

Ano 12, Vol XXIII, Número 2, Jul-Dez, 2019, p.238-260.

USO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA CULTURA DO ARROZ VERMELHO SOB ESTRESSE HÍDRICO: FORMAS DE POTENCIALIZAR A PRODUTIVIDADE E CONSERVAR O MEIO AMBIENTE

Janielly Silva Costa Moscôso
Renato Francisco da Silva Souza
Leandro Moscôso Araújo
Hemmannuella Costa Santos
Bruno Oliveira Dias
Vânia da Silva Fraga
Ignácio Hernán Salcedo

RESUMO: O plantio do arroz vermelho no Vale do Piancó-PB, é feito com sementes tradicionais e com poucos insumos ou tecnologias, realizado principalmente por pequenos produtores, que utilizam mão-de-obra familiar. A disponibilidade de esterco bovino na região pode ser uma boa alternativa para o suprimento de nutrientes para o solo. Além disso, o uso de espécies resistentes à seca irá contribuir com o aumento da produtividade na região. O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito da aplicação de estresse hídrico e de doses de esterco bovino no crescimento e produção de três variedades de arroz vermelho, em um Neossolo Flúvico. O experimento foi conduzido em ambiente protegido com telado de náilon localizado no (DSER) CCA/UFPB Areia-PB. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados (DBC), seguindo um arranjo fatorial (3×4×2) com quatro blocos, três variedades de arroz vermelho (Cáqui, Maranhão e BRS 902), quatro doses de esterco bovino (0,0; 4,0; 8,0 e 12,0 t ha⁻¹), e presença e ausência de estresse hídrico (60% e 80% da capacidade de vaso). A aplicação de esterco bovino aumentou a produtividade das três variedades, com e sem estresse hídrico. A variedade Maranhão obteve os maiores valores em altura mesmo sob estresse hídrico, assim como a maior produtividade de grãos. A variedade BRS 902 obteve o maior número de perfilhos.

Palavras-chave: Neossolo Flúvico, Esterco bovino, *Oryza sativa* L.

USE OF ORGANIC FERTILIZATION IN RED RICE CULTURE UNDER WATER STRESS: WAYS TO POTENTIALIZE PRODUCTIVITY AND CONSERVE THE ENVIRONMENT

ABSTRACT: The planting of red rice in the Vale do Piancó, in the state of Paraíba, is performed with traditional seeds and little input and technology. It is conducted mainly by small producers using family labor. The availability of manure in the region can be a good alternative for the supply of nutrients to the soil. Furthermore, the use of drought resistant species can contribute to increased productivity in the region. The objective of this experiment was to evaluate the effect of water stress and levels of cattle manure on growth of three varieties of red rice in Fluvents. The experiment was conducted in a protected environment with nylon mesh located in (DSER) CCA/UFPB Areia, Paraíba. The statistical design was randomized block (DBC), following a factorial design (3×4×2) with four blocks, three varieties of red rice (Cáqui, Maranhão and BRS 902), four doses of manure (0.0; 4.0; 8.0 and 12.0 t ha⁻¹), with presence and absence of water stress (60% and 80% pot capacity). The application of manure increased the productivity of the three varieties, with and without water stress. The Maranhão variety obtained greater values for height even under water stress as well as increased productivity the grain. The BRS 902 variety had the highest number of tillers.

Key Words: Fluvents, Cattle manure, *Oryza sativa* L.

INTRODUÇÃO

A produção de arroz vermelho no semiárido paraibano, mais precisamente na mesorregião do sertão, é dominada por pequenos agricultores, caracterizada pelo baixo uso de insumos e adoção limitada de tecnologias agrícolas com conseqüente declínio da fertilidade do solo e baixa produtividade. Estes produtores, delimitam as áreas de várzea para a realização desta prática agrícola, pelo fato, de as considerarem mais férteis, principalmente por acumularem naturalmente maiores quantidades de água, o que é imprescindível para o cultivo do arroz, no entanto, não suprem a exigência nutricional da cultura.

Os nutrientes que mais limitam a produção do arroz vermelho, assim como a cultura do arroz em geral, são o nitrogênio e o fósforo (LANGE et al., 2016). As áreas de várzeas, possuem geralmente solos com boa fertilidade natural proporcionada pela dinâmica dos rios e seus afluentes (ERVOLINO, 2013), mas não necessariamente nitrogênio e fósforo em quantidades suficientes para suprir a demanda do arroz. Além

disso, os produtores de arroz vermelho do Vale do Piancó não utilizam praticamente nenhum insumo para reposição do estoque de nutrientes do solo (PEREIRA, 2004).

A utilização do esterco animal é uma boa alternativa que pode ser adotada para o suprimento de nutrientes no solo, principalmente nitrogênio e fósforo MENEZES e SALCEDO (2007); da SILVA GALVÃO et al., 2008; COSTA et al., 2019). A Paraíba possui 1.050.021 cabeças em seu rebanho bovino distribuídas em 80.012 estabelecimentos (IBGE, 2017). Onde grande parte deste rebanho se encontra no sertão paraibano, que representa 76,7% dos estabelecimentos com criação de bovinos na Paraíba (CLEMENTINO et al., 2015). Portanto, a disponibilidade de esterco animal nessa região, principalmente bovino, pode vir a suprir em parte a necessidade de reposição dos nutrientes do solo nas áreas de plantio de arroz vermelho.

O fato do arroz vermelho ter se adaptado e propagado justamente no sertão paraibano onde a pluviosidade média anual é de 800 mm, levando em consideração que a cultura do arroz necessita de considerável volume de água para crescer, desenvolver-se e produzir, estaria associado a natureza dos solos de várzeas que acumulam maiores quantidades de água (PEREIRA, 2004; COSTA, 2013). Porém, é necessário um estudo mais aprofundado, para que haja uma comprovação científica da resistência do arroz vermelho a seca com variedades tradicionais e melhoradas.

Estes dois fatos em conjunto, a resistência hídrica do arroz vermelho e a utilização de esterco para suprir as necessidades nutricionais do arroz. Além de melhorar a produtividade do mesmo pode também contribuir para o meio ambiente. Pois, a utilização de uma menor quantidade de água e aproveitamento de insumos da própria localidade sem necessidade de adubos químicos são formas plausíveis de preservação do meio ambiente.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de estresse hídrico e de doses de esterco bovino em três variedades de arroz vermelho, tendo em vista, o crescimento das variedades e o ganho de produção.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em ambiente protegido pertencente ao Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER) no Centro de Ciências Agrárias

(CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) no município de Areia, Paraíba (PB).

O NEOSSOLO FLÚVICO (Embrapa, 2018) utilizado como substrato foi coletado na camada arável (0-20 cm) em uma propriedade rural produtora de arroz vermelho (S 7° 21' 19" W 38° 02' 14") no município de Santana dos Garrotes, inserido na microrregião do Vale do Piancó localizada na mesorregião do sertão paraibano. Amostras de solo foram encaminhadas ao Laboratório de Matéria Orgânica do Solo e ao Laboratório de Física do Solo do DSER CCA/UFPB, para caracterização química e física, respectivamente, conforme EMBRAPA (2017) (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização física e química do NEOSSOLO FLÚVICO, coletado na camada arável (0-20 cm) em propriedade rural do município de Santana dos Garrotes-PB.

