.4445*	1.8190	0.3533	1.99	251.93	406.26	48.54	7.56	0.0274	0.0057	113149.33
	Resíduo	24	54845.41	0.1324	0.1316	0.6127	0.1324	9.91	351.06	391.28	70.66	6.56	0.0122	0.0060	115910.62
	C. V. (%)		21.24	13.87	18.87	14.68	13.87	2.98	9.05	9.98	9.07	31.98	3.19	20.93	8.60

1. Dados obtidos por ocasião da floração.

2. Dados obtidos por ocasião da colheita.

**, * - correspondentes aos valores de F. significativos ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 5 - Resumo das análises da variância, expresso em quadrados médios, da análise conjunta das características biométricas dos cultivares Araguaia e Guarani.

Cultivar	Fontes da variação	SI Mat. seca? Mat. seca2 g/ m ² (a) g/norm. (a) n/coef. (a)	IAFI	Altura de planta(cm) g/ m ² (n-1)	Partículas g/ m ² (n-1)	Grãos p/ Esp. vazias Massa 100 mm. (n-1) g/ mm.(n-1) grãos (a)	Índice de Rendimento de colheita grãos (kg/ha)						
Araguaia	Irrigação	1 331968.39**	3.2034**	5.3802**	8.9923**	4095.55**	669.76	56279.00**	1023.78*	3295.36**	1.3944**	0.5600**	57646953.12**
	Espacamento	2 25470.74	0.1549	0.6687	0.0358	63.53	3763.39**	2598.43**	462.25	13.07	0.0174	0.0031	530255.15*
	Densidade	2 8553.70	0.2683	1.4247*	0.4352	35.15	9777.79**	1549.89**	543.77	224.93**	0.0020	0.0116	198313.79
	Fsp x Den	4 30941.40	0.0543	0.4535	0.2329	16.83	1119.66*	617.28	158.06	22.40	0.0223	0.0159	55723.95
	Irr x Esp	2 41612.81	0.4663	0.4811	0.0778	21.48	1239.61	536.48	33.38	18.59	0.0222	0.0432*	178710.49
	Irr x Esp x Den	2 61511.10	0.2448	0.8949	0.2224	3.53	602.64	11.57	109.58	20.51	0.1425**	0.0122	5605.54
	Irr x Esp x Den	4 29805.35	0.2306	0.6699	0.1170	29.59	554.63	269.89	174.59	9.64	0.0153	0.0167	219173.79
	Blancos	6 81970.40**	0.4304	3.5910**	0.3500	281.76**	1273.61*	378.70	312.48	173.11**	0.0364	0.0469**	1243145.40**
	Resíduo	48 20906.73	0.2097	0.4280	0.2549	25.97	398.80	268.39	171.43	29.11	0.0258	0.0089	107279.96
	C. V. (%)	22.41	24.59	19.96	22.16	5.29	10.07	10.78	11.65	22.72	5.93	20.68	11.41
Guarani	Média s/ Irr.	577.12	1.65	3.80	1.93	87.98	196.11	129.46	116.11	30.50	2.56	0.37	1974
	Média c/ Irr.	712.93	2.07	3.55	2.63	104.48	202.21	185.37	108.57	16.97	2.84	0.54	3763
	Irrigação	1 932559.59**	1.9966**	8.4152**	5.8835**	269.12**	5703.12**	38418.53**	1358.94**	49.83*	0.6412**	0.0153	18819911.50**
	Espacamento	2 175439.16*	0.0220	1.7234	2.1621**	63.75*	11519.65**	8576.72**	209.61	5.27	0.0193	0.0021	992718.05**
	Densidade	2 181395.71*	0.1383	0.4871	1.8014**	51.21	4579.77**	15925.39**	1920.37**	216.23**	0.0610*	0.0047	3347139.20**
	Fsp x Den	4 64256.34	0.0128	0.5779	0.1956	16.54	434.81	511.50	30.73	7.79	0.0203	0.0043	254725.32*
	Irr x Esp	2 46513.02	0.2749	0.2017	0.0030	23.92	1058.38*	1538.19*	28.48	3.03	0.0153	0.0029	165975.29
	Irr x Esp x Den	2 9765.56	0.0780	0.6408	0.7501**	20.44	2198.86**	3155.12**	30.12	5.80	0.0731**	0.0348**	1730454.20**
	Blancos	4 3409.93	0.0924	0.5197	0.0776	17.04	610.46	455.89	71.75	0.14	0.0193	0.0032	44686.52
	Resíduo	48 85462.06	0.2791	1.6291	0.2027	35.06	170.49	1959.89**	147.59	20.07	0.0296*	0.0092	670475.26**
Guarani	C. V. (%)	20.42	20.78	16.28	15.17	4.04	8.96	10.60	9.53	35.66	3.14	20.98	8.30
	Média s/ Irr.	874.62	1.59	4.64	2.05	101.57	189.07	151.99	83.91	9.67	3.64	0.34	2932
	Média c/ Irr.	1102.24	1.92	5.33	2.62	105.43	206.87	198.19	92.60	8.00	3.45	0.37	3955

1. Dados obtidos por ocasião da floração.

2. Dados obtidos por ocasião da colheita.

**, * - correspondentes aos valores de F, significativos ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

intensiva, possibilitando a adoção de níveis mais elevados de tecnologias. Além disso, a suplementação hídrica propiciou maiores valores para: produção de matéria seca total, índice de área foliar, taxa de crescimento da cultura, duração da área foliar nos dois cultivares, e não teve influência sobre a taxa de assimilação líquida, taxa de crescimento relativo, razão de área foliar e a taxa de crescimento foliar relativo. Com isso, observa-se que os índices fisiológicos obtidos por área foram influenciados pelo emprego da irrigação, enquanto que aqueles determinados por perfilho não sofreram influência, ou seja, o desenvolvimento de cada perfilho individual não foi alterado, apenas o número de perfilhos por área. Isto se deve ao efeito do autossombreamento.

No período entre 35 dias antes e 10 dias após o início do florescimento, período este considerado por MATSUSHIMA (1968) como o de maior susceptibilidade das plantas de arroz à deficiência hídrica, as chuvas foram escassas (Figura 1), afetando o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

A evolução dos principais parâmetros de avaliação da análise de crescimento vegetal, quais sejam: produção de matéria seca total (MS), em g.m^{-2} ; índice de área foliar (IAF); duração da área foliar (DAF), em $\text{m}^2.\text{m}^{-2}.\text{dia}$; taxa de crescimento da cultura (TCC), em g.m^{-2}

terreno.dia⁻¹; taxa de assimilação líquida (TAL), em g.m⁻².folha.dia⁻¹; taxa de crescimento relativo (TCR), em g.g⁻¹.dia⁻¹; taxa de crescimento foliar relativo (TCFR), em m².m⁻².dia⁻¹; razão de área foliar (RAF), em dm².g⁻¹, pode ser observada, para cada cultivar estudada, sob a influência dos diferentes tratamentos, através das Figuras 2 a 16.

O acúmulo de matéria seca total dos dois cultivares aumentou com o emprego da irrigação, em todos espaçamentos e densidades de semeadura estudados (Figuras 2 e 3). De modo geral, a evolução do acúmulo de matéria seca em relação as mudanças ontogenéticas mostrou que as diferenças entre os tratamentos aumentaram com desenvolvimento das plantas de arroz. Maiores diferenças na produção biológica ocorreram com o cultivar Guarani, especialmente nos menores espaçamentos. Nos dois cultivares, a matéria seca aumentou à medida que a densidade de semeadura cresceu, independente do espaçamento empregado, quando não se usou irrigação. Ao passo que, com irrigação, os cultivares Araguaia e Guarani tiveram maior produção de matéria seca no espaçamento de 30 cm com as populações de 50 e 100 plantas por m², respectivamente, e nos demais espaçamentos, com 100 e 150 plantas por m².

Observando-se as curvas de matéria seca, Figura 2 e 3, e analisando as equações, Tabelas 2 e 3,

Figura 2 - Evolução da produção da matéria seca total (MS) (g.m^{-2}) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação.

Figura 3 - Evolução da produção da matéria seca total (MS) (g.m^{-2}) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação.

verificam-se que os pontos máximos são estimados entre 119 e 143 dias após a emergência das plântulas do cultivar Araguaia, e entre 97 e 113 dias no cultivar Guarani.

O cultivar Araguaia foi mais influenciado pela deficiência hídrica que o Guarani, devido este ser de ciclo curto o que possibilitou o escape ao déficit hídrico e, conseqüentemente maior produção de matéria seca total. Em condições irrigadas, a menor produção de matéria seca total apresentada pelo cultivar Araguaia no menor espaçamento provavelmente se deve à menor concentração do fertilizante no sulco de semeadura nesta distância entre linhas, visto que a adubação foi baseada por área e não por metro linear de sulco, e esse cultivar é mais exigente a níveis mais elevados de fertilidade do solo, em comparação com o Guarani.

Pela análise da variância da produção de matéria seca total determinada por ocasião da colheita, verificou-se efeito significativo da interação entre espaçamento e densidade de semeadura com o cultivar Araguaia, quando a irrigação foi empregada (Tabela 4). Desdobrando o efeito da interação dos tratamentos sobre a produção de matéria seca total do cultivar Araguaia em condições irrigadas, verifica-se, na Tabela 6, que no espaçamento de 30 cm a matéria seca reduziu à medida que as densidades de semeadura cresciam, no espaçamento de 40 cm aumentou linearmente e no de 50 cm não houve efeito

Tabela 6 - Efeitos significativos da interação entre espaçamento e densidade sobre a produção de matéria seca total (g.m^{-2}) do cultivar Araguaia, com irrigação.

