

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**REGULADOR DE CRESCIMENTO ETIL-TRINEXAPAC
EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA NA
CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS**

MARCELO ROMERO RAMOS DA SILVA

Orientador : Prof. Dr. Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues

**Tese apresentada à Faculdade de Engenharia
– UNESP – Campus de Ilha Solteira, para
obtenção do título de Doutor em Agronomia.
Especialidade: Sistema de Produção.**

**Ilha Solteira
Estado de São Paulo – Brasil
2009**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: REGULADOR DE CRESCIMENTO ETIL-TRINEXAPAC EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA NA CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

AUTOR: MARCELO ROMERO RAMOS DA SILVA

ORIENTADOR: Prof. Dr. RICARDO ANTONIO FERREIRA RODRIGUES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. RICARDO ANTONIO FERREIRA RODRIGUES
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. KUNIKO IWAMOTO HAGA
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. ORIVALDO ARF
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. RITA DE CASSIA FELIX ALVAREZ
Departamento de Agronomia / Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. ROGERIO SOARES DE FREITAS
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA - Votuporanga/SP

Data da realização: 03 de setembro de 2009.

DEDICATÓRIA

Ofereço este trabalho, em caráter especial para todos que me apoiaram para a realização do mesmo, sendo:

À minha mãe, Aparecida Edna Romero Montouro da Silva pelo apoio que sempre me proporcionou as condições básicas para mais esta conquista em minha vida.

Ao meu pai Saldanha Ramos da Silva (*in memorian*)

À minha esposa, Márcia Christina de Moura Costa, que nos momentos difíceis, me compreendeu e me incentivou, demonstrando todo carinho, respeito, confiança e amor que sente por mim.

Ao meu irmão, Ricardo, meus cunhados Marcos e Luis, minhas cunhadas Kelen, Daniela e Araci, por dividirem comigo mais esta conquista.

Ao meu sogro Celestino da Silva Costa e avó Nancy de Freitas Moura

À minha avó, Josefa Montouro Veiga Alarcon e

Ao meu avô José Romero Alarcon (*in memorian*)

Aos meus tios Rumildo, Aniderci, Gordiano, Analice, primos e primas pelo carinho e apoio.

Á minha sobrinha Sarah da Silva Simonato

Que faz a felicidade da minha vida.

Agradecimentos

A Deus, que me concedeu tudo que tenho e permitiu a realização deste ideal, sempre me dando forças para superar as dificuldades.

A Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, Curso de Pós Graduação em Agronomia, área de concentração em Sistema de Produção, pelo acolhimento e as condições de aprendizado oferecidos ao longo do curso.

A Faculdade de Agronomia da Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Fernandópolis pelo apoio na realização deste sonho.

Ao Prof. Dr. Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues, pela orientação, profissionalismo, competência, humildade, confiança e companheirismo, a quem considero não só um amigo, mas um exemplo de vida.

Aos professores e funcionários do Campus de Ilha Solteira, destacando o professor Dr. Orivaldo Arf, pelos constantes ensinamentos e fortes laços de amizade.

A todos os funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa, especialmente ao técnico agrícola Jean.

Aos funcionários da biblioteca, principalmente o bibliotecário João Josué Barbosa.

A todos os funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa do Campus de Fernandópolis: Natalino, Adair, Eduardo, Francisco, pelo apoio.

Enfim, agradeço a todos que me ajudaram na construção de um ser humano solidário e um profissional mais qualificado. E a todos aqueles que neste momento não foram lembrados, porém jamais esquecidos.

SILVA, M.R.R. **Regulador de crescimento etil-trinexapac em diferentes densidades de semeadura na cultura do arroz de terras altas.** 2009. 81p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

Autor: Marcelo Romero Ramos da Silva

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues

RESUMO

O arroz é uma das culturas que mais se destaca na produção mundial, responde ao uso de tecnologias, porém seu cultivo em terras altas apresenta problema de acamamento, dificultando ou impossibilitando a colheita mecânica. O objetivo do trabalho foi estudar o efeito do regulador de crescimento etil-trinexapac e diferentes densidades de semeadura do arroz de terras altas, cultivar BRS Primavera, nos municípios de Fernandópolis – SP e Selvíria – MS, visando reduzir a altura e diminuir o acamamento das plantas de arroz. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2008/09, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Fernandópolis – SP, e na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia, Campus Ilha Solteira - UNESP, localizada no município de Selvíria – MS. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco densidades de semeadura (100, 150, 200, 250 e 300 sementes viáveis por metro quadrado), com e sem aplicação de regulador de crescimento. O aumento da densidade de semeadura interferiu negativamente na produtividade de grãos de arroz apenas para a primeira semeadura em Selvíria – MS. A aplicação do etil-trinexapac resultou em plantas com menor altura e acamamento e, reduziu a produtividade de grãos da cultura do arroz para as duas localidades. Apesar da aplicação de etil-trinexapac reduzir a produtividade de grãos, seu uso em cultivares com tendência ao acamamento é interessante por possibilitar a colheita mecanizada, o que não é possível em áreas com plantas acamadas. O etil-trinexapac constitui uma ferramenta importante no manejo da cultura do arroz de

terras altas, mas que ainda influencia nos componentes vegetativos e na produtividade e, não interfere no rendimento industrial do cultivar BRS Primavera.

Termos para indexação: *Oryza sativa* L., retardante vegetal, componentes de produção.

SILVA, M.R.R. **Growth regulator by ethyl-trinexapac under different sowing densities in the culture of upland rice.** 2009. 81p. Tese (Doctor) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

Author: Marcelo Romero Ramos da Silva

Adviser: Prof. Dr. Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues

ABSTRACT

Rice crop is highlighted around the world production, its responds to technology. However its cultivation in uplands presents problems of lodging, making it difficult or almost impossible the mechanical harvest. The goal of this research was to study the effect of growth regulators ethyl-trinexapac on sowing densities on upland rice, growing BRS Primavera, in Fernandópolis – SP and Selvíria – MS, aiming to reduce plant height and to prevent possible lodging of the rice plants. The experiment started in the agricultural year of 2008/2009, on the Experimental Farm of Camilo Castelo Branco University, Campus of Fernandópolis, SP, and on the Experimental Farm of Engineering College, Campus of Iha Solteira (UNESP), located in the municipal district of Selvíria, MS. The experimental design used was randomized blocks with treatments in factorial arrangement 5 x 2. There were four repetitions. The treatments were made of five combination of sowing densities (100, 150, 200, 250 and 300 seeds per square meter), with and without the use of growth regulator ethyl-trinexapac. Increased seeding rate had a negative influence on grain yield of rice only for the first sowing in Selvíria, MS. The application of ethyl-trinexapac resulted in plants with reduced height and lodging and reduced grain yield of rice for both locations. Despite the application of ethyl-trinexapac reduce grain yield, its use in cultivars prone to lodging is interesting because they allow mechanized harvesting, which is not possible in areas with lodged plants. Ethyl-trinexapac is an important tool in the management of upland rice culture, but it still influences the vegetative components and productivity, and it does not interfere with the performance of industrial BRS Primavera.

Keywords: *Oryza sativa* L., retardant plant, densities of upland, yield components.

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1	Localização da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Fernandópolis–SP.....	28
FIGURA 2	Cultura do arroz de terras altas, cultivar BRS Primavera, após 8 dias de emergência, com a semeadura realizada em novembro, em Fernandópolis – SP.....	30
FIGURA 3	Cultura do arroz de terras altas, cultivar BRS Primavera, após 12 dias de emergência, com a semeadura realizada em dezembro, em Fernandópolis – SP.....	31
FIGURA 4	Localização da Fazenda Experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, localizada no município de Selvíria – MS.....	32
FIGURA 5	Cultura do arroz de terras altas, cultivar BRS Primavera, após 8 dias de emergência, com a semeadura realizada em novembro, em Selvíria – MS.....	34
FIGURA 6	Cultura do arroz de terras altas, cultivar BRS Primavera, após 12 dias de emergência, com a semeadura realizada em dezembro, em Selvíria – MS.....	34
FIGURA 7	Valores diários de precipitação pluvial (mm), irrigação (mm) e umidade relativa (%), observados durante a condução do experimento, para a primeira semeadura em Fernandópolis – SP.....	37
FIGURA 8	Valores diários de precipitação pluvial (mm), irrigação (mm) e umidade relativa (%), observados durante a condução do experimento, para a segunda semeadura em Fernandópolis – SP.....	37
FIGURA 9	Valores diários de precipitação pluvial (mm), irrigação (mm) e umidade relativa (%), observados durante a condução do experimento, para a primeira semeadura em Selvíria – MS.....	38

FIGURA 10	Valores diários de precipitação pluvial (mm), irrigação (mm) e umidade relativa (%), observados durante a condução do experimento, para a segunda semeadura em Selvíria – MS.....	38
FIGURA 11	Temperatura máxima, mínima e média no mês de novembro de 2008. Fernandópolis – SP.....	71
FIGURA 12	Temperatura máxima, mínima e média no mês de dezembro de 2008. Fernandópolis – SP.....	71
FIGURA 13	Temperatura máxima, mínima e média no mês de janeiro de 2009. Fernandópolis – SP.....	72
FIGURA 14	Temperatura máxima, mínima e média no mês de fevereiro de 2009. Fernandópolis – SP.....	72
FIGURA 15	Temperatura máxima, mínima e média no mês de março de 2009. Fernandópolis – SP.....	73
FIGURA 16	Temperatura máxima, mínima e média no mês de abril de 2009. Fernandópolis – SP.....	73
FIGURA 17	Temperatura máxima, mínima e média no mês de novembro de 2008. Selvíria – MS.....	74
FIGURA 18	Temperatura máxima, mínima e média no mês de dezembro de 2008. Selvíria – MS.....	74
FIGURA 19	Temperatura máxima, mínima e média no mês de janeiro de 2009. Selvíria – MS.....	75
FIGURA 20	Temperatura máxima, mínima e média no mês de fevereiro de 2009. Selvíria – MS.....	75
FIGURA 21	Temperatura máxima, mínima e média no mês de março de 2009. Selvíria – MS.....	76
FIGURA 22	Temperatura máxima, mínima e média no mês de abril de 2009. Selvíria – MS.....	76
FIGURA 23	Vista geral dos tratamentos sem e com regulador de crescimento, em Fernandópolis – SP.....	77
FIGURA 24	Vista geral dos tratamentos sem e com regulador de crescimento, em Selvíria – MS.....	77

FIGURA 25	Vista geral dos tratamentos com e sem regulador de crescimento, em Fernandópolis – SP.....	78
FIGURA 26	Vista geral dos tratamentos com e sem regulador de crescimento, em Selvíria – MS.....	78
FIGURA 27	Vista geral da cultura do arroz com ocorrência de acamamento aos 85 dias em Selvíria – MS.....	79
FIGURA 28	Avaliação para determinar o número de colmos por metro quadrado.....	79
FIGURA 29	Avaliação final da altura de plantas da cultura do arroz.....	80
FIGURA 30	Coleta de panículas no campo.....	80
FIGURA 31	Colheita da cultura do arroz.....	81

LISTAS DE TABELAS

TABELA 1	Características químicas do solo da área experimental de Fernandópolis – SP, 2008.....	29
TABELA 2	Características químicas do solo da área experimental de Selvíria – MS, 2008.....	33
TABELA 3	Valores médios do número de dias após emergência (DAE) para floração e ciclo, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Fernandópolis – SP, 2008/09.....	43
TABELA 4	Valores médios para altura de plantas e acamamento, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Fernandópolis – SP, 2008/09.....	44
TABELA 5	Interação entre densidade de semeadura e regulador de crescimento para acamamento na primeira semeadura Fernandópolis – SP, 2008/09.....	45
TABELA 6	Valores médios do número de colmos por metro quadrado, número de panículas, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Fernandópolis – SP, 2008/09.....	46
TABELA 7	Interação entre densidade de semeadura e regulador de crescimento para número de colmos por metro quadrado na primeira semeadura. Fernandópolis – SP, 2008/09.....	48
TABELA 8	Valores médios do número de grãos pro panícula referente aos grãos totais, cheios e chochos, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Fernandópolis – SP, 2008/09.....	49

TABELA 9	Valores médios da massa de 100 grãos e produtividade de grãos, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Fernandópolis – SP, 2008/09.....	50
TABELA 10	Interação entre densidade de semeadura e regulador de crescimento para a produtividade de grãos na primeira semeadura. Fernandópolis – SP, 2008/09.....	51
TABELA 11	Valores médios do rendimento de beneficiamento, grãos inteiros e quebrados, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Fernandópolis – SP, 2008/09.....	52
TABELA 12	Valores médios do número de dias após emergência (DAE) para floração e ciclo, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Selvíria – MS, 2008/09.....	53
TABELA 13	Valores médios para altura de plantas e acamamento em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura, em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Selvíria – MS, 2008/09.....	55
TABELA 14	Interação entre densidade de semeadura e regulador de crescimento em relação a altura de plantas na segunda semeadura. Selvíria – MS, 2008.....	55
TABELA 15	Valores médios do número de colmos e de panículas por metro quadrado em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura, em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Selvíria – MS, 2008/09.....	57

TABELA 16	Valores médios do número de grãos pro panícula referente aos grãos totais, cheios e chochos, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura, em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas Selvíria – MS, 2008/09.....	58
TABELA 17	Valores médios da massa de 100 grãos e produtividade de grãos em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura, em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Selvíria – MS, 2008/09.....	59
TABELA 18	Valores médios do rendimento de benefício, grãos inteiros e quebrados, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Selvíria – MS, 2008/09.....	60

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
	2.1 Cultura do arroz de terras altas.....	19
	2.2 Característica do cultivar.....	22
	2.3 Densidades de semeadura.....	22
	2.4 Regulador de crescimento.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
	3.1 Localização e Condições Ambientais das Áreas Experimentais.....	27
	3.1.1 Fernandópolis – SP.....	27
	3.1.1.1 Preparo da área para semeadura.....	28
	3.1.1.2 Instalação e condução do experimento.....	28
	3.1.2 Selvíria – MS.....	31
	3.1.2.1 Preparo da área para semeadura.....	32
	3.1.2.2 Instalação e condução do experimento.....	32
	3.2 Delineamento experimental.....	35
	3.3 Manejo de água para os experimentos em Fernandópolis – SP e Selvíria – MS.....	35
	3.4 Variáveis analisadas.....	39
	3.4.1 Características fenológicas.....	39
	3.4.2 Componentes vegetativos.....	39
	3.4.3 Componentes de produção.....	40
	3.5 Análise estatística.....	41

3.6	Dados climáticos.....	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1	Fernandópolis – SP.....	42
4.2	Selvíria – MS.....	53
5	CONCLUSÕES.....	61
6	REFERÊNCIAS.....	62
7	APÊNDICES.....	71
7.1	Valores meteorológicos de Fernandópolis – SP.....	71
7.2	Valores meteorológicos de Selvíria – MS.....	74
7.3	Imagens do experimento na primeira semeadura em Fernandópolis – SP e Selvíria – MS.....	77
7.4	Imagens do experimento na segunda semeadura em Fernandópolis – SP e Selvíria – MS.....	78

1. INTRODUÇÃO

O arroz é um importante cereal alimentar utilizado mundialmente e sua procura, principalmente em países de baixa renda, cresce devido ao aumento da população e da melhoria no padrão de vida. A produção deste cereal tem oscilado de ano para ano e eventualmente não tem sido suficiente para atender o consumo interno do país, resultando na necessidade de importação de arroz. Na safra de 2007/08, o Brasil produziu 12 milhões de toneladas em uma área de 3 milhões de hectares. Ocupando a nona posição na produção mundial de arroz, sendo o consumo per capita de 68 kg/habitante ano (PASTRELLO, 2008).

Para responder ao desafio do aumento de produtividade de grãos é necessário sistemas de cultivo de arroz com maior capacidade produtiva. Grandes avanços têm ocorrido na produção do arroz como resultado da adoção em larga escala de variedades melhoradas, uso adequado de fertilizantes e defensivos, manejo do solo e da água e densidades de semeadura. O estabelecimento de uma adequada densidade de semeadura de arroz é crítico para se obter rendimentos elevados de grãos. Vários fatores influenciam para a obtenção da população de plantas de arroz, tais como, temperatura do solo, profundidade e uniformidade da semeadura e, vigor da semente, que interagem para determinar a população final de plantas da qual o grão é produzido.

Os cultivares de arroz de terras altas lançados atualmente são mais produtivos e respondem ao uso de tecnologia avançada. O maior problema desses

cultivares é o aumento do porte da planta, resultando em altos índices de acamamento em alguns deles. Além do acamamento, alguns fatores afetam a produtividade de grãos do arroz de terras altas, como a densidade de semeadura, que influenciam na competição por nutrientes, água, luz (CARVALHO; SOARES; REIS, 2008).

O uso de reguladores vegetais em culturas anuais visa principalmente à redução do porte da planta e uniformidade de maturação, que podem contribuir para melhorar a produção, reduzir o acamamento da mesma, pela redução do crescimento vegetal. Algumas limitações de maximização da produtividade de grãos por acamamento podem ser decorrentes de alta competição das plantas pela luz (alta densidade de plantas), de decréscimo da fotossíntese e de redução na eficiência da colheita (RODRIGUES et al., 2003).

A adoção de técnicas de cultivo que possibilite melhorar o manejo da cultura do arroz em condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas pode ser de suma importância para o aumento da produtividade e qualidade dos grãos obtidos (NASCIMENTO, 2008).