Atributos físicos												
A.G	A.F	Silte	Argila	(DS)	(DP)	(PT)	Argila Dispersa (GF)	Classe Textural				
.....g kg ⁻¹g cm ⁻³		m ³ m ⁻³	g kg ⁻¹						
23	172	590	215	1,14	2,68	0,57	167	223	Franco siltosa			
Atributos químicos												
pH	P	K ⁺	Na ⁺	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	m	M.O.
(1:2,5)	..mg dm ⁻³cmol _c dm ⁻³%.....		g kg ⁻¹						
6,55	35,64	151,0	0,56	1,32	0,00	4,9	4,0	9,90	11,22	88,23	0,00	9,93

A.G.: Areia Grossa; A.F: Areia Fina; (DS): densidade do solo; (DP): densidade de partícula; (PT): porosidade total; (GF) grau de floculação; SB: Soma de Bases; CTC: Capacidade de Troca Catiônica; V: Saturação por Base; m: Saturação por Alumínio; M.O.: Matéria Orgânica

Paralelamente a coleta de solo, foi coletado o esterco bovino proveniente da mesma propriedade, para ser utilizado nos tratamentos. Amostras do esterco bovino foram analisadas no Laboratório de Matéria Orgânica do Solo (DSER) CCA/UFPB para quantificação do valor de pH, teores de cinzas, Carbono, como também dos macronutrientes P e K e N conforme a metodologia de Tedesco et al., (1995) (Tabela 2).

Tabela 2: Propriedades químicas do esterco bovino utilizado no experimento.

Material	pH	C	N	Teor de cinzas	MO ⁽¹⁾	P M.S. ⁽²⁾	KM.S. ⁽³⁾	C/N
	(água1:2,5)%		g. kg ⁻¹		Relação		
Esterco bovino	8,75	26,6	1,33	58,98	41,02	3,88	5,66	20

(1) Matéria orgânica; (2) fósforo da matéria seca do esterco; (3) potássio da matéria seca do

esterco

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados (DBC), seguindo um arranjo fatorial ($3 \times 4 \times 2$) com 4 blocos, totalizando 96 unidades experimentais, constituída de um vaso plástico com capacidade para 9 litros, contendo 8 kg de solo passado em peneira de malha de 4 mm. Os tratamentos constaram de três variedades de arroz vermelho (Cáqui e Maranhão-tradicionais) e (BRS 902-melhorada); quatro doses de esterco bovino 0,0; 4,0; 8,0 e 12,0 t ha⁻¹; e presença e ausência de estresse hídrico (aproximadamente 60% da capacidade de vaso e aproximadamente 80% da capacidade de vaso). Sendo considerado como capacidade de vaso o conteúdo de água retido pelo solo, após o mesmo sofrer saturação e conseqüentemente ação da gravidade. A presença de estresse hídrico foi adotada a partir do início da etapa de perfilhamento até a fase de maturação dos grãos (PEREIRA et al., 1994).

As sementes das três variedades de arroz vermelho foram semeadas em bandejas com areia lavada e após o surgimento da terceira folha, as mesmas foram transplantadas para os vasos com seus respectivos tratamentos, sendo transplantadas quatro plântulas, deixando-se duas plantas a partir da emissão da quinta folha. A perda de água foi acompanhada por pesagens diárias, em uma balança digital e a água repostada para que os vasos sempre permanecessem com a massa correspondente ao tratamento com e sem estresse de acordo com a correspondente dose de esterco bovino utilizada no tratamento.

No acompanhamento do experimento não foi verificado a necessidade de combate a pragas ou doenças.

As variáveis de crescimento avaliadas foram altura de plantas e número de perfilhos aos 30, 60 e 90 dias após o plantio (DAP) onde a altura de plantas foi quantificada através da medição da haste principal a partir do nível do solo até o ponto de inserção da última folha no colmo, com o auxílio de uma régua milimétrica.

As variáveis de produção analisadas foram: Número de panículas; Número de espiguetas/panícula e Produtividade de grãos.

Foram calculados as médias e desvio padrão (DP) dos dados e realizada análise de variância e teste F ($p < 0,05$) para avaliar os efeitos do estresse hídrico e posterior teste de médias Tukey a ($p < 0,05$) para avaliar os efeitos das variedades estudadas, para

avaliação do efeito das doses de esterco bovino foram realizadas análises de regressão. Utilizou-se o software estatístico SAS 9.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas das três variedades estudadas, não diferiram em função das doses de esterco bovino aos 30 DAP, e quanto ao estresse hídrico apenas a variedade

Tabela 3: Valores médios (n=24) obtidos para altura de plantas aos 30 e 60 dias após o

BRS 902 apresentou diferença significativa. Já a altura de plantas aos 60 DAP, não diferiu em relação ao estresse hídrico (Tabela 3).

Deficiência de água no solo nas fases iniciais do ciclo de desenvolvimento de plantas podem provocar uma redução na altura das mesmas e prolongamento do período de crescimento vegetativo (CARLESSO et al., 1998; SANTOS et al., 2017). Mesmo a variedade BRS 902 sendo desenvolvida para ter um porte baixo, para o cultivo mecanizado, no qual é imprescindível o porte padronizado da planta, isto pode ser observado com relação à altura de planta aos 30 DAP da variedade BRS 902 quando submetida ao estresse hídrico. Isto sugeri que esta variedade melhorada pode ter uma certa restrição de desenvolvimento quando aplicado o estresse hídrico.

plântio de três variedades de arroz vermelho submetidas ao estresse hídrico e adubadas com esterco bovino.

Altura aos 30 dias (cm)			
Estresse			
Variedades	PRESENÇA	AUSÊNCIA	Médias (n=24)
Cáqui	26,80a	26,67a	26,73A
Maranhão	27,16a	26,79a	26,97A
BRS 902	19,81b	21,31a	20,56B
Médias	24,59	24,92	
Altura aos 60 dias (cm)			
Cáqui	38,40a	38,23a	38,31B
Maranhão	40,78a	41,33a	41,06A
BRS 902	26,78a	27,27a	27,03C
Médias	35,32	35,61	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si no fator estresse e maiúscula na coluna não diferem entre si no fator variedades, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A altura de plantas das variedades Cáqui e Maranhão aos 60 DAP se ajustaram a um modelo linear crescente na presença de estresse hídrico, enquanto a altura de planta da variedade BRS 902 não se ajustou a nenhum modelo de regressão (Figura 1A).