Espaçamento		Densidade (sementes/m2)		Equacao da regressao	
(cm)		50	100	150	
=====					
30	804.76	760.27	531.10	Y = 972.36 - 2.7365X	
40	618.10	730.50	801.89	Y = 531.14 + 1.8370X	
50	745.32	743.32	681.04	-----	

Densidade		Espaçamento (cm)		Equacao da regressao	
(sementes/m2)		30	40	50	
=====					
50	804.76	618.18	745.32	-----	
100	760.27	730.50	743.32	-----	
150	531.10	801.89	681.04	Y = - 2631.04 + 164.149X - 1.958X2	

significativo. Nas populações de 50 e 100 plantas por m^2 a produção de matéria seca não foi influenciada significativamente, enquanto que na população de 150 plantas por m^2 o aumento do espaçamento resultou em resposta quadrática, obtendo-se um valor máximo estimado de 809 g/ m^2 com o espaçamento de 42 cm entre linhas.

Na análise conjunta, os espaçamentos e as densidades de semeadura influenciaram significativamente a produção de matéria seca apenas do cultivar Guarani (Tabela 5). As análises de regressão mostraram que houve correlação linear negativa significativa entre a produção de matéria seca e os espaçamentos e, linear positiva, entre a matéria seca e as densidades de semeadura (Tabela 7). Efetuaram-se as análises da variância da matéria seca por perfilho obtida por ocasião da floração e na colheita. Em ambas determinações, no cultivar Araguaia, em condições irrigadas, houve efeito significativo da densidade (Tabela 4), e a matéria seca por perfilho declinou linearmente com o aumento da densidade de semeadura (Tabela 8).

Na análise conjunta (Tabela 5), efeito significativo foi observado apenas da densidade na determinação efetuada por ocasião da colheita do cultivar Araguaia. Nesta análise, o aumento da densidade também propiciou redução na matéria seca por perfilho (Tabela 7).

As curvas ajustadas do índice de área foliar em função da idade das plantas de arroz, em

Tabela 7 - Efeitos significativos dos espaçamentos e densidades sobre as características biométricas dos cultivares Araguaia e Guarani, na análise conjunta.

Cultivar	Variável	Espaçamento (cm)			Equação da regressão			Densidade (sementes/m ²)			Equação da regressão		
		30	40	50				50	100	150			
Araguaia	Mat. seca2 / m ² (g)	660.03	667.39	607.65	---	---	---	624.63	648.56	661.88	---	---	---
	Mat. seca1 / perf. (g)	1.77	1.91	1.90	---	---	---	1.93	1.91	1.74	---	---	---
	Mat. seca2 / perf. (g)	3.10	3.44	3.27	---	---	---	3.48	3.33	3.01	Y = 3.750 - 0.0047X	---	---
	IAFI	2.25	2.32	2.27	---	---	---	2.14	2.32	2.40	---	---	---
	Altura2 de plantas (cm)	94.37	97.37	96.96	---	---	---	97.60	95.32	95.77	---	---	---
	Perf. filhos2 / m ² (n-)	213.61	194.89	189.00	Y = 248.39 - 1.2306X	---	---	181.60	194.69	221.21	Y = 159.55 + 0.3961X	---	---
	Paniculas / m ² (n-)	168.88	154.79	148.58	Y = 198.03 - 1.0152X	---	---	151.88	153.73	166.63	Y = 142.67 + 0.1475X	---	---
	Graos / panicula (n-)	107.30	115.32	114.39	---	---	---	117.72	116.63	108.67	---	---	---
	Esp. vazias / pan. (n-)	23.05	24.52	23.64	---	---	---	27.12	22.92	21.17	Y = 29.700 - 0.0595X	---	---
	Massa de 100 graos (g)	2.68	2.73	2.70	---	---	---	2.69	2.71	2.71	---	---	---
Guarani	Índice de colheita	0.44	0.46	0.46	---	---	---	0.45	0.43	0.48	---	---	---
	Rend. de graos (kg/ha)	2841.00	3029.00	2736.00	Y = - 611.79 + 187.33X - 2.4075X ²	---	---	2824.00	2808.00	2973.00	---	---	---
	Mat. seca2 / m ² (g)	1085.97	952.84	926.48	Y = 1307.43 - 7.9749X	---	---	888.20	1043.46	1033.62	Y = 843.01 + 1.4541X	---	---
	Mat. seca1 / perf. (g)	1.74	1.73	1.79	---	---	---	1.67	1.79	1.80	---	---	---
	Mat. seca2 / perf. (g)	4.92	4.76	5.28	---	---	---	4.95	5.14	4.86	---	---	---
	IAFI	2.64	2.32	2.04	Y = 3.5357 - 0.0299X	---	---	2.03	2.42	2.55	Y = 1.810 + 0.0052X	---	---
	Altura2 de plantas (cm)	105.05	103.65	101.80	Y = 110.00 - 0.1624X	---	---	104.94	103.54	102.02	---	---	---
	Perf. filhos2 / m ² (n-)	218.61	200.31	175.00	Y = 285.19 - 2.1806X	---	---	180.19	200.77	212.95	Y = 165.21 + 0.3275X	---	---
	Paniculas / m ² (n-)	193.88	175.31	156.08	Y = 250.70 - 1.8903X	---	---	146.87	181.06	197.34	Y = 124.62 + 0.5047X	---	---
	Graos / panicula (n-)	87.56	85.70	91.49	---	---	---	98.00	86.32	80.43	Y = 105.83 - 0.1757X	---	---
Guarani	Esp. vazias / pan. (n-)	9.22	8.31	8.98	---	---	---	12.30	7.00	7.21	Y = 23.110 - 0.2712X + 0.0011X ²	---	---
	Massa de 100 graos (g)	3.51	3.55	3.57	---	---	---	3.49	3.59	3.55	Y = 3.250 + 0.0062X - 0.0000278X ²	---	---
	Índice de colheita	0.35	0.36	0.35	---	---	---	0.34	0.36	0.36	---	---	---
	Rend. de graos (kg/ha)	3636.00	3464.00	3231.00	Y = 4254.77 - 20.2645X	---	---	3013.00	3688.00	3651.00	Y = 1685.91 + 33.263X - 0.1344X ²	---	---

1. Dados obtidos por ocasião da floração.

2. Dados obtidos por ocasião da colheita.

Tabela 8 - Efeitos significativos dos espaçamentos e das densidades sobre algumas características biométricas do cultivar Araguaia, sem e com irrigação.

Irrigação	Variável	Espaçamento (cm)			Equação da regressão			Densidade (sementes/m ²)			Equação da regressão		
		30	40	50				50	100	150			
Sem	Mat. seca2 / m2 (g)	621.37	617.93	492.07	---	---	---	526.50	552.44	652.42	---	---	---
	Mat. seca1 / perf. (g)	1.50	1.59	1.85	---	---	---	1.63	1.68	1.63	---	---	---
	Mat. seca2 / perf. (g)	2.36	3.29	2.85	---	---	---	3.15	2.90	2.85	---	---	---
	Inf1	1.93	1.90	1.94	---	---	---	1.67	2.61	2.10	---	---	---
	Altura2 do plantao (cm)	87.03	83.19	88.67	---	---	---	88.06	86.94	87.95	---	---	---
	Perf. 1hos2 / m2 (n-)	216.60	189.58	186.16	$Y = 272.86 - 1.9191X$			173.35	192.02	222.97	$Y = 146.54 + 0.4955X$		
	Paniculas / m2 (n-)	146.39	124.16	117.83	$Y = 186.57 - 1.4278X$			124.65	125.77	137.48	---	---	---
	Grãos / panicula (n-)	112.30	117.98	118.05	---	---	---	120.88	112.64	114.81	---	---	---
	Esp. vazias / pan. (n-)	30.29	30.27	30.95	---	---	---	34.91	29.45	27.15	$Y = 38.266 - 0.0775X$		
	Bassa de 100 grãos (g)	2.54	2.63	2.53	---	---	---	2.61	2.60	2.48	---	---	---
	Índice de colheita	0.33	0.35	0.42	$Y = 0.1786 + 0.0048X$			0.38	0.36	0.36	---	---	---
	Rend. de grãos (kg/ha)	2018.00	2039.00	1864.00	---	---	---	1919.00	1907.00	2096.00	---	---	---
Com	Mat. seca2 / m2 (g)	698.70	716.85	723.23	---	---	---	722.75	744.69	671.34	---	---	---
	Mat. seca1 / perf. (g)	2.03	2.22	1.95	---	---	---	2.23	2.13	1.84	$Y = 2.4670 - 0.0039X$		
	Mat. seca2 / perf. (g)	3.35	3.59	3.70	---	---	---	3.82	3.76	3.06	$Y = 4.3096 - 0.0075X$		
	Inf1	2.57	2.74	2.59	---	---	---	2.60	2.62	2.67	---	---	---
	Altura2 do plantao (cm)	101.65	106.55	105.23	---	---	---	104.15	103.70	103.58	---	---	---
	Perf. 1hos2 / m2 (n-)	208.61	200.20	197.83	---	---	---	189.84	197.35	219.45	$Y = 172.60 + 0.2981X$		
	Paniculas / m2 (n-)	191.38	185.41	179.33	---	---	---	179.15	181.69	195.29	---	---	---
	Grãos / panicula (n-)	102.30	112.67	110.74	---	---	---	114.55	108.63	102.52	---	---	---
	Esp. vazias / pan. (n-)	15.82	18.77	16.33	$Y = - 95.37 + 2.18X - 0.0283X^2$			19.34	16.40	15.18	$Y = 21.136 - 0.0415X$		
	Bassa de 100 grãos (g)	2.82	2.84	2.86	---	---	---	2.77	2.82	2.93	$Y = 2.6681 + 0.0015X$		
	Índice de colheita	0.55	0.57	0.50	---	---	---	0.52	0.51	0.59	---	---	---
	Rend. de grãos (kg/ha)	3664.00	4019.00	3807.00	$Y = - 2012.9 + 304.471X - 3.441X^2$			3730.00	3769.00	3850.00	---	---	---

1 Dados coletados por ocasião da floração.
2 Dados coletados por ocasião da colheita.

diferentes espaçamentos e densidades de semeadura, sem e com irrigação, tem suas tendências graficamente representadas nas Figura 4 e 5. O conceito de índice de área foliar (IAF) foi introduzido por WATSON (1947) sendo definido como a área foliar por unidade de área de terreno. Este índice avalia a capacidade com que a área foliar cobre o terreno disponível à planta, ou seja, a capacidade que a comunidade vegetal tem em explorar o espaço disponível.