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do regulador de crescimento etil-trinexapac em diferentes densidades de semeadura do arroz de terras altas, cultivar BRS Primavera, nos municípios de Fernandópolis – SP e Selvíria – MS, visando reduzir a altura e diminuir o acamamento das plantas de arroz.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do arroz de terras altas

Para a cultura do arroz de terras altas, ainda há muitos desafios da pesquisa brasileira para a solução de problemas referentes ao cultivo. A produtividade de grãos do arroz de terras altas depende da interação de vários componentes de produção, os quais são controlados por fatores genéticos e pelo ambiente (MARTIN; STORCK; DOURADO NETO, 2007, CAZETTA et al. 2008, YOSHIDA, 1981).

As lavouras de arroz de terras altas estão localizadas na região dos cerrados, caracterizada pelo predomínio de solos com baixa fertilidade natural, além da ocorrência de períodos de estiagem e oscilações de temperatura do ar que provocam o baixo rendimento da cultura. Soares et al. (1979) verificaram que a produtividade de grãos da cultura do arroz de terras altas depende do cultivar utilizado, da quantidade de insumos, e das técnicas de manejo empregadas, e ainda o arroz é uma cultura bastante exigente, principalmente em água e temperatura do ar. A semeadura do arroz de terras altas deve ocorrer em épocas que possibilite à cultura condições climáticas favoráveis, desde a emergência das plântulas até a colheita.

Para algumas culturas, a mudança do estágio fenológico, depende essencialmente da temperatura, pelo acúmulo de unidades térmicas acima da temperatura mínima para o crescimento (VILLA NOVA et al., 1972). Em geral, as

culturas exigem temperaturas relativamente elevadas da germinação à maturação, uniformemente crescentes até a floração, e decrescentes após a floração.

Segundo Mota (1994), as plantas de arroz são mais sensíveis aos efeitos das baixas temperaturas do ar nas fases de pré-floração e floração, em que a esterilidade das espiguetas pode causar decréscimos acentuados de rendimento da cultura. Segundo Venkataraman (1986) ao avaliar o efeito da temperatura do ar nas diferentes fases de desenvolvimento do arroz, cita como sendo temperaturas ótimas para: a iniciação floral: 25-30°C durante o dia e 20-25°C durante a noite; antese: 30°C e maturação: 23°C.

Em condições de temperaturas que limitam severamente o crescimento das plantas, cuja capacidade fotossintética é reduzida e ocorre também redução do ciclo da cultura. A mudança do estágio fenológico, para algumas culturas, depende essencialmente da temperatura, pelo acúmulo de unidades térmicas acima da temperatura mínima (20°C) para o desenvolvimento das culturas (ALLEN; ORT, 2001).

Segundo Sant'ana (1989) e Santos; Bueno e Umbelino (1978) a antecipação da semeadura ou na época normal, proporciona maior produtividade de grãos do arroz irrigado (outubro-novembro). Mesmo com o uso de irrigação por aspersão, principalmente na primeira época de semeadura, estão relacionadas à baixa ocorrência de chuvas, elevadas temperaturas e maiores variações na umidade relativa do ar, período que coincide com o início da fase reprodutiva das plantas (CRUSCIOL; SORATTO; ARF, 2007). Os autores observaram que a época de semeadura influenciou na produtividade de grãos e redução na produtividade de cultivares de arroz irrigado por aspersão quando semeadas em época considerada tardia.

A relação entre o ambiente e a produtividade de arroz é complexa, pois esta é o resultado global do crescimento, sendo este fenômeno resultante da interação entre o ambiente, cultivar e técnica cultural (SANTOS; COSTA, 1985).

Além da temperatura a baixa capacidade de retenção de água dos solos, aliada à alta demanda evapotranspirativa da atmosfera durante as fases de desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas e deficiência hídrica causam sérios decréscimos na produtividade do arroz. Kunz et al. (2007) verificaram que a deficiência hídrica diminui a eficiência de interceptação da radiação

fotossinteticamente ativa, devido à redução do índice de área foliar e ao enrolamento das folhas.

Na cultura do arroz irrigado, as irregularidades pluviométricas têm efeitos desprezíveis, quando comparados com os provocados na cultura de arroz de terras altas, a menos que venham prejudicar a prática de irrigação. O consumo de água pela cultura de arroz de terras altas é na ordem de 30% durante a fase vegetativa, 55% durante a fase reprodutiva, e 15% na fase de maturação (BRUNINI et al., 1981). No período de desenvolvimento vegetativo, a deficiência de água pode não afetar seriamente a produção, exceto no período da diferenciação floral até o fim da fase pastosa dos grãos (SOARES et al., 1979).

Estudos desenvolvidos por Crusciol (1995) no município de Selvíria, MS, mostraram que a deficiência hídrica na fase vegetativa prolonga o ciclo do arroz de terras altas.

A produção das culturas depende do fornecimento de quantidades adequadas de água e do armazenamento temporário da água no solo. Naturalmente, não se deve esperar que solos sob cultivo mantenham as características físicas e químicas originais, mas se deve procurar manejá-los de modo a alterar o mínimo possível estas características (CASTRO; VIEIRA; MARIA, 1987). Segundo Crusciol et al. (2003) a menor disponibilidade de água durante a fase vegetativa e reprodutiva do arroz de terras altas reduz a produção de matéria seca e os teores de nutrientes da parte aérea, bem como a quantidade dos nutrientes extraídos pelas plantas até o florescimento.

Outro fator importante para a cultura do arroz de terras altas é a radiação solar, porque a exigência da mesma durante a fase vegetativa e reprodutiva influencia no rendimento da cultura. A exigência de radiação solar pela cultura do arroz varia de uma fase fenológica a outra, e durante a fase vegetativa a radiação solar tem relativamente pouca influência sobre o rendimento e os seus componentes de produção (YOSHIDA; PARAÓ, 1976). Entretanto, durante as fases reprodutivas e de maturação, influenciam fortemente no rendimento da cultura do arroz.

A radiação solar pode ser absorvida, transmitida e refletida em proporções variáveis, dependendo do ângulo de incidência dos raios solares e das características estruturais das plantas. Machado et al. (1985) verificaram que tais características estão intimamente relacionadas com a disposição espacial das folhas, ângulo de inserção foliar, índice de área foliar e propriedades óticas da vegetação.

Para uma eficiente utilização da radiação solar por parte do dossel, requer folhas com alta capacidade fotossintética, interceptação próxima do total da RFA incidente e distribuição favorável da luz interceptada entre as folhas (BROWN; BLASER, 1968). Embora a temperatura e o fotoperíodo sejam os principais fatores que atuam sobre o desenvolvimento vegetal, do ponto de vista quantitativo e qualitativo, a radiação solar é fundamental para o desenvolvimento e o crescimento vegetal na agricultura.

A interceptação de aproximadamente toda a luz incidente com um mínimo de auto-sombreamento proporcionaria o máximo valor de taxa de crescimento da cultura. Portanto, a interceptação de luz é regulada por uma série de fatores, tais como: hábito de crescimento da planta, estrutura da cultura, ângulo foliar e disposição das folhas no dossel (FAGUNDES et al., 2001).

2.2. Característica do cultivar

O cultivar BRS Primavera é indicada para a semeadura em áreas pouco ou moderadamente férteis, devido à sua tendência ao acamamento em condições de alta fertilidade. É um cultivar de excelente qualidade de grãos recomendada para plantio em sistemas de terras altas.

O cultivar BRS Primavera, proveniente do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão – EMBRAPA é resultado do cruzamento IRAT 10 X LS 85-158. Apresenta como características plantas do tipo intermediário, porte médio (100 – 120 cm), ciclo curto (112 dias), 80 dias da emergência ao florescimento, grãos tipo longo fino (agulhinha), moderadamente suscetível a brusone e ao acamamento (BRESEGHELLO et al., 1998).

2.3. Densidades de semeadura

Entre alguns fatores que afetam a produtividades de grãos do arroz de terras altas estão, a densidade de semeadura. Silva et al. (2006), comentam que as diferenças de arranjo de plantas, a alteração no espaçamento entrelinhas, a densidade de plantas, são práticas de manejo que se destacam para otimizar o rendimento de grãos, pois afetam a radiação fotossinteticamente ativa, um dos principais determinantes da produtividade.

Segundo Crusciol et al. (2000), são utilizadas técnicas agrícolas para o sistema de produção de arroz de terras altas, o que tem resultado em uso de adubação inadequada, acamamento de algumas cultivares, espaçamento e densidades de semeadura desuniforme.

As recomendações de espaçamento e densidades de semeadura para a cultura do arroz de terras altas são de 100 a 200 sementes viáveis por metro quadrado, distribuídas em espaçamentos que variam de 0,40 a 0,60 m (EMBRAPA, 1976, FORNASIERI FILHO, 1983, CAMPOS, 1991).

O aumento da densidade de semeadura, causa o auto-sombreamento, acamamento, redução de matéria seca e tende a reduzir o número de grãos por panícula, evidenciando maior competição entre as plantas para cultura do arroz de terras altas (SANTOS; CUTRIM; CASTRO, 1986).

A determinação do espaçamento e da densidade de semeadura que proporcionem o melhor arranjo, de modo a maximizar a produtividade de grãos e outros componentes da produção, é preocupação antiga dos agricultores. Muitos são os trabalhos de pesquisa que visam identificar os melhores espaçamentos e densidades para as principais espécies de importância econômica (milho, soja e arroz, entre outras), e os que existem, nem sempre são consensuais para as diversas cultivares e ambientes (CARVALHO; SOARES; REIS, 2008). Os autores esclarecem que combinações de espaçamento e densidade ótima não existem, mas sim, aquela próxima ao ideal, pois são muitos os fatores que interagem com a planta e permitem a máxima expressão gênica do cultivar.

Breseghele et al. (1998) e Soares (2005) mencionaram que para arroz de terras altas podem ser recomendados espaçamentos na faixa de 40 a 50 cm entrelinhas e densidade de semeadura de 60 a 70 sementes por metro quadrado. Santos e Costa (1985), verificaram que o efeito da densidade sobre o número de panículas foi maior no cultivar Guarani, havendo um aumento de 50 panículas por metro quadrado, quando se aumenta a densidade em 100 sementes por metro quadrado. Enquanto que, com o mesmo aumento da densidade, foi aumentado 14 panículas para o cultivar Araguaia.

Há diversos fatores que determinam o número ideal de sementes a utilizar por unidade de área. Como fator dependente da própria planta, pode-se citar a menor ou maior capacidade de produzir perfilhos. Sendo assim, densidades altas acarretam

maior auto-sombreamento, ocasionando menor aproveitamento individual da luz solar, aumentando as possibilidades de acamamento.

Vários são os efeitos do espaçamento e densidade de semeadura, mas os resultados são semelhantes, pois dependem da capacidade de perfilhamento e do ciclo do cultivar, da disponibilidade de água, além do nível de fertilidade no solo (SANTOS; COSTA, 1985). O aumento do número de perfilhos verificado nas menores densidades não é suficiente para garantir maiores rendimentos de grãos, pois nas densidades menores de semeadura são observados menores valores nos componentes de produção.

Bueno, Neiva e Puríssimo (1981) verificaram que o rendimento de grãos é influenciado, diretamente, pela densidade de semeadura e pela precipitação pluvial.

Para o experimento analisado em Santo Antônio de Goiás, a produtividade do cultivar BRS Primavera foi maximizada com a adoção de 80-100 sementes por metro quadrado, no espaçamento de 0,30–0,40 m entrelinhas (GUIMARÃES; STONE, 2004). Este cultivar, em ambiente climático que limita a expressão do seu potencial de produtividade, pelo menor crescimento das plantas ou pelo desfavorecimento do perfilhamento, requer maiores densidades de semeadura.

A modificação do arranjo de plantas pela alteração no espaçamento entrelinhas, densidade de semeadura ou distribuição na linha, é uma das práticas de manejo mais importantes para otimizar o rendimento de grãos (SILVA et al., 2006). A redução do espaçamento e o aumento da densidade aumentam radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFA_{int}) e alteram a estrutura do dossel quanto ao tamanho, forma e orientação de folhas, influenciando o IAF, o número e a área individual da folha, o ângulo de inserção, a distribuição foliar no dossel, a taxa de senescência e a relação RFA_{int} e IAF (FLÉNET et al., 1996).

Além das condições de deficiência hídrica durante o período reprodutivo do arroz de terras altas, o índice de área foliar afeta a produtividade mediante uma relação negativa com a fertilidade das espiguetas. Identificando os componentes do rendimento, através dos quais o IAF exerce influência sobre o rendimento de grãos de arroz de terras altas em diferentes densidades de semeadura (PINHEIRO; GUIMARÃES, 1990).

2.4. Regulador de crescimento

Os reguladores vegetais, neste caso, retardantes vegetais, são compostos sintéticos utilizados para reduzir o crescimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas, sem diminuição da produtividade (RADEMACHER, 2000).

A tendência de redução da altura das plantas pela aplicação de reguladores de crescimento é amplamente relatada na literatura, principalmente para a cultura do algodão (KERBY, 1985, KERBY et al., 1986).

Rodrigues et al. (2003) comentam que as limitações de maximização do rendimento de grãos por acamamento podem ser decorrentes de alta competição por luz pelas plantas, alta densidade, desbalanço de nutrientes, decréscimo da fotossíntese e redução na eficiência da colheita.

O acamamento pode ser minimizado com o uso de cultivares resistente e com o uso de reguladores de crescimento, que além de diminuir o tamanho da planta proporcionam um melhor aproveitamento de nutrientes, em razão das alterações fisiológicas que exercem sobre a planta (BUZETTI et al., 2006).

O etil-trinexapac foi lançado no mercado recentemente, é um regulador com forte ação na inibição da alongação dos entrenós, o que reduz a altura da planta e evita, dessa forma, o acamamento e perdas na produtividade associadas a esse fenômeno (RODRIGUES et al., 2003).

O regulador de crescimento etil-trinexapac foi desenvolvido para uso como agente antiacamamento em cereais e gramíneas, e como retardante vegetal em gramados. No Brasil, este produto é utilizado como maturador em cana-de-açúcar e promove aumento de rendimento de açúcar sem impacto negativo na qualidade do caldo, no conteúdo de fibras ou no peso da cana (RESENDE; SOARES; HUDETZ, 2001).

Arteca (1995) e Davies (1995) comentam que os diferentes tipos de reguladores vegetais inibem a rota comum de síntese de todos os ácidos giberélicos dos vegetais superiores, em diferentes locais, e por inibir a biossíntese de giberelinas, hormônios que entre outras ações promovem alongamento celular.

O uso do etil-trinexapac, nas plantas inibe a formação das giberelinas ativas, as quais sintetizam e acumulam giberelinas biologicamente menos eficientes, o que leva na prática a uma drástica redução no alongamento celular (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A utilização de reguladores permite ainda melhores condições de cultivo, proporciona redução da altura de plantas e do tamanho dos ramos laterais, aumento da precocidade, facilitando a colheita mecanizada.

Os reguladores de crescimento atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas. Normalmente ligam-se a receptores na planta e desencadeiam uma série de mudanças celulares, as quais podem afetar a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos (RODRIGUES et al., 2003).

Segundo Buzetti et al. (2006) o momento e modo de aplicação do regulador de crescimento têm sido alvos de pesquisa, pois seus efeitos sobre a produção demonstram-se inconsistentes, verificando-se aumento de produtividade em alguns casos e, em outros, diminuição.

Alvarez (2003), em Botucatu–SP, estudando o efeito do etil-trinexapac na redução da altura da planta de arroz irrigado por aspersão, aplicado na diferenciação do primórdio da panícula, na dose de 200 g ha⁻¹ do ingrediente ativo, verificou que o regulador vegetal reduziu a altura da planta em 0,34 m e influenciou negativamente os componentes da produção e a produtividade de grãos.

Um dos problemas que se apresentam é que os resultados da aplicação dos produtos são altamente influenciados pelas condições ambientais, sendo a temperatura um fator marcante. Nascimento (2008) utilizando diferentes doses (zero, 75, 150, 225 e 300 g ha⁻¹ do ingrediente ativo) e épocas de aplicação (perfilhamento, entre o perfilhamento e a diferenciação floral e na diferenciação floral) de etil-trinexapac em arroz de terras altas cultivar BRS Primavera, concluiu que a aplicação de 150 g ha⁻¹ de etil-trinexapac na diferenciação do primórdio da panícula do arroz cultivar BRS Primavera, reduziu a altura das plantas, na média 0,40 m em relação às outras duas épocas, com ausência de acamamento.

Estudos têm mostrado a viabilidade do uso de reguladores vegetais em culturas anuais, como o algodão, visando principalmente à redução de porte da planta e uniformidade de maturação. Na cultura do arroz de terras altas, os estudos da aplicação de reguladores de crescimento visam reduzir a altura das plantas para evitar possível acamamento da cultura (NASCIMENTO, 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e Condições Ambientais das Áreas Experimentais

3.1.1. Fernandópolis – SP

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2008/09, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Fernandópolis – SP (Fazenda Santa Rita), localizada nas coordenadas 20°16 latitude sul e 50°17' longitude oeste, e altitude de 520 m (Figura 1).

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é tropical úmido, Aw, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (ROLIM et al., 2007). De acordo com a EMBRAPA (2007) a região é caracterizada por um período de 6 meses do ano com déficit hídrico e temperatura média de 23,5°C, precipitação média anual de 1220 mm e umidade relativa média de 64%.

De acordo com OLIVEIRA et al. (1999) os solos da Fazenda Santa Rita são constituídos de Argissolos Vermelhos-Amarelos eutróficos abrupáticos A moderado textura arenosa/média relevo suave ondulado e ondulado.

