



Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso



IPNI Brasil

**RELATÓRIO TÉCNICO FINAL**

**Safra 2009/2010**

# **INTENSIFICAÇÃO ECOLÓGICA VISANDO SISTEMAS DE PRODUÇÃO INCLUINDO A CULTURA DO MILHO**

Luís Ignácio Prochnow  
Valter Casarin  
Scott Murrell  
Aildson Pereira Duarte  
Eros Artur Bohac Francisco  
Adriel Ferreira da Fonseca  
Gabriel Barth

Rondonópolis – MT  
Dezembro de 2010

## RELATÓRIO DE PESQUISA

**Título:**

### **INTENSIFICAÇÃO ECOLÓGICA VISANDO SISTEMAS DE PRODUÇÃO INCLUINDO A CULTURA DO MILHO**

**Instituição Executora:**

**Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso - FUNDAÇÃO MT**

**Instituição Financiadora:**

**International Plant Nutrition Institute – IPNI Brasil**

**Safra de execução do projeto:**

2009/2010

**Equipe Técnica:**

Dr. Luís Ignácio Prochnow<sup>1</sup>

Dr. Valter Casarin<sup>2</sup>

Dr. Scott Murrell<sup>3</sup>

Dr. Aildson Pereira Duarte<sup>4</sup>

Dr. Eros A. Bohac Francisco<sup>5</sup>

Dr. Adriel Ferreira da Fonseca<sup>6</sup>

Dr. Gabriel Barth<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> Diretor do Programa no Brasil do *International Plant Nutrition Institute (IPNI)*. E-mail: liprochn@esalq.usp.br.

<sup>2</sup> Diretor Adjunto do Programa no Brasil do *International Plant Nutrition Institute (IPNI)*. E-mail: vcasarin@ipni.net.

<sup>3</sup> Diretor da região centro-norte dos EUA do *International Plant Nutrition Institute (IPNI)*, West Lafayette, Illinois, EUA. E-mail: smurrell@ipni.net.

<sup>4</sup> Pesquisador Científico do Instituto Agronômico de Campinas. E-mail: aildson@apta.sp.gov.br.

<sup>5</sup> Pesquisador da Fundação MT, Rondonópolis, MT. E-mail: [erosfrancisco@fundacaomt.com.br](mailto:erosfrancisco@fundacaomt.com.br).

<sup>6</sup> Professor Doutor da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR. E-mail: adriel@uepg.br.

<sup>7</sup> Pesquisador Científico da Fundação ABC, Ponta Grossa, PR. E-mail: gbarth@fundacaoabc.org.br.

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	2
2. Instalação e condução do experimento .....	3
3. Resultados .....	6
4. Conclusão .....	18
5. Referências bibliográficas .....	18
ANEXOS .....	20

## 1. Introdução

A cultura do milho tem papel importante na economia nacional e representa grande área de terra cultivada no Estado de Mato Grosso, com benefício sócio-econômico local e estadual, e o adequado manejo da fertilidade química do solo é peça chave para obtenção de produtividades elevadas de grãos. Na safra agrícola 2009/2010 foram cultivados no Estado de Mato Grosso 1,92 milhão de hectares com a cultura do milho, representando um acréscimo de 17% da área cultivada, com relação à safra anterior (CONAB, 2010). Desse total, 1,83 milhão de hectares foram cultivados na segunda safra (safrinha), enquanto apenas 90 mil hectares foram cultivados na primeira safra (verão). De acordo com a CONAB (2010), a produção total de milho no Mato Grosso está estimada em 7,56 milhões de toneladas, 6,4% menor que a safra 2008/2009, o que representa uma produtividade média de 3.940 kg ha<sup>-1</sup> de grãos. No Brasil, atualmente, são consumidas pela agricultura 2,55 milhões de toneladas de N, sendo que no Estado de Mato Grosso são consumidas 196 mil toneladas deste nutriente no ano de 2009 (ANDA, 2010).

Este documento apresenta o relato das atividades de instalação e condução do experimento componente do projeto intitulado *Intensificação Ecológica Visando Sistemas de Produção Incluindo a Cultura do Milho*, que faz parte do “Global Maize Project” do International Plant Nutrition Institute, cujos objetivos são:

- a) Gerar dados científicos para alimentação do banco de dados *Hybrid Maize*, um programa computacional de previsão do potencial produtivo da cultura do milho em cada região de estudo;
- b) Determinar os benefícios agronômicos, econômicos e ambientais decorrentes da adoção de um sistema de produção de grãos, envolvendo a cultura do milho, mais eficiente.

## 2. Instalação e condução do experimento

Para alcançar os objetivos propostos neste estudo instalou-se um experimento em condições de campo, avaliando diferentes esquemas de rotação de culturas (i) soja/milho safrinha (Práticas Realizadas na Fazenda – PRF), (ii) soja/milho safrinha + braquiária (PRF + cultura de cobertura) e (iii) soja/milho safrinha + braquiária, soja/crotalária, milho verão + braquiária (Intensificação Ecológica – IE), e diferentes doses de N para a cultura do milho cultivado no verão (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N) e na safrinha (0, 30, 60 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N). As espécies de capim

braquiária e crotalaria utilizadas foram, respectivamente, *Brachiaria ruziziensis* e *Crotalaria ochroleuca*.

O experimento está instalado na Estação Experimental Cachoeira, da Fundação MT/PMA, sobre um Latossolo Vermelho distrófico textura muito argilosa, no município de Itiquira/MT, com características químico-físicas apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas e composição granulométrica da camada de 0 a 20 cm do Latossolo Vermelho distrófico localizado na Estação Experimental Cachoeira, da Fundação MT/PMA, no município de Itiquira/MT, antes da instalação do experimento.

pH		P <sup>1</sup>	Ca	Mg	K	Al	H	M.O.	argila	silte	areia
água	CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					g kg <sup>-1</sup>			
5,7	5,0	16,4	3,4	1,1	0,12	0,0	5,7	38	639	152	209

<sup>1</sup> Método de análise por Mehlich 1.

O solo da Estação Experimental Cachoeira esteve sob o cultivo de soja com alta tecnologia nos últimos 25 anos, com eventuais culturas de entressafra (milheto, sorgo ou milho). No outono de 2008 o solo foi subsolado na profundidade de 30 cm, homogeneizado com grade aradora de discos com 28" de diâmetro e nivelado para o plantio. Na safra 2008/2009, o solo onde está instalado o experimento foi cultivado com as culturas da soja e do milho safrinha.

O ensaio está instalado sob o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, tendo como tratamento o esquema de rotação de culturas e o sub tratamento as doses de N. Os tratamentos experimentais estão descritos no Quadro 1. As parcelas experimentais estão alocadas com dimensões de 18,2 m de largura e 49 m de comprimento, sendo que as sub parcelas têm 12,25 m de comprimento. Ambas as culturas (soja e milho) foram semeadas com espaçamento entre linhas de 0,45 m.

Na semeadura dura soja, realizada no dia 24 de outubro de 2009, foram aplicados 225 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 00-20-18 e aos 15 dias após a emergência foram adicionados 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Sementes de soja da variedade TMG-123 foram tratadas com fungicida e inseticidas (Carbendazim + Thiram: 30 + 70 g do i.a./100 kg de sementes; Fipronil: 50 g do i.a./100 kg de sementes; e Tiametoxan: 70 g do i.a./100 kg de sementes), receberam a adição de Co e Mo (2 e 25 g/ha, respectivamente) e foram inoculadas com células de *Bradyrhizobium japonicum* mediante a aplicação de produto comercial líquido.