Os índices de área foliar dos dois cultivares apresentaram valores maiores nos tratamentos com irrigação do que naqueles em que o fornecimento de água às plantas foi proveniente apenas das precipitações pluviais. Os valores máximos do IAF para os tratamentos irrigados ocorreram 8 e 3 dias antes nos cultivares Araguaia e Guarani, respectivamente, em relação aos não irrigados. Isto mostra que a maior disponibilidade de água possibilita às plantas dos dois cultivares cobrir o espaço a elas disponível com maior rapidez, em comparação às condições não irrigadas, aproveitando, desta maneira, mais eficientemente o terreno por maior período de tempo.

De modo geral, houve uma tendência dos valores máximos de IAF reduzirem com o aumento do espaçamento em ambos os cultivares, independente do uso da irrigação, com exceção do cultivar Araguaia na população de 150 plantas por m². Como era de se esperar, em cada

Figura 4 - Evolução do índice de área foliar (IAF) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação.

Densidade (pl/m²)

- Araguaia 50 + Araguaia 100 * Araguaia 150
- ◻ Guarani 50 × Guarani 100 ◊ Guarani 150

Figura 5 - Evolução do índice de área foliar (IAF) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação.

espaçamento, os maiores índices sempre estiveram associados com as maiores densidades de semeadura, exceto no cultivar Araguaia irrigado, no espaçamento de 30 cm, com irrigação.

O comportamento observado no IAF nos dois cultivares se deve ao maior perfilhamento apresentado por esses tratamentos e, portanto, cobriram o terreno mais rapidamente. Nos dois cultivares, independente do espaçamento usado e da irrigação, verificaram-se que os valores máximos do IAF dos tratamentos com maiores densidades de semeadura ocorreram até 6 dias antes que os índices obtidos com menores densidades de semeadura. Isto pode ser atribuído à competição excessiva que ocorre em populações mais densas de plantas. Os valores máximos de IAF foram iguais a 2,39 e 2,89 no cultivar Araguaia e 2,53 e 3,37 no Guarani, sem e com irrigação, respectivamente, e ocorreram durante a fase de floração. Após este estágio, em todos os tratamentos, houve decréscimo no IAF, o que era esperado, pois a área foliar verde vai se reduzindo em relação à área produzida, sobretudo em virtude da senescência das folhas mais velhas. Aumentando-se o IAF há aumento da interceptação da luz, e portanto da fotossíntese, mas essa relação não é contínua indefinidamente, porque o autossombreamento provoca uma diminuição na taxa de fotossíntese média por unidade de área foliar (MURATA & MATSUSHIMA, 1975).

As estratégias para a obtenção de maiores produções das culturas são geralmente destinadas para maximizar a interceptação de luz pela realização da cobertura completa do solo, através da manipulação da densidade de semeadura e do arranjo espacial e promover a rápida expansão da folha. O IAF é frequentemente considerado como um indicador da intensidade de competição por luz que ocorre nas plantas individuais dentro de uma população (WATSON, 1958).

Os valores do IAF determinados por ocasião da floração foram submetidos à análise da variância e verificaram-se que, para o cultivar Guarani, houve efeito significativo dos tratamentos sobre esses índices, tanto sem irrigação como em condições irrigadas (Tabela 4), ao passo que, para o cultivar Araguaia não houve influência. O índice de área foliar foi correlacionado linear e negativamente com o espaçamento independente das condições serem irrigadas ou não (Tabela 9). A relação entre IAF e a densidade de semeadura foi linear e positiva, sem irrigação, e quadrática, com irrigação, sendo o valor de IAF máximo estimado com 110 plantas por m^2 .

Foram estudadas as correlações entre o rendimento de grãos e o IAF e a matéria seca por perfilho determinados em todas amostragens, durante todo o ciclo dos cultivares. A correlação entre estes parâmetros e a produção de grãos do cultivar Araguaia foi significativa e

Tabela 9 - Efeitos significativos dos espaçamentos e das densidades sobre algumas características biométricas do cultivar Guarani, sem e com irrigação.

Variável	Espaçamento (cm)			Densidade (sementes/m ²)			Equação da regressão
	30	40	50	50	100	150	
Mat. seca2 / m ² (g)	945.69	814.69	863.49	---	782.93	906.62	934.29
Mat. seca1 / perf. (g)	1.68	1.56	1.52	---	1.47	1.59	1.70
Mat. seca2 / perf. (g)	4.64	4.31	4.98	---	4.46	4.97	4.50
IAFI	2.34	2.04	1.76	Y = 3.2210 - 0.0282X	1.71	1.97	2.45
Altura2 de plantas (cm)	104.25	101.33	99.12	---	101.95	102.27	100.48
Perf. filhos2 / m ² (n-)	203.89	190.00	173.33	Y = 250.19 - 1.5279X	177.57	180.25	208.79
Paniculas / m ² (n-)	165.27	146.54	142.16	Y = 198.71 - 1.1555X	116.61	151.90	187.47
Graos / panicula (n-)	82.89	80.47	88.36	---	94.86	80.96	75.90
Esp. vazias / pan. (n-)	9.87	9.55	9.58	---	13.62	7.34	8.05
Massa de 100 graos (g)	3.63	3.64	3.64	---	3.52	3.69	3.69
Índice de colheita	0.33	0.36	0.32	---	0.28	0.37	0.37
Rend. de graos (kg/ha)	3041.00	2954.00	2802.00	Y = 3410.94 - 11.9500X	2189.00	3228.00	3380.00
							Y = 262.66 + 47.4033X - 0.1774X ²
Mat. seca2 / m ² (g)	1226.26	1090.99	989.47	---	993.45	1180.31	1132.95
Mat. seca1 / perf. (g)	1.80	1.90	2.06	---	1.86	1.99	1.90
Mat. seca2 / perf. (g)	5.20	5.20	5.58	---	5.44	5.31	5.23
IAFI	2.94	2.59	2.32	Y = 3.8505 - 0.0306X	2.34	2.87	2.65
Altura2 de plantas (cm)	105.85	105.96	104.49	---	107.93	104.81	103.56
Perf. filhos2 / m ² (n-)	233.33	210.62	176.66	Y = 320.28 - 2.8333X	182.91	220.69	217.11
Paniculas / m ² (n-)	222.50	202.08	170.00	Y = 303.19 - 2.6250X	177.13	210.22	207.22
Graos / panicula (n-)	92.23	90.94	94.62	---	101.15	91.68	84.96
Esp. vazias / pan. (n-)	8.56	7.07	8.38	---	10.98	6.66	6.37
Massa de 100 graos (g)	3.39	3.46	3.50	---	3.46	3.49	3.41
Índice de colheita	0.36	0.37	0.38	---	0.40	0.36	0.35
Rend. de graos (kg/ha)	4232.00	3973.00	3660.00	Y = 5098.61 - 28.5791X	3836.00	4107.00	3921.00
							Y = 19.320 - 0.2070X + 0.0008X ²

1 Dados coletados por ocasião da floracão.

2 Dados coletados por ocasião da colheita.

positiva, obtendo-se os coeficientes mais altos 0,48 e 0,44 para IAF e MS, respectivamente, aos 61 dias após a emergência, nos tratamentos sem irrigação, e 0,71 e 0,52 aos 101 dias, em condições irrigadas. Para o cultivar Guarani, a correlação entre estes parâmetros e o rendimento de grãos também foi significativa, apresentando os mais elevados coeficientes 0,86 e 0,49, para IAF e MS, respectivamente, aos 54 dias após a emergência, sem irrigação, e 0,62 e 0,43 aos 74 dias, com o emprego da irrigação. Isto mostra que o índice de área foliar e a matéria seca por perfilho são correlacionados significativamente com a produção de grãos com maiores coeficientes de correlação aos 30 e 10 dias antes da floração dos cultivares Araguaia e Guarani, respectivamente, quando o fornecimento de água é proveniente apenas das precipitações pluviais, e no final da floração, em condições de boa disponibilidade de água às plantas dos dois cultivares de arroz. Estudando as relações entre rendimento de grãos, componentes do rendimento e algumas características morfofisiológicas selecionadas, PINHEIRO *et alii* (1985) obtiveram as melhores correlações com o número de panículas por m^2 , índice de área foliar na floração e largura das folhas, na ausência de deficiência hídrica.

A duração da área foliar (DAF) expressa a magnitude e persistência da área foliar durante o período

de crescimento da cultura, e foi chamada por WATSON (1947) de "toda oportunidade para assimilação" que a cultura processa durante o período em questão. Houve incremento na DAF nos dois cultivares quando o espaçamento foi reduzido e a densidade de plantas aumentada. São apresentadas na Figura 6 as correlações entre DAF e rendimento de grãos. As relações entre DAF e produção de grãos do cultivar Guarani foram lineares positivas e significativas, independente do emprego da irrigação, enquanto que para o cultivar Araguaia as correlações nas análises individuais não foram significativas. Observa-se na Figura 6 que, sem irrigação, o coeficiente angular da reta é o dobro daquele em condições irrigadas. Com isso, havendo pequeno aumento na DAF do cultivar Guarani sem irrigação proporciona grande incremento no rendimento de grãos, enquanto que com irrigação há tendência do rendimento de grãos se estabilizar com o aumento da DAF. A correlação entre estes parâmetros foi maior nas condições irrigadas ($r = 0.905$) do que naquelas onde houve menor disponibilidade de água às plantas ($r = 0.833$). Assim, nos tratamentos irrigados, onde a área foliar era maior e as folhas perduraram por mais tempo, apresentando consequentemente maior DAF, os rendimentos foram maiores.