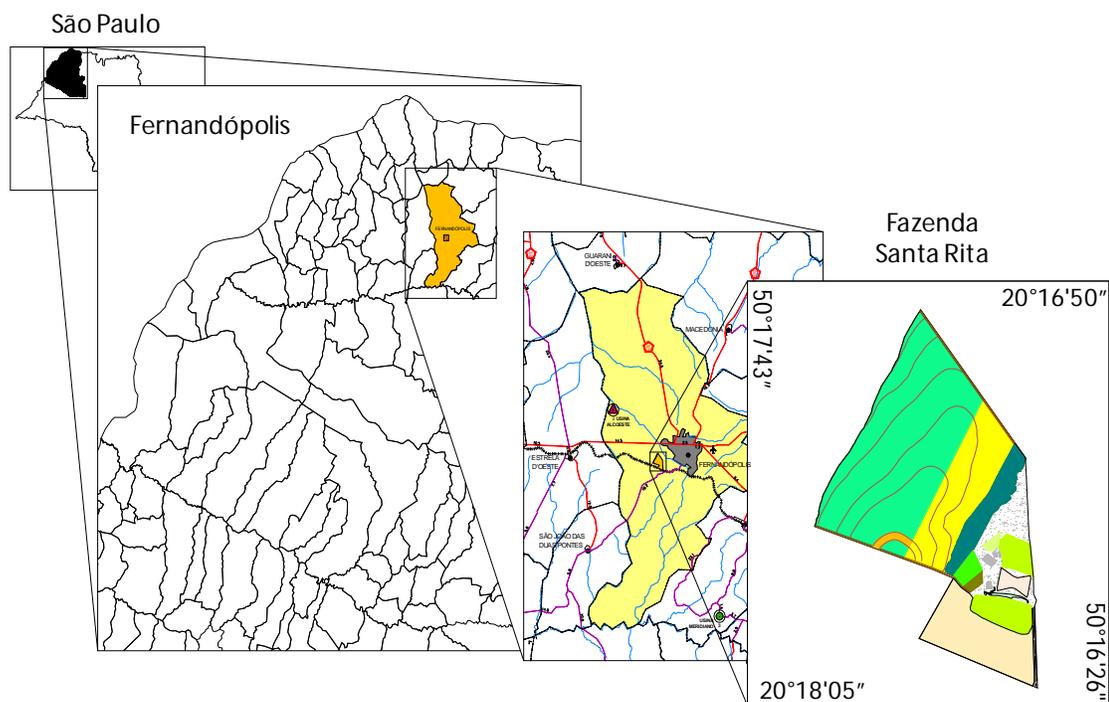


FIGURA 1. Localização da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Fernandópolis – SP.

3.1.1.1. Preparo da área para sementeira

O preparo do solo foi realizado com uma aração profunda e duas gradagens niveladoras, de forma a deixar o solo bem uniforme, sendo a última às vésperas da sementeira.

3.1.1.2. Instalação e condução do experimento

O arroz foi semeado manualmente em duas datas, nos dias 12 de novembro de 2008, denominada de primeira sementeira (PS) e 19 de dezembro de 2008, segunda sementeira (SS).

O cultivar utilizado foi o BRS Primavera, proveniente do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão – EMBRAPA. Apresenta como características plantas do tipo intermediário, porte médio (100 – 120 cm), ciclo curto (112 dias), 80 dias da

emergência ao florescimento, grãos tipo longo fino (agulhinha), moderadamente suscetível a brusone e ao acamamento (BRESEGHELLO et al., 1998).

Para o tratamento das sementes foi utilizado com o produto thiodicarb (450 g do ingrediente ativo a. 100 kg de sementes⁻¹), visando o controle e prevenção das principais pragas de solo. A semeadura foi realizada manualmente, utilizando as densidades de 100, 150, 200, 250 e 300 sementes viáveis por metro quadrado.

Antes da instalação do experimento foi coletada amostra composta do solo da área experimental, na camada de 0 a 0,20 m. A análise de fertilidade do solo, segundo a metodologia descrita em Raij e Quaggio (1983), revelou os valores apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Características químicas do solo da área experimental de Fernandópolis - SP, 2008/09.

P resina mg dm ⁻³	M.O. G dm ⁻³	pH CaCl ₂	K -----	Ca -----	Mg -----	H+Al mmol _c dm ⁻³ -----	Al -----	CTC -----	V (%)
9	14	5,0	2,2	21	6	23	1	52	56

A adubação de semeadura constou da aplicação de 150 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16+Zn, distribuída manualmente. Após a semeadura foi realizado a cobertura das sementes com solo, a uma profundidade de 0,02 m, e irrigação visando promover boa germinação e emergência das plântulas.

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada 30 dias após a emergência das plântulas na primeira e segunda semeadura, aplicando-se 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de uréia. Em seguida foi aplicada uma lâmina de 13 mm de água pela irrigação visando o fornecimento de água e a incorporação do adubo nitrogenado.

O controle das plantas daninhas foi realizado através da aplicação de herbicida pendimethalin (1400 g ha⁻¹ do ingrediente ativo) em pré-emergência após a semeadura e capina manual, quando necessário.

O regulador vegetal utilizado foi o etil-trinexapac, aplicado no momento da diferenciação do primórdio da panícula na dose 150 g ha⁻¹ do ingrediente ativo. A aplicação foi realizada na forma de jato dirigido, com pulverizador manual tipo costal, com volume de calda de 250 L ha⁻¹, aos 40 dias após a emergência das

plântulas (DAE) na primeira semeadura e aos 39 DAE na segunda semeadura. As aplicações foram realizadas em horário com ausência ou pouca incidência de vento.

Nas Figuras 2 e 3 estão apresentadas as áreas da primeira e segunda semeadura realizada em Fernandópolis–SP.



FIGURA 2. Cultura do arroz de terras altas, cultivar BRS Primavera, após 8 dias de emergência, com a semeadura realizada em novembro, em Fernandópolis – SP.



FIGURA 3. Cultura do arroz de terras altas, cultivar BRS Primavera, após 12 dias de emergência, com a semeadura realizada em dezembro, em Fernandópolis – SP.

3.1.2. Selvíria - MS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, localizada no município de Selvíria – MS (Figura 4), cujas coordenadas geográficas são 20° 22' latitude sul 51° 22' longitude oeste, e altitude de 335 m (Figura 4).

O relevo é caracterizado por ser moderadamente plano a levemente ondulado. O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (LVd) (EMBRAPA, 1999), originalmente recoberto por vegetação de cerrado.

Segundo a classificação internacional de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno,

apresentando temperatura média anual de 25,0°C, precipitação média anual de 1330 mm e umidade relativa média de 66,0% (CENTURION, 1982).

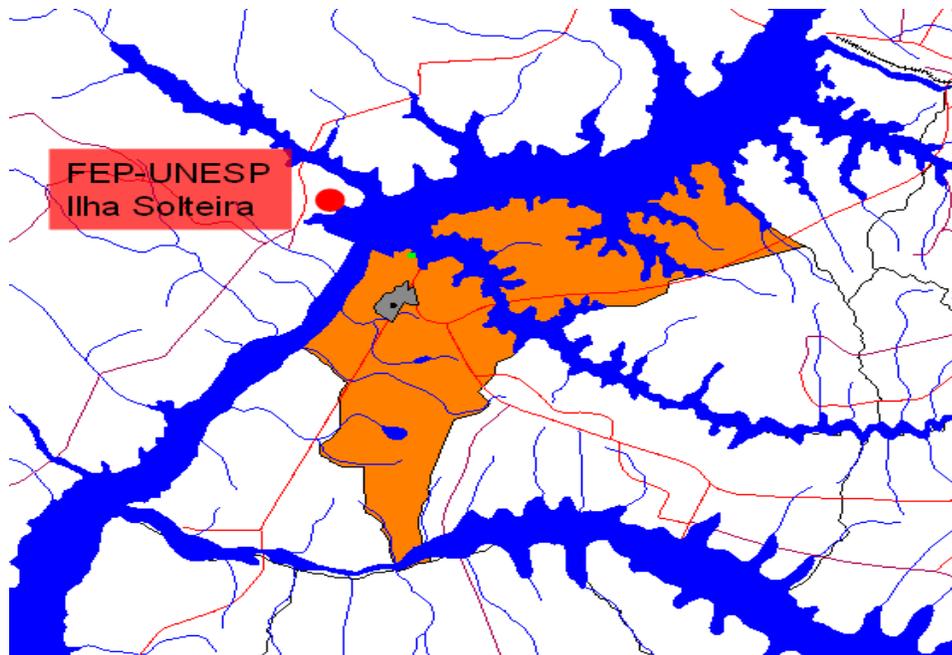


FIGURA 4. Localização da Fazenda Experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, localizada no município de Selvíria – MS.

3.1.2.1. Preparo da área para semeadura

O preparo do solo da área experimental foi realizado por uma escarificação e duas gradagens niveladoras, de forma a deixar o solo uniforme, sendo a última às vésperas da semeadura.

3.1.2.2. Instalação e condução do experimento

O arroz foi semeado manualmente em duas datas, nos dias 06 de novembro de 2008, denominada de primeira semeadura (PS) e 18 de dezembro de 2008, segunda semeadura (SS).

Antes da instalação do experimento foi coletada amostra composta do solo da área experimental, na camada de 0 a 0,20 m. A análise de fertilidade do solo,

segundo a metodologia descrita em Raij e Quaggio (1983), revelou os valores apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – Características químicas do solo da área experimental de Selvíria – MS, 2008/09.

P resina mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K -----	Ca -----	Mg -----	H+Al mmol _c dm ⁻³ -----	Al -----	CTC -----	V (%)
17	13	5,2	2,9	33	14	27	0	77	65

A adubação básica no sulco de semeadura foi de acordo com as características químicas do solo e levando em consideração as recomendações de Cantarella e Furlani (1996). A adubação foi constituída de 180 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16+1% Zn+3% Ca+0,3% S.

Após a distribuição das sementes foi realizada a aplicação do inseticida granulado carbofuran (1000 g ha⁻¹ do ingrediente ativo) com o objetivo de controle e prevenção das principais pragas de solo. O controle de plantas daninhas em pré-emergência foi realizado com aplicação do herbicida pendimethalin (1400g ha⁻¹ do ingrediente ativo).

A adubação nitrogenada foi realizada aos 28 dias após a emergência das plântulas na primeira semeadura, e na segunda aos 30 dias após emergência das plântulas, aplicando-se 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio utilizando-se como fonte o sulfato de amônio. Em seguida foi aplicada uma lâmina de 10 mm de água pela irrigação visando o fornecimento de água e a incorporação do adubo nitrogenado.

O regulador vegetal etil-trinexapac foi aplicado no momento da diferenciação do primórdio da panícula na dose 150 g ha⁻¹, com pulverizador costal manual com volume de calda de 460 L ha⁻¹. A aplicação foi realizada na forma de jato dirigido, aos 40 dias após a emergência das plântulas (DAE) na primeira semeadura e aos 38 DAE na segunda semeadura.

Nas Figuras 5 e 6 estão apresentadas as áreas da primeira e da segunda semeadura realizada em Selvíria - MS.



FIGURA 5. Cultura do arroz de terras altas, cultivar BRS Primavera, após 8 dias de emergência, com a semeadura realizada em novembro, em Selvíria – MS.



FIGURA 6. Cultura do arroz de terras altas, cultivar BRS Primavera, após 12 dias de emergência, com a semeadura realizada em dezembro, em Selvíria – MS.

3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado em cada localidade foi de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco densidades de semeadura (100, 150, 200, 250 e 300 sementes viáveis por metro quadrado) combinadas com e sem aplicação de regulador vegetal.

A área experimental foi constituída de 450 m² (29 x 19,8 m), divididos em 40 parcelas de 10,5 m², nas dimensões de 5 x 2,1 m. As parcelas experimentais, foram constituídas de 6 linhas de 5 m de comprimento, no espaçamento de 0,35 m entrelinhas, sendo que para área útil das parcelas para fins de colheita e avaliações foram utilizadas as 3 linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade.

3.3. Manejo de água para os experimentos em Fernandópolis – SP e Selvíria – MS

O fornecimento de água, para Fernandópolis – SP foi realizado por um sistema de irrigação do tipo aspersão convencional, com aspersores minicanhão da marca Aspensor Canhão de 1.1/2" Modelo Plúvio 150 com precipitação de 4,7 mm h⁻¹ (Figura 7). E para Selvíria – MS foi realizado através de um sistema fixo de irrigação por aspersão com precipitação média de 3,3 mm h⁻¹ nos aspersores (Figura 8).

No manejo de água foram utilizados até três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura (Kc), o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70.

A reposição de água foi realizada quando a evapotranspiração da cultura (ETc) acumulada atingiu os valores próximos da água disponível do solo (ADS) pré-estabelecidos. A ADS foi calculada utilizando a expressão:

$$ADS = ((CC - PMP) / 10) \cdot h \cdot p \quad (3)$$

onde: CC, é o teor de água no solo correspondente á capacidade de campo (28%, base volumétrica); PMP, ponto de murchamento permanente (20% base volumétrica); h, profundidade efetiva da sistema radicular (0,20); p, fração de esgotamento da água do solo (DOORENBOS; KASSAM, 1979).

A determinação de ET_c foi realizada pela seguinte expressão:

$$ET_c = K_c \cdot ET_o \quad (1)$$

em que, ET_c é a evapotranspiração da cultura (mm/dia); ET_o é a evapotranspiração de referência (mm/dia) e o K_c é o coeficiente de cultura.

A evapotranspiração de referência foi determinada pela expressão:

$$ET_o = K_p \cdot ECA \quad (2)$$

sendo, ET_o a evapotranspiração de referência (mm/dia); ECA a evaporação do tanque classe A (mm/dia) e K_p o coeficiente do Tanque Classe A.

A evaporação de água (ECA) foi obtida diariamente do Tanque Classe A instalado em cada Posto Meteorológico das diferentes localidades. O coeficiente do Tanque Classe A (K_p) utilizado é o proposto por Doorenbos e Pruitt (1976), o qual é função da área circundante, velocidade do vento e umidade relativa do ar.

Nas Figuras 7 e 8, encontram-se os valores diários de precipitação pluvial (mm), irrigação (mm) e umidade relativa (%), observados durante a condução do experimento, para a primeira e segunda semeadura em Fernandópolis – SP.

Nas Figuras 9 e 10, encontram-se os valores diários de precipitação pluvial (mm), irrigação (mm) e umidade relativa (%), observados durante a condução do experimento, para a primeira e segunda semeadura em Selvíria – MS.

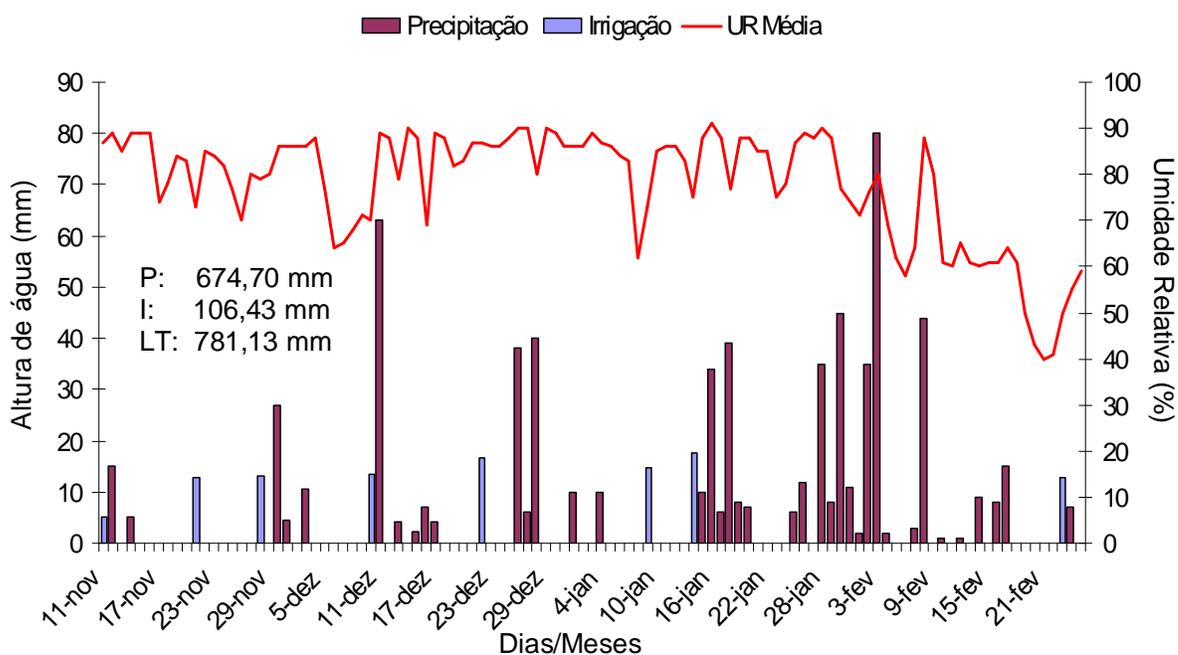


FIGURA 7. Valores diários de precipitação pluvial (mm), irrigação (mm) e umidade relativa (%), observados durante a condução do experimento, para a primeira semeadura em Fernandópolis – SP.