**Quadro 1.** Tratamentos do experimento do projeto de intensificação ecológica da cultura do milho em Itiquira, MT.

Trat #	Sistema de Cultivo <sup>(1)</sup>	Ano <sup>(2)</sup>			Dose N <sup>(3)</sup>
		1	2	3	
1.1.	PRF	S – MS	S – MS	S – MS	N1
1.2.	PRF	S – MS	S – MS	S – MS	N2
1.3.	PRF	S – MS	S – MS	S – MS	N3
1.4.	PRF	S – MS	S – MS	S – MS	N4
2.1.	PRF + CC	S - MS - B	S - MS - B	S - MS - B	N1
2.2.	PRF + CC	S - MS - B	S - MS - B	S - MS - B	N2
2.3.	PRF + CC	S - MS - B	S - MS - B	S - MS - B	N3
2.4.	PRF + CC	S - MS - B	S - MS - B	S - MS - B	N4
3A.1.	IE	S - MS - B	S - MS - B	MV - C	N1
3A.2.	IE	S - MS - B	S - MS - B	MV - C	N2
3A.3.	IE	S - MS - B	S - MS - B	MV - C	N3
3A.4.	IE	S - MS - B	S - MS - B	MV - C	N4
3B.1.	IE	S - MS - B	MV – C	S - MS - B	N1
3B.2.	IE	S - MS - B	MV – C	S - MS - B	N2
3B.3.	IE	S - MS - B	MV – C	S - MS - B	N3
3B.4.	IE	S - MS - B	MV – C	S - MS - B	N4
3C.1.	IE	MV - C	S - MS - B	S - MS - B	N1
3C.2.	IE	MV - C	S - MS - B	S - MS - B	N2
3C.3.	IE	MV - C	S - MS - B	S - MS - B	N3
3C.4.	IE	MV - C	S - MS - B	S - MS - B	N4

(1) PRF = Práticas Realizadas na Fazenda, PRF + CC = Práticas Usuais na Região + Cultura de Cobertura, IE = Intensificação Ecológica.

(2) S – MS = Soja – Milho Safrinha, S – MS – B = Soja – Milho Safrinha – Brachiaria, MV – C = Milho de Verão – Crotalária.

(3) Doses de nitrogênio: N1 = , N2 = , N3 = , N4 = ; definidas para cada região.

O controle inicial de plantas invasoras foi realizado através do uso do herbicida glifosato e o manejo de pragas foi feito através do monitoramento frequente e, quando necessário, foram feitas aplicações de inseticidas. A aplicação de fungicidas foi realizada visando o controle preventivo da Ferrugem Asiática da Soja, da seguinte maneira: estágio fenológico R1: Piori Xtra (0,3 L/ha) + Nimbus (0,5%); 17 dias após primeira aplicação: Ópera (0,5 L/ha); 17 dias após a segunda aplicação: Piori Xtra (0,3 L/ha) + Nimbus (0,5%).

Quando a soja se encontrava no estágio fenológico R2 (pleno florescimento) foram coletadas amostras de folha diagnose (4<sup>o</sup> trifólio a partir do ápice da planta), em número de 20

folhas por parcela experimental, e encaminhadas para análise laboratorial para avaliação do estado nutricional das plantas.

No dia 05 de fevereiro quando as plantas de soja se apresentavam em ponto de colheita (estádio fenológico R<sub>8</sub>) foram delimitados quatro pontos para colheita das plantas sendo, em cada ponto, duas linhas adjacentes com 4 metros de comprimento. As plantas presentes neste espaço foram arrancadas e agrupadas em quatro feixes distintos que, em seguida, foram trilhados e coletados os grãos de soja para determinação da massa e umidade (corrigida para 13% de umidade, posteriormente). O rendimento agrícola da soja de cada parcela experimental foi obtido, dessa maneira, através da média aritmética entre os quatro pontos amostrados.

Para o cultivo do milho verão, o processo de semeadura ocorreu no dia 25 de novembro de 2009 utilizando-se sementes do híbrido comercial DKB390Y com população programada de 65.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Para a adubação de plantio nas parcelas de milho verão foram utilizados 40, 50, 30 e 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, N e Zn, respectivamente. Quando as plantas se encontravam no estágio V4 (quatro folhas maduras), procedeu-se a aplicação de uréia em cobertura respeitando-se os sub tratamentos: 0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N. O controle inicial de plantas invasoras foi realizado através do uso do herbicida nicosulfurom e o manejo de pragas foi feito através do monitoramento frequente e, quando necessário, foram feitas aplicações de inseticidas. A fim de avaliar o estado nutricional das plantas, amostras do terço médio da folha diagnose (folha da espiga) foram coletadas no estágio fenológico R1 (florescimento e polinização) em número de 20 por subparcela experimental e encaminhadas para análise laboratorial.

No dia 03 de março, quando as plantas de milho verão se apresentavam no estágio fenológico R6 (maturidade fisiológica) foi delimitado uma área de 4,05 m<sup>2</sup> (3 linhas de plantas com 3 metros lineares) em cada sub parcela para realização do procedimento de amostragem descrito por Achim Dobermann, a fim de se determinar a matéria seca acumulada, os componentes de produção e os nutrientes acumulados nas plantas de milho. Em cada ponto, selecionaram-se seis plantas de milho, representativas da sub parcela, que tiveram suas espigas retiradas e a parte aérea pesada em um único feixe. Em seguida, apartaram-se duas plantas dessa amostra e suas partes foram separadas e picadas em pedaços pequenos para secagem e posterior pesagem. As espigas coletadas das seis plantas foram debulhadas e os grãos e os sabugos colocados para secar e, posteriormente, pesados.

No dia 05 de abril, quando os grãos de milho estavam com umidade próxima da colheita mecanizada, foram demarcados dois pontos para colheita das plantas sendo, em cada ponto, duas linhas adjacentes com 4 metros de comprimento. As espigas presentes neste espaço foram

arrancadas e agrupadas em sacos separados e deixadas para secar sob o sol. Quando secas, as espigas foram trilhadas e os grãos de milho coletados para determinação da massa e umidade (corrigida para 14% de umidade, posteriormente). O rendimento agrícola do milho de cada parcela experimental foi obtido, dessa maneira, através da média aritmética entre os dois pontos amostrados.

Para o cultivo do milho safrinha, o processo de semeadura ocorreu no dia 10 de fevereiro de 2010 utilizando-se sementes do híbrido comercial DKB390Y com população programada de 55.000 pl ha<sup>-1</sup>. Para a adubação de plantio nas parcelas de milho safrinha foram utilizados 40, 30, 30 e 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, N e Zn, respectivamente. Quando as plantas se encontravam no estágio V4 (quatro folhas maduras), procedeu-se a aplicação de uréia em cobertura respeitando-se os sub tratamentos: 0, 30, 60 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N. O controle inicial de plantas invasoras foi realizado através do uso do herbicida nicosulfurom e o manejo de pragas foi feito através do monitoramento frequente e, quando necessário, foram feitas aplicações de inseticidas. A fim de avaliar o estado nutricional das plantas, amostras do terço médio da folha diagnose (folha da espiga) foram coletadas no estágio fenológico R1 (florescimento e polinização) em número de 20 por subparcela experimental e encaminhadas para análise laboratorial.