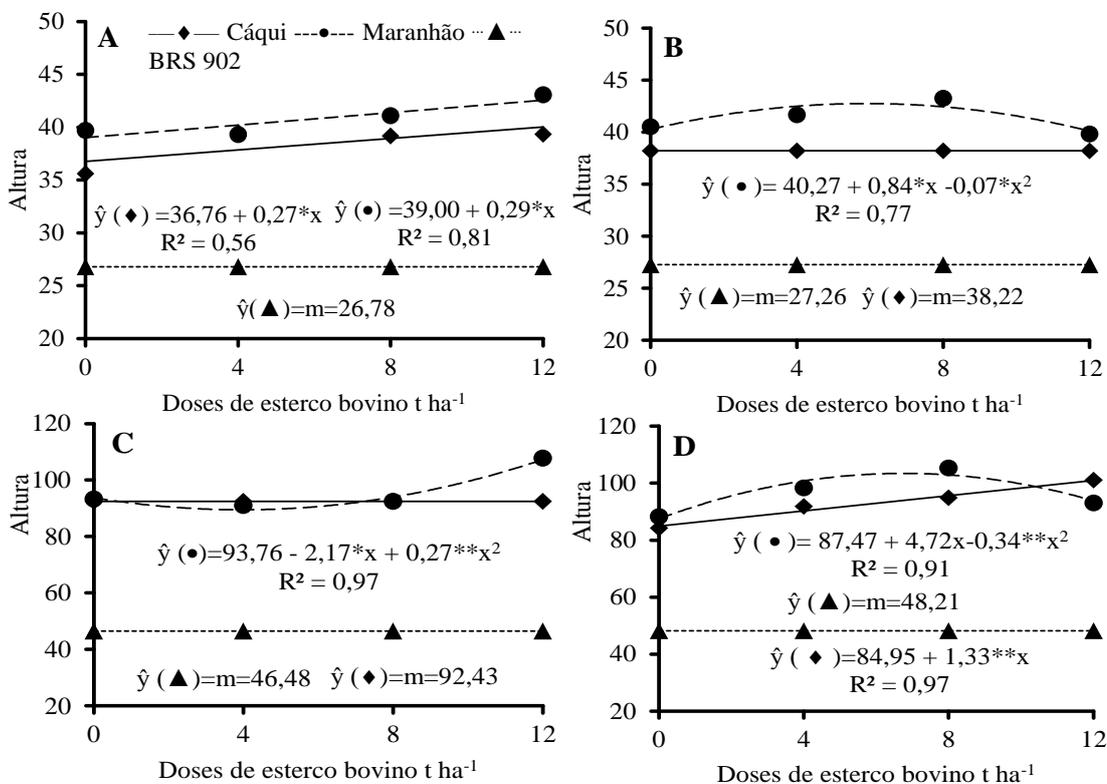


Figura 1: Altura de plantas de arroz vermelho aos 60 DAP em função de doses de esterco bovino na presença de estresse hídrico (A) e ausência (B), e altura de plantas de

arroz vermelho aos 90 DAP na presença de estresse hídrico (C) e ausência (D) *, ** significativo a 5 e 1% pelo teste F.

Esse resultado obtido para a variedade BRS 902 se deve, provavelmente, ao fato, já citado anteriormente, de ser uma variedade melhorada para o cultivo mecanizado, no qual é imprescindível o porte padronizado da planta. Assim, mesmo com incremento de nutrientes no solo através da adubação com esterco, esta cultivar não apresenta diferença significativa quanto a altura alcançada. A utilização da variabilidade genética do arroz vermelho brasileiro constitui um processo recente, visando principalmente à redução da altura da planta, para evitar acamamento, aumento da produtividade de grãos e porcentual maior de grãos inteiros após o beneficiamento (PEREIRA et al., 2007, 2008, 2009).

Quando na ausência do estresse hídrico, neste mesmo período, ajustaram-se a um modelo quadrático os dados da variedade Maranhão, porém os dados de altura das variedades Cáqui e BRS 902 não se ajustaram a nenhum modelo de regressão (Figura 1B). A cultivar Maranhão alcançou altura máxima estimada de 42,79cm quando adubada com 6 t ha⁻¹. Aos 60 dias após o plantio as plantas de arroz se encontravam em sua fase vegetativa, que se caracteriza pelo ativo perfilhamento, gradual aumento em altura da planta e emergência foliar a intervalos regulares (SOARES, 2012).

Os dados de altura de plantas aos 90 DAP da variedade Maranhão se ajustaram ao modelo de regressão quadrática, tanto nos tratamentos com e sem estresse hídrico. A altura de plantas das variedades Cáqui e BRS 902, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão quando aplicado o estresse hídrico, já nos tratamentos sem aplicação de estresse os dados da variedade Cáqui se ajustaram a um modelo linear crescente (Figuras 1C e D).

Nos tratamentos com a aplicação de estresse hídrico a matéria orgânica adicionada via esterco bovino pode ter tido a função de melhorar a retenção de umidade no solo com o aumento das doses aplicadas o que favoreceu a absorção de nutrientes pelas raízes das plantas da variedade Maranhão aos 90 DAP (Figura 1C) e nos tratamentos sem estresse esse acúmulo maior de água na maior dose pode ter prejudicado a respiração das raízes desta variedade de sequeiro e por consequência disto à absorção de nutrientes pode ter sido menor, ou pode ter havido o efeito diluição de alguns nutrientes (Figura 1D).

Avaliando 187 genótipos de arroz cultivados sob regime de estresse hídrico em Shangai-China, Zou et al. (2007), observaram que todos os genótipos sofreram diminuição na altura de plantas. Segundo os mesmos autores, a redução na altura de plantas sob estresse hídrico pode ser uma resposta da planta à seca, podendo ser utilizada como uma seleção para distinguir variedades susceptíveis e tolerantes ao ambiente de seca.

Os dados de altura de plantas aos 90 DAP sofreram influência da interação tripla Variedade \times Estresse \times Doses (Tabela 4).

Tabela 4: Valor médio obtido para altura aos 90 dias após plantio de três variedades de arroz vermelho submetidas ao estresse hídrico e adubadas com esterco bovino.

Doses (t ha ⁻¹)	Estresse	Altura aos 90 dias (cm)		
		Cáqui	Maranhão	BRS 902
0	PRESENÇA	90,63aA	93,25aA	45,62bA
0	AUSÊNCIA	84,18aA	88,30aA	45,75bA
4	PRESENÇA	90,22aA	91,03aA	44,68bA
4	AUSÊNCIA	91,88aA	98,31aA	46,06bA
8	PRESENÇA	96,13aA	92,43aB	48,79bA
8	AUSÊNCIA	94,86aA	105,36aA	49,56bA
12	PRESENÇA	92,78bA	107,80aA	46,88cA
12	AUSÊNCIA	101,01aA	93,01aB	51,50bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e mesma letra maiúscula na coluna para cada dose de esterco não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Houve diferença entre a variedade BRS 902 com relação às outras variedades, em todas as doses de esterco bovino aplicadas, na presença ou ausência de estresse hídrico. Onde foram obtidos os menores valores para a variedade BRS 902, característica esta inerente da própria morfologia da variedade. Estudando essas mesmas três variedades em condições de cultivo no Nordeste brasileiro (PEREIRA e MORAIS, 2014; PEREIRA et al., 2015), também observou menores valores de altura para a variedade BRS 902 o que proporcionou um menor acamamento de planta com relação as variedades Maranhão e Cáqui.