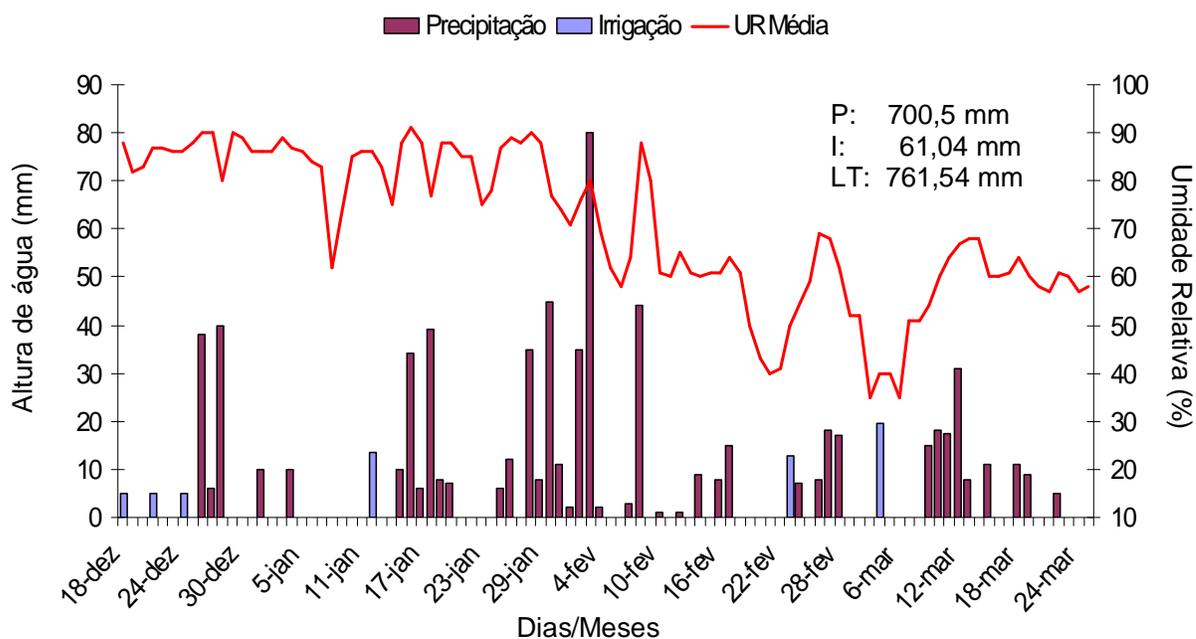


FIGURA 8. Valores diários de precipitação pluvial (mm), irrigação (mm) e umidade relativa (%), observados durante a condução do experimento, para a segunda semeadura em Fernandópolis – SP.

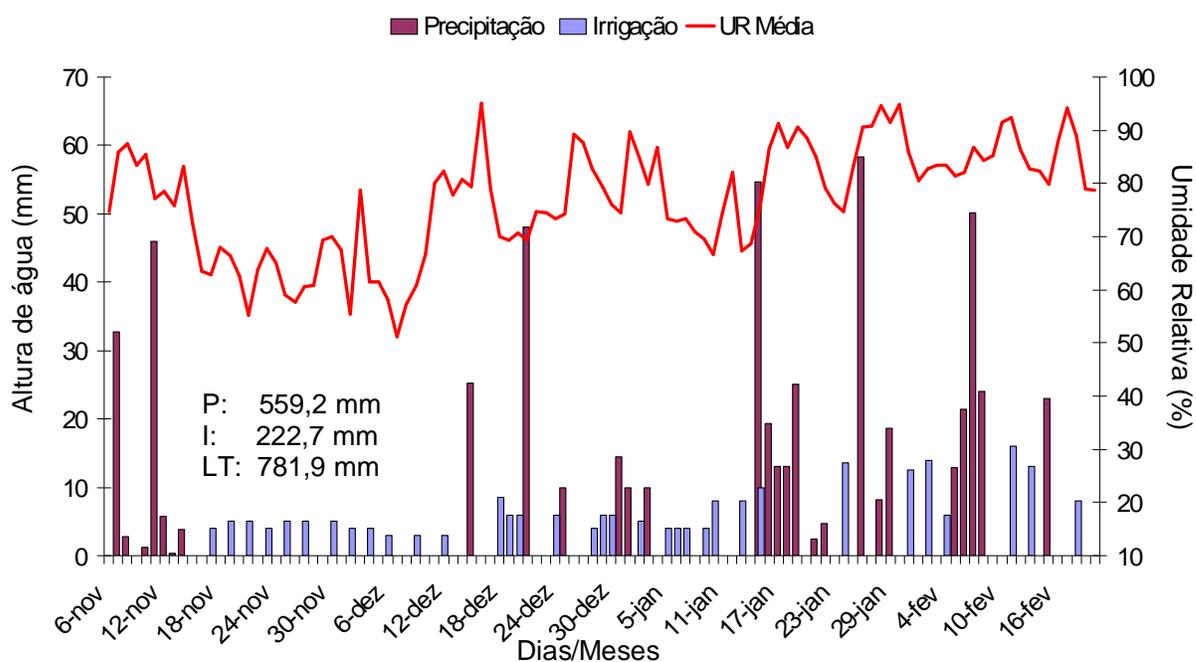


FIGURA 9. Valores diários de precipitação pluvial (mm), irrigação (mm) e umidade relativa (%), observados durante a condução do experimento, para a primeira semeadura em Selvíria – MS.

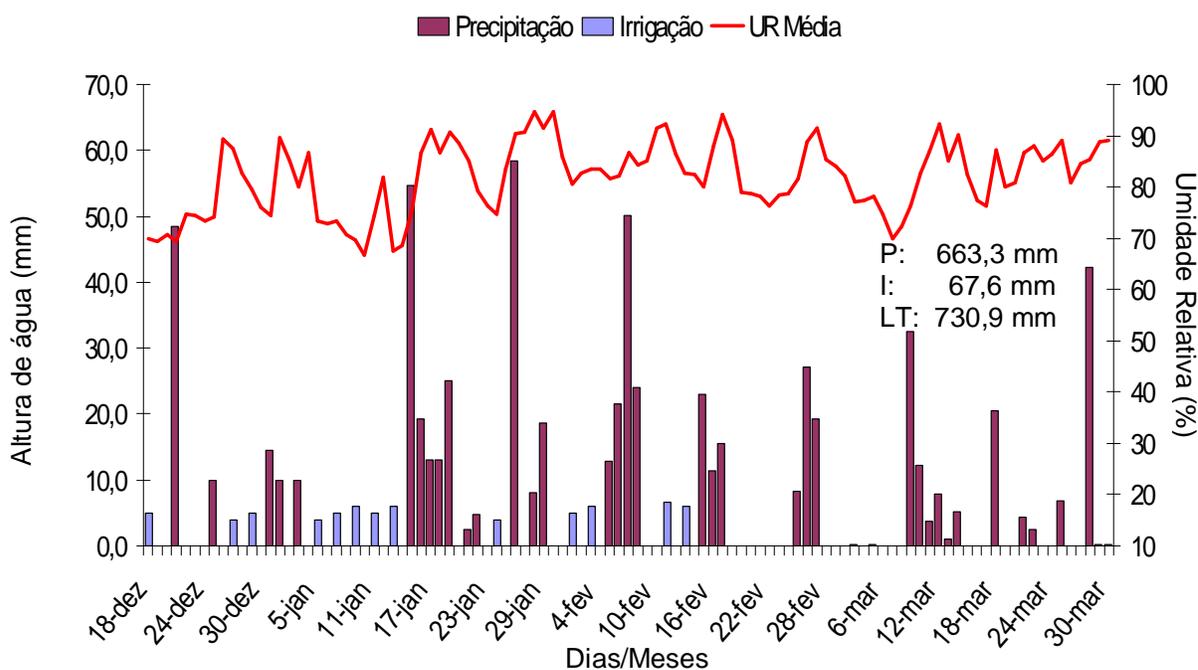


FIGURA 10. Valores diários de precipitação pluvial (mm), irrigação (mm) e umidade relativa (%), observados durante a condução do experimento, para a segunda semeadura em Selvíria – MS.

3.4. Variáveis analisadas

3.4.1. Características fenológicas

Emergência das plântulas

Determinado pelo número de dias transcorridos entre a semeadura e a emergência de 50% das plântulas da área útil da parcela.

Floração

Determinado pelo número de dias transcorridos entre a emergência e o florescimento de 50% das panículas das parcelas.

Ciclo

Determinado pelo número de dias transcorridos entre a emergência das plântulas até a colheita, quando 90% das panículas apresentavam maturidade.

3.4.2. Componentes vegetativos

Altura das plantas

Determinado durante o estágio de grãos na forma pastosa foi determinada em 10 plantas ao acaso, na área útil de cada parcela. A distância média compreendida desde a superfície do solo até a extremidade superior da panícula mais alta;

Acamamento

Obtido pela observação visual na fase de maturação, utilizando-se a seguinte escala de notas: 0 – sem acamamento; 1 – até 5% de plantas acamadas; 2 – de 5 a 25%, 3 – de 25 a 50%; 4 – de 50 a 75% e 5 – de 75 a 100% de plantas acamadas.

3.4.3. Componentes de produção

Número de panículas por metro quadrado

Determinado pela contagem do número de panículas em 1 m de fileira de plantas na área útil das parcelas e posteriormente calculado por metro quadrado.

Número total de grãos por panícula

Determinado pela contagem do número de grãos de 20 panículas coletadas no momento da colheita, em cada parcela.

Número de grãos cheios e chochos por panícula

Foi determinado pela contagem do número de grãos granados e chochos de 20 panículas após separação dos mesmos através de fluxo de ar ou “soprador” e, posterior, quantificação em um contador de grãos.

Massa de 100 grãos

Com os grãos utilizados para calcular o número de grãos por panícula, foram separadas duas amostras por parcela. As mesmas foram pesadas em balança de precisão e determinado a massa de 100 grãos (13% base úmida).

Produtividade de grãos

Foi determinada pela pesagem dos grãos em casca, proveniente das parcelas, conferindo o teor de água para 13% na base úmida e convertendo em kg ha⁻¹. Para essa determinação foram colhidas todas as plantas incluindo as acamadas.

Rendimento de engenho

Coletada uma amostra de 100 g de grãos de arroz em casca de cada parcela, a qual foi processada em engenho de prova, por 1 minuto. Em seguida, os grãos brunidos (polidos) foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício, sendo os resultados expressos em percentagem. Posteriormente, os grãos brunidos (polidos) foram colocados no “Trieur” nº 2 e a separação dos grãos foi processado por 30 segundos. Os grãos que permaneceram no “Trieur” foram pesados obtendo-se o rendimento de inteiros e os demais, grãos quebrados, ambos expressos em percentagem.

3.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste F, com 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o SISVAR (FERREIRA, 1999).

3.6. Dados climáticos

Nas Figuras 11, 12, 13, 14, 15 e 16, encontram-se os dados de temperatura máxima, mínima e média, coletados na primeira e segunda semeadura do experimento em Fernandópolis – SP. (APÊNDICES).

Nas Figuras 17, 18, 19, 20, 21 e 22, encontram-se os dados de temperatura máxima, mínima e média, coletados na primeira e segunda semeadura do experimento em Selvíria – MS. (APÊNDICES).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Fernandópolis - SP

A emergência das plântulas ocorreu aos seis dias após a semeadura nas duas datas, sendo em 18 de novembro e 25 de dezembro de 2008 de maneira uniforme em todas as parcelas.

Pela análise dos dados (Tabela 3), verificou-se efeito do número de dias após a emergência para a floração nas duas datas de semeadura, para regulador de crescimento e densidades, para a primeira semeadura. A aplicação do regulador de crescimento aumentou o número de dias para floração, proporcionando uma diferença de 11 dias para primeira semeadura e 3 dias para segunda. Para a densidade de semeadura, os dados se ajustaram a uma função linear decrescente, ou seja, houve diminuição do número de dias após a emergência com aumento da densidade de semeadura.

Comportamento semelhante ocorreu com o ciclo (Tabela 3), verificou-se aumento do ciclo para o tratamento com aplicação do regulador de crescimento, nas duas datas de semeaduras. A aplicação do regulador de crescimento aumentou o número de dias para a floração e ciclo, onde proporcionou aumento de 2 dias para a primeira data e 4 dias para a segunda data de semeadura referente ao ciclo do arroz de terras altas. Resultados semelhantes foram obtidos por Nascimento (2008) que no ano agrícola de 2006/07, avaliando diferentes doses de etil-trinexapac na cultura

de arroz de terras altas, verificou que a aplicação do regulador de crescimento atrasou a floração e o ciclo das plantas de arroz em quatro dias.

TABELA 3. Valores médios do número de dias após emergência (DAE) para floração e ciclo, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Fernandópolis – SP, 2008/09.

Tratamentos		PS (novembro)		SS (dezembro)	
		Floração (DAE)	Ciclo (DAE)	Floração (DAE)	Ciclo (DAE)
RC	CA	79a	100a	71a	95a
	SA	68b	98b	68b	91b
DS	100	74 ⁽¹⁾	100	70	93
	150	74	99	70	93
	200	74	98	69	93
	250	72	99	69	93
	300	71	98	70	93
F	RC	30,36**	13,23**	23,59**	32,57**
	DS	6,07**	0,99 ^{ns}	1,41 ^{ns}	0,12 ^{ns}
	RCxDS	0,77 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,33 ^{ns}
CV	(%)	2,06	1,76	2,25	2,20

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. CA: Com aplicação. SA: Sem aplicação. PS: Primeira semeadura. SS: Segunda semeadura. RC: Regulador de crescimento. DS: Densidades de semeadura. CV: Coeficiente de variação.

⁽¹⁾Y = - 0,016x + 76,4 (r² = 0,92).

Em relação à altura de plantas (Tabela 4), ocorreu diferença para o regulador de crescimento, nas duas datas de semeadura, sendo que o tratamento com a aplicação do regulador proporcionou redução da altura de plantas. A redução da altura de plantas foi de 0,36 m para a primeira semeadura e 0,25 m para a segunda. Segundo Davies (1995) a redução da altura de plantas de arroz pode estar associada ao fato do regulador de crescimento atuar em nível do metabolismo das sínteses de giberelinas das plantas. O regulador de crescimento promove uma redução na estrutura das plantas, pela diminuição do comprimento dos entrenós, o

que resulta em plantas mais compactas e com melhor direcionamento dos fotoassimilados para a produção de grãos (ZAGONEL et al., 2002). Em relação à redução da altura das plantas de arroz proporciona melhores índices de colheita e possível redução de acamamento possibilitando melhor manejo da cultura de arroz de terras.

TABELA 4. Valores médios para altura de plantas e acamamento, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Fernandópolis – SP, 2008/09.

Tratamentos		PS (novembro)		SS (dezembro)	
		Altura de Planta (cm)	Acamamento ⁽¹⁾ (nota)	Altura de Planta (cm)	Acamamento ⁽¹⁾ (nota)
RC	CA	73b	0,70	69b	0,70
	SA	109a	1,14	94a	0,75
DS	100	94	0,77	83	0,70
	150	92	0,83	83	0,70
	200	90	0,99	78	0,77
	250	89	1,01	83	0,70
	300	90	1,01	81	0,77
	RC	620,66**	52,51**	200,01**	1,93 ^{ns}
F	DS	1,95 ^{ns}	2,81*	1,61 ^{ns}	0,72 ^{ns}
	RCxDS	0,44 ^{ns}	2,81*	1,53 ^{ns}	0,72 ^{ns}
CV	(%)	4,90	20,48	6,72	16,08

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Escala de notas: 0 – sem acamamento; 1 – até 5% de plantas acamadas; 2 – 5 a 25%, 3 – 25 a 50%; 4 – 50 a 75% e 5 – 75 a 100% de plantas acamadas. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. RC: Regulador de Crescimento. DS: Densidades de semeadura. CA: Com aplicação. SA: Sem aplicação. CV: Coeficiente de variação. PS: Primeira semeadura. SS: Segunda semeadura. ⁽¹⁾ Dados transformados em $(x+0,5)^{0,5}$. ⁽¹⁾ $Y = 0,0013x + 0,6634$ ($r^2 = 0,84$).

Para o acamamento de plantas (Tabela 4), verificou-se que o comportamento foi semelhante ao obtido para altura de plantas. Para o acamamento houve interação entre regulador de crescimento e densidade, na primeira semeadura, com o desdobramento apresentado na Tabela 5. Com relação ao regulador dentro de

densidade, houve diferenças apenas para as densidades de 200, 250 e 300 sementes viáveis por metro quadrado, onde o tratamento com aplicação do etil-trinexapac praticamente não apresentou acamamento. Para densidade dentro de regulador, verificou-se que para as densidades de semeadura não houve efeito significativo com aplicação de etil-trinexapac. No tratamento sem regulador as notas de acamamento se ajustaram a uma função linear crescente. Crusciol et al. (2000) estudando diferentes densidades de semeadura (100, 150 e 200 sementes viáveis por metro quadrado) verificaram que todos os tratamentos proporcionaram um índice de acamamento de 15%, com exceção das densidades de 150 sementes por metro quadrado, que apresentou um índice aproximado de 5%, e a densidade de 200 sementes por metro quadrado apresentou um índice de 30% de acamamento.

TABELA 5. Interação entre densidade de semeadura e regulador de crescimento para acamamento na primeira semeadura. Fernandópolis – SP, 2008/09.

Regulador de Crescimento	Densidade de Semeadura (sementes m ⁻²)					
	100	150	200	250	300	
	Acamamento (notas)					
Com Aplicação	0,70a	0,70a	0,70b	0,70b	0,70b	n.s.
Sem Aplicação	0,83a	0,96a	1,27a	1,31a	1,31a	RL** ⁽¹⁾

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Escala de notas: 0 – sem acamamento; 1 – até 5% de plantas acamadas; 2 – 5 a 25%, 3 – 25 a 50%; 4 – 50 a 75% e 5 – 75 a 100% de plantas acamadas. Dados transformados em $(x + 0,5)^{0,5}$.

⁽¹⁾ $Y = 0,0026x + 0,6197$ ($r^2 = 0,84$).