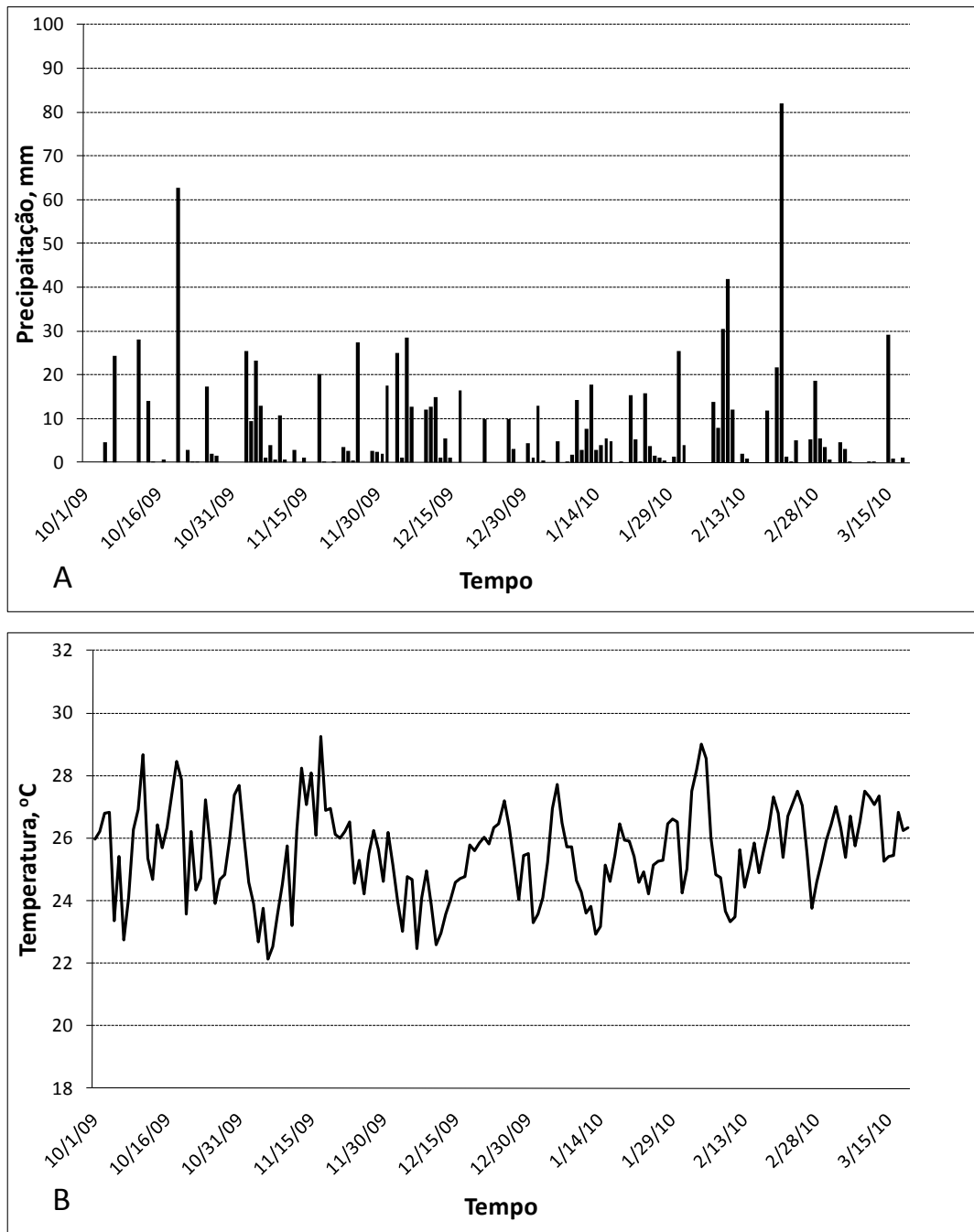
No dia 03 de junho, quando as plantas de milho safrinha se apresentavam no estágio fenológico R6 (maturidade fisiológica), procedeu-se a amostragem de plantas descrita por Achim Dobermann, conforme descrito acima.

No dia 16 de junho, quando os grãos de milho estavam com umidade próxima da colheita mecanizada, foram demarcados dois pontos para colheita das plantas sendo, em cada ponto, duas linhas adjacentes com 4 metros de comprimento. As espigas presentes neste espaço foram arrancadas e agrupadas em sacos separados e deixadas para secar sob o sol. Quando secas, as espigas foram trilhadas e os grãos de milho coletados para determinação da massa e umidade (corrigida para 14% de umidade, posteriormente). O rendimento agrícola do milho de cada parcela experimental foi obtido, dessa maneira, através da média aritmética entre os dois pontos amostrados.

Para a verificação das condições climáticas ocorridas durante a condução dos experimentos, dados de uma estação meteorológica localizada na Estação Experimental Cachoeira foram coletados e são apresentados na Figuras 1. No período avaliado foram observados os seguintes volumes de chuva acumulados: 159, 152, 177, 151, 259, 182, 125, 18 e 0 mm representando, respectivamente, o somatório pluviométrico de outubro, novembro, dezembro,



janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho entre o período de 01/out/2009 e 02/jun/2010, perfazendo um volume total acumulado de 1.225 mm.



**Figura 1.** Volume de chuvas (A) e temperatura média do ar (B) na Estação. Experimental Santa Maria na safra agrícola 2009/2010.

### 3. Resultados

Os resultados referentes ao rendimento de grãos de milho verão e safrinha, à quantidade de nitrogênio acumulada na parte aérea, no sabugo, nos grãos e total das plantas de milho e à matéria seca acumulada pelo capim braquiária em consórcio com o milho verão ou safrinha foram

submetidos à análise da variância utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, 1996), cujo resumo pode ser observado nos Quadros 2, 3 e 4. Nota-se que, para as variáveis rendimento de grãos de milho e quantidade de N acumulada nos grãos e total das plantas de milho verão a análise da variância indicou variação nos resultados em função da dose de N aplicada (Quadro 1). Para os dados referentes ao milho safrinha, a análise da variância indicou também variação nos resultados em função da dose de N aplicada para as variáveis rendimento de grãos de milho e quantidade de N acumulada nos sabugos, grãos e total (Quadro 2). Quanto à quantidade de matéria seca acumulada pelo capim braquiária em consórcio com o milho verão ou safrinha, a análise da variância indicou variação nesta variável em função das doses de N aplicadas no milho. Nenhuma outra variável avaliada sofreu alteração devida ao esquema de rotação de culturas empregada.

**Quadro 2.** Parâmetros da análise da variância para as variáveis rendimento de grãos de milho verão (RG), N acumulado na parte aérea das plantas (NacuPA), N acumulado nos sabugos (NacuS), N acumulado nos grãos (NacuG) e N acumulado total (NacuT) em função da dose de N aplicada, na safra agrícola 2009/2010, com o híbrido DKB390Y.

Variáveis	Valor de F	P > F	C.V.
	Dose N	Dose N	%
RG	120,5	<b>0,0001</b>	2,1
NacuPA	1,19	0,3668	23,7
NacuS	1,14	0,3850	25,6
NacuG	22,97	<b>0,0001</b>	6,17
NacuT	5,52	<b>0,0199</b>	11,2

**Quadro 3.** Parâmetros da análise da variância para as variáveis rendimento de grãos de milho safrinha (RG), N acumulado na parte aérea das plantas (NacuPA), N acumulado nos sabugos (NacuS), N acumulado nos grãos (NacuG) e N acumulado total (NacuT) em função do esquema de rotação de culturas<sup>1</sup> e da dose de N aplicada, na safra agrícola 2009/2010, com o híbrido DKB390Y.

Variáveis	Valor de F			P > F			C.V. %
	RC	Dose N	RCxDose N	RC	Dose N	RCxDose N	
RG	0,21	19,50	0,93	0,8125	<b>0,0001</b>	0,4833	5,6
NacuPA	2,02	1,39	0,80	0,1489	0,2635	0,5751	27,9
NacuS	1,51	4,49	2,48	0,2363	<b>0,0095</b>	0,0434	22,1
NacuG	0,24	28,4	0,54	0,7887	<b>0,0001</b>	0,7717	9,1
NacuT	0,42	18,14	0,67	0,6635	<b>0,0001</b>	0,6771	10,4

<sup>1</sup> Esquemas de rotação de culturas adotados: (1) soja/milho safrinha; (2) soja/milho safrinha+braquiária; (3) soja/milho safrinha+braquiária/soja/crotalária/milho+braquiária.

