

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MARCA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES EM DOIS HÍBRIDOS DE
MAMONA DE PORTE BAIXO**

MARTHA SANTANA DO NASCIMENTO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU-SP
Setembro – 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES EM DOIS HÍBRIDOS DE
MAMONA DE PORTE BAIXO**

MARTHA SANTANA DO NASCIMENTO
Engenheira Agrônoma
Mestre em Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU-SP
Setembro – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M375m Nascimento, Martha Santana do, 1978-
Marcha de absorção de nutrientes em dois híbridos de mamona de porte baixo / Martha Santana do Nascimento. - Botucatu, [s.n.], 2009.
xiv, 100 f. : il., color., gráfs, tabs.

Tese(Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009

Orientador: Carlos Alexandre Costa Crusciol

Inclui bibliografia

1. *Ricinus comunnis* L. 2. Marcha de absorção de nutrientes. 3. Acúmulo de nutrientes. 4. Exportação de nutrientes. 5. Nutrição mineral. I. Crusciol, Carlos Alexandre Costa. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES EM DOIS HÍBRIDOS
DE MAMONA DE PORTE BAIXO"**

ALUNA: MARTHA SANTANA DO NASCIMENTO

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL



PROF. DR. ROGÉRIO PERES SORATTO



PROF. DR. MUNIR MAUAD



PROF. DR. SALATIER BUZEETTI



DR. TAKASHI MURAOKA

Data da Realização: 25 de setembro 2009.

OFEREÇO

Ao meu amado noivo Rodrigo Martinez Castro

Por somar companheirismo e multiplicar dedicação,

Na construção do nosso caminho,

Digno de todo meu amor, estima e admiração.

“Os passos de um homem bom são confirmados pelo SENHOR, e deleita-se no seu caminho”. Salmos 37:23

DEDICO

Aos meus pais

Vinício Martins do Nascimento

Augusta Santana do Nascimento ♥ *Sempre Presente*

Por me ensinarem os reais valores do ser humano,
valores que me fizeram sempre muito feliz...

“Honra a teu pai e a tua mãe, como o SENHOR teu Deus te ordenou, para que se prolonguem os teus dias, e para que te vá bem na terra que te dá o SENHOR teu Deus”. Deuteronômio 5:16.

“A coroa dos velhos são os filhos dos filhos; e a glória dos filhos são seus pais”. Provérbios 17:6

Aos meus amados Irmãos e Sobrinha,

Júlia Santana do Nascimento

Rildo Santana do Nascimento

Olívia Nascimento Sandini

“E todo aquele que tiver deixado casas, ou irmãos, ou irmãs, ou pai, ou mãe, ou mulher, ou filhos, ou terras, por amor de Meu Nome, receberá cem vezes tanto, e herdará a vida eterna”. Mateus 19:29.

Dedico este trabalho também às gerações futuras, como uma modesta contribuição na produção de energia renovável para o planeta e comprometo-me que, no cumprimento do meu dever de Engenheira Agrônoma sempre trabalharei para o bem do homem; respeitarei a natureza, evitando que destruam o equilíbrio ecológico ou poluam, colocarei todo o meu conhecimento científico a serviço da Agricultura e desenvolvimento da humanidade; Assim sendo, estarei em paz comigo e com Deus.

"O princípio da sabedoria é conhecer e obedecer ao Senhor". Provérbios 9:10

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** por iluminar meus caminhos, meus pensamentos e por estar sempre presente em minha vida guiando e abençoando meus passos e fazendo de mim uma pessoa segura.

“Mas, como está escrito: As coisas que o olho não viu, e o ouvido não ouviu, E não subiram ao coração do homem, São as que Deus preparou para os que o amam”. 1 Coríntios 2:9.

Aos meus **pais** por terem essa essência de pessoas formadas da simplicidade, pelo amor incondicional, pelo incentivo constante, pelo apoio nas horas difíceis e pela família maravilhosa que temos. A minha amada **mãe** por ter sido nosso esteio de família, pilar de sabedoria, amor e dignidade.

Ao meu noivo **Rodrigo**, pelo amor, companheirismo e dedicação, suporte valioso nesta etapa da minha vida.

Ao meu estimado e dedicado professor e orientador **Carlos Alexandre Costa Crusciol** pela amizade, pelos valiosos ensinamentos, pela paciência e pela orientação que me deram suporte para a realização deste trabalho. Meu muito obrigada especial.

Aos membros da banca examinadora *Prof. Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol, Prof. Dr. Munir Mauad, Prof. Dr. Rogério Peres Soratto, Prof. Dr. Salatiér Buzetti e Prof. Dr. Takashi Muraoka* pelas valiosas contribuições a este trabalho.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pela concessão do auxílio financeiro, o qual permitiu a conclusão deste projeto.

Aos colegas **Dorival Pires de Arruda** e **Arine** pelo auxílio nas análises laboratoriais, muito obrigada.

Aos Funcionários do Departamento Produção Vegetal - Setor Agricultura pelo auxílio direto e indireto nos trabalhos, em especial ao **Cirinho Venâncio, Dorival, Lana, Maurílio** e **Vera Lúcia**.

A todos os **docentes** desta Universidade que trouxeram um pouco de si para dentro das salas de aula e nos proporcionaram momentos que jamais serão esquecidos.

As **amigas** Andreia, Maria Renata, Nara por dividir esses anos de convivência com muita alegria. Ao **Rodrigo Foltran** pelo “Help” no Summary.

A **Edemar Moro**, colega para todas as horas, meu muito obrigada especial pela amizade, atenção e dedicação.

À Seção de Pós-Graduação nas pessoas de **Marilena C. Santos** e **Marlene R. Freitas**.

Aos **funcionários da Fazenda Lageado** e a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho. Muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	X
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
5.1 Localização e caracterização da área experimental.....	17
5.2 Caracterização dos híbridos de mamona.....	19
5.3 Delineamento experimental e tratamentos empregados.....	20
5.4 Instalação e condução dos experimentos.....	20
5.5 Avaliações.....	22
5.5.1 Acúmulo de matéria seca.....	22
5.5.2 Acúmulo de nutrientes.....	22
5.5.3 Produtividade de grãos.....	23
5.6 Análise estatística.....	23
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6.1. Acúmulo de matéria seca.....	24

	Página
6.2. Teores de nutrientes no caule, folhas e estruturas reprodutivas.....	29
6.3. Acúmulo de macronutrientes.....	37
6.3.1. Nitrogênio.....	38
6.3.2. Fósforo.....	42
6.3.3. Potássio.....	46
6.3.4. Cálcio.....	50
6.3.5. Magnésio.....	54
6.3.6. Enxofre.....	58
6.4. Acúmulo de micronutrientes.....	62
6.4.1. Boro.....	63
6.4.2. Cobre.....	67
6.4.3. Ferro.....	71
6.4.4. Manganês.....	75
6.4.5. Molibdênio	79
6.4.6. Zinco.....	83
6.5. Produtividade de grãos, produção de resíduos das estruturas reprodutivas, teores e quantidades de nutrientes.....	87
7 CONCLUSÕES.....	92
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Ocupação das áreas antes da implantação dos experimentos.....	19
2	Atributos químicos do solo, na profundidade de 0-20 cm antes da instalação dos experimentos.....	19
3	Teores de macro e micronutrientes no caule dos híbridos de mamona Lyra e Savana na safra 2006.....	30
4	Teores de macro e micronutrientes nas folhas dos híbridos de mamona Lyra e Savana na safra 2006.....	31
5	Teores de macro e micronutrientes nas estruturas reprodutivas dos híbridos de mamona Lyra e Savana na safra 2006.....	32
6	Teores de macro e micronutrientes no caule dos híbridos de mamona Lyra e Savana na safrinha 2006.....	34
7	Teores de macro e micronutrientes nas folhas dos híbridos de mamona Lyra e Savana na safrinha 2006.....	35
8	Teores de macro e micronutrientes nas estruturas reprodutivas dos híbridos de mamona Lyra e Savana na safrinha 2006.....	36
9	Produtividade de grãos e teores de macro e micronutrientes para híbridos de mamona Lyra e Savana na safra e safrinha 2006.....	89

Tabela		Página
10	Produtividade de grãos e quantidade de macro e micronutrientes exportados para híbridos de mamona Lyra e Savana na safra e safrinha 2006.....	89
11	Produção de resíduo e teores de macro e micronutrientes para híbridos de mamona Lyra e Savana na safra e safrinha 2006.....	91
12	Produção de resíduo e quantidades de macro e micronutrientes exportados para híbridos de mamona Lyra e Savana na safra e safrinha 2006.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
A	Precipitação, temperaturas máxima e mínima registradas durante a condução do experimento e posicionamento do momento da emergência e colheita dos híbridos de mamona em 2006.....	18
1	Acúmulo de matéria seca no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	27
2	Acúmulo de matéria seca no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	28
3	Acúmulo de nitrogênio no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	40
4	Acúmulo de nitrogênio no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	41
5	Acúmulo de fósforo no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	44