Também foi observado um maior valor médio de altura para a variedade Maranhão na dose de 12 t ha⁻¹ de esterco bovino quando aplicado o estresse hídrico. Esses dados corroboram com os encontrados por Ojabor et al. (2009) quando avaliaram

a influência da adubação orgânica sobre o crescimento e produtividade de arroz de sequeiro na Nigéria. Onde observaram um maior valor médio de altura quando utilizada a maior dose de esterco bovino, que no caso, foi de 10 t ha⁻¹.

Com relação ao fator estresse hídrico, houve diferença significativa na altura de plantas aos 90 DAP apenas na variedade Maranhão (Tabela 4), onde a mesma obteve um maior valor médio de altura quando aplicado o estresse hídrico. Sendo mais comum as plantas diminuírem seu porte quando submetidas ao estresse hídrico.

Não houve interação entre doses e estresse hídrico para número de perfilhos aos 60 e 90 DAP. A variedade BRS 902 foi a única variedade que respondeu as doses crescentes do esterco bovino, onde seus dados se ajustaram a um modelo linear aos 60 e 90 DAP, enquanto que os dados referentes às variedades Cáqui e Maranhão não se ajustaram a nenhum modelo de regressão (Figuras 2A e B).

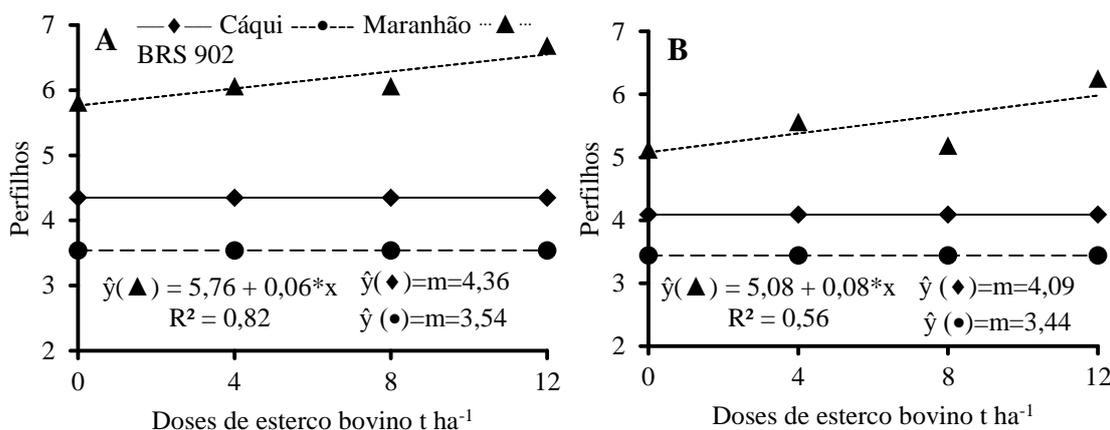


Figura 2: Número de perfilhos de plantas de arroz vermelho aos 60 DAP (A) e aos 90 DAP (B) em função de doses de esterco bovino. * significativo a 5% pelo teste F.

Este maior perfilhamento apresentado pela variedade BRS 902 em relação às outras duas variedades, está relacionado com as próprias características morfológicas desta cultivar que passou por um programa de melhoramento genético. Nas espécies em que o perfilhamento é comum como no arroz, os perfilhos são considerados benéficos, pois aumenta o número de inflorescências por área, o que contribui para o incremento do rendimento de grãos (LAMPAYAN et al., 2010; PICARD et al., 2010; SANGOI et al., 2012). Logo, o fato da variedade BRS 902 ter obtido um maior perfilhamento pode

Tabela 5: Valores médios (n=24) obtidos para número de perfilhos aos 30, 60 e 90 DAP de três variedades de arroz vermelho submetidas ao estresse hídrico e adubadas com esterco bovino.

Variedades	Perfilhos aos 30 dias (unidades)		
	Estresse		
	PRESENÇA	AUSÊNCIA	Médias (n=24)

ser favorável à produção desta variedade, já que cada perfilho pode emitir uma inflorescência que posteriormente se transformara em grãos.

Entretanto, para as condições de distribuição hídrica irregular, como no caso do sertão paraibano a estabilidade produtiva das cultivares demanda perfilhamento baixo a moderado, raízes profundas e finas, entre outras características, que lhe conferem adaptação à seca (FAGERIA, 2002).

Com relação ao estresse hídrico houve diferença para os valores médios de número de perfilhos aos 60 e 90 DAP para variedade Cáqui (Tabela 5).

O comportamento de uma variedade de arroz de sequeiro submetida a diferentes teores de água no solo foi estudado por Medeiros et al. (2005) e os autores observaram uma redução no número de perfilhos, quando aplicado ao solo uma quantidade de água inferior ao que a cultura do arroz necessita. No caso do presente experimento, isso pode ser observado na variedade também de sequeiro Cáqui (Tabela 5).

Cáqui	2,31a	2,34a	2,33B
Maranhão	2,25a	1,81a	2,03B
BRS 902	3,09a	3,50a	3,30A
Médias	2,55	2,55	
Perfilhos aos 60 dias (unidades)			
Cáqui	3,91b	4,81a	4,36B
Maranhão	3,34a	3,75a	3,55C
BRS 902	5,88a	6,44a	6,16A
Médias	4,38	5,00	
Perfilhos 90 dias (unidades)			
Cáqui	3,69b	4,50a	4,09B
Maranhão	3,22a	3,66a	3,44C
BRS 902	5,44a	5,63a	5,53A
Médias	4,12	4,60	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si no fator estresse, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O número de panículas das variedades Maranhão e BRS 902 se ajustaram a um modelo quadrático quando aplicado o estresse hídrico, estas variedades alcançaram um número de panículas de 9,2 e 11,7 unidades respectivamente, enquanto que os dados referentes à variedade Cáqui não se ajustaram a nenhum modelo de regressão na presença de estresse hídrico (Figura 3A)