**Quadro 4.** Parâmetros da análise da variância para a variável quantidade de matéria seca acumulada pelo capim braquiária consorciado com o milho verão e safrinha em função da dose de N aplicada, na safra agrícola 2009/2010.

Cultura	Variável	Valor de F	P > F	C.V.
		Dose N	Dose N	%
Braquiária verão	Matéria seca	16,3	<b>0,0006</b>	6,4
Braquiária safrinha	Matéria seca	6,8	<b>0,0022</b>	32,8

Na Tabela 2 apresentam-se os resultados do rendimento de grãos de soja e da quantidade de matéria seca acumulada pelas culturas de cobertura (capim braquiária e crotalária) em função dos tratamentos empregados. Vale ressaltar que

**Tabela 2.** Rendimento de grãos de soja e matéria seca (MS) acumulada pelo capim braquiária e pela crotalária em função dos tratamentos empregados na safra agrícola 2009/2010.

T	Esquema RC <sup>1</sup>	Dose de N <sup>2</sup>	Rendimento de grãos	MS acumulada	
			Soja	Braquiária	Crotalária
			kg ha <sup>-1</sup>		
1.1	Soja/milho	0	3.513	-	-
1.2	Soja/milho	30	3.514	-	-
1.3	Soja/milho	60	3.773	-	-
1.4	Soja/milho	90	3.614	-	-
2.1	Soja/milho+braquiária	0	3.543	1.206	-
2.2	Soja/milho+braquiária	30	3.537	1.478	-
2.3	Soja/milho+braquiária	60	3.597	1.781	-
2.4	Soja/milho+braquiária	90	3.508	2.411	-
3.1	Soja/milho+braquiária	0	3.454	1.300	-
3.2	Soja/milho+braquiária	30	3.504	1.511	-
3.3	Soja/milho+braquiária	60	3.443	2.114	-
3.4	Soja/milho+braquiária	90	3.567	2.562	-
4.1	Soja/crotalária	-	3.598	-	4.161
4.2	Soja/crotalária	-	3.310	-	3.372
4.3	Soja/crotalária	-	3.462	-	3.800
4.4	Soja/crotalária	-	3.494	-	3.439
5.1	Milho+braquiária	0	-	3.249	-
5.2	Milho+braquiária	50	-	3.474	-
5.3	Milho+braquiária	100	-	4.188	-
5.4	Milho+braquiária	150	-	4.194	-

<sup>1</sup> Esquemas de rotação de culturas adotados: (1) soja/milho safrinha; (2) soja/milho safrinha+braquiária; (3) soja/milho safrinha+braquiária; (4) soja/crotalária; e (5) milho+braquiária.

<sup>2</sup> Doses de N (uréia) aplicadas ao milho verão ou safrinha.

Os valores da concentração de foliar de nutrientes nas culturas da soja, da crotalária e do capim braquiária, em função dos tratamentos empregados, estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Concentração foliar de nutrientes nas culturas da soja, crotalária e capim braquiária em função do esquema de rotação e da dose de N aplicada, na safra agrícola 2009/2010.

Esquema RC <sup>1</sup>	Cultura	Dose N <sup>2</sup> kg ha <sup>-1</sup>	Concentração foliar de nutrientes										
			N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			g kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>					
1	Soja	-	54,3	4,4	23,6	6,8	3,5	2,8	40	7	113	36	44
2	Soja	-	57,1	4,3	21,0	6,6	3,1	2,8	46	8	130	35	45
3	Soja	-	52,9	4,0	26,4	8,1	4,0	2,8	45	7	114	40	47
4	Soja	-	53,9	4,3	24,2	7,1	3,4	2,7	45	8	132	37	42
4	Crotalária	-	18,2	0,5	11,4	3,4	2,7	0,7	14	8	52	16	25
2 e 3	Braquiária	0	15,4	1,1	34,0	6,6	4,5	2,7	-	-	-	-	-
		30	13,3	1,0	30,6	6,0	5,1	2,9	-	-	-	-	-
		60	14,0	1,2	36,8	5,9	3,8	4,9	30	10	689	102	18
		90	14,7	1,0	27,0	5,7	4,4	4,3	-	-	-	-	-
5	Braquiária	0	15,4	1,0	18,8	6,9	4,8	1,4	-	-	-	-	-
		50	18,2	0,9	18,2	6,8	5,9	1,7	-	-	-	-	-
		100	18,9	0,7	22,6	5,6	4,8	1,5	18	5	562	74	22
		150	18,2	0,8	22,2	7,7	5,9	1,9	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Esquemas de rotação de culturas adotados: (1) soja/milho safrinha; (2) soja/milho safrinha+braquiária; (3) soja/milho safrinha+braquiária; (4) soja/crotalária; e (5) milho+braquiária.

<sup>2</sup> Doses de N (uréia) aplicadas ao milho verão ou safrinha.

Nas Tabelas 3 e 4 apresentam-se, respectivamente, os resultados observados da matéria seca e do nitrogênio acumulados na parte aérea, sabugos, grãos e total das plantas de milho e das respectivas porcentagens das partes segmentadas em relação ao total, em função do esquema de rotação de culturas e da dose de N aplicada na safra 2009/2010. O rendimento de grãos de milho observado pode ser entendido como a quantidade de matéria seca de grãos acumulada apresentada na Tabela 3.

**Tabela 3.** Matéria seca (MS) acumulada na parte aérea (PA), nos sabugos (Sab), nos grãos de milho (grão) e total e quantidade de nitrogênio (N) acumulada na parte aérea, nos sabugos, nos grãos de milho e total em função do esquema de rotação de culturas (RC) e da dose de N aplicada, na safra agrícola 2009/2010, com o híbrido DKB390Y.

T	Esquema RC <sup>1</sup>	Dose N <sup>2</sup>	MS acumulada				N acumulado			
			PA	Sab	Grão	Total	PA	Sab	Grão	Total
kg ha <sup>-1</sup>										
1.1	Soja/milho	0	5.765	1.197	6.044	13.005	28,9	6,1	89,9	125,0
1.2	Soja/milho	30	6.247	1.152	6.169	13.568	36,6	5,9	103,5	146,0
1.3	Soja/milho	60	6.058	1.420	6.354	13.833	35,7	5,9	112,7	154,3
1.4	Soja/milho	90	5.543	1.360	6.765	13.668	38,4	6,5	117,8	162,7
2.1	Soja/milho+braquiária	0	5.613	1.257	5.616	12.485	32,2	5,2	88,5	126,0
2.2	Soja/milho+braquiária	30	4.568	1.232	6.285	12.084	23,9	4,8	104,2	132,9
2.3	Soja/milho+braquiária	60	5.020	1.184	6.671	12.875	30,7	3,9	111,0	145,5
2.4	Soja/milho+braquiária	90	5.636	1.453	7.016	14.105	30,6	8,1	125,6	164,3
3.1	Soja/milho+braquiária	0	5.146	1.202	5.808	12.156	23,9	5,1	85,5	114,5
3.2	Soja/milho+braquiária	30	4.798	1.355	6.333	12.486	28,5	7,0	108,3	143,9
3.3	Soja/milho+braquiária	60	5.039	1.331	6.576	12.946	29,8	6,2	111,0	147,0
3.4	Soja/milho+braquiária	90	5.591	1.464	6.918	13.972	36,4	6,7	128,7	171,9
5.1	Milho+braquiária	0	12.627	6.196	6.731	25.553	83,9	20,8	104,8	209,4
5.2	Milho+braquiária	50	15.361	7.844	7.682	30.887	94,3	27,6	129,0	251,0
5.3	Milho+braquiária	100	13.903	7.004	8.245	29.152	107,6	21,6	132,8	262,0
5.4	Milho+braquiária	150	13.144	7.271	8.898	29.313	112,2	25,7	151,4	289,3

<sup>1</sup> Esquemas de rotação de culturas adotados: (1) soja/milho safrinha; (2) soja/milho safrinha+braquiária; (3) soja/milho safrinha+braquiária/soja/crotalária/milho+braquiária.