Figura		Página
6	Acúmulo de fósforo no caule, folha , estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	45
7	Acúmulo de potássio no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	48
8	Acúmulo de potássio no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	49
9	Acúmulo de cálcio no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	52
10	Acúmulo de cálcio no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	53
11	Acúmulo de magnésio no caule , folha , estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	56

12	Acúmulo de magnésio no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	57
13	Acúmulo de enxofre no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	60
14	Acúmulo de enxofre no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	61
15	Acúmulo de boro no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	65
16	Acúmulo de boro no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	66
17	Acúmulo de cobre no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	69

18	Acúmulo de cobre no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	70
19	Acúmulo de ferro no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	73
20	Acúmulo de ferro no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	74
21	Acúmulo de manganês no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	77
22	Acúmulo de manganês no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	78
23	Acúmulo de molibdênio no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	81

24	Acúmulo de molibdênio no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	82
25	Acúmulo de zinco no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006.....	85
26	Acúmulo de zinco no caule, folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006.....	86

1 RESUMO

Com a ampliação da demanda da indústria ricinoquímica e, mais recentemente, a possibilidade do uso do óleo de mamona como biocombustível, há necessidade de realizar-se estudos referentes à absorção e acumulação de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da mamona, o que permite determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos durante o desenvolvimento da cultura e a distribuição desses nas diferentes estruturas da planta possibilitando um manejo adequado da adubação, principalmente a nitrogenada de cobertura. Em função do exposto, objetivou-se estudar a marcha de absorção de nutrientes em dois híbridos de mamona (Híbrido Lyra, Híbrido Savana) em sistema de plantio direto conduzidos em safra e safrinha no ano agrícola de 2006 na Fazenda Experimental Lageado pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, em Botucatu-SP. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Foram realizadas as seguintes avaliações: matéria seca acumulada, quantidade acumulada de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) nos caules, folhas e estruturas reprodutivas e produtividade de grãos. No cultivo de safra concluiu-se que: a) A produtividade do híbrido Lyra foi de 2.995 kg ha⁻¹ e do Savana 2.582 kg ha⁻¹; b) o acúmulo de matéria seca total pelo Lyra foi de 8.629 kg ha⁻¹ e pelo Savana foi de 6.904 kg ha⁻¹; c) Os valores em quilogramas por hectare (kg ha⁻¹) de macronutrientes acumulados na matéria seca total pelo Lyra foram: N=180; P=61,6; K=78; Ca=77,5; Mg=33; S=30,9. No híbrido Savana foram: N=160; P=51,2; K=64; Ca=55,5; Mg=25; S=29. d) Os valores em gramas por hectare (g ha⁻¹) de

micronutrientes acumulados na matéria seca total pelo Lyra foram: B=75; Cu=18; Fe=98; Mn=166; Mo=2; Zn=190. No híbrido Savana foram: B=58; Cu=11,3; Fe=93,7; Mn=95; Mo=1,2; Zn=100. No cultivo de safrinha concluiu-se que: a) A produtividade do híbrido Lyra foi de 1.201 kg ha⁻¹ e do Savana 494 kg ha⁻¹; b) o acúmulo de matéria seca total pelo Lyra foi de 2.200 kg ha⁻¹ e pelo Savana foi de 1.140 kg ha⁻¹; c) Os valores em quilogramas por hectare (kg ha⁻¹) de macronutrientes acumulados na matéria seca total pelo Lyra foram: N=66,5; P=22,1; K=27,7; Ca=16; Mg=8,7; S=12,7. No híbrido Savana foram: N=32; P=8,4; K=13,4; Ca=11,5; Mg=4,2; S=7,3. d) Os valores em gramas por hectare (g ha⁻¹) de micronutrientes acumulados na matéria seca total pelo Lyra foram: B=48; Cu=18,7; Fe=1.026; Mn=151; Mo=0,42; Zn=87,5. No híbrido Savana foram: B=20; Cu=11,2; Fe=390; Mn=129; Mo=0,21; Zn=33,5.

Palavras-chave: *Ricinus comunis* L., marcha de absorção de nutrientes, acúmulo de nutrientes, exportação de nutrientes, nutrição mineral.

NUTRIENT UPTAKE TIME COURSE IN DWARF CASTOR BEAN HYBRID

Botucatu, 2009. 100p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARTHA SANTANA DO NASCIMENTO

Adviser: PROF. DR. CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL

2 SUMMARY

The increasing demand of oil industry with the possibility of using castor bean as biofuel, requires more research in nutrient uptake and accumulation in all stages of castor bean growth which can lead to an appropriate fertilizer management, mainly nitrogen cover. This study aimed at determining the uptake rate in two castor bean cultivars (Lyra hybrid and Savana Hybrid) in no-tillage system in crop and no season crop in 2006. The experiment was carried out at Lageado Experimental farm from School of Agriculture - UNESP in Botucatu / São Paulo State. The experimental design was randomized blocks with four replications. Accumulated dry matter, nutrient content (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo, and Zn) in stems, leaves and flowers, yield were evaluated. The crop results showed that: a) Lyra yield was 2.995 kg ha⁻¹ and Savana's 2.582 kg ha⁻¹. b) The total dry matter accumulated by Lyra was 8.629 kg ha⁻¹ and 6.904 kg ha⁻¹ by Savana. c) The macronutrients accumulated in total dry matter by Lyra was: N= 180.0; P=61.6; K=78.0; Ca=77.5; Mg=33.0; S=30.9 kg ha⁻¹. By Savana hybrid was: N= 160.0; P=51.2; K=64.0; Ca=55.5; Mg=25.0; S=29.0 kg ha⁻¹. d) The micronutrients accumulated in total dry matter by Lyra was: B=75.0; Cu=18.0; Fe=98.0; Mn=166.0; Mo=2.0; Zn=190 g ha⁻¹. By Savana hybrid was: B=58.0; Cu=11.3; Fe=93.7; Mn=95.0; Mo=1.2; Zn=100 g ha⁻¹. The no season crop show that: a) Lyra yield was 1.201 kg ha⁻¹ and Savana's 494 kg ha⁻¹ b) The accumulated dry matter by Lyra was 2.230 kg ha⁻¹ and Savana was 1.140 kg ha⁻¹; c) The macronutrients accumulated in total

dry matter by Lyra was: N= 66.5; P=22.1; K=27.7; Ca=16.0; Mg=8.7; S=12.7 kg ha⁻¹. By Savana hybrid was: N= 32.0; P=8.4; K=13.4. Ca=11.5; Mg=4.2; S=7.3 kg ha⁻¹. d) The micronutrients accumulated in total dry matter by Lyra was: B=48.0; Cu=18.7; Fe=1.026; Mn=151; Mo=0.42; Zn=87.5 g ha⁻¹. By Savana hybrid was: B=20; Cu=11.2; Fe=390; Mn=129; Mo=0.21; Zn=33.5 g ha⁻¹.

Key-words: *Ricinus communis* L.; time course uptake; mineral nutrition; nutrient accumulation; nutrient exportation.

3 INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de relevante importância econômica e social, com inúmeras aplicações industriais. Originária provavelmente da Ásia e nordeste da África, aclimatou-se muito bem no Brasil onde hoje é encontrada desde o Rio Grande do Sul até o Amazonas. Por se tratar de uma planta tolerante à seca e exigente em calor e luminosidade, está disseminada por quase todo o Nordeste. Da industrialização das sementes da mamona, obtém-se, como produto principal, o óleo e, como subproduto, a torta de mamona que possui a capacidade de restaurar terras esgotadas, destacando-se seu emprego como fertilizante, na Bahia, na lavoura fumageira.

Na história da agricultura brasileira, desde os primeiros tempos coloniais, encontram-se referências sobre a aplicação que teve o óleo da mamona como lubrificante nos primitivos engenhos de açúcar e para fins medicinais como é conhecido o óleo de rícino.

Atualmente o óleo de mamona é empregado na indústria de plástico, siderurgia, saboaria, perfumaria, curtume, tintas e vernizes, além de ser excelente óleo lubrificante para motores de alta rotação e carburante de motores a diesel.

A grande aplicabilidade do óleo da mamona em diversos setores da indústria deve-se principalmente às suas nobres características estruturais de molécula. Apresenta em 90% de sua composição o ácido ricinoléico, que tem em sua estrutura química o grupo hidroxila no carbono 12 e dupla ligação, sendo a única fonte comercial com essa singularidade. O grupo hidroxila confere ao óleo estabilidade quanto a viscosidade, que se mantém quando em condições de amplitude térmica. Ao contrário, outros óleos vegetais perdem a viscosidade em altas temperaturas e se solidificam em baixas temperaturas (SAVY FILHO et al., 1999), possuindo também estabilidade a oxidação.