Na análise conjunta, as produções dos dois cultivares foram altamente correlacionadas linearmente com a DAF. Isto mostra que maiores rendimentos de grãos desses

Cultivar Guarani

* S/irr. $r = 0.833$ + C/irr. $r = 0.905$
 * Y=305.67+25.69 X □ Y=2317.1+13.63 X

C1 Araguaia C2 Guarani

* C2 S / irr + C2 C / irr * C1 S / irr
 □ C1 C / irr ◇ C1 r=0.85 △ C2 r=0.80

C1 $Y = -1139.8 + 28.5 X$ C2 $Y = 550.2 + 28.01 X$

Figura 6 - Relação entre duração de área foliar (DAF) (m².m⁻².dia) e rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) do cultivar Guarani, sem e com irrigação e dos cultivares Araguaia e Guarani na análise conjunta.

cultivares são obtidos com o aumento da DAF através do uso de irrigação suplementar. A relação entre rendimento de grãos e DAF pode ser explicada em função da proporção da radiação interceptada, pois folhas maiores, mais eretas e abundantes e que permaneçam verdes por mais tempo interceptam mais radiação, desde que não haja autossombreamento. A produção biológica total pode ser estimada pelo produto da duração da área foliar pela taxa de fotossíntese média da cultura por unidade de área foliar (MACHADO, 1985).

A taxa de crescimento da cultura (TCC), também chamada de taxa de produção de matéria seca, capacidade fotossintética, taxa de produção de fotossintetizados ou produtividade primária, avalia o crescimento do vegetal, relacionando a quantidade de material orgânico acumulado em função da área de solo disponível por unidade de tempo. Inicialmente, as taxas de crescimento da cultura foram pequenas, aumentando rapidamente até atingir o máximo entre 85 e 100 dias após a emergência das plantas do cultivar Araguaia, e entre 70 e 80 dias no cultivar Guarani, declinando posteriormente até a maturação. A irrigação proporcionou maiores valores da TCC (Figuras 7 e 8), indicando que ambos cultivares foram mais precoces quanto ao desenvolvimento e acúmulo de matéria seca, em condições favorecidas em relação à disponibilidade de água às plantas. Os valores máximos

Densidade (pl/m²)

- " Araguaia 50 + Araguaia 100 * Araguaia 150
- Guarani 50 × Guarani 100 ◇ Guarani 150

Figura 7 - Evolução da taxa de crescimento da cultura (TCC) ($\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação.

Figura 8 - Evolução da taxa de crescimento da cultura (TCC) ($\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação.

obtidos foram de 10,92 e 13,67 g de matéria seca.m⁻²de terreno.dia⁻¹ no cultivar Araguaia, e de 16,45 e 23,45 g de matéria seca.m⁻² de terreno.dia⁻¹ no cultivar Guarani, sem e com irrigação, respectivamente. Tais valores foram obtidos no início e no final da floração dos cultivares Araguaia e Guarani, respectivamente, e as maiores diferenças da TCC em função dos espaçamentos e das densidades foram atingidas nesse estágio. Independente do uso da irrigação, os valores máximos da TCC do cultivar Araguaia foram observados no espaçamento de 30 cm com a densidade menor, e no espaçamento de 40 cm com 150 plantas por m². No cultivar Guarani, os valores máximos da TCC foram obtidos com o espaçamento e densidade maiores, sem irrigação, e no menor espaçamento e população de 100 plantas por m², com irrigação.

Do estágio inicial de crescimento das culturas até a máxima interceptação da radiação pelas folhas, a TCC aumenta até um valor máximo em função do IAF. Maior será o rendimento da cultura quanto mais rápido a cultura atingir o IAF máximo, e quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa (WATSON, 1952; MACHADO, 1985; BERNARDES, 1987).

A TCC, para uma cultura, pode ser expressa como o produto do IAF pela taxa de assimilação líquida (TAL), ou seja, o IAF pode ser interpretado como um coeficiente de ajuste entre TCC e TAL. Na equação, o IAF

pode ser substituído pela duração da área foliar (DAF), possibilitando a aplicação da equação por períodos mais longos. Isto significa que a taxa de crescimento ou produção biológica de uma cultura pode ser alterada por fatores que afetam a eficiência ou a dimensão do sistema assimilador (LOOMIS & WILLIAMS, 1969; MACHADO, 1985; MAGALHÃES, 1985; BERNARDES, 1987).

Até a floração, as maiores diferenças encontradas na TCC em função dos espaçamentos e das densidades de semeadura foram devidas, principalmente, às diferenças no IAF, enquanto que, a partir daí, a TAL (Figuras 9 e 10) teve grande influência nas diferenças obtidas na TCC, pois oscilaram bastante.

O conceito de TAL foi introduzido por BRIGGS *et alii* (1920₆). A taxa de assimilação líquida (TAL), também denominada de taxa unitária da folha ou taxa de assimilação aparente, demonstra o ganho líquido de assimilados, geralmente fotossintéticos, por unidade de área foliar e tempo. Ela inclui também o ganho em minerais, mas este representa uma fração muito pequena, pois os minerais constituem apenas 5 % ou menos da matéria seca total (GARDNER *et alii*, 1985). A TAL diminui durante a ontogênese do vegetal, devido ao autossombreamento que é provocado pelo aumento do número e tamanho das folhas e pelo ângulo que as folhas fazem com a radiação solar incidente. Entretanto, é mostrado nas Figuras 9 e 10 que,

Densidade (pl/m²)

- Araguaia 50 + Araguaia 100 * Araguaia 150 ◇
- Guarani 50 × Guarani 100 Guarani 150

Figura 9 - Evolução da taxa de assimilação líquida (TAL) ($\text{g.m}^{-2}\text{folha.dia}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação.

Figura 10 - Evolução da taxa de assimilação líquida (TAL) ($\text{g m}^{-2} \text{folha dia}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos densidades, com irrigação.

em muitos tratamentos, houve aumento da TAL na fase final de crescimento das plantas de arroz, especialmente no cultivar Guarani. Como a TAL é a relação entre TCC e IAF, os resultados obtidos se devem à redução do IAF após o florescimento, em função do autossombreamento. De modo geral, independente do emprego da irrigação e do espaçamento usado, as menores densidades de semeadura propiciaram maiores valores de TAL, até por ocasião da floração. A partir daí, pela razão mencionada, os resultados tornam-se de difícil conclusão. Assim, verifica-se que a TAL não foi diretamente relacionada com o rendimento de grãos.

Maior valor da TAL não é garantia de alto rendimento de grãos, pois este depende mais do índice de área foliar (IAF) do que da taxa de assimilação líquida (TAL) (BLACKMAN & WILSON, 1951). A TAL pode ser interpretada também como o quociente entre a taxa de crescimento relativo (TCR) e a razão de área foliar (RAF) (BRIGGS *et alii*, 1920_b).

O conceito de TCR foi introduzido por BLACKMAN (1919) como um índice de eficiência de conversão de matéria seca por unidade de matéria seca já existente na planta. Pode-se observar nas Figuras 11 e 12 que a TCR foi elevada no início do ciclo, decaindo linearmente até a maturação, porém sempre apresentando valores positivos. O decréscimo de TCR com a idade, em parte, é resultado do

Figura 11 - Evolução da taxa de crescimento relativo (TCR) ($\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação.

Figura 12 - Evolução da taxa de crescimento relativo (TCR) ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação.

aumento gradativo de tecidos não assimilatórios (WILLIAMS, 1946). O comportamento observado parece ser típico de espécies com crescimento tipo determinado. Praticamente, não houve diferenças entre os tratamentos com e sem irrigação, entretanto o cultivar Guarani apresentou maiores valores de TCR, em todos os tratamentos. De modo geral, com as menores densidades obtiveram-se maiores TCR até próximo da floração, e as maiores diferenças foram observadas na fase inicial de crescimento das plantas.

A razão de área foliar (RAF) é conceituada como o quociente entre a superfície foliar (área responsável pela interceptação de energia luminosa e CO_2) e a matéria seca da planta (resultado da fotossíntese). Ela avalia o desenvolvimento da área foliar relacionada com o desenvolvimento da planta toda e expressa a área foliar útil para a fotossíntese. Ou seja, RAF é a área foliar, em dm^2 , que está sendo usada pela planta para produzir 1 grama de matéria seca.

Assim como a TCR, a RAF, que é uma componente morfo-fisiológica, apresentou forte tendência de decréscimo com a ontogenia das plantas (Figuras 13 e 14). No cultivar Araguaia, quando irrigado, a RAF apresentou declínio pouco acentuado até, aproximadamente, 45 dias após a emergência das plântulas, a partir daí, decresceu continuamente até a maturação. O comportamento da RAF no cultivar Guarani foi semelhante ao do cultivar

Figura 13 - Evolução da razão da área foliar (RAF) ($\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação.

Figura 14 - Evolução da razão da área foliar (RAF) ($\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação.

Araguaia, quando a irrigação não foi empregada, ou seja, houve decréscimo gradativo desde a fase inicial de crescimento até o final do ciclo.

As populações de plantas praticamente influenciaram o comportamento da RAF apenas nos estádios iniciais de crescimento. O cultivar Guarani apresentou, nestes estádios, RAF superior ao Araguaia. Os maiores valores da RAF no cultivar Araguaia foram obtidos no espaçamento de 50 cm, enquanto que no cultivar Guarani no de 40 cm, ambos na população de 150 plantas por m² e sem o emprego da irrigação. O decréscimo observado na RAF, à medida que a planta cresce, se deve à interferência das folhas superiores sobre as inferiores, ou seja, autossombreamento e a tendência da área foliar útil para a fotossíntese diminuir a partir de certa fase. Isto é observado mais facilmente no cultivar Araguaia nas condições irrigadas a partir dos 45 dias após a emergência das plântulas (Figura 14). A máxima RAF no início do ciclo das plantas indica que inicialmente a maior parte do material fotossintético foi convertido em folha, visando maior captação da radiação solar disponível. Posteriormente, houve aumento da biomassa não fotossintetizante, ocasionando decréscimo da RAF.