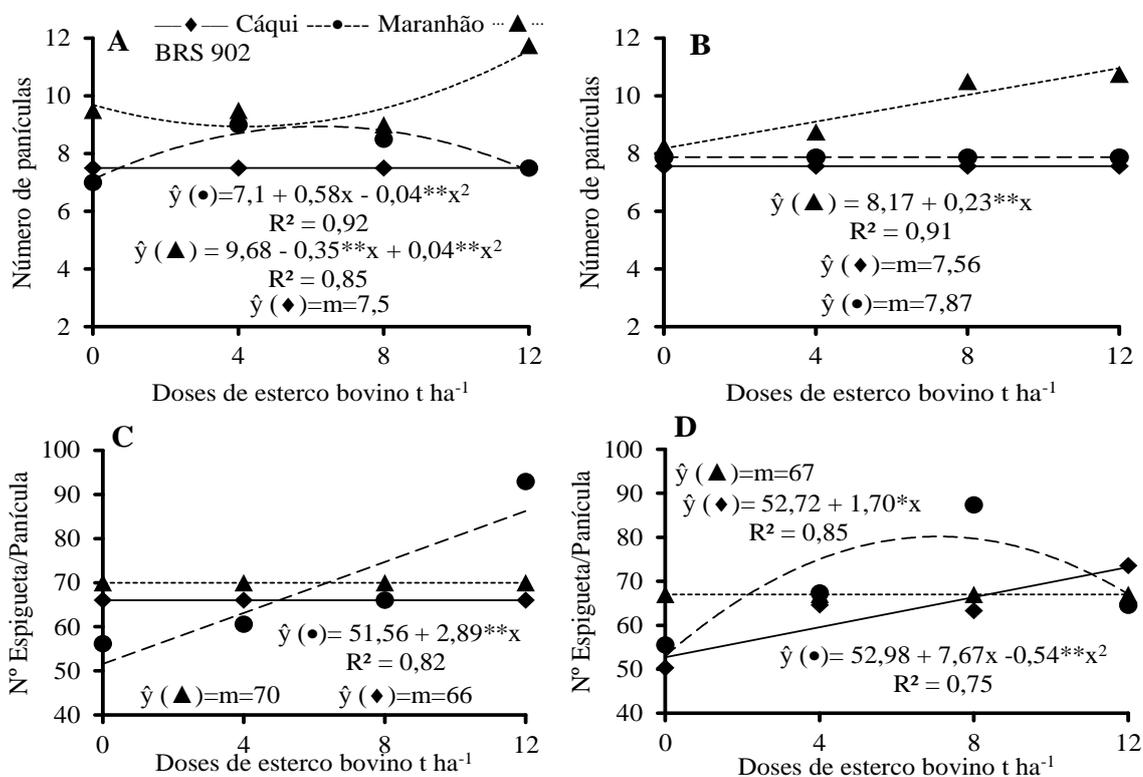


Figura 3: Número de panículas em função de doses de esterco bovino na presença de estresse hídrico (A) e ausência (B) e número de espiguetas por panículas na presença de estresse hídrico (C) e ausência (D) *, ** significativo a 5 e 1% pelo teste F.

O comportamento diferenciado das cultivares Maranhão e BRS 902 quanto ao fator estresse hídrico pode ter sido influenciado pelas características genéticas de ambas as cultivares. A resistência a seca, ou seja, ao estresse hídrico, pode ser explicada por várias características agrônômicas, mecanismos de resistências e vias de sinalização fisiológicas das plantas, como redução no ciclo, plasticidade no desenvolvimento, absorção ou perda de água reduzida (YEU et al., 2008) que vão interferir diretamente nos componentes de produção destas variedades.

Nos tratamentos sem estresse hídrico o número de panículas das variedades Cáqui e Maranhão não se ajustaram a nenhum modelo matemático, enquanto que os dados referentes a cultivar BRS 902 se ajustaram a um modelo linear positivo (Figura 3B). Estes dados de número de panículas desta cultivar acompanhou os dados de número de perfilhos que aumentaram linearmente com o aumento das doses de esterco na ausência de estresse hídrico.

Avaliando o efeito da adubação nitrogenada nos componentes de produção de cultivares de arroz de sequeiro Boldieri et al. (2010), também obtiveram uma resposta linear positiva ao fornecimento deste nutriente. Segundo os mesmos autores este componente de produção é uma característica definida geneticamente e influenciada por fatores ambientais, como quantidades adequadas de nutrientes disponíveis as plantas. No caso do presente estudo, o fator que influenciou o número de panículas foi à aplicação de dose adequada de nitrogênio via esterco bovino.

Quanto ao número de espiguetas/panículas, apenas a variedade Maranhão se ajustou a um modelo linear positivo com relação às doses de esterco bovino quando aplicado o estresse hídrico, e às demais variedades Cáqui e BRS 902 não se ajustaram a nenhum modelo matemático. A cada aumento na dose de esterco bovino houve um ganho no número de espiguetas/panícula na variedade Maranhão de 2,89 unidades na presença de estresse hídrico, assim essa variedade obteve um número de espiguetas/panícula de 93 unidades quando aplicada 12 t ha⁻¹ (Figura 3C).

Esses dados corroboram com os obtidos por (PARIZOTTO et al., 2018) que também observaram uma resposta linear positiva para os dados referentes ao número de espiguetas/panícula quando aplicada, doses de nitrogênio, provenientes de adubação orgânica com esterco animal em arroz de sequeiro. No caso do presente trabalho o esterco bovino utilizado funcionou como fonte de N, uma vez que o Neossolo Flúvico utilizado no experimento já apresentava boas quantidades de fósforo. O nitrogênio é um dos nutrientes minerais requeridos em maior quantidade pelo arroz e o que mais limita o crescimento, visto ser constituinte de proteínas, ácidos nucleicos e muitos outros componentes celulares, incluindo membranas e diversos hormônios vegetais (SOUZA e FERNANDES, 2006; SCIVITTARO et al., 2018).

Ao estudar a produtividade da variedade Maranhão, no semiárido nordestino Diniz Filho et al. (2011) também obtiveram uma resposta linear positiva no número de espiguetas por panículas a medida que aumentaram as doses de composto orgânico.

O número de espiguetas/panícula na ausência de estresse hídrico das três variedades estudadas, foi diferente para cada variedade. Os dados da variedade Maranhão foram ajustados a um modelo quadrático e para a variedade Cáqui foram ajustados a uma equação linear crescente, e para a variedade BRS 902 não se ajustaram a nenhum modelo matemático (Figura 3D). Na ausência e presença de estresse hídrico houve um comportamento diferenciado das variedades de arroz vermelho tradicionais de sequeiro, Cáqui e Maranhão (Figuras 3C e D), este comportamento se deve provavelmente as características genéticas e fisiológicas destas cultivares.

São escassas as informações sobre o desempenho da produtividade de culturas de sequeiro e um patamar ótimo de irrigação para as mesmas, já que estas se encontram adaptadas às condições onde são cultivadas. As bases fisiológicas da diferença no rendimento destas cultivares, precisam ser extensivamente estudadas para que se possam identificar as características morfológicas e fisiológicas propensas a aumentar a produtividade das cultivares de arroz de sequeiro tradicionais, principalmente as variedades do arroz vermelho (MATSUO e MOCHIZUKI, 2009).

Houve efeito significativo nos valores médios obtidos pelas variáveis de produção: número de panículas, número de espiguetas/panícula com relação à interação tripla Variedades × Estresse × Doses (Tabela 6).