Por queimar sem deixar resíduos e tolerar temperaturas elevadas (SANTOS et al., 2001) sem perder seu padrão na viscosidade, e o óleo ideal para motores de alta rotação, como foguetes espaciais e sistemas de freios de automóveis. Por não possuir enxofre, suas emissões de gases são isentas de compostos sulfurados, substâncias tóxicas e cancerígenas.

Questões ambientais que vêm se desenhando no cenário mundial têm aberto espaço para novas oportunidades econômicas relacionadas a bioenergia, particularmente ao biodiesel da mamona, configurando um negócio rentável para produtores grandes e pequenos e outros agentes da cadeia produtiva.

O biodiesel possui índice maior de cetano do que o diesel mineral, garantindo uma melhor combustão e conseqüentemente, diminuição de poluentes. Com relação ao diesel mineral, o biodiesel não é considerado uma substância inflamável, além de ser biodegradável e não-tóxico, o transporte, armazenamento e manuseio desse combustível são muito mais seguros em comparação ao diesel do petróleo (ALMEIDA et al., 2004).

O Brasil foi, durante décadas, o maior produtor mundial de bagas de mamona e, ainda, o maior exportador do seu óleo. Nos últimos anos o país vem apresentando produção declinante, perdendo a condição de primeiro produtor mundial para a Índia e a China, respectivamente. As principais causas da queda no desempenho da produção brasileira podem ser atribuída à utilização de terras de baixa fertilidade, falta de adoção de práticas mais racionais de preparo, adubação e correção de acidez do solo, falta de controle de pragas e doenças, semeaduras fora de época adequada e a não utilização de sementes selecionadas. Em

nosso país, o Estado da Bahia é o responsável pelas maiores produções, seguido por São Paulo.

A cultura da mamona pode ser uma alternativa rentável para produtores familiares e grandes produtores, sendo necessário o enfrentamento de alguns problemas relacionados à tecnologia de produção, aspectos agrônômicos, econômicos e organizacionais.

Um ponto fundamental para a expansão da cultura no País é o melhoramento genético, com o desenvolvimento de cultivares com alta produtividade, boa tolerância a doenças, boa adaptabilidade a diferentes condições e cultivo e, principalmente, uma arquitetura adequada a métodos de cultivo modernos, sustentáveis e rentáveis.

A determinação da absorção e da acumulação de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta é importante, porque permite determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos durante o desenvolvimento da cultura e a distribuição desses nas diferentes estruturas da planta possibilitando um manejo adequado da adubação.

Com a crescente aplicação e consumo do seu óleo, vem-se notando um maior interesse pelo desenvolvimento e conhecimento da mamoneira em várias condições de clima e solo. Além disso é generalizada a idéia de que a mamoneira produz até mesmo em solos pobres. Entretanto resultados experimentais demonstram que a cultura não é viável economicamente nestas condições, devido a necessidade de controle da fertilidade através de adubação.

Em virtude dos fatos mencionados, e apesar de assumir a importância econômica descrita, a mamoneira, principalmente os híbridos de porte baixo, adaptados a colheita mecanizada, ainda são objetos de estudo por pesquisadores que tentam elucidar vários aspectos importantes relativos à cultura, principalmente em relação à nutrição mineral e absorção de nutrientes.

Dentre os acima citados, a racionalização dos programas de adubação exige a definição dos estádios de desenvolvimento onde a cultura possua maiores exigências nutricionais, ou, de um modo geral, um melhor manejo da adubação consistiria na aplicação dos nutrientes exigidos no momento exatamente anterior as etapas do desenvolvimento da planta onde se mensuram elevadas taxas de requisição daqueles. O estabelecimento desses dados e valores se dá pelo estudo chamado de “marcha de absorção”, pesquisas pelas quais pretendem-se estabelecer as quantidades absorvidas de nutrientes em função da idade e/ou estágio fisiológico de uma cultura.

Diante da ausência de maiores informações sobre a nutrição e adubação mineral da cultura, o objetivo do presente trabalho foi o de estudar a marcha de absorção de nutrientes por híbridos de mamona de porte baixo, nos períodos de cultivo de safra e safrinha.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Marcha de absorção de nutrientes em mamoneira

A determinação da absorção e da acumulação de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta é importante, porque permite determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos durante o desenvolvimento da cultura e a distribuição desses nas diferentes estruturas da planta possibilitando um manejo adequado da adubação.

Um vegetal de interesse econômico, como uma planta de cultivo anual em crescimento, apresenta diferentes fases. No início, como depende de reservas contidas nas sementes, o crescimento é lento; posteriormente, após o desenvolvimento do sistema radicular e a emergência das folhas, a planta tem um rápido crescimento através da retirada de água e de nutrientes do substrato onde está e através da sua atividade fotossintética. Após atingir o tamanho definitivo, entra para a fase de senescência, que resulta em um decréscimo no acúmulo de matéria seca. Um vegetal anual, em condições ecológicas adequadas, ocupa, no período total de crescimento, em termos de percentagem, 10 para germinar, 6 para emergir, 51 no grande período de crescimento, 15 para reprodução, 8 na maturação e 10 até a colheita.

Portanto, durante o seu desenvolvimento, o vegetal ocupa, nas diferentes fases, diferentes períodos de crescimento e, conseqüentemente, seria de fundamental importância o conhecimento dos principais fatores externos, e os da própria planta, que poderiam afetar cada uma das fases até o final do ciclo da mesma. (LUCCHESI, 1987). Considerando esses fatores, além da quantidade absorvida de nutrientes, deve-se considerar também a sua concentração nos diferentes estádios de desenvolvimento (HAAG et al., 1981; VITTI et al., 1994; MALAVOLTA et al., 1997).

A maior parte do peso seco de um vegetal consiste de materiais orgânicos resultantes da fotossíntese e de processos subseqüentes. Os nutrientes essenciais, elementos nutricionais de que a maioria das plantas necessita para completar seu ciclo são: C, O, H (fornecidos pelo ar e pela água); N, P, K (macronutrientes primários); Ca, Mg, S (macronutrientes secundários) e B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn (micronutrientes). O suprimento adequado de cada nutriente em cada estágio de desenvolvimento da cultura é essencial para o crescimento ótimo em todos os estádios (RITCHIE et al., 2003).

A adubação é uma das principais práticas de manejo usadas para aumento da produtividade e da rentabilidade de uma lavoura. Na mamoneira, é possível se aumentar a produção utilizando-se esta técnica, porém, atualmente não se dispõe de informação suficiente para se fazer recomendações de adubação com base científica devido à escassez de estudos sobre o comportamento dessa espécie, principalmente em híbridos de porte baixo, sob fertilização química.

Após a definição das doses de nutrientes a aplicar para a cultura, o passo seguinte é conhecer a absorção e a acumulação de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, identificando as épocas de maior exigência da planta em cada elemento. Essa informação, associada ao potencial de perdas por lixiviação de nutrientes nos diferentes tipos de solos, auxilia na identificação da necessidade de aplicação, parcelada ou não, de fertilizantes (BORGES, 2006)

De acordo com BANZATTO et al (1975), o ciclo da cultura é relativamente longo e seu florescimento se dá no período entre 70-90 dias após a emergência, assim como a maturação ocorre entre 140-200 dias. É nesse momento que a cultura necessita encontrar no solo nutrientes em formas assimiláveis. NAKAGAWA e NEPTUNE, (1971)

constataram que as maiores concentrações de NPK na cultura foram determinadas no primeiro mês de ciclo vegetativo e as de cálcio e magnésio, no segundo mês.

No Brasil são poucos os estudos envolvendo nutrição mineral da mamoneira. No caso dos macronutrientes, trabalhos já foram desenvolvidos no intuito de caracterizar deficiências e teores adequados na planta (CANECCHIO FILHO e FREIRE, 1958; ROJAS e NEPTUNE, 1971; NAKAGAWA et al., 1974). Quanto aos micronutrientes, alguns trabalhos também já foram conduzidos (ROJAS e NEPTUNE, 1971; HOCKING, 1982; NAKAGAWA et al., 1986; PAULO et al., 1989; SOUZA e NATALE, 1997).