A taxa de crescimento foliar relativo (TCFR), usada por BUTTERY (1969) e BUTTERY & BUZZELL (1972), avalia o relativo crescimento da parte aérea da

planta, em termos de área foliar formada por unidade de tempo, correlacionada à área foliar inicial. A TCFR também declinou linearmente com a idade das plantas, atingindo valores negativos em todos os tratamentos (Figuras 15 e 16). Com o emprego da irrigação, o decréscimo de TCFR foi mais acentuado em ambos cultivares. Assim como a TCR, houve uma tendência de TCFR estar inversamente relacionada com a densidade de semeadura. No cultivar Araguaia, os espaçamentos mais amplos proporcionaram menores reduções nas TCFR durante o crescimento das plantas. Maiores diferenças na TCFR na fase inicial de crescimento são verificadas no cultivar Araguaia, especialmente nos menores espaçamentos.

A altura de plantas determinada por ocasião da colheita, somente foi influenciada pelos tratamentos no cultivar Guarani, quando a irrigação foi empregada (Tabela 4). A altura de plantas reduziu linearmente com o aumento da densidade (Tabela 9). Isto mostra que em densidades maiores o cultivar Guarani apresentou pequena dominância apical e conseqüentemente maior perfilhamento. O acamamento das plantas dos cultivares de arroz de sequeiro é relacionado à população de plantas por área e à altura das mesmas. Entretanto, neste trabalho não foi possível determinar a influência dos espaçamentos e das densidades sobre o acamamento, pois apenas algumas plantas do cultivar Guarani apresentaram pequeno acamamento, por

Densidade(pl/m²)

- Araguaia 50 + Araguaia 100 * Araguaia 150
- Guarani 50 × Guarani 100 ◇ Guarani 150

Figura 15 - Evolução da taxa de crescimento foliar relativo (TCFR) ($\text{cm}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação.

Densidade (pl/m²)

- * Araguaia 50 + Araguaia 100 * Araguaia 150
- Guarani 50 × Guarani 100 ◇ Guarani 150

Figura 16 - Evolução da taxa de crescimento foliar relativo (TCFR) $\text{cm}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação.

ocasião da colheita, especialmente no experimento irrigado.

O número de perfilho por m^2 do cultivar Guarani foi influenciado significativamente pelos espaçamentos e pelas densidades de semeadura, enquanto que no cultivar Araguaia houve efeito significativo da interação entre espaçamento e densidade, quando a irrigação não foi empregada e, apenas das densidades, nas condições irrigadas (Tabela 4). O número de perfilhos do cultivar Guarani reduziu linearmente com o aumento dos espaçamentos, independente das condições serem irrigadas (Tabela 9). Quanto às densidades, as respostas foram quadráticas, sendo o menor perfilhamento estimado com 68 plantas por m^2 , quando a irrigação não foi usada e um maior perfilhamento com a população de 122 plantas por m^2 , com irrigação.

Na análise conjunta, a interação entre espaçamento e densidade influenciou significativamente o número de perfilhos por m^2 do cultivar Araguaia, ao passo que no cultivar Guarani os efeitos desses tratamentos foram independentes (Tabela 5). Desdobrando-se o efeito da interação entre espaçamento e densidade sobre o número de perfilhos por m^2 do cultivar Araguaia, sem irrigação e na análise conjunta, verifica-se na Tabela 10 que no menor espaçamento o aumento da densidade de semeadura resultou em resposta quadrática, sendo os menores perfilhamentos

Tabela 10 - Efeitos significativos da interação entre espaçamento e densidade sobre o número de perflhos por m² do cultivar Araguaia, sem irrigação e na análise conjunta.

Sem irrigação				
Espacamento (cm)	Densidade (sementes/m ²)	Equação da regressão		
	50	100	150	
30	215.83	193.33	246.68	$Y = 314.00 - 2.7202X + 0.0151X^2$
40	156.25	196.25	216.25	$Y = 129.58 + 0.6000X$
50	148.00	186.50	206.00	$Y = 122.16 + 0.5800X$
Análise conjunta				
Densidade (sementes/m ²)	Espacamento (cm)		Equação da regressão	
	30	40	50	
50	215.83	156.25	148.00	$Y = 309.00 - 3.3912X$
100	193.33	196.25	186.50	
150	246.68	216.25	206.00	$Y = 303.91 - 2.0250X$
Análise conjunta				
Espacamento (cm)	Densidade (sementes/m ²)	Equação da regressão		
	50	100	150	
30	211.24	198.76	230.84	$Y = 268.26 - 1.5860X + 0.0089X^2$
40	167.81	197.81	219.06	$Y = 143.64 + 0.5125X$
50	165.75	187.50	213.75	$Y = 141.00 + 0.4800X$
Análise conjunta				
Densidade (sementes/m ²)	Espacamento (cm)		Equação da regressão	
	30	40	50	
50	211.24	167.81	165.75	$Y = 272.57 - 2.2743X$
100	198.76	197.81	187.50	
150	230.84	219.06	213.75	

estimados com 90 plantas por m^2 . Enquanto que nos espaçamentos maiores houve aumento linear do número de perfilhos à medida que as densidades aumentavam. Observa-se também que não se empregando a irrigação, o número de perfilhos declinou linearmente nas populações de 50 e 150 plantas por m^2 com o aumento dos espaçamentos, ao passo que, na análise conjunta, esses efeitos só se verificaram na densidade menor.

Nas Figuras 17 e 18, acham-se as determinações do número de perfilhos por m^2 dos dois cultivares, em função dos tratamentos, realizadas ao longo de todo o ciclo. Verificou-se que o número de perfilhos de ambos cultivares, por ocasião da colheita, é reduzido à medida que o espaçamento aumenta e a densidade é diminuída. Inicialmente, as diferenças no perfilhamento são grandes e, posteriormente são reduzidas com a idade das plantas, até se estabilizarem próximo do florescimento. Esse estágio é frequentemente denominado de perfilhamento efetivo ou útil. Nesta ocasião, o IAF e a TCC são máximos, havendo, a partir daí, grande influência do autossombreamento. Nas densidades menores, o perfilhamento aumentou até este período, enquanto que nas maiores densidades o perfilhamento é máximo na faixa de 35 a 45 dias e, posteriormente tendeu a reduzir, indicando que muitos perfilhos morrem antes de completarem o ciclo. O decréscimo no perfilhamento é devido à competição por

Figura 17 - Evolução do número de perfilhos m^{-2} dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, sem irrigação.

Figura 18 - Evolução do número de perfilhos.m⁻² dos cultivares de arroz de sequeiro Araguaia e Guarani, em função dos diferentes espaçamentos e densidades, com irrigação.

luz e nutrientes, causando a morte de alguns perfilhos que emergiram mais tarde (ISHIZUKA & TANAKA, 1963). Entretanto, o aumento do número de perfilhos verificado nas menores densidades não é suficiente para garantir maiores rendimentos de grãos, pois nestas menores populações de plantas são observados menores valores nos componentes do rendimento. Além disso, conforme as observações de GASTAL (1974) e de SOARES *et alii* (1979), a população de plantas aquém da ideal favorece a formação de perfilhos improdutivos. Isto ocorre em virtude de perfilhos que se desenvolvem tardiamente podem não produzir panículas ou apresentar panículas com número de espiguetas e massa de grãos menores.

Como o índice de área foliar na cultura do arroz é determinado pela multiplicação da área foliar média de um perfilho, em m^2 , pelo número de perfilhos por m^2 , observa-se nas Figuras 4, 5, 17 e 18 que o segundo componente teve maior influência na determinação do IAF. Esse resultado apresenta discordância daqueles obtidos por CHANG *et alii* (1972) que relatam que esta afirmativa é válida para os cultivares semi-anãos, altamente perfilhadores.

MURATA[~] (1969) expressa a capacidade produtiva ou potencial de produção em cereais como o produto dos seguintes componentes: o número de panículas por m^2 , o número de espiguetas por panícula e o tamanho

potencial do grão. Segundo PINHEIRO *et alii* (1985), a importância relativa dos componentes do rendimento sobre o rendimento de grãos não é a mesma em condições distintas de regime hídrico.

Houve efeito significativo do espaçamento e da densidade sobre o número de panículas por m^2 no cultivar Guarani e apenas do espaçamento, no cultivar Araguaia, sem irrigação (Tabela 4). Com o aumento do espaçamento, houve redução linear no número de panículas nos dois cultivares, independente do emprego da irrigação. O número de panículas do cultivar Guarani cresceu linearmente com o aumento da densidade, quando a irrigação não foi usada, e apresentou resposta quadrática, quando esta foi empregada, sendo máximo o valor estimado com a população de 120 plantas por m^2 (Tabela 9). Os efeitos dos espaçamentos sobre o número de panículas por m^2 estão de acordo com os obtidos por SANTOS *et alii* (1988), porém apresentam discordância quanto à influência das densidades de semeadura. Os efeitos dos espaçamentos e das densidades sobre este componente de rendimento foram maiores no cultivar Guarani que no Araguaia. Quando o espaçamento foi aumentado em 10 cm houve redução de 11 e 26 panículas no cultivar Guarani, sem e com irrigação, respectivamente. Nesse cultivar há incremento de 70 panículas quando se aumenta a população em 100 plantas por m^2 , nas condições não irrigadas (Tabela 9).

Na ausência de deficiência hídrica, PINHEIRO *et alii* (1985) verificaram que o número de panículas por m^2 foi uma das características que melhor correlacionou com o rendimento de grãos de 49 cultivares de arroz.

Observou-se, na análise conjunta (Tabela 5), que o número de panículas do cultivar Araguaia foi influenciado significativamente pelo espaçamento e pela densidade, enquanto que no cultivar Guarani houve também efeitos das interações entre irrigação e espaçamento e entre irrigação e densidade. As análises de regressão mostraram que houve correlação linear negativa entre o espaçamento e o número de panículas por m^2 e linear e positiva, com as densidades de semeadura (Tabela 7). Na análise conjunta, verifica-se também que o efeito da densidade sobre o número de panículas é maior no cultivar Guarani, havendo incremento de 50 panículas por m^2 , quando se aumenta a população em 100 plantas por m^2 , enquanto que com o mesmo aumento da densidade o incremento foi de 14 panículas no cultivar Araguaia (Tabela 7).