Tabela 6: Valores médios (n=96) obtidos para Panículas, Espiguetas/Panícula de três variedades de arroz vermelho submetidas ao estresse hídrico e adubadas com esterco bovino.

Doses (t ha ⁻¹)	Estresse	Panículas (unidades)		
		Cáqui	Maranhão	BRS 902
0	PRESENÇA	6,75bA	7,00bA	9,50aA
0	AUSÊNCIA	7,25aA	7,50aA	8,25aA
4	PRESENÇA	7,75bA	9,00bA	9,50aA
4	AUSÊNCIA	7,00bA	7,50abB	8,75aA
8	PRESENÇA	7,50aA	8,50aA	9,00aB
8	AUSÊNCIA	7,50bA	7,25bA	10,50aA
12	PRESENÇA	8,00bA	7,50bB	11,75aA
12	AUSÊNCIA	8,50bA	9,00bA	10,75aA
Espigueta/Panículas (unidades)				
0	PRESENÇA	59,73aA	56,17aA	65,46aA
0	AUSÊNCIA	50,35aA	55,53aA	64,86aA
4	PRESENÇA	59,80aA	60,55aA	64,79aA
4	AUSÊNCIA	64,64aA	67,37aA	60,75aA
8	PRESENÇA	76,32aA	66,04aB	83,04aA
8	AUSÊNCIA	63,61bA	87,38aA	73,67abA
12	PRESENÇA	67,07bA	92,89aA	65,88bA
12	AUSÊNCIA	73,56aA	64,54aB	70,12aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna para cada dose de esterco e para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A variedade Cáqui não diferiu suas médias para o fator estresse em nenhuma das doses aplicadas de esterco bovino. Enquanto a variedade Maranhão diferiu estatisticamente suas médias quanto ao fator estresse nas doses de 4 e 12 t ha⁻¹ de esterco bovino. A variedade Maranhão obteve uma maior média no número de panículas quando aplicada a dose de 4 t ha⁻¹ na presença de estresse hídrico enquanto que na dose de 12 t ha⁻¹ ocorreu o inverso (Tabela 6).

Utilizando seis cultivares de arroz de sequeiro em experimento com regime de estresse hídrico nas Filipinas Bernier et al. (2007) constataram que houve uma redução no número de panículas e na produtividade dos seis genótipos utilizados sob o estresse hídrico.

Na variável espigueta/panícula as variedades Cáqui e BRS 902 não diferiram estatisticamente com relação ao fator estresse em nenhuma das doses aplicadas de

esterco bovino, a variedade Maranhão obteve diferença significativa em suas médias quanto ao fator estresse nas doses 8 e 12 t ha⁻¹ de esterco bovino. A variedade tradicional Maranhão conseguiu responder a adubação com esterco bovino mesmo em condições de estresse hídrico, obtendo um maior número de espiguetas/panícula quando aplicada a maior dose na presença do estresse (Tabela 6).

O número de espiguetas/panícula é uma variável fortemente influenciada pelo genótipo, com grande variação entre o mesmo e o ambiente. (AKINWALE et al., 2011; SHRETHA et al., 2012; MEIRELLES, 2018). A diminuição nesta variável reflete diretamente na produtividade de variedades de arroz submetidas a estresse hídrico.

A produtividade de grãos de arroz vermelho das três variedades se ajustaram a um modelo linear positivo na presença e ausência de estresse hídrico, porém as variedades responderam de formas diferenciadas a adubação com esterco bovino com ou sem estresse hídrico (Figuras 4A e B).

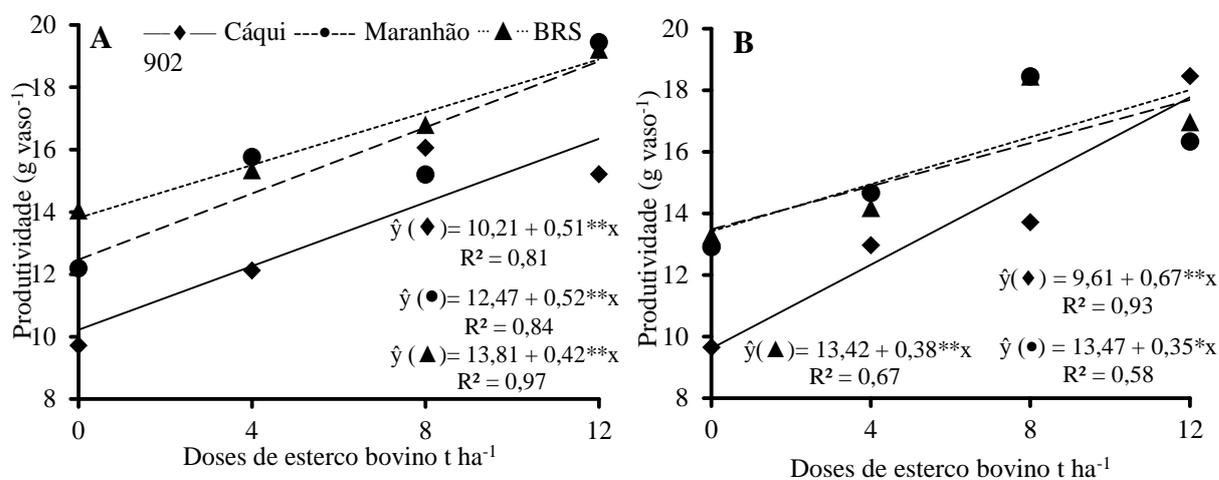


Figura 4: Produtividade de grãos em função de dose de esterco bovino na presença de estresse hídrico (A) e na ausência (B) *, ** significativo a 5 e 1% pelo teste F.

A variedade Cáqui na presença de estresse hídrico foi a que obteve uma menor produtividade de grãos tanto na dose de 4 t ha⁻¹ quanto na dose 12 t ha⁻¹, ou seja, 12,12 e 15,21 g vaso⁻¹ respectivamente. As variedades Maranhão e BRS 902 alcançaram um valor de produtividade de grãos bem semelhantes quando aplicado o estresse hídrico na menor e maior dose. A variedade Maranhão, obteve uma produtividade de 15,76 e 19,44 g vaso⁻¹, respectivamente e a variedade BRS 902 obteve uma produtividade de 15,34 e

19,21 g vaso⁻¹ para as doses de 4 e 12 t ha⁻¹ de esterco bovino, respectivamente (Figura 4A).

As respostas diferentes das variedades de arroz as doses de nitrogênio revelam que para a adubação com esse nutriente, deve-se considerar o genótipo, do ponto de vista prático. Os genótipos mais desejáveis, são os eficientes e responsivos por propiciarem retorno econômico ao apresentar maiores produtividades de grãos, tanto com baixas ou altas doses de N (CANCELLIER et al., 2011).