A cultura da mamona é típica de pequena agricultura no Brasil, sendo cultivada sob baixo a médio nível tecnológico, com pouco ou nenhum uso de adubos e corretivos (AZEVEDO et al., 1997, 2001). Nas condições experimentais no semi-árido tem-se obtido produtividade de até 1.500 kg ha⁻¹ usando as cultivares BRS Paraguaçu e BRS Nordestina. Em condições comerciais, entretanto, tem sido levantada pela CONAB produtividades de 600 a 900 kg ha⁻¹. CANECCHIO FILHO e FREIRE (1958) verificaram que em três experimentos de campo, as produções máximas variaram entre 1350 a 1800 kg ha⁻¹, porém em outros as produções estiveram na faixa entre 250 e 1000 kg ha⁻¹. Essa baixa produtividade média regional tem sido explicada constantemente como imposição da falta de água e de problemas no manejo (consórcio, época de plantio, variedades, espaçamentos inadequados etc), se bem que as deficiências minerais podem estar contribuindo para esse quadro, ao menos nos anos de melhor pluviosidade (SANTOS et al, 2004a).

Nos Estados de São Paulo e Minas Gerais têm-se obtido produtividades de até 2.500 kg ha⁻¹, sendo comum a produtividade média de 1.800 kg ha⁻¹ (CONAB, abril/2003). Neste caso, além do clima mais propício, o uso de alta tecnologia tem sido comum: variedades anãs, correção do solo com calcário e gesso e adubação com NPK (SAVY FILHO, 2001).

No estudo, provavelmente, mais antigo, realizado no Brasil, referente a exportação de nutrientes, publicado em 1962, os autores relataram que a mamoneira exportou cerca de 80 kg ha⁻¹ de N, 8 kg ha⁻¹ de P e 26 kg ha⁻¹ de K, 9 kg ha⁻¹ de Ca e 6 kg ha⁻¹ de Mg para cada 2000 kg ha⁻¹ de baga produzida (CANECCHIO FILHO & FREIRE, 1958), valores confirmados posteriormente por NAKAGAWA & NEPTUNE (1971), 13 anos após. Estes autores, entretanto, demonstraram que o acúmulo de nutriente na parte aérea aos 133 dias após

a emergência chegou a 156, 12, 206, 19 e 21 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO, respectivamente. Com isto, observa-se que a mamoneira requer altas concentrações disponíveis de nutrientes para que se obtenham produtividades satisfatórias.

Os teores foliares de N chegam a 41,3 g kg⁻¹ aos 64 dias da emergência e é comum encontrar na torta da semente cerca de 45,0 g kg⁻¹ desse nutriente (NAKAGAWA & NEPTUNE, 1971; RAIJ et al., 1996). O N faz parte da estrutura da planta, sendo componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP, clorofila dentre outras moléculas. Sua deficiência na maioria das plantas reduz o crescimento, torna a planta amarelada pela perda da clorofila, provoca amadurecimento precoce, perda de produtividade e qualidade dos frutos colhidos (MALAVOLTA et al, 1989). De acordo com SOUZA & NEPTUNE (1976) o N deve ser aplicado parcelado para atender melhor a demanda pelo nutriente no momento do florescimento (30-50 dias após a emergência) em doses entre 40-100 kg ha⁻¹.

Os teores foliares de P e K chegam a 1,0 e 46,1 g kg⁻¹, respectivamente, aos 64 dias da emergência e é comum encontrar na torta da semente cerca de 7 e 11 g kg⁻¹ desses nutrientes (NAKAGAWA e NEPTUNE, 1971; RAIJ et al., 1996). O P faz parte da estrutura da planta e de várias moléculas chaves no metabolismo, sendo componente das membranas (fosfolipídios), do RNA, DNA, ATP, ésteres de carboidratos dentre outras moléculas. No caso da mamona, as sementes apresentem de 35 a 55% de óleo, tendo o P como importante nutriente na sua composição. O óleo de mamona diferencia-se dos demais óleos vegetais em virtude da grande quantidade de hidróxidos que contém especialmente o ácido ricinoléico, com presença, em média, de 90% na sua composição, com três grupos altamente reativos que, juntos, permitem qualidades específicas à produção de uma infinidade de produtos industriais. (MALAVOLTA et al, 1989; MARSCHNER, 1995; VIEIRA et al., 1998). Em estudo realizado por NAKAGAWA e NEPTUNE (1971) a aplicação de P proporcionou aumento da massa e número de frutos no cacho das plantas, isso deveu-se, principalmente a maior emissão de cachos e aumento da relação entre % sementes sobre % de casca. Severino et al. (2006) observaram consistente aumento do teor de óleo nas sementes em resposta ao aumento nas doses de P. Segundo os mesmos autores é possível que o maior suprimento deste nutriente seja uma prática viável para obtenção de maior teor de óleo na cultura da mamona

O K está relacionado com a atividade de mais de 60 enzimas, mantendo a turgescência da folha, sendo essencial no transporte interno de açúcares e no equilíbrio eletroquímico da planta. Sob deficiência de potássio, ocorre redução na atividade fotossintética das folhas, aumento da respiração radicular, direcionamento de carbono para as raízes que aumentam a relação raiz-parte aérea, a absorção de nitrato fica reduzida e é aumentada a de Na, Ca e Mg.

O Ca, elemento estrutural, que fazendo parte da lamela média da parede celular; dá estabilidade à membrana plasmática e funciona como mensageiro iônico interno na planta, estando envolvido nos sinais internos emitidos pela planta sob condições de variados tipos de estresses (MALAVOLTA et al, 1989; MARSCHNER, 1995). Sua deficiência provoca retardo no crescimento e morte dos ponteiros. Teores foliares variando de 15-25 g kg⁻¹ de Ca no limbo da quarta folha do ramo principal no início do florescimento são considerados adequados (MALAVOLTA et al., 1989) e é comum se encontrar na torta da semente cerca de 18 g kg⁻¹ de Ca (RAIJ et al., 1996).

O Mg é parte estrutural da clorofila e está envolvido em todos os processos de fosforilação; atua na absorção iônica, respiração celular, armazenamento e transferência de energia, além de permitir melhor balanço eletrolítico e dá estabilidade aos ribossomos; também modula a atividade de várias enzimas importantes (MALAVOLTA et al., 1989).

Em um de seus experimentos utilizando a mamoneira CANECCHIO FILHO e FREIRE (1958) avaliaram a influência da adubação NPK na cultura e verificaram que a aplicação do N foi extremamente positiva, proporcionando aumento de 31% na produtividade (+ 815 kg ha⁻¹ em relação à testemunha). Verificaram também que a adição de P proporcionou um ganho de 25%, correspondendo a um aumento de 358 kg ha⁻¹ na produtividade. Esses mesmos autores, em 1959, avaliaram a influência do espaçamento e da adubação NPK na mamoneira em três colheitas sucessivas. Verificaram que não houve influência do N, pois nos tratamentos com ou sem o nutriente a primeira colheita representou 64%. Nos tratamentos sem K e nos que receberam as doses 30 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O a primeira colheita representou, respectivamente, 67, 62 e 63%; sem P ou com as doses 60 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 66, 65 e 62%, respectivamente.

CANECCHIO FILHO et al (1963), dando seguimento aos seus estudos com adubação na mamoneira avaliaram a influência de doses crescentes de NPK na cultura. Verificaram que a aplicação de N proporcionou ganhos de 134 kg ha^{-1} . Também a aplicação de 75 e 150 kg ha^{-1} de P_2O_5 proporcionaram, respectivamente, 1.138 e 1.518 kg ha^{-1} contra 305 kg ha^{-1} da testemunha. Outro aspecto importante mencionado pelos autores refere-se ao efeito expressivo do P e do N na redução do tempo para o florescimento e colheita dos primeiros cachos, ao passo que o K agiu em sentido contrário.

SOUZA et al. (1979) com objetivo de elucidar aspectos relativos à adubação potássica na mamoneira testaram cinco doses de potássio (0, 10, 20, 40 e 80 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio) e verificaram que a aplicação da maior dose proporcionou produtividade de 1.326 kg ha^{-1} , contrastando com a testemunha que produziu 991 kg ha^{-1} . Em um outro experimento, SOUZA et al. (1974) avaliaram o efeito da fertilização nitrogenada, fosfatada e potássica na produção da mamoneira, ficando evidenciado que a dose econômica de P esteve em torno de 140 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

Também SOUZA et al. (1975) avaliaram o efeito da adubação nitrogenada na produção de sementes da cultura. Os autores puderam inferir que houve correlação significativa e positiva entre doses de N e produção de sementes. Constataram que a aplicação de 80 kg ha^{-1} de N proporcionou a maior produção (1.902 kg ha^{-1}), sendo 704 kg ha^{-1} superior à testemunha. Com relação a adubação fosfatada, SOUZA et al. (1976), estudando a influência de cinco níveis de P (0, 50, 100, 200 e 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de superfosfato simples), constataram efeito na produção de sementes de mamona até a dose de 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

NAKAGAWA e NEPTUNE (1971), estudando a marcha de absorção de N,P,K,Ca e Mg na mamoneira, inferiram que, de maneira geral, as plantas dos tratamentos adubados proporcionaram, em média, uma produção de frutos superior a 3.000 kg ha^{-1} enquanto que os tratamentos sem adubo não atingiram 2.000 kg ha^{-1} . Verificaram também que a massa de 100 sementes, provenientes de plantas adubadas, foi de aproximadamente 42g, contra 38g das plantas sem adubo. Embora tenham afirmado que o período de maior absorção não tenha ficado bem caracterizado, observaram que, para os tratamentos com adubo, os elementos N, P, K e Mg tiveram um período de absorção com maior intensidade de 41 a 110 dias após a emergência; e o de Ca entre 41 e 87 dias.