<sup>2</sup> Doses de N (uréia) aplicadas ao milho verão ou safrinha.

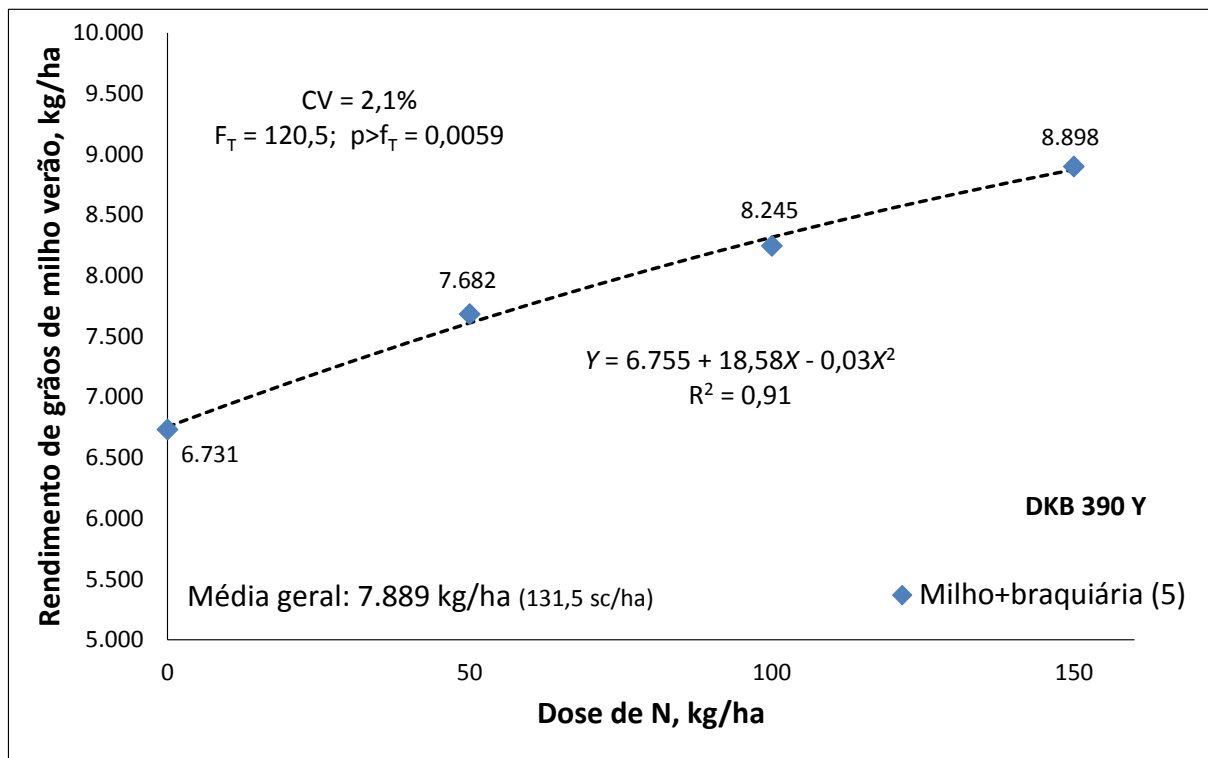
**Tabela 4.** Porcentagem da matéria seca (MS) acumulada e da quantidade de nitrogênio (N) acumulada na parte aérea (PA), nos sabugos (Sab) e nos grãos de milho (grão) em função do esquema de rotação de culturas (RC) e da dose de N aplicada, na safra agrícola 2009/2010, com o híbrido DKB390Y.

T	Esquema RC <sup>1</sup>	Dose N <sup>2</sup> kg ha <sup>-1</sup>	MS acumulada			N acumulado		
			PA	Sab	Grão	PA	Sab	Grão
			%					
1.1	Soja/milho	0	44,3	9,2	46,5	23,1	4,9	72,0
1.2	Soja/milho	30	46,0	8,5	45,5	25,1	4,1	70,9
1.3	Soja/milho	60	43,8	10,3	45,9	23,1	3,8	73,0
1.4	Soja/milho	90	40,6	9,9	49,5	23,6	4,0	72,4
2.1	Soja/milho+braquiária	0	45,0	10,1	45,0	25,6	4,2	70,3
2.2	Soja/milho+braquiária	30	37,8	10,2	52,0	18,0	3,6	78,4
2.3	Soja/milho+braquiária	60	39,0	9,2	51,8	21,1	2,7	76,2
2.4	Soja/milho+braquiária	90	40,0	10,3	49,7	18,6	4,9	76,4
3.1	Soja/milho+braquiária	0	42,3	9,9	47,8	20,9	4,4	74,7
3.2	Soja/milho+braquiária	30	38,4	10,9	50,7	19,8	4,9	75,3
3.3	Soja/milho+braquiária	60	38,9	10,3	50,8	20,3	4,2	75,5
3.4	Soja/milho+braquiária	90	40,0	10,5	49,5	21,2	3,9	74,9
<b>Média da Safrinha</b>			<b>41,3</b>	<b>9,9</b>	<b>48,7</b>	<b>21,7</b>	<b>4,1</b>	<b>74,2</b>
5.1	Milho+braquiária	0	49,4	24,2	26,3	40,1	9,9	50,0
5.2	Milho+braquiária	50	49,7	25,4	24,9	37,6	11,0	51,4
5.3	Milho+braquiária	100	47,7	24,0	28,3	41,1	8,2	50,7
5.4	Milho+braquiária	150	44,8	24,8	30,4	38,8	8,9	52,3
<b>Média do Verão</b>			<b>47,9</b>	<b>24,6</b>	<b>27,5</b>	<b>39,4</b>	<b>9,5</b>	<b>51,1</b>