Na ausência de estresse hídrico a variedade Cáqui obteve um melhor incremento na produção quando aplicada dose de 12 t ha⁻¹, com uma produtividade de 18,45 g vaso⁻¹. Enquanto que as variedades Maranhão e BRS 902 alcançaram uma produtividade de grãos com a aplicação dessa mesma dose de 16,32 e 16,96 g vaso⁻¹, respectivamente (Figura 4B).

Estudando o comportamento em casa de vegetação das cultivares de arroz vermelho Cáqui e Maranhão com as mesmas porcentagens de capacidade de vaso utilizadas no presente trabalho Pereira et al. (1994) também observaram uma menor produtividade de grãos na variedade Cáqui em relação a variedade Maranhão quando a capacidade de vaso se encontrava em torno de 60%. Os mesmos autores atribuíram isso, ao fato da variedade Cáqui também ter apresentado um menor número de espiguetas/panícula, componente este que reflete diretamente na produção de grãos.

As médias não diferiram estatisticamente para produtividade de grãos (g vaso⁻¹) com relação ao fator estresse hídrico em nenhuma das doses aplicadas de esterco bovino (Tabela 7). A variedade Cáqui apresentou as menores médias para produtividade diferindo estatisticamente da variedade BRS 902 na dose de 0 t ha⁻¹ de esterco bovino e das variedades Maranhão e BRS 902 na dose 8 t ha⁻¹, no entanto na dose de 12 t ha⁻¹ a média desta variedade se mostrou igual estatisticamente a variedade BRS 902.

Tabela 7: Valores médios (n=96) obtidos para produtividade de três variedades de arroz vermelho submetidas ao estresse hídrico e adubadas com esterco bovino.

Doses (t ha ⁻¹)	Estresse	Produtividade (g vaso ⁻¹)		
		Cáqui	Maranhão	BRS 902
0	PRESENÇA	9,72bA	12,20abA	14,06aA
0	AUSÊNCIA	9,65aA	12,90aA	13,28aA
4	PRESENÇA	12,12aA	15,76aA	15,35aA
4	AUSÊNCIA	12,96aA	14,66aA	14,18aA
8	PRESENÇA	16,06aA	15,21aA	16,79aA
8	AUSÊNCIA	13,71bA	18,44aA	18,45aA
12	PRESENÇA	15,22bA	19,44aA	19,21abA
12	AUSÊNCIA	18,46aA	16,33aA	16,96aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e mesma letra maiúscula na coluna para cada dose de esterco e para cada variedade, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Essas maiores médias obtidas pelas variedades BRS 902 e Maranhão se devem principalmente pelo fato das mesmas apresentarem um maior número de panículas (Tabela 6) e um maior número de espiguetas/panícula (Tabela 6).

Avaliando a produtividade dessas três variedades de arroz vermelho em dez ensaios a campo (PEREIRA e MORAIS 2014; PEREIRA et al., 2015) também obtiveram maiores produtividades com as variedades Maranhão e BRS 902 em comparação com a Cáqui em condições de total disponibilidade hídrica a cultura em áreas de várzeas no Nordeste.

Os produtores de arroz vermelho das áreas de várzeas do sertão paraibano afirmam de forma empírica que a variedade Cáqui possui uma maior resistência à seca do que a variedade Maranhão, no entanto, com base nos dados de produtividade do presente trabalho, não foi possível confirmar que a variedade Cáqui é mais resistente a seca que a Maranhão, sendo necessário um estudo a campo, como foi feito por (PEREIRA e MORAIS, 2014; PEREIRA et al., 2015), no entanto aplicando-se o estresse hídrico aplicado no presente estudo.

CONCLUSÕES

A variedade Maranhão atingiu o maior valor de espiguetas/panícula sob estresse hídrico com a maior dose de esterco bovino o que pode ser refletido na produtividade dessa variedade.

O maior número de perfilhos foi obtido pela variedade BRS 902 que consequentemente obteve um maior número de panículas representado na sua maior produtividade com relação a variedade Cáqui.

A aplicação de esterco bovino aumentou a produtividade das três variedades de arroz tanto com e sem estresse hídrico a medida que se aumentou as doses de esterco.

REFERÊNCIAS

AKINWALE, M. G.; GREGORIO, G.; NWILENE, F.; AKINYELE, B. O.; OGUNBAYO, S. A.; ODIYI, A. C. Heritability and correlation coefficient analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.). **African Journal of Plant Science**, v. 5, p. 207-212, 2011.

BERNIER, J.; KUMAR, A.; RAMAIAH, V.; SPANER, D.; ATLIN, G. A Large-Effect QTL for Grain Yield under Reproductive-Stage Drought Stress in Upland Rice. **Crop Science**, v. 47, p. 507-518, 2007.

BOLDIERI, F. M.; CAZETTA, D. A.; FILHO, D. F. Adubação nitrogenada em cultivares de arroz de terras altas. **Revista Ceres**, v. 57, p. 421-428, 2010.

CANCELLIER, E. L.; BARROS, H. B.; KISCHEL, E.; GONZAGA, L. A. M.; BRANDÃO, D. R.; FIDELIS, R. R. Eficiência agrônômica no uso de nitrogênio mineral por cultivares de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, p. 650-656, 2011.

[CARLESSO, R.](#); [HERNANDEZ, M. G. R.](#); [RIGHES, A. A.](#); [JADOSKI, S. O.](#) Índice de área foliar e altura de plantas de arroz submetidas a diferentes práticas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, p. 268-272, 1998.

CLEMENTINO, I. J.; PIMENTA, C. L. R. M.; FERNANDES, L. G.; DE SOUZA BEZERRA, C.; ALVES, C. J.; DIAS, R. A.; AMAKU, M.; FERREIRA, F.; TELLES, E. O.; GONÇALVES, V. S. P.; FERREIRA NETO, J. F. Caracterização da pecuária bovina no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 557-569, 2015.

COSTA, H. S.; SANTOS, T. S.; CÂNDIDO, J. S.; JESUS, L. M.; SOUZA, T. A. A.; MARTINS, J. C. Indicadores químicos de qualidade de solos em diferentes coberturas vegetais e sistemas de manejo. **Revista Fitos**, Suplemento. p. 42-48, 2019.

COSTA, J. S. Fertilidade de solos e produtividade do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) submetido a estresse hídrico e adubação orgânica. 2013. 92 f. **Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)** -. Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

da SILVA GALVÃO, S. R.; SALCEDO, I. H.; DE OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 99-105, 2008.

DINIZ FILHO, E. T.; MARACAJÁ, P. B.; MEDEIROS, M. A.; MADALENA, J. A. S.; SOUSA, L. C. F. S. Produção de arroz vermelho utilizando práticas agroecológicas no município de Apodi-RN. **Revista Verde**, v. 6, p. 157-166, 2011.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. Brasília – DF: Embrapa Solos, 2017.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H.C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 5ª edição. Revista e Ampliada. Embrapa, p. 1 – 590, 2018.

ERVOLINO, M. L. C. Globalização e território nas tendências de desenvolvimento para o setor agroalimentar e suas implicações para a agricultura familiar: análise de caso da Indicação Geográfica do arroz vermelho do Vale do Piancó – PB, 2013. 129 f. **Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)** - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB.