Quanto ao número de colmos por metro quadrado (Tabela 7) houve interação da densidade de semeadura com regulador de crescimento, na primeira semeadura. Verificou-se que os dados se ajustaram a equação linear crescente, na presença do regulador de crescimento. Para a aplicação do regulador de crescimento dentro de densidade, o número de colmos foi maior no tratamento com regulador nas densidades de 200, 250 e 300 sementes viáveis por metro quadrado. Para a segunda data de semeadura (Tabela 6), verificou-se efeito para regulador e densidade de semeadura. A aplicação de regulador de crescimento proporcionou maior número de colmos por metro quadrado. A densidade de semeadura se ajustou

a uma equação linear crescente, onde as maiores densidade (200, 250 e 300 sementes viáveis por metro quadrado) proporcionaram maiores números de colmos por metro quadrado. Os resultados discordam com os obtidos por Crusciol et al. (2000) onde verificaram que houve diferença nas densidades de semeadura para o cultivar IAC 201 de 100, 150 e 200 sementes viáveis por metro quadrado, sendo a densidade de 100 sementes resultou em maior número de colmos por metro quadrado.

TABELA 6. Valores médios do número de colmos por metro quadrado, número de panículas, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Fernandópolis – SP, 2008/09.

Tratamentos		PS (novembro)		SS (dezembro)	
		Colmos m ⁻²	Panículas m ⁻²	Colmos m ⁻²	Panículas m ⁻²
RC	CA	350	216b	338a	294a
	SA	301	268a	276b	227b
DS	100	280	245	257 ⁽¹⁾	214 ⁽²⁾
	150	310	234	305	250
	200	347	256	327	265
	250	339	251	318	281
	300	351	225	328	294
F	RC	16,87**	23,36**	35,31**	39,28**
	DS	5,14**	1,13 ^{ns}	6,35**	6,37**
	RCxDS	3,71**	0,71 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,67 ^{ns}
CV	(%)	11,59	14,08	10,86	12,99

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. RC: Regulador de crescimento. DS: Densidade de semeadura. PS: Primeira semeadura. SS: Segunda semeadura. CA: Com aplicação. SA: Sem aplicação. CV: Coeficiente de variação. ⁽¹⁾Y = 0,3136x + 244,49 (r² = 0,69). ⁽²⁾Y = 0,3813x + 184,6 (r² = 0,95).

Em relação ao número de panículas por metro quadrado (Tabela 6), na primeira semeadura, verificou-se efeito apenas do regulador de crescimento, sendo que o tratamento sem aplicação do etil-trinexapac resultou em maior valor em

relação ao com aplicação do regulador de crescimento. Esses dados são semelhantes aos obtidos por Alvarez et al. (2007b) os quais verificaram que o número de panículas reduziu com o emprego do etil-trinexapac na aplicação de 200 g ha⁻¹ ingrediente ativo em quatro estádios de desenvolvimento das plantas de arroz. Enquanto no experimento foi aplicado no momento da diferenciação do primórdio da panícula na dose 150 g ha⁻¹ do ingrediente ativo.

Na segunda semeadura (Tabela 6) houve efeito do regulador de crescimento e densidade de semeadura. Foi maior o número de panículas para o tratamento com aplicação do regulador em relação ao sem aplicação. A aplicação do regulador de crescimento influenciou de forma negativa para a primeira data e positiva para a segunda, podendo reduzir a produtividade do arroz. Buzetti et al. (2006) comentam que o regulador de crescimento (cloreto de clomequat) na dose de 1 L ha⁻¹ e 2 L ha⁻¹ não influenciou no número de panículas de plantas das cultivares IAC 201 e IAC 202 de arroz de terras altas. No caso das densidades (Tabela 6) os valores obtidos se ajustaram a equação linear crescente. Verificou-se que quando se aumenta a densidade ocorre aumento do número de panículas, podendo proporcionar um aumento na produtividade de grãos de arroz. O resultado é semelhante ao de Carvalho (2006), que estudando o arroz de terras altas BRSMG Conai em três densidades de semeadura (50, 80 e 110 sementes viáveis por metro quadrado), o qual verificou que as maiores densidade de semeadura (80 e 110 sementes viáveis por metro quadrado) foram as que proporcionaram maiores números de panículas por metro quadrado. Andrade e Amorim Neto (1996) verificaram aumento da produtividade de grãos e relação direta com o número de panículas por metro quadrado.

TABELA 7. Interação entre densidade de semeadura e regulador de crescimento para número de colmos por metro quadrado na primeira semeadura. Fernandópolis – SP, 2008/09.

Regulador de Crescimento	Densidade de Semeadura (sementes m ⁻²)					Colmos m ⁻²
	100	150	200	250	300	
Com Aplicação	268a	321a	386a	367a	407a	RL ^{**} (¹)
Sem Aplicação	291a	298a	308b	311b	296b	n.s.

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. (¹)Y = 0,6456x + 221,02 (r² = 0,84).

Quanto ao número de grãos por panículas (Tabela 8), verificou-se que não houve efeito para grãos totais, cheios e chochos para o regulador de crescimento e densidade, na primeira semeadura. Em relação à segunda semeadura houve efeitos do regulador de crescimento para grãos totais, cheios e chochos. Verificou-se efeito apenas do regulador de crescimento para o tratamento sem aplicação do etil-trinexapac que proporcionou maior valor em relação ao com aplicação. Dario et al. (2004) avaliando o efeito do fitoregulador no cultivar de arroz IAC 103 em diferentes doses, verificaram que os tratamentos não foram eficientes para a redução do percentual de grãos chochos, dados inversos ocorridos no experimento.

Para a massa de 100 grãos (Tabela 9), houve efeito do regulador de crescimento, na primeira semeadura. A massa de 100 grãos foi maior no tratamento com aplicação do regulador, na primeira semeadura. Na segunda semeadura, os resultados foram inversos ao da primeira, na segunda data proporcionou maior massa de 100 grãos para o tratamento sem aplicação do etil-trinexapac. Alvarez et al. (2007a) avaliando diferentes doses de cloreto de mepiquat (0, 1000, 2000, 4000 e 8000 mg L⁻¹) o pactobutrazol (0, 1000, 2000 e 4000 mg L⁻¹) e o etil-trinexapac (0, 2000, 4000 e 8000 mg L⁻¹) para massa de 1000 grãos, foram maiores para o tratamento com etil-trinexapac.

TABELA 8. Valores médios do número de grãos pro panícula referente aos grãos totais, cheios e chochos, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Fernandópolis – SP, 2008/09.

Tratamentos		PS (novembro)			SS (dezembro)		
		Grãos por panícula			Grãos por panícula		
		totais	cheios	chochos	totais	cheios	chochos
RC	CA	120	89	31	91b	68b	23b
	SA	123	89	34	120a	91a	29a
DS	100	134	99	35	112	82	30
	150	124	87	37	110	84	26
	200	121	94	27	111	81	30
	250	113	80	33	102	80	22
	300	116	86	31	92	70	21
F	RC	0,25 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,32 ^{ns}	18,89 ^{**}	4,35 ^{**}	4,56 ^{**}
	DS	1,41 ^{ns}	2,51 ^{ns}	0,76 ^{ns}	1,47 ^{ns}	1,14 ^{ns}	2,21 ^{ns}
	RCxDS	1,07 ^{ns}	1,64 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,91 ^{ns}
CV	(%)	15,73	14,97	39,49	19,45	18,58	29,45

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. CA: Com aplicação. SA: Sem aplicação. RC: Regulador de Crescimento. DS: Densidade de Semeadura. PS: Primeira semeadura. SS: Segunda semeadura. CV: Coeficiente de variação.

Quanto à produtividade de grãos (Tabela 9), primeira data semeadura, houve interação entre regulador de crescimento dentro de densidade de semeadura (Tabela 10). Verificou-se que não houve diferença para a densidade de 100 sementes viáveis por metro quadrado. Nas densidades de 150 a 300 sementes viáveis por metro quadrado a aplicação do regulador proporcionou menores produtividades em relação ao tratamento sem aplicação do etil-trinexapac. Para o tratamento sem aplicação do regulador de crescimento a densidade de 200 sementes viáveis por metro quadrado proporcionou uma produtividade de grãos de 5% maior que as outras densidades avaliadas no trabalho. Em relação à densidade de semeadura dentro de regulador de crescimento verificou-se para os tratamentos com e sem aplicação do regulador que os dados se ajustaram, respectivamente a função linear e quadrática. Considerando a produtividade na segunda semeadura

(Tabela 9) houve efeito apenas para o regulador de crescimento, proporcionando menor produtividade de grãos do arroz de terras altas. O regulador de crescimento causou redução de 45% e 30% na produtividade de grãos de arroz de terras altas na primeira e segunda data respectivamente. Entretanto, Alvarez et al. (2007b) verificaram que em função dos resultados dos componentes da produção, na aplicação de 200 g ha⁻¹ ingrediente ativo do etil-trinexapac em quatro estádios de desenvolvimento das plantas de arroz para o cultivar BRS Primavera a menor produtividade de grãos foi obtida pela aplicação do etil-trinexapac na dose 150 g ha⁻¹ do ingrediente ativo.

TABELA 9. Valores médios da massa de 100 grãos e produtividade de grãos, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Fernandópolis – SP, 2008/09.

Tratamentos	PS (novembro)		SS (dezembro)		
	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
RC	CA	2,9a	2811b	3,1b	3015b
	SA	2,8b	5192a	3,2a	4330a
DS	100	2,8	3663	3,2	3296
	150	2,9	3869	3,2	3785
	200	2,8	4497	3,1	3791
	250	2,8	4093	3,1	4177
	300	2,8	3884	3,1	3313
		RC	7,84**	147,62**	10,35**
F	DS	0,38 ^{ns}	2,08 ^{ns}	0,49 ^{ns}	1,96 ^{ns}
	RCxDS	1,14 ^{ns}	5,46**	1,04 ^{ns}	0,48 ^{ns}
CV	(%)	4,73	15,49	4,87	20,43

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. CA: Com aplicação. SA: Sem aplicação. RC: Regulador de Crescimento. DS: Densidade de Semeadura. PS: Primeira semeadura. SS: Segunda semeadura. CV: Coeficiente de variação.

TABELA 10. Interação entre densidade de semeadura e regulador de crescimento para a produtividade de grãos na primeira semeadura. Fernandópolis – SP, 2008/09.

Regulador de Crescimento	Densidade de Semeadura (sementes m ⁻²)						
	100	150	200	250	300		
		Produtividade (kg ha ⁻¹)					
Com Aplicação	3257a	2884b	2960b	2403b	2549b	RL ^{**} (¹)	
Sem Aplicação	4069a	4854a	6034a	5784a	5219a	QL ^{**} (²)	

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. (¹) $Y = -3,795x + 3570$ ($r^2 = 0,78$). (²) $Y = -0,118x^2 + 53,657x - 229,05$ ($r^2 = 0,92$).

Para o rendimento de benefício (Tabela 11), grãos inteiros e quebrados observaram-se influência negativa do regulador de crescimento na primeira e na segunda data de semeadura. Houve efeito para densidade apenas na primeira data de semeadura. Verificou-se que o tratamento com aplicação do etil-trinexapac diferiu do sem aplicação, apresentando menor valor do rendimento de benefício e grãos inteiros e, maior valor para grãos quebrados. Para densidade de semeadura verificou-se que os valores do rendimento de benefício e grãos inteiros se ajustaram a equação linear crescente, enquanto para os grãos quebrados o ajuste foi para equação linear decrescente. Mariot et al. (2003) relataram que o rendimento de grãos não variou na faixa de densidade de 50 a 200 kg ha⁻¹ de sementes por metro quadrado, o que mostra a adaptação das plantas de arroz a diferentes densidades semeadura.

Para a segunda semeadura o rendimento de benefício (Tabela 11), grãos inteiros e quebrados, houve efeito negativo com a aplicação do regulador de crescimento, verificando-se os menores valores para rendimento de benefício e inteiros e a maior para grãos quebrados para o tratamento com aplicação de regulador em relação aos observados para o tratamento sem aplicação. De maneira geral todos os tratamentos apresentaram boa qualidade industrial.

TABELA 11. Valores médios do rendimento de beneficiamento, grãos inteiros e quebrados, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Fernandópolis – SP, 2008/09.

Tratamentos		PS (novembro)			SS (dezembro)		
		Rend.	Grãos	Grãos	Rend.	Grãos	Grãos
		Benefício (%)	Inteiros (%)	Quebrados (%)	Benefício (%)	Inteiros (%)	Quebrados (%)
RC	CA	76,6b	62,5b	14,1a	71,7b	66,0b	5,7a
	SA	77,9a	66,1a	11,8b	74,6a	71,7a	3,9b
DS	100	75,2 ⁽¹⁾	59,8 ⁽²⁾	15,4 ⁽³⁾	73,4	68,9	4,5
	150	77,9	63,3	14,5	73,4	69,2	4,2
	200	77,2	65,7	11,5	73,3	68,1	5,3
	250	78,1	66,1	12,1	74,7	68,4	5,2
	300	77,8	66,5	11,3	71,9	67,1	5,0
F	RC	5,16**	13,18**	10,24**	21,78**	32,31**	20,62**
	PP	3,62**	6,61**	5,64**	1,02 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,05 ^{ns}
	RCxDS	0,86 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,63 ^{ns}
CV	(%)	2,29	4,80	17,32	2,69	3,84	26,40

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. CA: Com aplicação. SA: Sem aplicação. RC: Regulador de Crescimento. DS: Densidade de semeadura. PS: Primeira semeadura. SS: Segunda semeadura. CV: Coeficiente de variação.
⁽¹⁾ $Y = 0,0108x + 75,10$ ($r^2 = 0,52$). ⁽²⁾ $Y = 0,0325x + 57,788$ ($r^2 = 0,84$). ⁽³⁾ $Y = -0,0217x + 17,313$ ($r^2 = 0,82$).

4.2. Selvíria – MS

A emergência das plântulas ocorreu aos seis dias após a semeadura nas duas datas, em 12 de novembro e 24 de dezembro de 2008, de maneira uniforme em todas as parcelas.

Pela análise dos dados (Tabela 12), verificou-se efeito do número de dias após a emergência para o ciclo, apenas para o regulador de crescimento, na primeira semeadura. Sendo que para o tratamento com aplicação do etil-trinexapac ocorreu aumento de dois dias para o ciclo da cultura do arroz de terras altas. Na segunda semeadura verificou-se, também, efeito do regulador de crescimento, sobre a floração e ciclo. O tratamento com a aplicação do regulador aumentou o número de dias de 4 a 6 dias, respectivamente, para floração e ciclo, em relação ao tratamento sem aplicação.

TABELA 12. Valores médios do número de dias após emergência (DAE) para floração e ciclo, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Selvíria – MS, 2008/09.

Tratamentos		PS (novembro)		SS (dezembro)	
		Floração (DAE)	Ciclo (DAE)	Floração (DAE)	Ciclo (DAE)
RC	CA	72	100a	72a	96a
	SA	72	98b	68b	90b
DS	100	73	99	70	93
	150	72	99	70	93
	200	72	99	70	93
	250	72	99	69	93
	300	72	99	70	93
F	RC	1,89 ^{ns}	19,85**	94,93**	82,82**
	DS	1,19 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,11 ^{ns}
	RCxDS	1,42 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,16 ^{ns}
CV	(%)	1,43	1,43	1,83	2,19

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. CA: Com aplicação. SA: Sem aplicação. PS: Primeira semeadura. SS: Segunda semeadura. RC: Regulador de Crescimento. DS: Densidades de Plantas. CV: Coeficiente de Variação.

Para a altura de plantas (Tabela 13) na primeira semeadura, verificou-se efeito do regulador de crescimento e densidade de semeadura. Com relação ao tratamento com aplicação do etil-trinexapac ocorreu redução na altura da planta de 0,39 m para primeira e 0,34 m para segunda data de semeadura. Taiz e Zeiger (2004) comentam que o uso etil-trinexapac, nas plantas inibe a formação das giberelinas ativas, as quais sintetizam e acumulam giberelinas biologicamente menos eficientes, o que leva na prática à drástica redução no alongamento celular e conseqüentemente na altura das plantas. Para a densidade de semeadura verificou-se que as alturas se ajustaram a equação linear decrescente, ou seja, com o aumento da densidade de semeadura ocorreu redução na altura da planta de arroz.

Na segunda semeadura, houve interação entre regulador de crescimento e densidade de semeadura (Tabela 14). Para regulador dentro de densidade, verificou-se que houve diferença, para as densidades de 100 a 300 sementes viáveis por metro quadrado, com os menores valores observados no tratamento com regulador de crescimento. Para densidade dentro do regulador observou-se que a altura não foi significativa para densidade sem aplicação do regulador, entretanto, houve efeito para o tratamento com regulador de crescimento, sendo que os dados se ajustaram a equação linear decrescente, ou seja, a altura da planta diminuiu com o aumento da densidade de semeadura. Alvarez et al. (2007b) verificaram que o efeito do etil-trinexapac aplicado na diferenciação floral do cultivar BRS Primavera, reduziu a altura da planta em 0,34 m. Rademacher (2000) citam que esse comportamento é comum com o uso de reguladores vegetais. Entretanto Buzetti et al. (2006) verificaram que o regulador vegetal cloreto de cloromequat não influenciou na altura dos cultivares de arroz de terras altas, IAC 201 e IAC 202.

Quanto ao acamamento de plantas (Tabela 13) houve efeito apenas para regulador de crescimento, sendo que o tratamento com aplicação do etil-trinexapac reduziu e eliminou o acamamento, respectivamente, na primeira e na segunda semeadura. Em relação ao tratamento sem aplicação do regulador observou-se 50 a 75% de acamamento nas plantas de arroz, o que impossibilitou a colheita mecânica. Resultados semelhantes foram obtidos por Nascimento (2008) que verificou, na aplicação de doses de 75 a 150 g ha⁻¹ do regulador de crescimento na diferenciação floral, diminuição ou eliminação do acamamento de plantas do cultivar BRS Primavera.

TABELA 13. Valores médios para altura de plantas e acamamento em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura, em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Selvíria – MS, 2008/09.