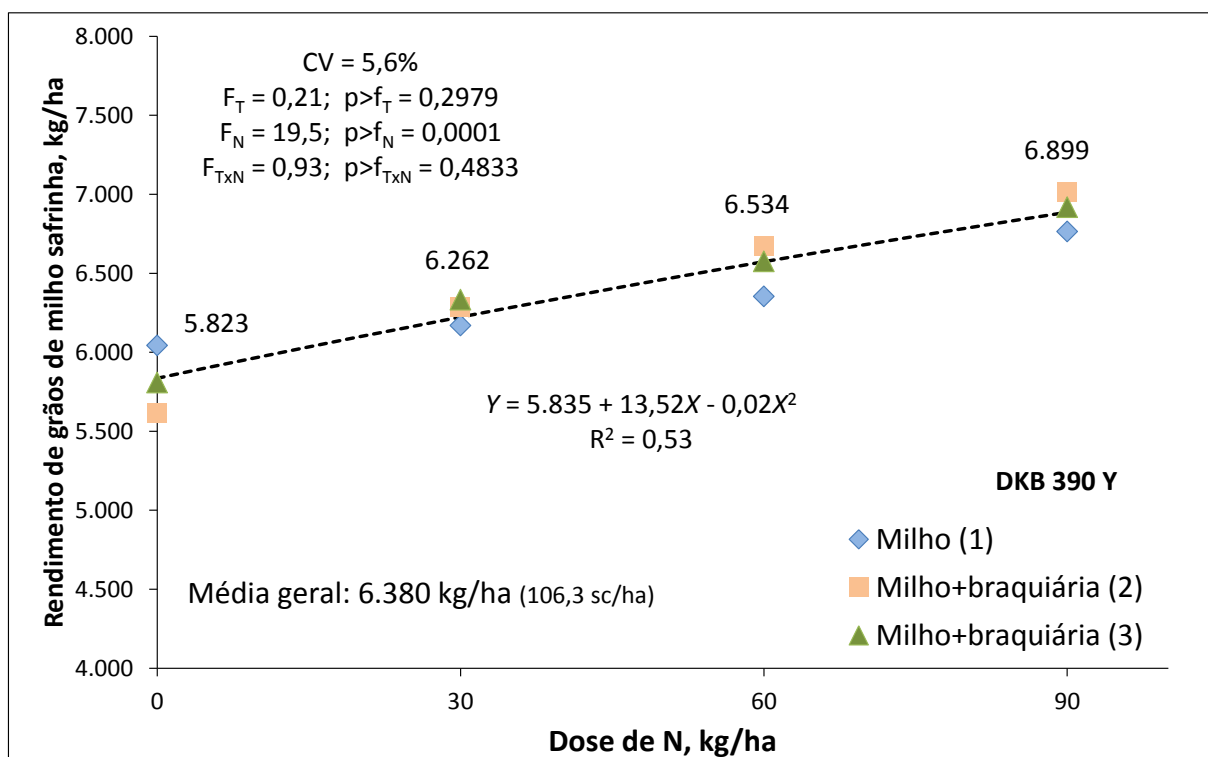
<sup>1</sup> Esquemas de rotação de culturas adotados: (1) soja/milho safrinha; (2) soja/milho safrinha+braquiária; (3) soja/milho safrinha+braquiária/soja/crotalária/milho+braquiária.

<sup>2</sup> Doses de N (uréia) aplicadas ao milho verão ou safrinha.

As Figuras 2 e 3 apresentam os rendimentos de grãos de milho verão e safrinha, respectivamente, em função da dose de N aplicada. Em função da variação destas variáveis às doses de N, um modelo matemático do tipo polinomial foi, então, ajustado aos dados apresentando coeficientes de correlação ( $R^2$ ) de 0,91 e 0,53, respectivamente (Figuras 2 e 3). A média geral de rendimento do milho verão foi de 7.889 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que para o milho safrinha esse valor foi de 6.380 kg ha<sup>-1</sup> de grãos. De acordo com os modelos ajustados, o incremento em rendimento de grãos para cada quilograma de N aplicado foi de 18,6 e 13,5 kg de grãos para o milho verão e safrinha, respectivamente.

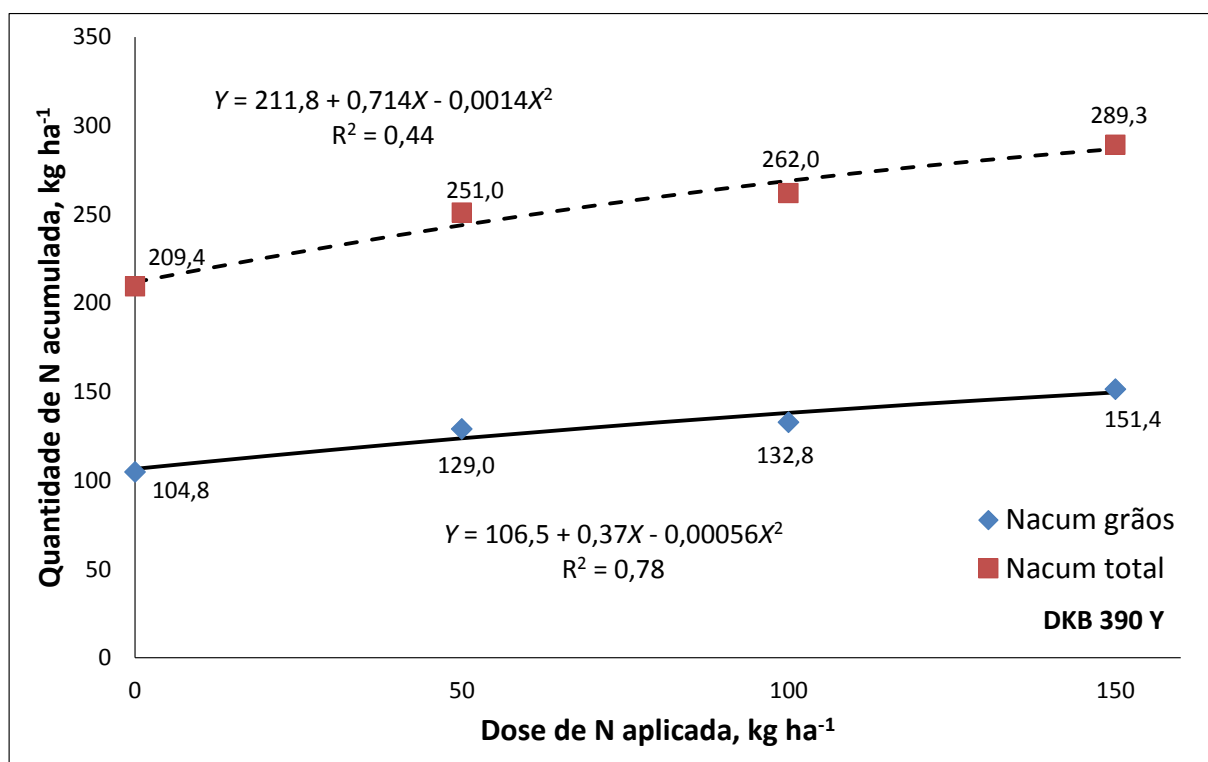


**Figura 2.** Rendimento de grãos de milho verão em função da dose de N aplicada, na safra agrícola 2009/2010, com o híbrido DKB390 Y.



**Figura 3.** Rendimento de grãos de milho safrinha em função do esquema de rotação de culturas e da dose de N aplicada, na safra 2009/2010, com o híbrido DKB390Y.