O número de grãos por panícula somente foi influenciado pela densidade de semeadura no cultivar Guarani, tanto nas análises individuais como na conjunta (Tabelas 4 e 5). Houve correlação linear negativa entre as densidades e o número de grãos por panícula (Tabela 7 e 9). Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS *et*

alii (1988) com cultivar precoce. Identificando os componentes do rendimento, através dos quais o IAF exerce influência sobre o rendimento de grãos de arroz de sequeiro, PINHEIRO *et alii* (1990) observaram que o número de grãos por panícula associou-se com o rendimento com maior coeficiente de correlação, na ausência de deficiência hídrica.

Houve efeito significativo da densidade sobre o número de espiguetas vazias por panícula no cultivar Guarani, independente das condições serem irrigadas. No cultivar Araguaia, com irrigação, houve efeito do espaçamento e da densidade e, sem irrigação, apenas da densidade (Tabela 4). A relação entre o número de espiguetas vazias do cultivar Araguaia e as densidades foi linear e negativa (Tabela 8), enquanto que para o cultivar Guarani a relação foi quadrática, sendo o valor mínimo do número de espiguetas vazias por panícula estimado com a população de 129 plantas por m^2 , tanto em condições irrigadas ou não (Tabela 9). Relação quadrática também foi obtida entre os espaçamentos e o número de espiguetas vazias do cultivar Araguaia, com irrigação, estimando-se o maior número com o espaçamento de 40 cm entre linhas (Tabela 8).

A densidade de semeadura influenciou significativamente a massa de 100 grãos do cultivar Araguaia, com irrigação, e do cultivar Guarani, sem

irrigação (Tabela 4). A relação entre a densidade e a massa de 100 grãos foi linear positiva para o cultivar Araguaia (Tabela 8) e quadrática para o Guarani, estimando-se a maior massa de 100 grãos com a população de 125 plantas por m^2 (Tabela 9).

Na análise conjunta, a massa de 100 grãos do cultivar Araguaia foi influenciada pela interação entre irrigação e densidade. Para o cultivar Guarani houve efeito da densidade, bem como da interação entre irrigação e densidade (Tabela 5). A análise de regressão (Tabela 7) indicou que houve efeito quadrático da densidade sobre a massa de 100 grãos do cultivar Guarani, havendo maior massa com a população de 110 plantas por m^2 . No estudo desenvolvido por PINHEIRO *et alii* (1985), a massa de 100 grãos foi correlacionada positivamente com o rendimento de grãos apenas em condições de déficit hídrico.

Em condições de menor disponibilidade de água às plantas, o índice de colheita (IC) foi influenciado significativamente pelo espaçamento, no cultivar Araguaia, e pela densidade, no cultivar Guarani (Tabela 4). A relação entre o espaçamento e o IC no cultivar Araguaia foi linear e positiva (Tabela 8). Resultado semelhante foi obtido no cultivar Guarani na relação entre este índice e a densidade de semeadura (Tabela 9).

As interações entre irrigação e espaçamento

e entre irrigação e densidade afetaram o IC do cultivar Araguaia e Guarani, respectivamente, na análise conjunta (Tabela 5).

O índice de colheita (IC) expressa a eficiência da translocação dos produtos da fotossíntese para as partes economicamente importantes da planta. Segundo DONALD & HAMBLIM (1976), o sucesso do aumento de rendimento de grãos em cereais, especialmente arroz e trigo, está relacionado com os maiores IC dos cultivares modernos, com pequena variação no rendimento biológico, em comparação com os cultivares tradicionalmente usados pelos agricultores. CHANDLER JUNIOR (1969) menciona que, enquanto os cultivares tradicionais de arroz irrigado apresentam IC de 0,23 a 0,37, o IC dos cultivares modernos de alto rendimento varia de 0,47 a 0,57. Neste trabalho, os IC dos cultivares Araguaia e Guarani variaram de 0,37 a 0,54 e 0,34 a 0,37 para as condições não irrigadas e irrigadas, respectivamente. O cultivar Guarani por apresentar maior crescimento inicial, porte mais alto, folhas mais longas e decumbentes, perfilhos mais abertos, mostrou-se mais competitivo que o cultivar Araguaia, expressando um menor IC, tanto em condições irrigadas como sem irrigação. Segundo JENNINGS & JESUS (1968), plantas mais competitivas investem mais na produção de colmos e folhas, e menos em grãos; portanto apresentam menor índice de colheita.

MURATA & MATSUSHIMA (1975) mencionam que havendo deficiência hídrica no início da formação da panícula, na divisão de redução ou no florescimento, o rendimento de grãos é reduzido por falta de espiguetas férteis, mesmo que a fotossíntese na fase de amadurecimento se realize em condições ótimas. Nesta situação, o índice de colheita cai e boa parte dos carboidratos permanece nas folhas e colmos da planta. Por ser de ciclo médio, o cultivar Araguaia foi mais influenciado pela deficiência hídrica que o Guarani, com isso apresentou maior variação no IC, quando se compara as condições irrigadas com as sem irrigação.

Na Figura 19, encontram-se as relações entre IC e rendimento de grãos. Nas análises individuais, a análise de regressão mostrou efeito significativo apenas no cultivar Guarani, em condições não irrigadas, no qual houve relação linear e positiva entre o IC e o rendimento de grãos. Isto mostra que para o cultivar de ciclo curto aumentando-se o IC, ou seja, maior eficiência na translocação dos produtos da fotossíntese para os grãos, há incremento na produção de grãos. O que ratifica os resultados obtidos por diversos pesquisadores (DONALD, 1968; JENNINGS & AQUINO, 1968; SING & STOSKOPF, 1971; DONALD & HAMBLIM, 1976), os quais indicam que o sucesso no aumento do rendimento de grãos em cereais está relacionado com os maiores índices de colheita. Na análise conjunta,

Cultivar Guarani Sem Irrigacao

C1 Araguaia r=0.812 C2 Guarani r=0.777

Figura 19 - Relação entre índice de colheita (IC) e rendimento de grãos (kg ha⁻¹) do cultivar Guarani, sem irrigação, e dos cultivares Araguaia e Guarani, na análise conjunta.

as análises de regressão mostraram que houve correlação linear positiva entre o IC e o rendimento de grãos do cultivar Araguaia e quadrática no cultivar Guarani, estimando-se a maior produção de grãos com IC igual a 0,38. Entretanto, no cultivar Araguaia os efeitos observados se devem especialmente à suplementação hídrica, ao passo que, no cultivar de ciclo curto houve influência marcante dos espaçamentos e das densidades estudados, em condições de menor disponibilidade de água às plantas.

O rendimento de grãos do cultivar Araguaia, com irrigação, foi influenciado pelo espaçamento e, do cultivar Guarani, pelo espaçamento e pela densidade de semeadura, quando a irrigação não foi empregada, e pelo espaçamento, com irrigação (Tabela 4). A análise de regressão mostrou que houve correlação quadrática entre os espaçamentos e o rendimento de grãos do cultivar Araguaia, sendo a maior resposta estimada com o espaçamento de 40 cm entre linhas (Tabela 8). Isto se deve aos valores máximos de MS e IAF obtidos com este espaçamento. No cultivar Guarani, o rendimento de grãos declinou linearmente com o aumento dos espaçamentos, sendo mais afetado quando a irrigação foi usada, havendo redução de 285 kg/ha no rendimento de grãos quando o espaçamento foi aumentado em 10 cm (Tabela 9). O rendimento de grãos do cultivar Guarani aumentou em 8,5 e 15,6 % quando o espaçamento entre linhas foi reduzido de 50 cm, habitualmente

empregado na lavoura de arroz de sequeiro, para 30 cm, sem e com irrigação, respectivamente. Enquanto que, no cultivar Araguaia o incremento foi de 11,4 % com a redução de 50 cm para 40 cm, na presença de irrigação.

A relação entre o rendimento de grãos do cultivar precoce e a densidade foi quadrática, sendo que a maior produção de grãos foi estimada com 133 plantas por m^2 . Valores ligeiramente superiores aos obtidos por OLIVEIRA *et alii* (1977) com o cultivar Batatais. Os efeitos dos tratamentos verificados sobre o rendimento de grãos do cultivar Guarani se devem aos maiores valores de IAF (Figura 4 e 5) e TCC (Figura 7 e 8) determinados no menor espaçamento, bem como, nas populações de 100 e 150 plantas por m^2 . Ademais, os tratamentos influenciaram também várias características biométricas, tais como: redução do número de panículas por m^2 à medida que o espaçamento era aumentado; incremento no índice de colheita com o aumento da densidade; menor número de espiguetas vazias por panícula e maiores valores para o número de perfilhos e de panículas por m^2 e também da massa de 100 grãos com a população entre 120 e 130 plantas por m^2 . Os resultados obtidos confirmam aqueles verificados por SANTOS *et alii* (1988) que os efeitos do espaçamento entre linhas sobre o rendimento de grãos de arroz de sequeiro são muito maiores do que os da densidade de semeadura.

Na análise conjunta (Tabela 5), o rendimento de grãos do cultivar de ciclo médio foi influenciado pelo espaçamento, obtendo-se resposta quadrática, onde a máxima produção de grãos foi estimada com 39 cm (Tabela 7). Para o cultivar Guarani, houve efeito significativo do espaçamento, da densidade e da interação entre espaçamento e densidade sobre o rendimento de grãos (Tabela 5). Desdobrando-se os efeitos dos tratamentos sobre o rendimento de grãos do cultivar Guarani, verifica-se, na Tabela 11, que nos espaçamentos de 30 e 40 cm o aumento da densidade de semeadura resultou em respostas quadráticas, obtendo-se as produções máximas com 117 e 127 plantas por m^2 , respectivamente. Enquanto que, no maior espaçamento houve aumento linear do rendimento de grãos à medida que a densidade crescia. Dentro de cada densidade de semeadura, efeitos lineares negativos significativos dos espaçamentos sobre o rendimento de grãos foram observados com as populações de 100 e 150 plantas por m^2 . Efeitos da interação entre espaçamento e densidade sobre o rendimento de grãos foram também obtidos por SANTOS *et alii* (1988), em condições de irrigação suplementar e aplicação de inseticida, com o cultivar precoce IAC 165. A maior resposta verificada por esses autores, espaçamento de 50 cm, pode ser devida à maior susceptibilidade do cultivar à brusone. Como o aumento do espaçamento reduz a intensidade dos sintomas de brusone

Tabela 11 - Efeitos significativos da interação entre espaçamento e densidade sobre o rendimento grãos ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) do cultivar Guarani, na análise conjunta.