Tratamentos	PS (novembro)		SS (dezembro)		
	Altura de Planta (cm)	Acamamento ⁽¹⁾ (nota)	Altura de Planta (cm)	Acamamento ⁽¹⁾ (nota)	
RC	CA	89b	0,75b	79b	0,70b
	SA	128a	2,30a	113a	2,13a
DS	100	112 ⁽¹⁾	1,60	99	1,50
	150	112	1,20	97	1,31
	200	106	1,20	98	1,50
	250	107	2,10	97	1,47
	300	106	1,50	92	1,36
F	RC	687,08**	15,45**	416,96**	466,75**
	DS	3,14*	0,78 ^{ns}	2,67 ^{ns}	1,57 ^{ns}
	RCxDS	0,47 ^{ns}	0,31 ^{ns}	2,92*	1,57 ^{ns}
CV	(%)	4,38	32,17	5,47	14,71

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Escala de notas: escala de notas: 0 – sem acamamento; 1 – até 5% de plantas acamadas; 2 – 5 a 25%, 3 – 25 a 50%; 4 – 50 a 75% e 5 – 75 a 100% de plantas acamadas. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. RC: Regulador de Crescimento, DS: Densidades de Plantas. CA: Com aplicação. SA: Sem aplicação. CV: Coeficiente de Variação. ⁽¹⁾Dados transformados em $(x + 0,5)^{0,5}$. ⁽¹⁾ $Y = -0,0003x + 115,32$ ($r^2 = 0,75$).

Tabela 14. Interação entre densidade de semeadura e regulador de crescimento em relação a altura de plantas na segunda semeadura. Selvíria – MS, 2008.

Regulador de Crescimento	Densidade de Semeadura (sementes m ⁻²)					
	100	150	200	250	300	
Altura de Plantas (cm)						
Com Aplicação	84b	82b	79b	76b	74b	RL* ⁽¹⁾
Sem Aplicação	115a	107a	115a	117a	109a	n.s.

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns, não significativo; ** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. RL= regressão linear. ⁽¹⁾ $y = -0,0517x + 89,5$ ($r^2 = 0,98$).

Para o número de colmos por metro quadrado (Tabela 15) verificou-se efeito apenas das densidades de semeadura, na primeira data, com os valores se ajustando a equação linear crescente. Entretanto para a segunda semeadura foi observado efeito somente para o regulador, sendo que a aplicação do etil-trinexapac proporcionou maior número de colmos. Os resultados concordam com Alvarez et al. (2007b), observaram que o regulador de crescimento vegetal aumentou o número de colmos por planta, provavelmente por ter reduzido a altura, o que resultou em saldo maior de fotoassimilados na planta inteira, que pode ter ativado as gemas basais, levando a planta a perfilhar tardiamente, aumentando, assim, o número de perfilhos.

Em relação ao número de panículas por metro quadrado (Tabela 15), não houve efeito para o regulador de crescimento e densidades de semeadura, nas duas datas estudadas. Alvarez et al. (2007a) estudaram o regulador vegetal cloreto de mepiquat, etil-trinexapac, no cultivar BRS Primavera e, Buzetti et al. (2006) o cloreto de cloromequat, nos cultivares de arroz IAC 201 e IAC 202, e não verificaram efeito no número de colmos e panículas por metro quadrado. Entretanto, Nascimento (2008) avaliou doses de etil-trinexapac no cultivar BRS Primavera, verificando aumento do número de colmos e panículas por metro quadrado. Esse comportamento corrobora com alguns autores que citam que o efeito do regulador depende do momento, dose aplicada e cultivar (DUNAND, 2003; RAJALA e PELTONEN-SAINIO, 2001).

O número de grãos cheios e chochos por panícula (Tabela 16) foi influenciado apenas pelo regulador de crescimento, na primeira semeadura, sendo que o tratamento com aplicação do etil-trinexapac proporcionou maior número de grãos cheios e menor número de grãos chochos. Para a segunda semeadura houve efeito do regulador de crescimento e densidade de semeadura (Tabela 16). Observou-se menor o número de grãos cheios e maior número de chochos para aplicação do regulador. Nascimento (2008) estudando doses de etil-trinexapac verificou que a aplicação de 225 e 300 g ha⁻¹ do regulador, na diferenciação floral, propiciou maior número de grãos chochos por panícula. Alvarez et al. (2007b) comentam que o número de grãos cheio foi reduzido com a aplicação do regulador etil-trinexapac, o que provavelmente interferiu nos processos de formação de flores, tendo como consequência menor fertilidade dos grãos, uma vez que não houve diferença para o número de grãos chochos. Em relação a densidade de semeadura se ajustou a uma

equação linear decrescente, onde as maiores densidade (250 e 300 sementes viáveis por metro quadrado) proporcionaram menores grãos cheios.

Em relação à massa de 100 grãos (Tabela 17), houve efeito apenas para densidade de semeadura na primeira data, sendo que os valores se ajustaram a equação linear decrescente. Resultados diferentes foram verificados por Mariot et al. (2003) sendo que os valores se ajustaram a equação quadrática com aumento da densidade de semeadura. Machado (1994) comenta que a massa do grão é um caráter varietal estável, que depende do tamanho da casca determinado durante as duas semanas que antecedem a antese e do desenvolvimento da cariopse após o florescimento.

TABELA 15. Valores médios do número de colmos e de panículas por metro quadrado em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura, em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Selvíria – MS, 2008/09.

Tratamentos	PS (novembro)		SS (dezembro)		
	Colmos m ⁻²	Panículas m ⁻²	Colmos m ⁻²	Panículas m ⁻²	
RC	CA	292	247	266a	231
	SA	298	237	231b	209
DS	100	272 ⁽¹⁾	236	250	228
	150	291	252	234	211
	200	289	245	258	229
	250	288	246	249	214
	300	335	231	251	221
F	RC	0,39 ^{ns}	1,28 ^{ns}	6,61 [*]	4,04 ^{ns}
	DS	4,12 ^{**}	0,66 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,45 ^{ns}
	RCxDS	1,04 ^{ns}	2,77 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,53 ^{ns}
CV	(%)	11,07	12,28	17,11	15,90

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns - não significativo; ** e * significativo 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. PS; Primeira semeadura. SS; Segunda semeadura. CA: Com aplicação. SA: Sem aplicação. CV: Coeficiente de variação. ⁽¹⁾Y = 0,245x + 231,6 (r² = 0,79).

TABELA 16. Valores médios do número de grãos pro panícula referente aos grãos totais, cheios e chochos, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura, em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Selvíria – MS, 2008/09.

Tratamentos	PS (novembro)			SS (dezembro)		
	Grãos por panícula			Grãos por panícula		
	totais	cheios	chochos	totais	cheios	chochos
CA	138	117a	21b	181	154b	27a
RC SA	130	100b	30a	190	170a	21b
100	139	111	28	200	174 ⁽¹⁾	26
150	136	106	30	185	163	22
DS 200	140	115	26	191	166	25
250	122	100	21	171	146	25
300	134	109	25	180	158	22
RC	1,92 ^{ns}	12,86 ^{**}	28,16 ^{**}	2,362 ^{ns}	8,165 ^{**}	6,421 [*]
F DS	1,38 ^{ns}	1,05 ^{ns}	2,58 ^{ns}	2,314 ^{ns}	2,847 [*]	0,460 ^{ns}
RCxDS	0,70 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,731 ^{ns}	1,071 ^{ns}	0,281 ^{ns}
CV (%)	13,10	13,63	20,99	11,01	10,75	30,29

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns - não significativo; ** e * significativo 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. PS: Primeira semeadura. SS: Segunda semeadura. CA: Com aplicação. SA: Sem aplicação. RC: Regulador de Crescimento, DS: Densidade de semeadura. CV: Coeficiente de variação.
⁽¹⁾Y = - 0,09807x + 181,4 (r² = 0,56).

Quanto à produtividade de grãos (Tabela 17) houve efeito do regulador de crescimento e densidade apenas para a primeira semeadura. O tratamento sem aplicação do etil-trinexapac proporcionou maior valor de produtividade e, para densidade os dados se ajustaram à equação linear decrescente. Isso indica que a utilização do regulador de crescimento afetou o metabolismo da planta, reduzindo seu tamanho e produtividade de grãos. Alvarez et al. (2007a) verificaram que houve efeito de redução na produtividade de grãos pela aplicação do etil-trinexapac, podendo estar associado à dose utilizada. Entretanto, Buzetti et al. (2006) verificaram que a aplicação de regulador de crescimento (cloreto de cloromequat) não influenciou na produtividade da cultura do arroz de terras altas, corroborando com os dados obtido para a segunda semeadura. Resultados semelhantes foram obtidos por

Oliveira (1994) que observou redução da produtividade com aumento da densidade na cultura do arroz de terras altas. Em relação à segunda semeadura não houve efeito dos tratamentos sem e com aplicação do regulador de crescimento, devido à ocorrência, logo após o florescimento, do acamamento de 75 a 100% das plantas, ocasionando o sombreamento da área foliar e afetando a produção de fotoassimilados para o enchimento dos grãos.

TABELA 17. Valores médios da massa de 100 grãos e produtividade de grãos em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura, em diferentes datas de semeadura, na cultura do arroz de terras altas. Selvíria – MS, 2008/09.

Tratamentos	PS (novembro)		SS (dezembro)		
	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
RC	CA	2,9	4733b	2,7	4820
	SA	2,9	5506a	2,7	4372
	100	2,9 ⁽¹⁾	5270 ⁽²⁾	2,7	4486
	150	2,9	5541	2,7	4979
DS	200	3,0	5149	2,7	4651
	250	2,8	4910	2,6	4002
	300	2,8	4727	2,7	4863
	RC	0,55 ^{ns}	11,34 ^{**}	0,990 ^{ns}	1,913 ^{ns}
F	DS	3,79 ^{**}	1,52 ^{**}	0,737 ^{ns}	1,118 ^{ns}
	RCxDS	1,24 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,213 ^{ns}	0,184 ^{ns}
CV	(%)	4,17	14,18	6,5	22,27

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. RC: Regulador de Crescimento, DS: Densidade de semeadura. PS: Primeira semeadura. SS: Segunda semeadura. CV: Coeficiente de variação. ⁽¹⁾Y = - 0,00066x + 3,0512 (r² = 0,39). ⁽²⁾Y = - 3,8618x + 5934,573 (r² = 0,60).

O rendimento de benefício e de grãos inteiros sofreram influência do regulador de crescimento apenas na primeira semeadura (Tabela 18). Verificou-se que a aplicação do etil-trinexapac apresentou menor valor para rendimento de benefício e maior para grãos inteiros, para o tratamento com aplicação do regulador de

crescimento. Nascimento (2008) estudando doses de etil-trinexapac verificou que apenas nas doses de 150, 225 e 300 g ha⁻¹ a aplicação do regulador de crescimento entre o perfilhamento e a diferenciação floral proporcionou a obtenção de maiores valores de rendimento benefício e de grãos inteiros. De maneira geral todos os tratamentos apresentaram boa qualidade industrial.

TABELA 18. Valores médios do rendimento de benefício, grãos inteiros e quebrados, em função do regulador de crescimento e densidade de semeadura em diferentes datas de semeadura na cultura do arroz de terras altas. Selvíria – MS, 2008/09.

Tratamentos		PS (novembro)			SS (dezembro)		
		Rend. Benefício (%)	Grãos Inteiros (%)	Grãos Quebrados (%)	Rend. Benefício (%)	Grãos Inteiros (%)	Grãos Quebrados (%)
RC	CA	71,8b	69,6a	4,1	71,7	67,8	3,9
	SA	73,7a	67,7b	4,1	71,1	66,4	4,7
DS	100	72,5	68,2	4,3	71,6	67,7	3,9
	150	73,6	69,4	4,2	72,6	68,0	4,6
	200	72,9	69,2	3,7	72,7	68,2	4,5
	250	72,1	67,9	4,2	68,4	64,3	4,1
	300	72,5	68,6	3,9	71,7	67,3	4,4
F	RC	12,21**	9,13**	0,01 ^{ns}	0,31 ^{ns}	1,21 ^{ns}	2,97 ^{ns}
	DS	0,87 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,85 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,37 ^{ns}	0,41 ^{ns}
	RCxDS	1,10 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,59 ^{ns}
CV	(%)	2,36	2,95	20,87	5,34	5,87	29,89

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns - não significativo e **, * significativo ao nível 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. RC: Regulador de Crescimento, DS: Densidade de semeadura. PS: Primeira semeadura. SS: Segunda semeadura. CV: Coeficiente de Variação.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados e as condições em que foram realizados os experimentos, conclui-se que:

O aumento da densidade de semeadura interferiu negativamente na produtividade de grãos de arroz apenas para a primeira semeadura (novembro) em Selvíria-MS.

A aplicação do etil-trinexapac resultou em plantas com menor altura e acamamento e, reduziu a produtividade de grãos da cultura do arroz para as duas localidades. Apesar da aplicação de etil-trinexapac reduzir a produtividade de grãos, seu uso em cultivares com tendência ao acamamento é interessante por possibilitar a colheita mecanizada, o que não é possível em áreas com plantas acamadas.

O etil-trinexapac constitui uma ferramenta importante no manejo da cultura do arroz de terras altas, mas que ainda influencia nos componentes vegetativos e produtividade e, não interfere no rendimento industrial do cultivar BRS Primavera .

6. REFERÊNCIAS

ALLEN, D.J.; ORT, D.R. Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. **Trends in Plant Science**, Oxford, v.6, p.36-42, 2001.

ALVAREZ, R.C.A. **Absorção, distribuição e redistribuição de nitrogênio (^{15}N) em cultivares de arroz de terras altas em função da aplicação de reguladores vegetais**. 2003. 87 f. (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

ALVAREZ, R.C.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; RODRIGUES, J. D.; ALVAREZ, A. C.C. Aplicação de reguladores vegetais na cultura de arroz de terras altas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 241-249, 2007a.

ALVAREZ, R.C.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; TRIVELIN, P.C.O.; RODRIGUES, J. D.; ALVAREZ, A.C.C. Influência do etil-trinexapac no acúmulo, na distribuição de nitrogênio (^{15}N) e na massa de grãos de arroz de terras altas. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.31, p.1487-1496, 2007b.

ANDRADE, W.E.B.; AMORIM NETTO, S. Influência da adubação nitrogenada sobre o rendimento e outros parâmetros de duas cultivares de arroz irrigado na região norte fluminense. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, p.293-300, 1996.

ARTECA, R.N. **Plant growth substances**: principles and applications. New York: Chapman & Hall, 1995. 332p.

BUENO, L.G.; NEIVA, L.C.S.; PURÍSSIMO, C. **Informações gerais sobre arroz de sequeiro**. Goiânia: EMGOPA, 1981. 80p. (EMGOPA. Circular Técnica, 1).

BUZETTI, S.; BAZANINI, G.C.; FREITAS, J.G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M.E.; MEIRA, F.A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de cloromequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.41, n.12, p.1731-1737, 2006.

BRESEGHELLO, F. Semeadura do arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. (Ed.). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p. 55-58.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, Wallingford, v. 38, n. 1, p. 1-9, 1968.

BRUNINI, O.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; ORTOLANI, A.A. Eficiência do uso da água por cultivares de arroz em duas densidades de plantio. **Bragantia**, Campinas, v.40, p.135-143, 1981.

CAMPOS, V.C. **Influência do espaçamento e densidade de semeadura sobre algumas características agronômicas e qualidade de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) de sequeiro, cv. Guarani**. 1991. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1991.

CANTARELLA, H.; FURLANI, P.R. Arroz de sequeiro. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Coord.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285 p.

CARVALHO, J.A. **Espaçamento e densidade de semeadura para arroz de terras altas de ciclo superprecoce**. 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

CARVALHO, J.A.; SOARES, A.A.; REIS, M.S. Efeito do espaçamento e densidade de semeadura sobre a produtividade e os componentes de produção da cultivar de arroz BRSMG Conai. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.32, n.3, p.785-791, 2008.

CASTRO, O.M.; VIEIRA, S.R.; MARIA, I.C. Sistema de preparo do solo e disponibilidade de água. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.27-51.

CAZETTA, D.A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F. Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.471-479, 2008.

CENTURION, J.F. Balanço hídrico na região de Ilha Solteira. **Científica**, Jaboticabal, v.10, n.1, p.57-61, 1982.

CRUSCIOL, C.A.C. **Espaçamento e densidade de semeadura do arroz, cv. IAC 201, sob condições de sequeiro e irrigado por aspersão**. 1995. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1995.

CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J.R.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F. Produtividade do arroz irrigado por aspersão em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, n.6, p.1093-1100, 2000.

CRUSCIOL, C.A.C.; ARF, O.; SORATTO, R.P. ; MACHADO, J.R. Influência de lâminas de água e adubação mineral na nutrição e produtividade de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.27, p.647-654, 2003.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; ARF, O. Produtividade de grãos e exportação de nutrientes de cultivares de arroz irrigado por aspersão em consequência da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, p.247-257, 2007.

DAVIES, P.J. **Plant hormones: physiology, biochemistry, and molecular biology**. 2.ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 1995. 833p.

DARIO, G.J.A.; NETO, D.D.; MARTIN, T.N.; BONNECARRÉRE, R.A.G.; MANFRON, P.A.; FAGAN, E.B.; CRESPO, P.E.N. Influência do uso de fitorregulador no crescimento do arroz irrigado. **Revista FZVA**, Uruguaiana, v.11, n.1, p. 86-94. 2004.