Em um outro trabalho, NAKAGAWA et al. (1974), com o objetivo de avaliar os efeitos isolado e combinado de NPK em dois cultivares de mamona, verificaram que, em média, a dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi a que proporcionou maior produção de sementes. Tomando-se como base de comparação a produção resultante da aplicação de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, verifica-se que as doses de 80 e 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ incrementaram, respectivamente 23 e 6%. Observaram também que as razões entre as porcentagens de sementes e de cascas tiveram uma correlação positiva e significativa com a produção de frutos, o que significa que o fertilizante aumentou a densidade das sementes. Assim, inferiram que em situações de clima e solo semelhantes ao daquele experimento, a mamoneira deverá responder na seguinte ordem de preferência: P>K>N. NAKAGAWA et al (1979), conduziram um outro experimento onde estudaram os efeitos de doses de P na mamoneira cultivar “Guarani”. Os resultados permitiram inferir que evidentemente o P atuou favoravelmente sobre o teor de óleo nas sementes, e que as sementes dos cachos primários chegaram a alcançar 49,51% de óleo com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Os autores afirmaram ainda que o P influenciou decisivamente no aumento da produção de sementes em todos os níveis adicionados (40, 80, 120, 160, 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅), principalmente na produção dos cachos primários, pois este efeito foi resultante da sua ação positiva sobre o número de frutos por cacho, peso de sementes no fruto e peso de sementes no cacho.

SEVERINO et al. (2004), estudando a adubação com NPK e micronutrientes em algumas características como altura da planta, altura do primeiro cacho, diâmetro do caule, número de nós até o primeiro cacho e estande final da mamoneira no município de Assu (RN), verificaram que o N não influenciou de forma significativa nenhuma das características, possivelmente devido à falta do parcelamento e perda de adubo por volatilização. O P e o K influenciaram significativamente todas as características ligadas ao crescimento. O estande final foi reduzido nas maiores doses de P e K, possivelmente devido à alta concentração salina nos fertilizantes, principalmente em solo arenoso e com pouca umidade. A mamoneira apresentou alta capacidade de resposta à adubação.

Em um outro experimento, SEVERINO et al. (2004) avaliaram a influência de doses de nitrogênio, fósforo, potássio, calcário dolomítico e uma mistura de micronutrientes. Os autores verificaram que o comprimento da parte masculina do cacho foi influenciado pelas doses de N, P, K e calcário e o da parte feminina pelas doses de nitrogênio.

Com o objetivo de estudar e descrever a deficiência de fósforo e potássio em mamona, bem como seus efeitos sobre o crescimento e a produção da cultura, FERREIRA et al. (2004) desenvolveram um experimento de campo no município de Campina Grande (PB) do qual demonstraram que na deficiência de fósforo, as plantas têm crescimento inicial lento, provavelmente devido a redução na absorção de nutrientes, da taxa fotossintética e da translocação interna de carboidratos. Em seguida, as folhas de verde intenso passam a ter a presença de uma clorose verde-amarelada ou verde-bronzeada que segue paralela às nervuras e isolam o tecido internerval. Estas folhas adquirem uma tonalidade verde-bronzeada, inclinam suas bordas para baixo e apresentam necrose marginal, escurecimento da lâmina foliar e se destacam da planta. Nas plantas de mamona com suprimento de fósforo até 30 dias após a emergência, não se verificaram sintomas visuais subsequente de deficiência de fósforo. Os sintomas visuais nas folhas de deficiência de K se estabelecem a partir dos 30 dias após a emergência, especialmente em plantas que tiveram interrompido o suprimento desse nutriente. As folhas inferiores começam a aparentar uma clorose internerval verde-amarelo-claro a qual resseca as bordas, murcha e se fecha sobre sua face superior. Reduções de até 60% na produtividade de frutos foram observadas em condições de deficiência marginal.

SANTOS et al, (2004b) estudando a deficiência de cálcio e magnésio na mamona e seus efeitos sobre o crescimento e a produtividade da cultura puderam observar que a deficiência de cálcio foi muito parecida com a de enxofre, exceto pela presença constante nas folhas das plantas deficientes em cálcio de nervuras esverdeadas e ausência de necrose nas margens das folhas. A deficiência de magnésio se manifestou após os 60 dias com as plantas mostrando folhas deitadas sobre o caule e uma leve clorose internerval nas folhas inferiores. A produção de matéria seca de folha, caule, parte aérea total e área foliar foram inicialmente mais afetadas com a deficiência de magnésio, que reduziu para 62% do total a produção de matéria seca da parte aérea. A produtividade de frutos foi reduzida em 70% nas plantas deficientes em magnésio e em 92% nas deficientes em cálcio.

De acordo com MALAVOLTA (2006), os níveis adequados de macronutrientes nas folhas da mamoneira são assim descritos: 40-50; 3-4; 3-40; 15-25; 2,5-3,5 e 3,4 g kg⁻¹ respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S; para os micronutrientes 16-21; 4-6; 32-44; 12-27; 1,7-3,4 e 9 mg kg⁻¹ respectivamente para B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi constituído de dois experimentos conduzidos em condições de campo em época de safra e safrinha no ano agrícola 2005/2006.

5.1. Localização e caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP - Campus de Botucatu, localizada no município de Botucatu-SP, latitude 22° 51'S, longitude 48° 26'W Grw. e altitude de 740 m.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa. É caracterizado pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (LOMBARDI NETO & DRUGOWICH, 1994).

Os dados diários referentes às temperaturas máxima, mínima e precipitação pluvial durante o ano de condução do experimento, coletados na Estação Meteorológica da Fazenda Experimental Lageado, pertencente ao Departamento de Recursos Naturais – Setor de Climatologia, estão contidos na Figura A.

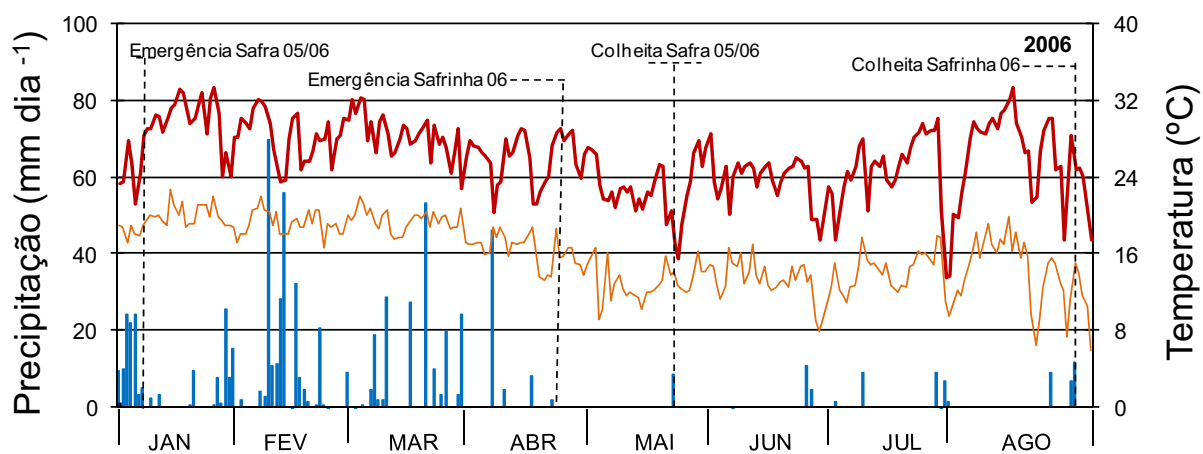


Figura A. Precipitação (■), temperaturas máxima (—) e mínima (—) registradas durante a condução do experimento e posicionamento do momento da emergência e colheita dos híbridos de mamona nos cultivos de safra e safrinha.

O solo da área experimental foi classificado, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999), e vinha sendo manejado em sistema de plantio direto há seis anos com a seguinte seqüência de culturas contida na Tabela 1. A análise do solo da área experimental está descrita na Tabela 2.

Tabela 1. Ocupação das áreas antes da implantação dos experimentos.