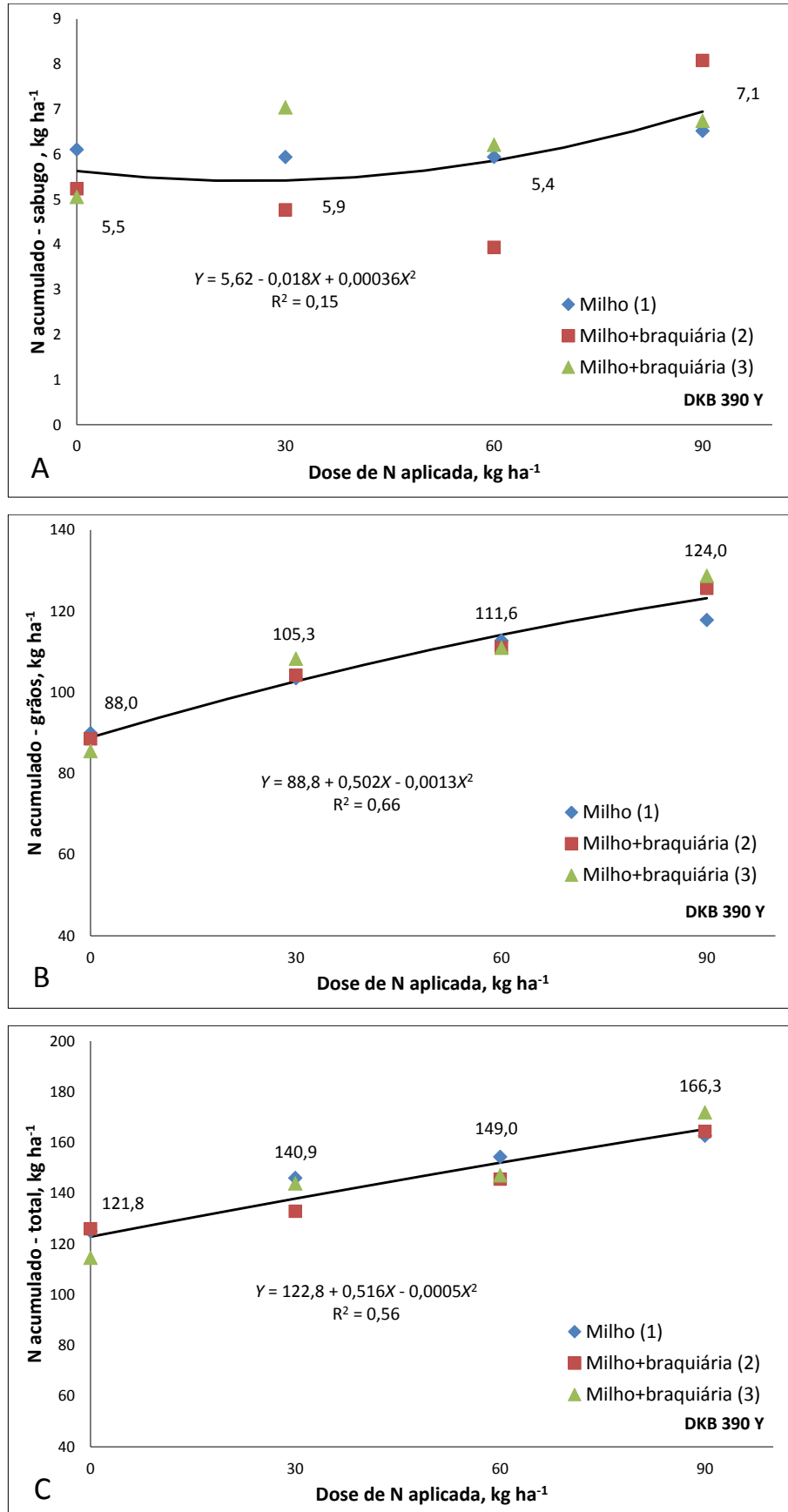
Na Figura 4 abaixo, estão apresentados os valores da quantidade de N acumulada nos grãos e total do milho verão em função da quantidade de N aplicada. Em função da variação destas variáveis às doses de N, um modelo matemático do tipo polinomial foi, então, ajustado aos dados apresentando coeficientes de correlação ( $R^2$ ) de 0,44 e 0,78, respectivamente (Figura 4). A média geral de N acumulado total no milho verão foi de 252,9 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que a quantidade de N acumulada nos grãos foi de 129,5 kg ha<sup>-1</sup> de N. De acordo com os modelos ajustados, o incremento na quantidade de N acumulada para cada quilograma de N aplicado foi de 0,71 e 0,37 kg, respectivamente, para o N total e o acumulado nos grãos.



**Figura 4.** Quantidade de N acumulada nos grãos e total do milho verão em função da dose de N aplicada, na safra 2009/2010, com o híbrido DKB390Y.

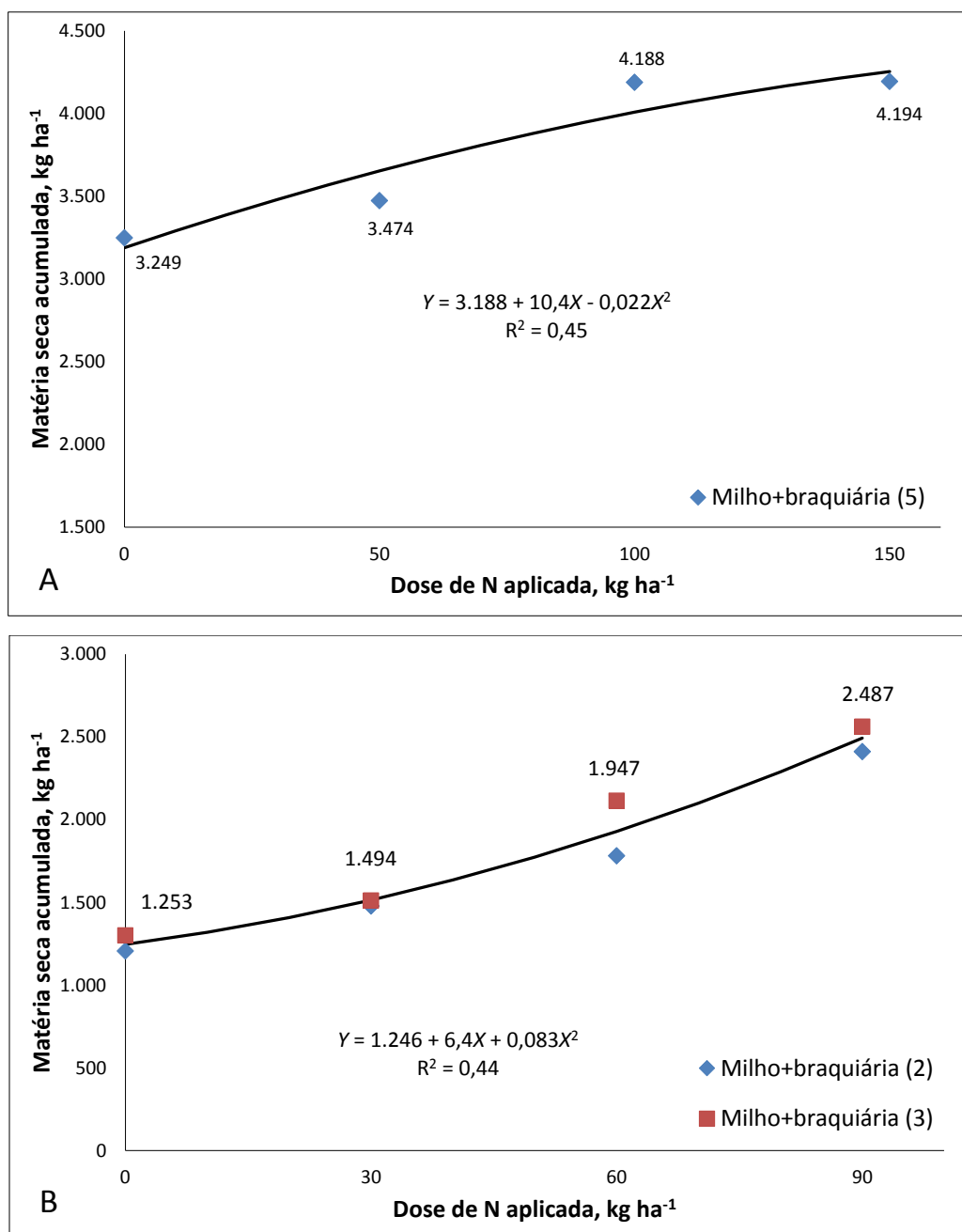
Na Figura 5 estão apresentados os valores da quantidade de N acumulada nos sabugos, nos grãos e total do milho safrinha em função do sistema de produção adotado e das doses de N aplicadas. Em função da variação destas variáveis às doses de N, um modelo matemático do tipo polinomial foi, então, ajustado aos dados apresentando coeficientes de correlação ( $R^2$ ) de 0,15; 0,66 e 0,56, respectivamente (Figura 5). A média geral de N acumulado nos sabugos foi de 6,0 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que nos grãos e no total foram 107,2 e 144,5 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. De acordo com os modelos ajustados, o incremento na quantidade de N acumulada para cada quilograma de N aplicado foi de 0,02; 0,50 e 0,51 kg, respectivamente, para o N acumulado nos sabugos, grãos e total.