DOORENBOS, J., PRUITT, W.O **Las necesidades de agua de los cultivos**. Roma, FAO, 194p., 1976. (Estudios FAO: Riego e Drenaje,24).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 33)

DUNAND, R. T. Influence of growth suppression on panicle growth, plant stature, and crop production in rice. In: PROCEEDINGS OF THE ANNUAL MEETING PLANT GROWTH REGULATION SOCIETY OF AMERICA, 38, 2003, Vancouver. **Proceedings of the...** LaGrange: The Plant Growth Regulation Society of America, 2003. p.72.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (Teresina, PI). Projeto arroz: estudo sobre espaçamento x densidade na cultura do arroz em condições de sequeiro no Estado do Piauí. In: _____. **Relatório de atividades**. Teresina: Embrapa, 1976. p.11-13. (Relatório de atividades).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. **Banco de dados climáticos do Brasil**. Brasília: Embrapa Monitoramento por Satélites, 2007. Disponível em: <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/>. Acesso em: 23 nov. 2008.

FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. CARNEVALLI, R.A. CARVALHO, C.A.B.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, DF, v.36, n.1, p.187-195, 2001.

FERREIRA, D.F. **SISVAR**: sistema de análise de variância. versão 4.2. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1999.

FLÉNET, F.; KINIRY, J.R.; BOARD, J.E.; WESTGATE, M.E.; REICOSKY, D.C. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, p.185-190, 1996.

FORNASIERI FILHO, D. Manejo da cultura de arroz de sequeiro: semeadura e cultivos. In: FERREIRA, M.E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Ed.). **Cultura do arroz de sequeiro**: fatores afetando a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1983. p.271- 281.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F. Arroz de terras altas em rotação com soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical (UFG)**, Goiânia, v. 34, n. 3, p. 127-132, 2004.

KERBY, T.A. Cotton response to mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, v.515-518, 1985.

KERBY, T.A.; HAKE, S.J.; KEELEY, M. Cotton fruiting modification with mepiquat chloride. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, p.907–912, 1986.

KUNZ, J.H.; BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; HECKLER, B.M.M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.42, n.11, p.1511-1520, 2007.

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; CAMARGO, M. B. P.; FAHL, J. I. Relações radiométricas de uma cultura de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v.4, n.1, p. 229-238, 1985.

MACHADO, J.R. **Desenvolvimento da planta e produtividade de grãos de populações de arroz (Oryza sativa L.) irrigado por inundação em função de épocas de cultivo**. 1994. 237 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

MARIOT, C.H.P.; SILVA, P.R.F.; MENEZES, V.G.; TEICHMANN, L.L. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.38 n.2, p.233-241, 2003.

MARTIN T. N.; STORCK, L.; DOURADO NETO, D.D. Simulação estocástica da radiação fotossinteticamente ativa e da temperatura do ar por diferentes métodos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.42, n.9, p.1211-1219, 2007.

MOTA, F.S. Influência da radiação solar e do “frio” no período reprodutivo sobre o rendimento do arroz irrigado em Pelotas e Capão do Leão. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.47, p.22-23, 1994.

NASCIMENTO, V. **Resposta do arroz a doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento etil-trinexapac**. 2008. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha solteira, 2008.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: Instituto Agrônomo/ EMBRAPA Solos. Campinas. 1999. 64p.

- PASTRELLO, C.P. **AGRIANUAL 2009**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: iFNP, 2008. p.181-187.
- PINHEIRO, B. S.; GUIMARAES, E.P. Índice de area foliar e produtividade do arroz de sequeiro. 1. Níveis limitantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.25, n.6, p.863-872, 1990.
- RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review Of Plant Physiology And Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 51, p. 501-531, 2000.
- RAJALA, A.; PELTONEN-SAINIO, P. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, p. 936-943, 2001.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81).
- RESENDE, P. A. P.; SOARES, J. E.; HUDETZ, M. Moddus, a plant growth regulator and management tool for sugarcane production in Brasil. **International Sugar Journal**, Glamorgan, v. 103, n. 1225, p. 2-6, 2001.
- RODRIGUES O.; DIDONET A.D.; TEIXEIRA M.C.C.; ROMAN E.S. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 18p. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci14htm>. Acesso em: 25 jun. 2008. (Circular técnica on line, 14).
- ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P.; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p. 711-720, 2007.
- SANT'ANA, E.P. Cultivo do arroz irrigado por aspersão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, p.71-75, 1989.

SANTOS, G.; BUENO, L.G.; UMBELINO, G.M. **Estudo de três cultivares de arroz irrigado em oito épocas de semeadura**. Goiânia: EMGOPA, 1978. 7p. (Comunicado técnico, 5)

SANTOS, A.B.; COSTA, J.D. Comportamento de variedades de arroz de sequeiro em diferentes populações de plantas, com e sem irrigação suplementar. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.52, n.1,p.1-8, 1985.

SANTOS, A.B.; CUTRIM, V.A.; CASTRO, E.M. Comportamento de linhagens de arroz irrigado no aproveitamento de soca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.21, n.6, p.673-675, 1986.

SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L. **Importância do arranjo de plantas na definição da produtividade do milho**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. 65p.

SOARES, P.C.; MORAIS, O.P.; SOUZA, A.F.; DEL GIUDICE, R.M. Preparo do solo, época e densidade de plantio. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.55, p.33-39, 1979.

SOARES, A.A. **Cultura do arroz**. 2.ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 130 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

VILLA NOVA, N.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; PEREIRA, A.R.; OMETTO, J.C. Estimativa de graus-dia acumulado acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máxima e mínima. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, v.30, p.1-7, 1972.

VENKATARAMAN, S. Agrometeorological aspects of growth, yield and water relations, with special reference to rice. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE IMPACT OF WEATHER PARAMETERS ON GROWTH AND YIELD OF RICE, 1986, Los Baños. **Weather and Rice, proceedings...** Los Baños: IRRI, 1986. p.47-54.

YOSHIDA, S.; PARAO, F.T. Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Climate and rice**. Los Baños: IRRI, 1976. p.471-494.

YOSHIDA, S. Climatic environment and its influence. In: YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños, 1981. p.65-110.

ZAGONEL, J.; VENERANCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMAT, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador d crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, 2002. p.25-29.

7. APÊNDICES

7.1. Valores meteorológicos de Fernandópolis – SP

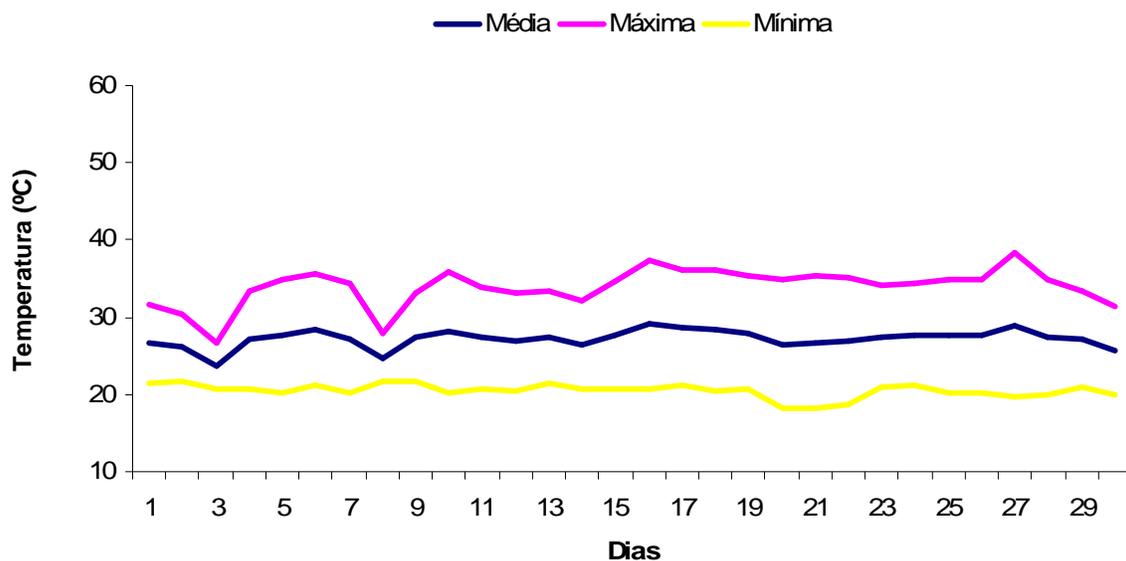


FIGURA 11. Temperatura máxima, mínima e média no mês de novembro de 2008. Fernandópolis – SP.

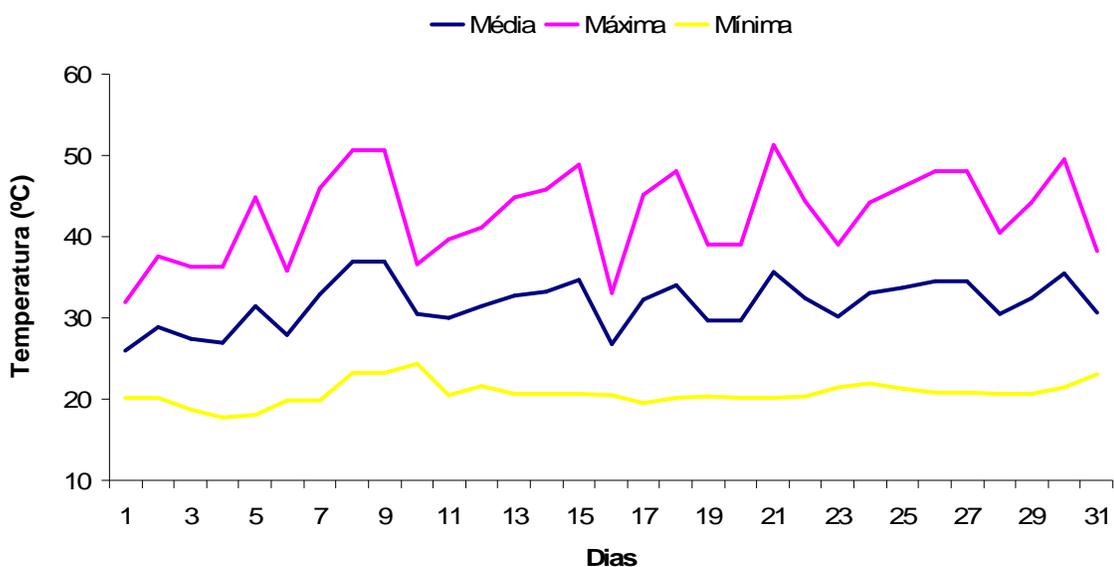


FIGURA 12. Temperatura máxima, mínima e média no mês de dezembro de 2008. Fernandópolis – SP.

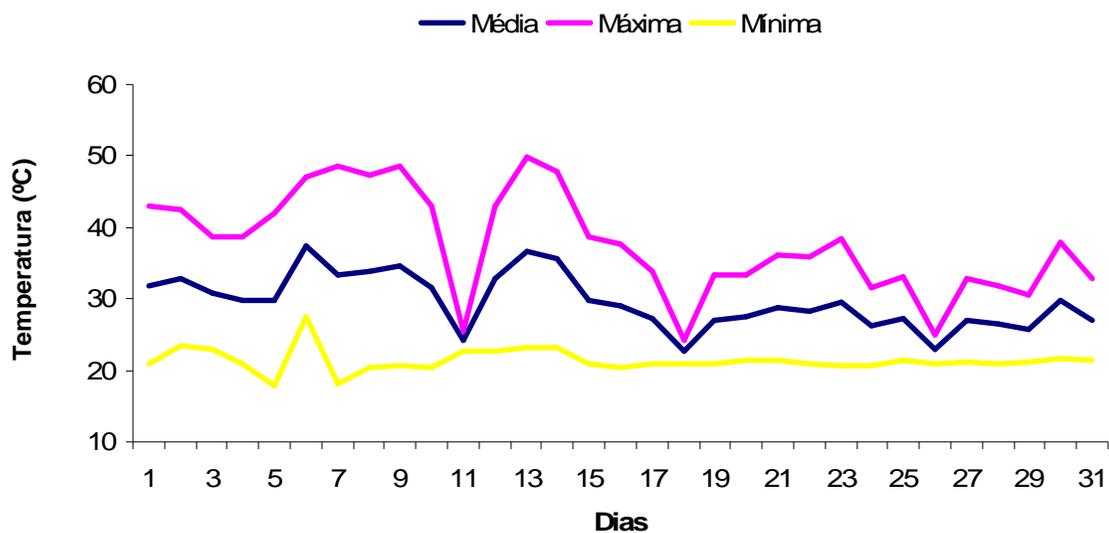


FIGURA 13. Temperatura máxima, mínima e média no mês de janeiro de 2009. Fernandópolis - SP.

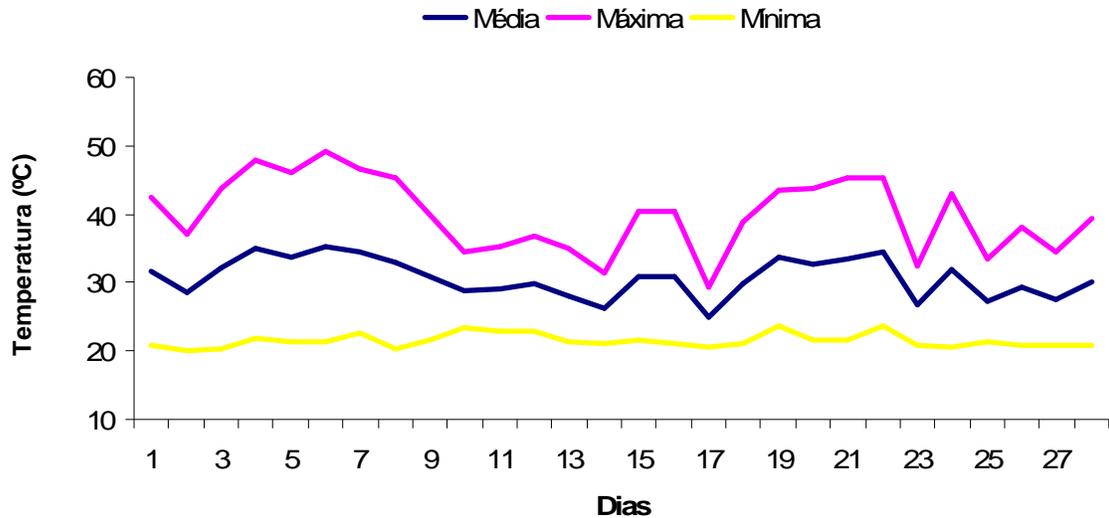


FIGURA 14. Temperatura máxima, mínima e média no mês de fevereiro de 2009. Fernandópolis - SP.

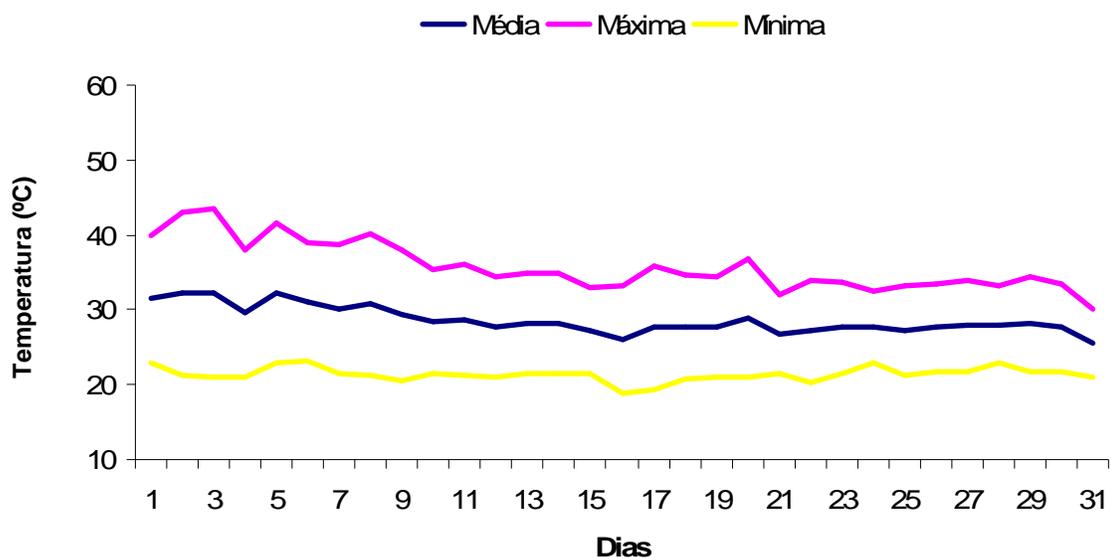


FIGURA 15. Temperatura máxima, mínima e média no mês de março de 2009.
Fernandópolis – SP.

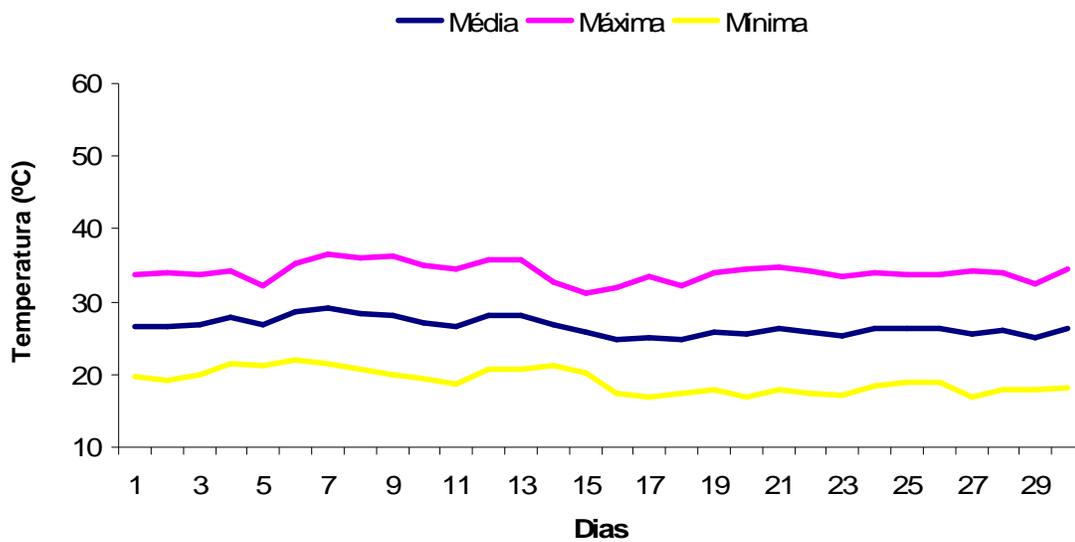


FIGURA 16. Temperatura máxima, mínima e média no mês de abril de 2009.
Fernandópolis – SP.