Ano agrícola	Safra 2005/2006	Safrinha 2006
2000/2001	milho/aveia	soja/milheto
2001/2002	milho/aveia	soja/milheto
2002/2003	arroz/feijão	Soja/aveia
2003/2004	milho/aveia	soja/triticales
2004/2005	soja/aveia	feijão/milho
2005/2006	mamona	mamona

Tabela 2. Atributos químicos do solo, na profundidade de 0-20 cm antes da instalação dos experimentos.

Área	pH CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	P (resina) mg dm ⁻³	H+Al -----	K	Ca	Mg mmol _c dm ⁻³	SB -----	CTC -----	V %
Safra 05/06	5,1	24	16	38	1,5	31	17	49	87	56
Safrinha 06	5,1	36	28	51	1,3	26	13	41	92	45

5.2. Caracterização dos híbridos de mamona

O híbrido Lyra apresenta ciclo precoce (140 dias); a floração ocorre por volta dos 36 dias após a emergência (DAE); apresentando cerca de 60% de flores femininas, boa rusticidade, altura média de 1,40 m, frutos indeiscentes, boa debulha, produção média (safra e safrinha) de aproximadamente 2.000 kg ha⁻¹.

O híbrido Savana possui um ciclo classificado como semi-precoce (160 dias); A floração ocorre por volta dos 42 dias após a emergência, apresenta 75% das flores femininas, boa rusticidade, altura média de 1,60 m, frutos indeiscentes, boa debulha, produção média aproximada (safra e safrinha) de 1.600 kg ha⁻¹; ambas adequadas à colheita mecanizada.

As sementes dos híbridos foram produzidas pela empresa Sementes Armani Ltda em Janaúba-MG.

5.3. Delineamento experimental e tratamentos empregados

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se dos híbridos, de porte baixo, Lyra e Savana e 7 épocas de coleta, sendo a primeira aos 17 DAE, e após, a cada 14 dias, até a colheita aos 120 DAE e ocorreram da seguinte maneira na safra: aos 17; 31; 45; 59; 73; 97; 120 e na safrinha: 17; 31; 45; 59; 80; 100; 120 DAE.

Foram adotados os espaçamentos e as densidades recomendadas para cada híbrido, assim sendo, Lyra: 0,50 cm entre plantas e população de 45.000 plantas ha⁻¹, e; Savana: 0,45 cm entre plantas e população de 25.000 plantas ha⁻¹. Dessa maneira, as unidades experimentais foram constituídas de 10 e 6 fileiras de plantas, respectivamente, para Lyra e Savana.

5.4. Instalação e condução do experimento

Quinze dias antes da semeadura dos híbridos de mamona foi realizada a dessecação da vegetação presente na área com o herbicida glyphosate, na dose de 1,8 kg do i.a. ha⁻¹, utilizando volume de aplicação de 250 L ha⁻¹.

As sementes de mamona foram tratadas com fungicida carboxin-thiran (Vitavax-thiran - 300ml do produto/100 kg de sementes) e inseticida thiametoxan (Cruiser - 300g do produto/100 kg de sementes).

De acordo com a análise de solo (Tabela 1) foi determinada a utilização do adubo NPK com formulação 08-28-16 + 4,5% de S + 0,5% de Zn, totalizando 250 kg ha⁻¹ do fertilizante na semeadura, seguindo as recomendações de SAVY FILHO et al. (1999).

A semeadura da safra foi realizada sobre palhada de aveia no dia 23/12/05. Na safrinha a semeadura foi realizada sobre palhada de milho no dia 03/04/06. A operação foi realizada com semeadora adubadora modelo Personalle Drill 13 Semeato para plantio direto. Na safra a emergência ocorreu em 08/01/2006 e, na safrinha ocorreu em 23/04/06.

O controle de plantas daninhas de folhas estreitas, tanto nos cultivos de safra, quanto safrinha foi realizado com aplicação do herbicida sethoxidim, na dose de 1 litro ha⁻¹ + 1% de óleo mineral. O controle das plantas daninhas de folhas largas foi realizado com o herbicida clorimuron na dosagem de 80 g ha⁻¹ do produto comercial.

A adubação nitrogenada em cobertura, foi realizada no estágio em que as plantas encontrava-se com 4 a 5 folhas inteiramente abertas (20 DAE). Utilizou-se como fonte de N o nitrato de amônio que possui 32% de N em sua fórmula. Aplicou-se em cobertura o equivalente a 50 kg ha⁻¹ de N.

A aplicação de nitrogênio foi realizada manualmente sobre a palhada da cobertura morta, com o uso de copos dosadores previamente calibrados para cada espaçamento. O adubo foi colocado aproximadamente de 5 a 10 cm ao lado das plantas.

Devido à incidência da doença mofo cinzento (*Botrytis ricini*), foram feitas duas aplicações de fungicida tanto na safra quanto na safrinha. A primeira ocorreu no início do florescimento e a segunda 20 dias após a primeira. Os produtos utilizados foram procimidona, fungicida sistêmico na dose de 300 gramas do produto por hectare e prodione, fungicida de contato na dosagem de 300 mL por hectare.

Durante todo o ciclo da cultura, tanto em safra como em safrinha, foram realizadas coletas periódicas com intervalo de 14 dias entre elas. As plantas eram cortadas no caule rente ao nível do solo e levadas até o laboratório para a separação em partes assim denominadas: caule, folhas e estruturas reprodutivas.

A colheita da safra e da safrinha foi realizada aos 120 dias após a emergência (DAE).

5.5. Avaliações

5.5.1. Acúmulo de matéria seca

A cada 14 dias foram coletadas 4 plantas, sendo que a primeira coleta ocorreu aos 17 DAE, desprezando-se uma bordadura interna entre as épocas de amostragens de 0,25 m na linha e uma planta na entrelinha. Em seguida, a parte aérea das plantas foi lavada em água destilada e a seguir submetida à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C pelo período de sete dias. Em todas as amostragens, foram determinadas a massa da matéria seca da parte aérea, dividida por partes (caule, folhas e estruturas reprodutivas).

5.5.2. Acúmulo de nutrientes

As amostras de matéria seca de planta foram moídas em moinho tipo Willey modelo EDB – 5 “De Leo”, equipado com peneira 40 mesh, e submetidas às determinações de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn. Para o B e Mo a digestão foi por via seca. P, S e B foram quantificados por colorimetria; o Mo foi quantificado pelo método de plasma ICP (Inductively Coupled Plasma); Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; K por fotometria de chama. Os teores de N foram determinados pelo método semi-micro Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1997).

Para determinação do acúmulo dos macro e micronutrientes, o teor de cada um deles foi relacionado com a massa correspondente de matéria seca em cada órgão, para ser obtido o modelo da distribuição e quantidade do nutriente na planta toda, transformando em acúmulo por hectare.

Na última coleta de plantas, uma parte dos racemos foi trilhado, separando os grãos dos resíduos vegetais (ráquis e cascas) e posteriormente ambas as partes (grãos e resíduos das estruturas reprodutivas) foram moídos e submetidos a determinação dos nutrientes acima descritos.

5.5.3. Produtividade de grãos

Para esta avaliação foram colhidas, manualmente, as plantas contidas na área total de cada unidade experimental, que continham em média 25m² aproximadamente. Os cachos foram trilhados e após esta operação, os grãos foram pesados e posteriormente foi calculada a produtividade em kg ha⁻¹ a 8% em base úmida.

5.6. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos dois híbridos foram comparadas pelo teste LSD a 5%. Para o fator coletas, os dados de acúmulo de matéria seca e de nutrientes das diferentes partes, bem como o acúmulo de matéria seca total, foram ajustados a equações matemáticas pelo modelo de Gauss, com 5% e 1% de probabilidade de significância, sendo sempre selecionados os resultados que obtinham valor de R² mais apropriados, ou seja, aqueles que continham índice de correlação acima de 80% .

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Acúmulo de matéria seca

Os dados referentes ao acúmulo de matéria seca pelo caule na safra, nos híbridos Lyra e Savana, foram ajustados ao modelo de Gauss e estão representados na Figura 1A. Pode-se observar que o híbrido Lyra acumulou um equivalente a aproximadamente 3.800 kg ha^{-1} até o fim do ciclo da cultura (120 DAE) enquanto o Savana teve um acúmulo próximo aos 2.500 kg ha^{-1} . Observou-se que a partir dos 40 DAE a taxa de acúmulo de matéria seca nos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura. Os dados de acúmulo de matéria seca pelas folhas foram ajustados ao modelo de Gauss que o descrevem como sendo de aproximadamente 2.100 kg ha^{-1} no híbrido Lyra e de 1.800 kg ha^{-1} para o Savana (Figura 1B). Ambos acúmulos intensificaram suas taxas aos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 73 DAE, o que representou o período de máximo desenvolvimento vegetativo e área foliar.