Espaçamento		Densidade (sementes/m2)		Equacao da regressao	
(cm)		50	100	150	
=====					
50	3057	4009	3845	Y = 988.622 + 52.513X - 0.223X2	
40	2965	3696	3731	Y = 1540.62 + 35.440X - 0.139X2	
50	3017	3300	3377	Y = 2871.83 + 3.5975X	

Densidade		Espaçamento (cm)		Equacao da regressao	
(sementes/m2)		30	40	50	
=====					
50	3057	2965	3017	-----	
100	4009	3696	3300	Y = 5085.20 - 35.4250X	
150	3845	3731	3377	Y = 4587.79 - 23.4125X	
=====					

nas folhas (RIBEIRO, 1982), para cultivares que apresentam maior grau de susceptibilidade a essa doença o espaçamento deve ser mais amplo.

Considerando-se os parâmetros da análise de crescimento, o cultivar Guarani mostrou-se mais eficiente produtor de matéria seca que o Araguaia. Apresentou maiores valores de TCC, TAL e TCR, parâmetros indicadores da capacidade de acumulação de biomassa. Esse cultivar atingiu o ponto de máximo IAF rapidamente, mostrando ser um material que apresenta alta capacidade de aproveitamento do terreno a ele disponível.

As maiores produções biológica e econômica apresentadas pelo cultivar de ciclo curto em comparação ao de ciclo médio podem ser atribuídas à maior influência da deficiência hídrica sobre o crescimento e desenvolvimento do cultivar Araguaia, bem como, aos possíveis efeitos da menor concentração de fertilizantes no sulco de semeadura nos espaçamentos mais estreitos, uma vez que esse cultivar é mais exigente em níveis mais elevados de fertilidade do solo. Com isso, as maiores respostas no rendimento de grãos foram determinadas em uma faixa mais ampla de população de plantas.

Tanto em condições de maior risco de ocorrência de deficiência hídrica como nas favoráveis ao cultivo de arroz, para o cultivar Guarani deve ser empregado o espaçamento de 30 cm entre linhas e a

população de 130 plantas por m^2 . Ao passo que, para o cultivar Araguaia, independente da irrigação, o espaçamento deve ser de 40 cm. Como a população de plantas apresentou menor influência sobre o rendimento de grãos do cultivar Araguaia que o espaçamento, esta pode variar de 100 a 150 plantas por m^2 , pois possibilitou a obtenção de maiores valores de IAF e TCC.

O Guarani, por demonstrar ser um cultivar mais competitivo que o Araguaia, apresentou menor IC e seu rendimento de grãos foi mais influenciado pelos efeitos do espaçamento e da densidade de semeadura. O que corrobora com as conclusões relatadas em vários estudos (DONALD, 1968); JENNINGS & AQUINO, 1968; JENNINGS & JESUS, 1968; PEREIRA, 1989).

5. CONCLUSÕES

A irrigação proporciona incrementos de 90 e 35 % no rendimento de grãos dos cultivares Araguaia e Guarani, respectivamente.

A complementação hídrica afeta significativamente todas as características biométricas estudadas, exceto o número de perfilhos por m² no cultivar Araguaia.

Considerando-se os parâmetros de avaliação da análise de crescimento estudados, a irrigação aumenta a produção de matéria seca total (MS), o índice de área foliar (IAF), a taxa de crescimento da cultura (TCC) e a duração de área foliar (DAF) nos dois cultivares.

A medida que o espaçamento aumenta, decrescem o IAF, a DAF e a TCC em ambos cultivares.

O IAF e a matéria seca por perfilho são correlacionados significativamente com o rendimento de grãos com maiores coeficientes de correlação aos 30 e 10 dias antes da floração dos cultivares Araguaia e Guarani, respectivamente, quando há menor disponibilidade de água às plantas, e no final da floração, com irrigação.

O cultivar Guarani tem maior MS , pois apresenta maiores valores de TCC, taxa de assimilação líquida (TAL) e taxa de crescimento relativo (TCR), parâmetros indicativos de capacidade de acúmulo de biomassa. Atinge rapidamente o ponto de máximo IAF, com alta capacidade de aproveitamento da área disponível.

A produção de grãos do cultivar Guarani aumenta quando o espaçamento é reduzido até 30 cm e a população é ao redor de 130 plantas por m^2 ; e, seu índice de colheita (IC) é correlacionado linear e positivamente com o rendimento de grãos, sem irrigação, e relação quadrática, na análise conjunta.

O cultivar Araguaia apresenta maior rendimento de grãos no espaçamento de 40 cm, independente da densidade de semeadura e da irrigação.

A redução do espaçamento de 50 cm, comumente utilizado, para 30 cm entre linhas possibilita incrementos de 8,5 e 15,6 % no rendimento de grãos do cultivar Guarani, sem e com irrigação, respectivamente. Ao passo que, no cultivar Araguaia, com irrigação, o aumento é de 11,4 % , quando a distância é reduzida para 40 cm.

O Guarani mostra ser um cultivar mais competitivo que o Araguaia, apresentando menor IC e maior influência da população de plantas sobre o rendimento de grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, D.; GALVÃO, J.D.; BRANDÃO, S.S.; GOMES, F.R.
Efeito do espaçamento entre fileiras e densidade de
plantio sobre a produção de arroz de sequeiro.
Experientiae, Viçosa, 11(3): 135-61, 1971.
- BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel das plantas
cultivadas. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O. &
YAMADA, T., ed. *Ecofisiologia da produção agrícola*.
Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da
Potassa e do Fosfato. 1987. p.13-48.
- BLACKMAN, V.R. The compound interest law and plant
growth. *Annals of Botany*, Oxford, 33: 353-60, 1919.
- BLACKMAN, G.E. & WILSON, G.L. Physiological studies in
the analysis of differential effects of light intensity
on the net assimilation rate, leaf area ratio and
relative growth rate of different species. *Annals of
Botany*. Oxford, 15(59): 373-408.1951.
- BRIGGS, G.E.; KIDD, F.; WEST, C. A quantitative analysis
of plant growth. Part I. *Annals of Applied Biology*,
Cambridge, 7: 103-23, 1920_a.
- BRIGGS, G.E.; KIDD, F.; WEST, C. A quantitative analysis

- of plant growth. Parth II. *Annals of Applied Biology*, Cambridge, 7: 202-23, 1920.
- BUENO, L.G.; NEIVA, L.C.S.; PURISSIMO, C. *Informações gerais sobre arroz de sequeiro*. Goiânia, EMGOPA, 1981. 80p. (EMGOPA. Circular Técnica, 1).
- BUTTERY, B.R. Analysis of the growth of soybeans as affected by plant population and fertilizer. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, 49: 675-84, 1969.
- BUTTERY, B.R. & BUZZELL R.I. Some differences between soybean cultivars observed by growth analysis. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, 52(1): 13-20, 1972.
- CASTRO JUNIOR, L.G. de & PORTES E CASTRO, T. de A. Programa computacional para análise de crescimento de plantas. *Série Documento*. Goiânia, 1990. (No prelo).
- CHANDLER JUNIOR, R.F. Plant morphology and stand geometry in relation to nitrogen. In: EASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.T.; BAVEL, C.H.M. van. ed. *Physiological aspects of crops yield*. Madison, American Society of Agronomy, 1969. p.265-89.
- CHANG, T.T.; LORESTO, G.C.; TAGUMPAY, O. Agronomic and growth characteristics of upland and lowland rice varieties. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. ed. *Rice breeding*. Los Baños, IRRI, 1972. p.645-61.
- DONALD C.M. In search of yield. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*, 28:

171-8, 1962.

DONALD, C.M. Competition among crop and pasture plants.

Advances in Agronomy, New York, 15: 1-118, 1963.

DONALD, C.M. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*,

Wageningen, 17: 385-403, 1968.

DONALD, C.M. & HAMBLIN, J. The biological yield and

harvest index of cereals as agronomic and plant

breeding criteria. *Advances in Agronomy*, New York, 28:

361-405, 1976.

DUNCAN, W.G. The relationship between population and

yield. *Agronomy Journal*, Madison, 50: 82-4, 1958.

DUNCAN, W.G. Cultural manipulation for higher yields.

In: EASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.T.; BAVEL,

C.H.M. van, ed. *Physiological aspects of crop yield*.

Madison, American Society of Agronomy, 1969. p.327-39.

DUNCAN, W.G. A theory to explain the relationship between

corn population and grain yield. *Crop Science*,

Madison, 24: 1141-45, 1984.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro

Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia.

Araguaia; cultivar de arroz de sequeiro para Goiás.

Goiânia, 1986_a. Folder.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro

Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia.

Guarani; cultivar de arroz de sequeiro para o Mato

Grosso, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul.

Coiânia, 1986. Folder.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DO ESTADO DO MATO GROSSO.

Cuiabá, MT. *Redução no custo de produção de arroz através de práticas adequadas*. 1982. 2p. (EMPA. Informa, 001).

ENGLEDOW, F.L. & WADHAM, S.M. Investigation on yield in cereals. *Institute Japanese Agriculture Science*, 13: 390-439, 1923.

FAGERIA, N.K. *Adubação e nutrição mineral da cultura do arroz*. Rio de Janeiro, Campus, 1984. 341p.