FAGERIA, N. K.; SLATON, N. A.; BALIGAR, V. C. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. **Advances in Agronomy**, v. 80, p. 63-152, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2017**, Rio de Janeiro, v. 7, p. 1-108, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf>. Acesso em: 25 junho 2019.

LAMPAYAN, R. M.; BOUMAN, B. A. M.; de DIOS, J. L.; ESPIRITU, A. J.; SORIANO, J. B.; LACTAOEN, A. T.; FARONILO, J. E.; THANT, K. M. Yield of aerobic rice in rainfed lowlands of the Philippines as affected by nitrogen management and row spacing. **Field Crops Research**, v. 116, p. 165-174, 2010.

LANGE, A.; DIEL, D.; CARVALHO, F. F.; MACHADO, R. A.; ZANUZO, M. R.; DA SILVA, A.; BUCHELT, A. C. Fontes de fósforo na adubação corretiva em arroz de terras altas em cultivo de primeiro ano. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 14, p. 67-75, 2016.

MATSUO, N.; MOCHIZUKI, T. Growth and yield of six rice cultivars under three water-saving cultivations. **Plant Production Science**, v. 12, p. 514-525, 2009.

MEDEIROS, R. D.; SOARES, A. A.; GUIMARÃES, R. M. Compactação do solo e manejo da água. I: efeitos sobre a absorção de N, P, K, massa seca de raízes e parte aérea de plantas de arroz. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 940-947, 2005.

MEIRELLES, F. C. Desempenho de cultivares de arroz de terras altas em diferentes épocas de semeadura. 2018. 77f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)**. Universidade Estadual Paulista (UNESP) Ilha Solteira, SP.

MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Mineralização de N após incorporação da adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 361-367, 2007.

OJOBOR, S. A.; OBIASI, C. C.; EGBUCHUA, C. N. Influence of composted organic manure on the growth and yield of upland rice. **Natural and Applied Sciences Journal**, v. 10, p. 292-300, 2009.

PARIZOTTO, C.; SCHMIDT, F.; BORTOLI, J. R. G. Produtividade de arroz de terras altas em função de diferentes doses e épocas de aplicação de cama de aviário, sob sistema orgânico de produção. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, p. 1-10, 2018.

PEREIRA, A. P.; SOBRINHO, J. T.; BELTRÃO, N. E. Respostas de cultivares tradicionais e melhoradas de arroz de sequeiro a diferentes níveis de umidade. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 857-865, 1994.

PEREIRA, J. A. **O arroz e outros elementos culturais da Guiné-Bissau**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 77 p.

PEREIRA, J. A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90p.

PEREIRA, J. A.; de MORAIS, O. P.; FILHO, J. M. C.; TORGA, P. P.; BASSINELLO, P. Z.; da SILVA, J. A.; CÂMARA, V. Q. R. BRS 902: Cultivar de Arroz Vermelho para o Mercado Tradicional Brasileiro. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 9., 2015, Pelotas/RS. **Anais...** Pelotas: SOSBAI, 2015. p.13-17.

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; CUTRIM, V. dos A.; RIBEIRO, V. Q. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 243-248, 2009.

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; FONSECA, J. R.; RIBEIRO, V. Q. Potencial genético de rendimento e propriedades culinárias do arroz-vermelho cultivado. **Revista Caatinga**, v. 20, p. 43-48, 2007.

PEREIRA, J. A e MORAIS, O. P. de. As variedades de arroz vermelho brasileiras. Embrapa Meio-Norte, - Teresina 2014. 39 p. (Documentos / Embrapa Meio-Norte 229).

PICARD, D.; GHILOUFI, P.; SAULAS, P.; TOURDONNET, S. Does undersowing winter wheat with a cover crop increase competition for resources and is it compatible with high yield? **Field Crops Research**, v. 115, p. 9-18, 2010.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; da SILVA, P. R. F.; VARGAS, V. P.; ZOLDAN, S. R.; VIEIRA, J.; de SOUZA, C. A.; PICOLI JUNIOR, G. J.; BIANCHET, P. Perfilhamento

como característica mitigadora dos prejuízos ocasionados ao milho pela desfolha do colmo principal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1605-1612, 2012.

SANTOS, A. B. D.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; SANTOS, T. P. B. Índices fisiológicos do arroz irrigado afetados pela inundação e fertilização nitrogenada. **Revista Ceres**, v. 64, p. 122-131, 2017.

SCIVITTARO, W. B.; VEÇOZZI, T. A.; JARDIM, T. M.; SILVEIRA, A. D.; PARFITT, J. M. B., TREPTOW, R. C. B.; da SILVEIRA, C. M.; SOUSA, R. O. Eficiência Agronômica de Novos Fertilizantes Nitrogenados na Cultura de Arroz Irrigado. Embrapa Clima Temperado- Pelotas 2018-Circular Técnica 196 (INFOTECA-E).

SHRESTHA, S.; ASCH, F.; DUSSERRE, J.; RAMANANTSOANIRIA, A.; BRUECK, H. Climate effects on yield components as affected by genotypic responses to variable environmental conditions in upland rice systems at different altitudes. **Field Crops Research**, v. 134, p. 216-228, 2012.

SOARES, A. A. Cultura do arroz. 3. ed. rev. Lavras: UFLA, 2012. 119 p.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: UFRGS, 1995, p.83-116. (Boletim Técnico/UFRGS. Departamento de Solos, n.5).

YUE, B.; XUE, W.; LUO, L.; XING, Y. Identification of quantitative trait loci for four morphologic traits under water stress in rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Genetics and Genomics**, v. 35, p. 569-575, 2008.

ZOU, G.; LIU, H.; MEI, H.; LIU, G.; YU, X.; LI, M.; WU, J.; CHEN, L.; LUO, L. Screening for Drought Resistance of Rice Recombinant Inbred Populations in the Field. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 49, p. 1508-1516, 2007.

Recebido: 30/9/2019. Aceite: 13/11/2019.

Sobre os autores:

Janielly Silva Costa Moscôso – Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.
Contato: janiellycosta@hotmail.com

Renato Francisco da Silva Souza – Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB, Brasil.
Contato: renatofssouza@live.com

Leandro Moscôso Araújo – Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil.

Contato: leandro_moscoso@hotmail.com

Hemmannuella Costa Santos – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco/Departamento de Desenvolvimento Educacional. Vitória de Santo Antão, PE. Contato: hecosantos@vitoria.ifpe.edu.br

Bruno Oliveira Dias – Departamento de Solos e Engenharia and Rural, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB, Brasil.

Contato: bruno2dias@yahoo.com.br

Vânia da Silva Fraga – Departamento de Solos e Engenharia e Rural, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB, Brasil.

Contato: vanciasfraga@gmail.com

Ignácio Hernán Salcedo – Departamento de Solos e Engenharia Rural Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB, Brasil. “Em memória”.