As estruturas reprodutivas, aqui representadas por flores e frutos (ráquis e cascas somados, nesse caso), tiveram um acúmulo de matéria seca equivalente a 4.200 kg ha^{-1} para o Lyra e 3.700 kg ha^{-1} para o Savana e os dados foram ajustados a um

modelo de Gauss (Figura 1C). A taxa de acúmulo de matéria seca nessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, tendo o híbrido Lyra a maior produção em kg ha^{-1} . Verificou-se, portanto, que o acúmulo de matéria seca foi representado em maior massa pelas estruturas reprodutivas, seguido pelo caule e por último pelas folhas (Estruturas reprodutivas > Caule > Folhas); isso devido ao fato das estruturas reprodutivas, neste caso, serem compostas pela ráquis, racemos e inflorescências parcialmente desenvolvidas.

O acúmulo de matéria seca total forneceu dados que foram ajustados a um modelo de Gauss, e verifica-se, na Figura 1D, que o Lyra seguiu sendo o híbrido que alcançou a maior quantidade matéria seca total acumulada com valores próximos aos 8.600 kg ha^{-1} enquanto o Savana acumulou 6.900 kg ha^{-1} , ambos com taxa de acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE.

SANGOI e KRAUSE (1993), estudando a mandioca, planta da mesma família da mamoneira (Euphorbiaceae), verificaram que nas cultivares avaliadas o acúmulo de matéria seca nas raízes ocorreu de forma crescente até os 180 dias após o plantio, ou seja, até quase a totalidade do ciclo da cultura. Similarmente, nas plantas de mamona estudadas, notou-se que os acúmulos de matéria seca total, de matéria seca no caule e estruturas reprodutivas foram crescentes durante o ciclo da cultura, com máximas taxas aos 120 DAE.

O acúmulo de matéria seca pelo caule na safrinha está apresentado na Figura 2A, os dados foram ajustados ao modelo de Gauss; verificou-se que o híbrido Lyra teve um acúmulo de aproximadamente 420 kg ha^{-1} e o Savana alcançou os 260 kg ha^{-1} . Observou-se que a partir aos 40 DAE o acúmulo de matéria seca no caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

Os dados de acúmulo de matéria seca pelas folhas foram ajustados ao modelo de Gauss alcançando os 650 kg ha^{-1} no híbrido Lyra e de 300 kg ha^{-1} para o Savana (Figura 2B). Ambos acúmulos se intensificaram aos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 73 DAE, o que representou o período de máximo desenvolvimento vegetativo e área foliar.

Em relação ao acúmulo de matéria seca por estruturas reprodutivas (Figura 2C), os dados obtidos se ajustaram a um modelo de Gauss e o híbrido Lyra acumulou 1700 kg ha^{-1} e o Savana aproximadamente 700 kg ha^{-1} . O acúmulo de matéria seca nessas

estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, tendo o híbrido Lyra a maior produção em kg ha^{-1} .

Os dados de acúmulo de matéria seca total foram ajustados ao modelo de Gauss. O híbrido Lyra produziu 2200 kg ha^{-1} e o Savana 1140 kg ha^{-1} (Figura 2D) ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE.

Ao se comparar os acúmulos de matéria seca pelas plantas em Safra e Safrinha observa-se uma considerável diferença entre as épocas, para os híbridos Lyra e Savana.

De acordo com WREGGE et al (2007), o intervalo de temperatura para o desenvolvimento adequado da mamoneira é de 20°C a 30°C . A temperatura ideal é em torno de 23°C . Quando a temperatura do ar fica menor, abaixo de 10°C , pode ocorrer a inviabilização do grão-de-pólen e não se formam as sementes (SILVA et al., 2005).

Ao analisar os dados de acúmulo de matéria seca em função dos dados climáticos, ficaram evidentes as variações de disponibilidade de água e de amplitudes térmicas entre os períodos estudados de safra e safrinha; com isso a diminuição de acúmulo de matéria seca em geral pelas plantas deveu-se principalmente às variações de temperatura e à escassez de água, já que o ciclo da safrinha deu-se em uma época do ano que apresenta temperaturas mais amenas, quando comparadas a temperatura da época de safra. Baixas temperaturas influenciam diretamente no crescimento vegetativo das plantas de mamona, causando uma diminuição no seu crescimento e acúmulo de matéria seca.

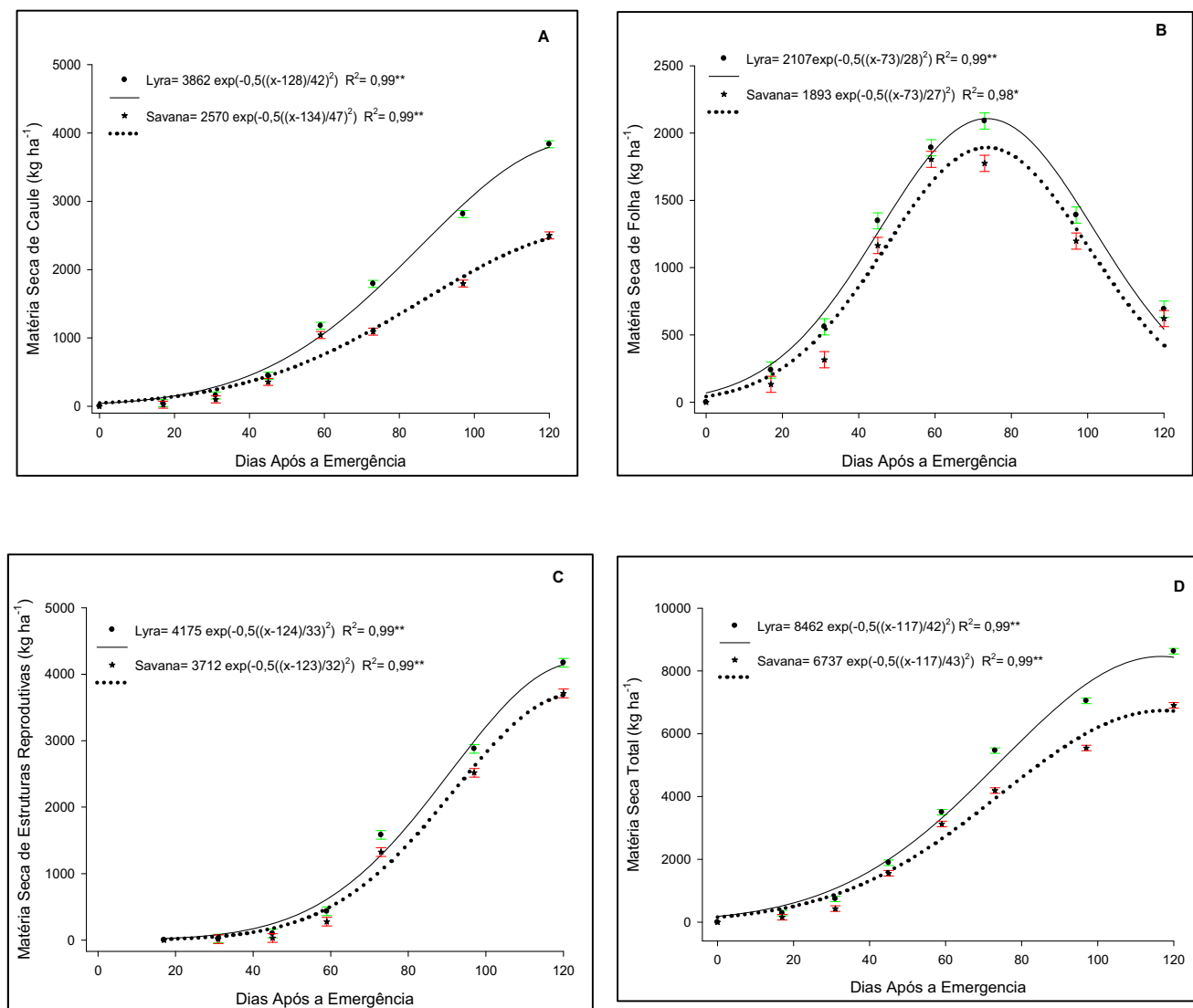


Figura 1. Acúmulo de matéria seca no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