GARDNER, F.P.; PEARCE, R.B.; MITCHELL, R.L. *Physiology of crop plants*. Ames, Iowa State University Press, 1985. 327p.

GASTAL, F.L. da C. Densidade de semeadura em arroz. *A Granja*, Porto Alegre, 30(318): 27-8, 1974.

GUIMARÃES, E.P.; MORAIS, O.P. de; BARROS, L.G. de; NEIVA, L.C. da S.; SOARES, A.A.; BAZONI, R.; PRABHU, A.S.; PINHEIRO, B. da S. Desenvolvimento, avaliação e lançamento da cultivar precoce Guarani para o arroz de sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 24(8): 969-74, 1989.

HOLLIDAY, R. Plant population and crop yield. *Nature*, London, 186: 22-4, 1960.

HUNT, R. *Plant growth curves*. The funtional approach to plant growth analysis. London, Edward Arnoud. 1982. 248p.

- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. *Cultura do arroz no Estado do Paraná*. Londrina, 1980. 62p. IAPAR. Circular, 19).
- ISHIZUKA, Y. & TANAKA, A. *Studies on the nutritio-physiology of the rice plant*. Tokyo, Yokendo, 1963. 307p.
- JENNINGS, P.R. & JESUS, J. de. *Studies on competition in rice. I- Competition in mixtures de varieties. Evolution*, New York, 22: 119-24, 1968.
- JENNINGS, P.R. & AQUINO, R.C. *Studies on competition in rice. III-The mecanism of competition among phenotypes. Evolution*, New York, 22: 529-42, 1968.
- KIM, S.C. & MOODY, K. *Study on the residual effect of plant spacing and weeding treatment on the weed flora. Research Report of the Office of Rural Development*, 22: 76-81, 1980.
- KUSSOW, W.R.; CORUM, K.R. & DALL'AQUA, F.M. *Interpretação agro-econômica de ensaios de adubação*. Goiânia, EMBRAPA - CNPAF, 1976. 49p. (EMBRAPA-CNPAF Boletim técnico, 4).
- KVET, J.; ONDOK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. *Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z.; CATSTY, J. & JARVIS, P.G., ed. Plant photosynthetic production. Manual of methods*. Haia, Dr. W. Junk, N.V. Publishers, 1971. p.343-91.
- LOOMIS, R.S. & WILLIAMS, W.A. *Produtivity and the*

- morphology of crop stands: pattern with leaves. In: EASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.T.; BAVEL, G.H.M. van, ed. *Physiological aspects of crop yield*. Madison, American Society of Agronomy, 1969. p.27-47.
- MACHADO, E.C. Eficiência fotossintética. In: SEMINARIO DE BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA, Piracicaba, 1985. *Anais*. Piracicaba, FEALQ, 1985. p.175-200.
- MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G., ed. *Fisiologia Vegetal*. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, EDUSP, 1985. p.333-50.
- MATSUSHIMA, S. Water and physiology of indica rice. *Proceeding Crop Science Society, Tokyo*, 102: 9, 1968.
- MERCADO, B.L. & LUBIGAN, R.T. Biology and control of *Paspalum distichum* L. 3. Competition with lowland rice. In: *University of Philippines Weed Science Report for 1977-78*. Los Baños, University of Philippines Press. 1979.
- MITCHELL, R.L. *Crop growth and culture*. Ames, Iowa State University Press, 1979. 349p.
- MURATA, Y. Studies on the photosynthesis of rice plants and its culture significance. *Bulletin of the National Institute of Agricultural Science Série D*, Tokyo, 9: 1-169, 1961.
- MURATA, Y. Physiological responses to nitrogen in plants. In: EASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.T.; BAVEL,

- C.H.M. van, ed. *Physiological aspects of crop yield*.
Madison, American Society of Agronomy, 1969. p.235-59.
- MURATA, Y. & MATSUSHIMA, S. Rice. In: EVANS, L.T., ed.
Crop physiology. London, Cambridge University Press,
1975. p.73-99.
- NEWTON, J.E. & BLACKMAN, G.E. Penetration of solar
radiation through leaf canopies of different structure.
Annals of Botany, Oxford, 34: 329-48, 1970.
- NICHIPOROVICH, A.A. Photosynthesis and the theory of
obtaining high crop yields. 15th Timirjazev Lecture,
USSR Academy of Science, 1956. (Translated and Review
by BLACK, J.N. & WATSON, J.D.) *Field Crop Abstract*,
Aberystwyth, 13: 390-439, 1960.
- OLIVEIRA, A.B. de; BRANDÃO, S.S.; CONDE, A.R.; DEL
GIUDICE, R.M. Espaçamento entre fileiras e densidade
de plantio em duas cultivares de arroz, sob irrigação
por aspersão. *Revista Ceres*, Viçosa, 24(135): 427-44,
1977.
- PEREIRA, A.R. & ARRUDA, H.V. *Ajuste prático de curvas na
pesquisa biológica*. Campinas, Fundação Cargill, 1987.
50p.
- PEREIRA, A.R. Competição intra-específica entre plantas
cultivadas. *O Agrônomo*, Campinas, 41(1): 5-11, 1989.
- PEREIRA, A.R. & MACHADO, E.C. *Análise quantitativa do
crescimento de comunidade vegetais*. Campinas, IAC,
1987. 33p. (IAC Boletim Técnico, 114).

- PINHEIRO, B. da S.; STEINMETZ, S.; STONE, L.F.; GUIMARÃES, E.P. Tipo de planta, regime hídrico e produtividade do arroz de sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 20(1): 87-95, 1985.
- PINHEIRO, B. da S. & GUIMARÃES, P.E. Índice de área foliar e produtividade do arroz de sequeiro. I. Níveis limitantes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 25(6): 863-72, 1990.
- PINHEIRO, B. da S.; MARTINS, J.F. da S.; ZIMMERMANN, F.J.P. Índice de área foliar e produtividade do arroz de sequeiro. II. Manifestação através dos componentes da produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 25(6): 873-79, 1990.
- PITELLI, R.A.; DOMINGUES, E.P.; PEDROSO, P.A.C.; HAAG, H.P. Matointerferência em arroz de sequeiro. I. Efeitos do espaçamento nas concentrações de nutrientes no arroz e nas plantas daninhas. *Anais da Escola Superior "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 41(1): 257-76, 1984.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Science*, Madison, 7: 171-5, 1967.
- RIBEIRO, A.S. Efeitos do espaçamento entre linhas sobre a intensidade de brusone em arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 17(11): 1691-4, 1982.
- SANTOS, A.B. dos; FERREIRA, E.; AQUINO, A.R.L. de; SANT'ANA, E.P.; BALDT, A.F. População de plantas e controle de pragas em arroz de sequeiro com

- complementação hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 23(4): 397-404, 1988.
- SARKAR, P.A. Study of a varietal response to planting geometry and weeding in transplanted rice. *Allahabad Farmer*, 50: 357-8, 1979.
- SINGH, I.D. & STOSKOPF, N.C. Harvest index in cereals. *Agronomy Journal*, Madison, 63: 224-6, 1971.
- SNYDER, F.W. & CARLSON, G.E. Selecting for partitioning of photosynthetic products in crops. *Advances in Agronomy*, New York, 37: 47-72, 1984.
- SOARES P.G.; MORAIS O.P.; SOUZA A.F. DEL GIUDICE, R.M. Preparo do solo, época e densidade de semeadura. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 5(53): 33-9, 1979.
- SOBRAL, C.A.M. & OLIVEIRA, J.N.S. *Espaçamento x densidade de plantio para a cultura do arroz de sequeiro no Município de Porto Velho*. 1982. 4p. (EMBRAPA - UEPAE Porto Velho. Pesquisa em andamento, 31).
- STEINMETZ, S.; REYNIERS, F.N.; LIU, W.T.H. Favorable rainfall periods in upland rice regions of Brazil. In: UPLAND RICE WORKSHOP, Bouaké, Ivory Coast, 1982. An overview of upland rice research; Proceedings. Los Baños, IRRI, 1984. p.275-81.
- STONE, L.F. & STEINMETZ, S. Índice de área foliar e adubação nitrogenada em arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 14(1): 25-8, 1979.

- STONE, L.F.; OLIVEIRA, A.B. de; STEINMETZ, S. Deficiência hídrica e resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 14(3): 295-301, 1979.
- STONE, L.F.; PORTES, T.A.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. II. Crescimento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 23(5): 503-10, 1988.
- TAKEDA, T. Studies on the photosynthesis and production of dry matter in the community of rice plants. *Japanese Journal Botany*, 17(3): 403-37, 1961.
- TSUNODA, S. A developmental analysis of yielding ability in varieties of field crops. I. Leaf area per plant and leaf area ratio. *Japanese Journal Breeding*. Tokyo, 9: 161-8, 1959.
- VERNON, A.J. & ALIISON, J.C.S. A method of calculating net assimilation rate. *Nature*, London, 200: 814, 1963.
- WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*, Oxford, 11: 41-76, 1947.
- WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. *Advances in Agronomy*, New York, 4 : 101-45, 1952.
- WATSON, D.J. The dependence of net assimilation rate on

- leaf area index. *Annals of Botany*, Oxford, 22: 37-54, 1958.
- WILEY, R.W. & HEATH, S.B. The quantitative relationships between plant population and crop yield. *Advances in Agronomy*, New York, 21: 281-321, 1969.
- WILLIAMS, R.F. The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. *Annals of Botany*, Oxford, 10: 41-72, 1946.
- MAGUISHI, A.; HASHIZUME, A.; TAKEICHI, Y. Studies on the control of parenial weeds in paddy fields. Competition between *Cyperus serotinus* Rottb. and rice. Chiba-kem Agricultural Experimental Station. *Research Bulletin* n° 17 1976.
- YOSHIDA, S. Physiological aspects of grain yield. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, 23: 437-64, 1972.
- YOSHIDA, S. Rice. In: ALVIM, P.T. & KOZLWSKI, T.T., ed. *Ecophysiology of tropical crop*. New York, Academic Press, 1977. p.57-87.