**Figura 5.** Quantidade de N acumulada nos sabugos (A), nos grãos (B) e total (C) no milho safrinha em função do esquema de rotação de culturas e da dose de N aplicada, na safra 2009/2010, com o híbrido DKB390Y.

Na Figura 6 estão apresentados os valores da matéria seca acumulada pelo capim braquiária, em consórcio com o milho verão e safrinha, em função das doses de N aplicadas. Em função da variação destas variáveis às doses de N, um modelo matemático do tipo polinomial foi, então, ajustado aos dados apresentando coeficientes de correlação ( $R^2$ ) de 0,45 e 0,44, respectivamente (Figura 6). A média geral de matéria seca produzida no verão foi de 3.776 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que na safrinha foi de 1.795 kg ha<sup>-1</sup>. De acordo com os modelos ajustados, o incremento na quantidade de matéria seca acumulada para cada quilograma de N aplicado foi de 10,4 e 6,4, respectivamente, para o verão e safrinha.



**Figura 6.** Matéria seca acumulada pelo capim braquiária (*B. ruziziensis*) em consórcio com o milho verão (A) ou safrinha (B) em função da dose de N aplicada, na safra 2009/2010.

#### 4. Conclusão

Os resultados obtidos nas condições agronômicas e ambientais deste estudo permitem concluir que:

- (i) Houve resposta à aplicação de nitrogênio na cultura do milho, quer seja verão ou safrinha, influenciando positivamente o rendimento de grãos e o acúmulo de N total na planta.
- (ii) A adição de N impactou positivamente, também, no acúmulo de matéria seca do capim braquiária consorciado com a cultura do milho.
- (iii) A redução do volume de chuvas a partir da primeira dezena de abril pode ter prejudicado a resposta do milho safrinha à adição de N, embora o rendimento de grãos obtido é considerado elevado para as médias da região.
- (iv) O crescimento do capim braquiária em consórcio com o milho safrinha foi prejudicado pela redução do volume de chuvas no outono.

#### 5. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. Disponível em: < <http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>>. Acesso em: 05 mai. 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Brasília: Conab, 2010. 42p. (7º levantamento)

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed Rio de Janeiro. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. 212p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Piracicaba: Os autores, 2004. 360p.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. 4<sup>th</sup> ed. Cary, 1996.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. **Informações Agronômicas**, n.103, 2003. (Arquivo do Agrônomo, 15).

## ANEXOS

	18,2 m	18,2 m	18,2 m	18,2 m	18,2 m	
12,25 m	<b>1.1</b> S/M + 0 N 818	<b>2.4</b> S/M+B + 90 N 819	<b>3.3</b> S/M+B + 60 N 850	<b>4.3</b> S/C 851	<b>5.3</b> M+B + 100 N 882	49 m
12,25 m	<b>1.2</b> S/M + 30 N 817	<b>2.1</b> S/M+B + 0 N 820	<b>3.4</b> S/M+B + 90 N 849	<b>4.4</b> S/C 852	<b>5.4</b> M+B + 150 N 881	
12,25 m	<b>1.3</b> S/M + 60 N 816	<b>2.2</b> S/M+B + 30 N 821	<b>3.1</b> S/M+B + 0 N 848	<b>4.1</b> S/C 853	<b>5.1</b> M+B + 0 N 880	
12,25 m	<b>1.4</b> S/M + 90 N 815	<b>2.3</b> S/M+B + 60 N 822	<b>3.2</b> S/M+B + 30 N 847	<b>4.2</b> S/C 854	<b>5.2</b> M+B + 50 N 879	
corredor de 10 m						
12,25 m	<b>5.2</b> M+B + 50 N 814	<b>1.3.</b> S/M + 60 N 823	<b>4.2</b> S/C 846	<b>2.1</b> S/M+B + 0 N 855	<b>3.2</b> S/M+B + 30 N 878	49 m
12,25 m	<b>5.4</b> M+B + 150 N 813	<b>1.2</b> S/M + 30 N 824	<b>4.4</b> S/C 845	<b>2.2</b> S/M+B + 30 N 856	<b>3.4</b> S/M+B + 90 N 877	
12,25 m	<b>5.3</b> M+B + 100 N 812	<b>1.1</b> S/M + 0 N 825	<b>4.3</b> S/C 844	<b>2.3</b> S/M+B + 60 N 857	<b>3.3</b> S/M+B + 60 N 876	
12,25 m	<b>5.1</b> M+B + 0 N 811	<b>1.4</b> S/M + 90 N 826	<b>4.1</b> S/C 843	<b>2.4</b> S/M+B + 90 N 858	<b>3.1</b> S/M+B + 0 N 875	
corredor de 10 m						
12,25 m	<b>2.4</b> S/M+B + 90 N 810	<b>4.1</b> S/C 827	<b>3.1</b> S/M+B + 0 N 842	<b>1.2</b> S/M + 30 N 859	<b>5.1</b> M+B + 0 N 874	49 m
12,25 m	<b>2.2</b> S/M+B + 30 N 809	<b>4.3</b> S/C 828	<b>3.3</b> S/M+B + 60 N 841	<b>1.4</b> S/M + 90 N 860	<b>5.3</b> M+B + 100 N 873	
12,25 m	<b>2.3</b> S/M+B + 60 N 808	<b>4.4</b> S/C 829	<b>3.4</b> S/M+B + 90 N 840	<b>1.3</b> S/M + 60 N 861	<b>5.4</b> M+B + 150 N 872	
12,25 m	<b>2.1</b> S/M+B + 0 N 807	<b>4.2</b> S/C 830	<b>3.2</b> S/M+B + 30 N 839	<b>1.1</b> S/M + 0 N 862	<b>5.2</b> M+B + 50 N 871	
corredor de 10 m						
12,25 m	<b>4.4</b> S/C 806	<b>2.2</b> S/M+B + 30 N 831	<b>1.3</b> S/M + 60 N 838	<b>5.4</b> M+B + 150 N 863	<b>3.4</b> S/M+B + 90 N 870	49 m
12,25 m	<b>4.1</b> S/C 805	<b>2.4</b> S/M+B + 90 N 832	<b>1.2</b> S/M + 30 N 837	<b>5.1</b> M+B + 0 N 864	<b>3.1</b> S/M+B + 0 N 869	
12,25 m	<b>4.3</b> S/C 804	<b>2.3</b> S/M+B + 60 N 833	<b>1.1</b> S/M + 0 N 836	<b>5.3</b> M+B + 100 N 865	<b>3.3</b> S/M+B + 60 N 868	
12,25 m	<b>4.2</b> S/C 803	<b>2.1</b> S/M+B + 0 N 834	<b>1.4</b> S/M + 90 N 835	<b>5.2</b> M+B + 50 N 866	<b>3.2</b> S/M+B + 30 N 867	

**Figura 1.** Croqui do experimento com as tecnologias Super N e Nitrolife com o híbrido DKB390Y, localizado na Estação Experimental Santa Maria da Fundação MT/PMA, na safra agrícola 2009/2010.

**REALIZAÇÃO:**



**FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MATO GROSSO**

Av. Antônio Teixeira dos Santos, 1559 - Parque Universitário

Rondonópolis - MT - CEP: 78.750-000

Telefone/Fax: (66) 3439-4100

Home Page: [www.fundacaomt.com.br](http://www.fundacaomt.com.br)



**APOIO FINANCEIRO**



Engº Agrº, Dr. Eros Artur Bohac Francisco  
Pesquisador da Fundação MT/PMA  
Coordenador do Projeto