7.2. Valores meteorológicos de Selvíria – MS

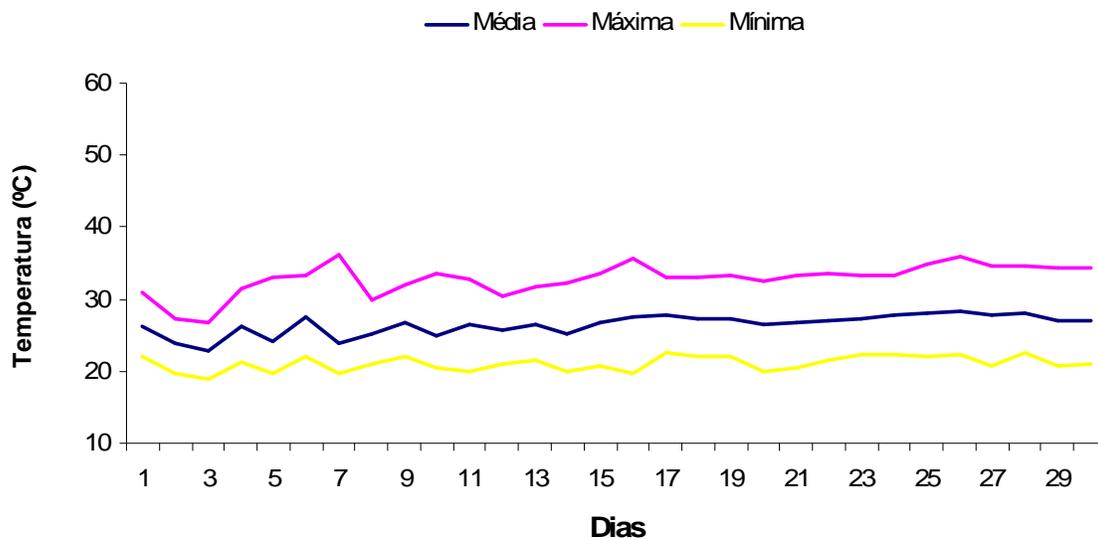


FIGURA 17. Temperatura máxima, mínima e média no mês de novembro de 2008. Selvíria – MS.

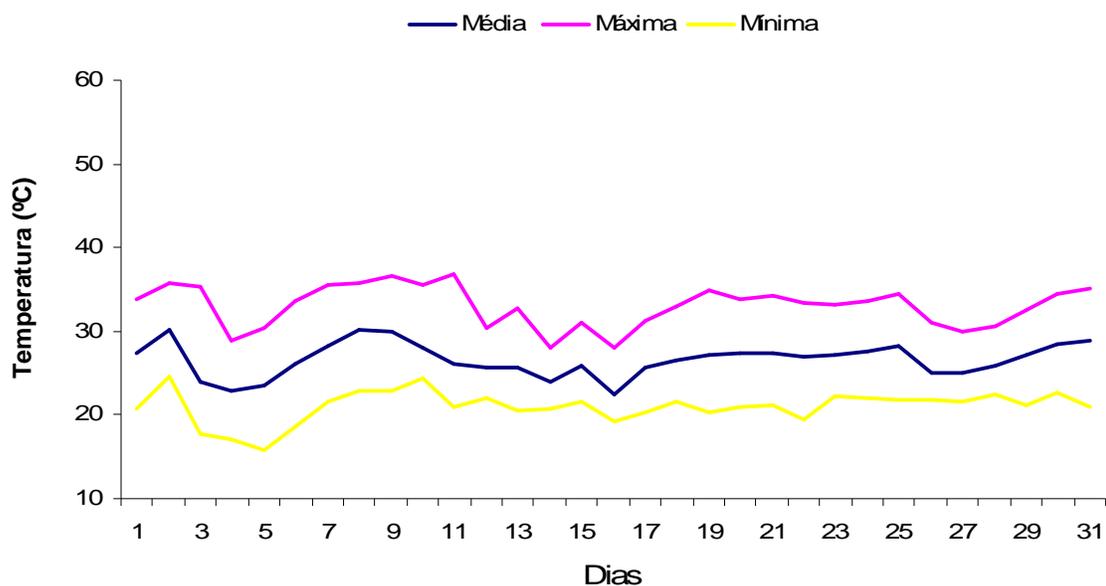


FIGURA 18. Temperatura máxima, mínima e média no mês de dezembro de 2008. Selvíria – MS.

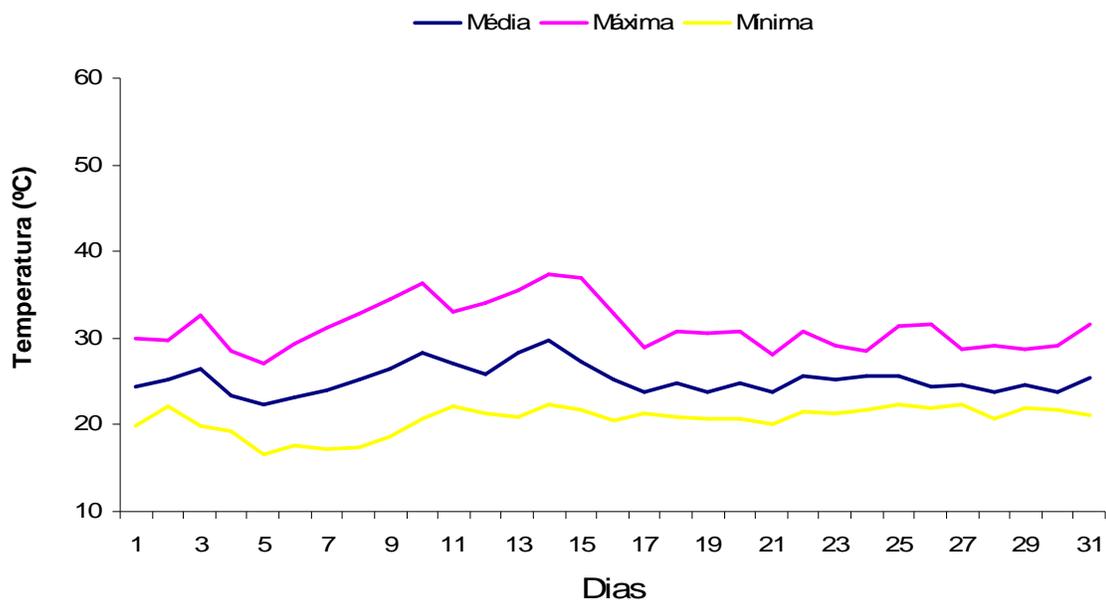


FIGURA 19. Temperatura máxima, mínima e média no mês de janeiro de 2009. Selvíria – MS. .

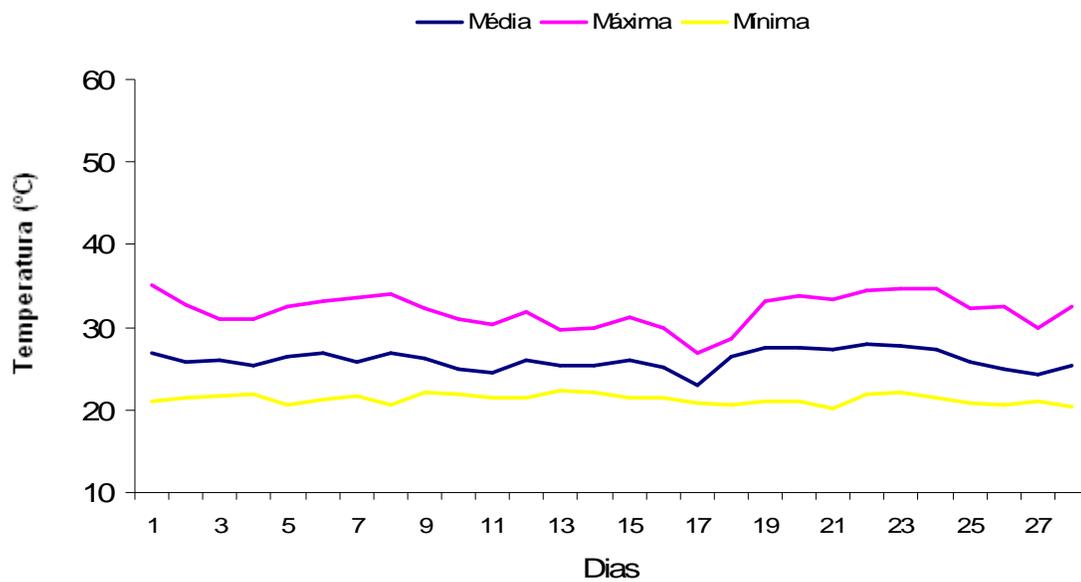


FIGURA 20. Temperatura máxima, mínima e média no mês de fevereiro de 2009. Selvíria – MS. .

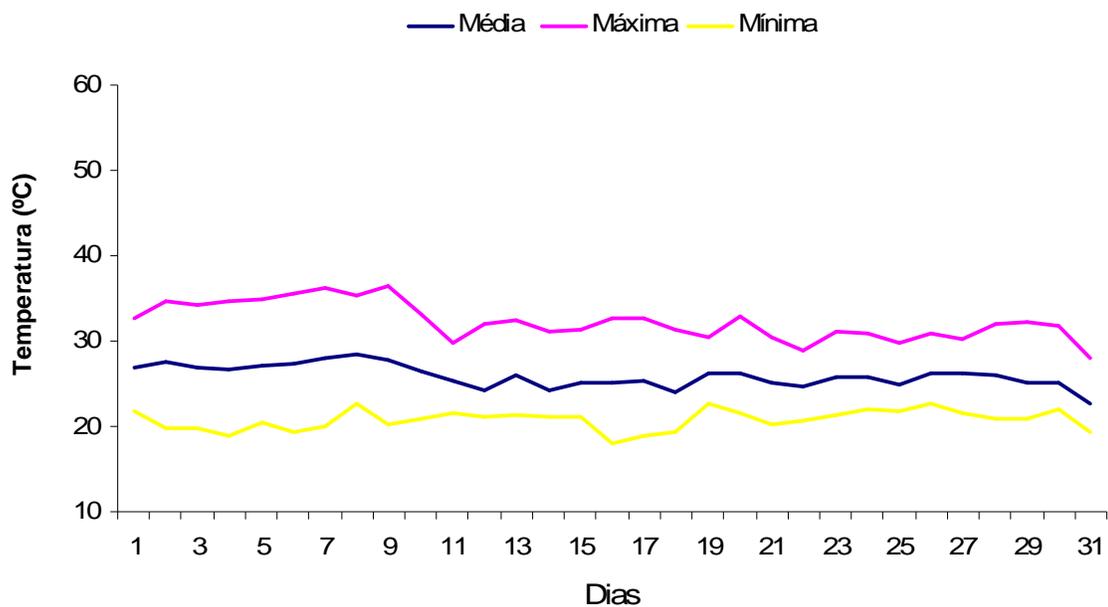


FIGURA 21. Temperatura máxima, mínima e média no mês de março de 2009. Selvíria – MS.

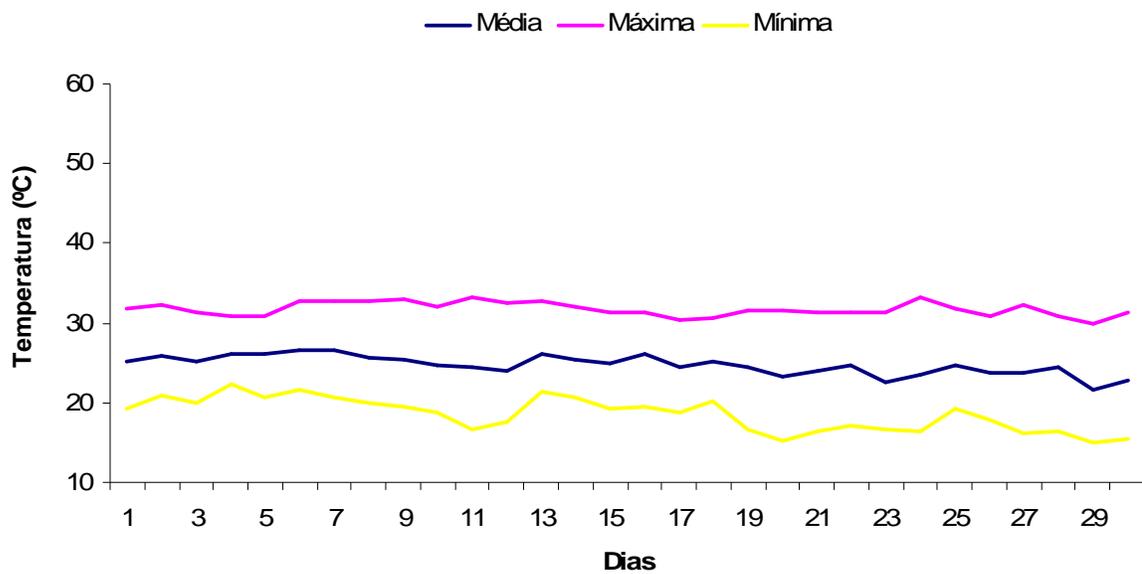


FIGURA 22. Temperatura máxima, mínima e média no mês de abril de 2009. Selvíria – MS.

7.3. Imagens do experimento na primeira semeadura em Fernandópolis – SP e Selvíria – MS.



FIGURA 23. Vista geral dos tratamentos sem e com regulador de crescimento, em Fernandópolis – SP.



FIGURA 24. Vista geral dos tratamentos sem e com regulador de crescimento, em Selvíria – MS.

7.4. Imagens do experimento na segunda semeadura em Fernandópolis – SP e Selvíria – MS.



FIGURA 25. Vista geral dos tratamentos com e sem regulador de crescimento, em Fernandópolis – SP.

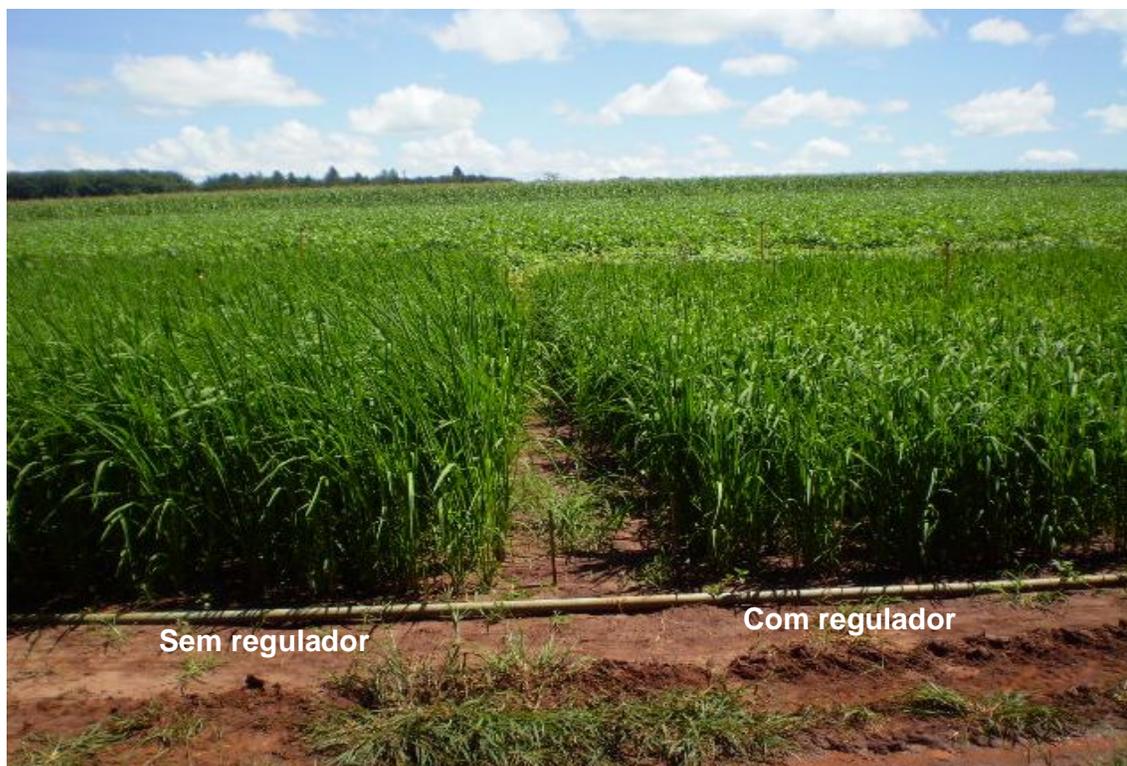


FIGURA 26. Vista geral dos tratamentos com e sem regulador de crescimento, em Selvíria – MS.



FIGURA 27. Vista geral da cultura do arroz com ocorrência de acamamento aos 85 dias em Selvíria – MS.



FIGURA 28. Avaliação para determinar o número de colmos por metro quadrado.



FIGURA 29. Avaliação final da altura de plantas da cultura do arroz.



FIGURA 30. Coleta de panículas no campo.



FIGURA 31. Colheita da cultura do arroz.