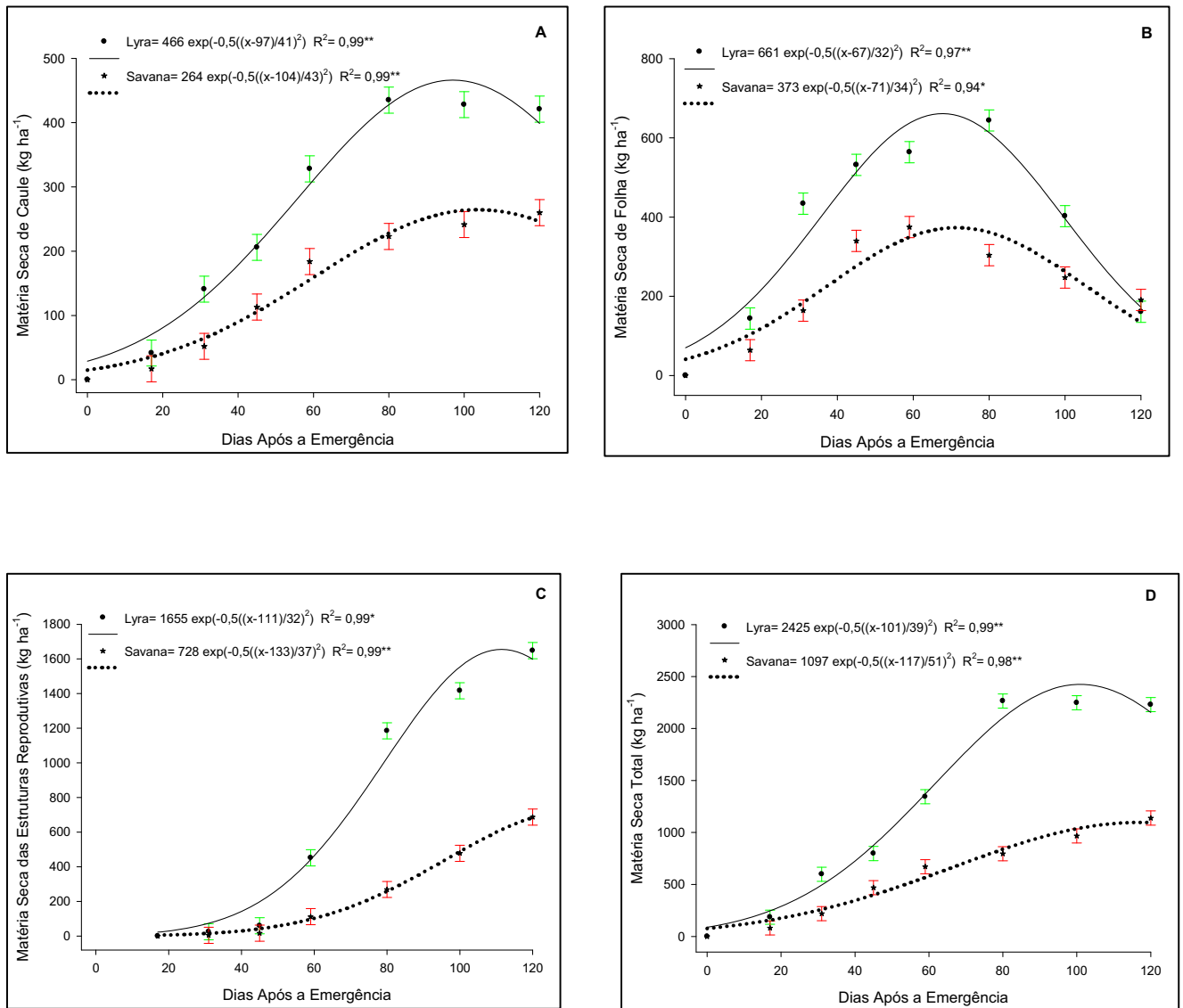


Figura 2. Acúmulo de matéria seca no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.2. Teores de nutrientes no Caule, Folhas e Estruturas Reprodutivas

Na Tabela 3 são apresentados os teores de macro e micronutrientes no caule dos híbridos Lyra e Savana na época da safra. Pode-se observar que os maiores teores de N nos caules ocorreram entre 45 e 59 DAE. Os teores de K, Ca e Mg ocorreram no início do ciclo da cultura (de 17 a 45 DAE). Os teores de P mais expressivos ocorreram entre 31 e 45 DAE, enquanto os de S foram entre 45 e 59 DAE.

Com relação aos micronutrientes, os teores de B, Mn e Zn ocorreram mais homogeneamente durante todo o ciclo da cultura e os teores variaram de 17-25; 38-116 e 31-61mg kg⁻¹ respectivamente.

Os teores de macro e micronutrientes nas folhas dos híbridos Lyra e Savana na época da safra são apresentados na Tabela 4. Pode-se observar que os maiores teores de N, P, K e Zn ocorreram entre 17 e 45 DAE. Os teores de Ca e Mg são maiores entre 59 e 120 DAE. Para S, B, Cu, Fe e Mn os maiores teores ocorreram de 31 a 120 DAE. Os teores de Mo que se destacam são os que ocorreram entre 73 e 120 DAE.

Na Tabela 5 são apresentados os teores de macro e micronutrientes nas estruturas reprodutivas dos híbridos Lyra e Savana na época da safra. Pode-se observar que os maiores teores de N, P, K, S, Cu e Zn ocorreram entre 31 e 59 DAE. Os teores de Ca, Mg e B se mantiveram durante todo o ciclo da cultura. Os teores de Fe, Mn e Mo que se destacam ocorreram de 45 a 80 DAE.

Os teores encontrados são, em sua maioria, superiores aos sugeridos por MALAVOLTA (2006) como sendo adequados para a cultura da mamona.

Tabela 3. Teores de macro e micronutrientes no caule dos híbridos de mamona, Lyra e Savana na safra 2006

Cultivares	Coletas em dias após a emergência						
	17	31	45	59	73	97	120
	-----Teor de N (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	17,0 b	15,9 b	21,8 a	17,2 a	12,6 a	11,6 b	10,7 b
Savana	19,0 a	17,4 a	21,5 a	15,3 b	13,0 a	13,4 a	13,9 a
	-----Teor de P (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	5,6 b	6,1 a	6,2 a	6,1 a	4,3 b	3,7 b	3,2 a
Savana	6,4 a	5,4 a	6,2 a	6,0 a	5,9 a	4,7 a	3,5 a
	-----Teor de K (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	25,4 b	16,5 a	17,4 b	12,5 a	9,1 b	7,2 b	5,3 a
Savana	27,9 a	16,1 a	19,4 a	13,2 a	14,7 a	10,0 a	5,3 a
	-----Teor de Ca (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	11,4 a	10,6 a	11,3 b	11,9 a	9,0 b	9,5 a	10,0 a
Savana	11,8 a	10,1 a	16,5 a	12,9 a	12,0 a	9,6 a	7,3 b
	-----Teor de Mg (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	6,8 a	8,1 a	7,9 a	6,5 b	5,3 a	4,6 a	4,0 a
Savana	7,4 a	8,4 a	8,2 a	7,4 a	5,8 a	4,3 a	2,9 b
	-----Teor de S (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	1,9 a	2,6 a	2,8 a	2,8 a	2,0 b	1,9 b	1,9 a
Savana	1,1 b	2,1 a	3,1 a	2,7 a	2,6 a	2,3 a	2,0 a
	-----Teor de B (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	27,0 b	20,9 a	22,6 b	24,6 a	28,8 a	24,1 b	19,5 b
Savana	17,6 a	22,4 a	26,5 a	25,5 a	29,3 a	26,1 a	23,0 a
	-----Teor de Cu (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,3 b	9,0 a	6,0 a	7,0 a	5,0 a	4,8 a	4,7 a
Savana	5,0 a	9,0 a	5,5 a	5,5 b	5,5 a	5,0 a	4,5 a
	-----Teor de Fe (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	212,0 b	148,5 a	1 b	109,0 b	41,0 b	33,2 b	25,5 b
Savana	262,0 a	97,0 b	89,0 a	144,5 a	68,0 a	52,7 a	37,5 a
	-----Teor de Mn (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	90,0 b	64,0 a	78,8 a	73,5 a	106,0 a	74,7 a	43,5 a
Savana	116,0 a	64,5 a	83,0 a	67,0 a	90,0 b	64,0 b	38 a
	-----Teor de Mo (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,80 a	0,35 a	0,36 a	0,18 a	0,66 a	0,57 a	0,48 a
Savana	0,71 a	0,47 b	0,29 a	0,21 a	0,62 a	0,54 a	0,47 a
	-----Teor de Zn (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	45,5 a	48,5 a	54,5 b	45,0 a	37,0 a	43,0 a	49,0 a
Savana	50,0 a	41,0 b	61,0 a	40,5 a	31,0 b	35,5 b	40,0 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD (P=0,05)

Tabela 4. Teores de macro e micronutrientes nas folhas dos híbridos de mamona, Lyra e Savana na safra 2006

Cultivares	Coletas em dias após a emergência						
	17	31	45	59	73	97	120
	-----Teor de N (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	38 b	38,5 a	44,8 a	41 a	33,2 a	30,9 a	28,7 a
Savana	44,7 a	41 a	44,4 a	41,4 a	35,4 a	31,6 a	27,8 a
	-----Teor de P (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	9,6 a	9,3 a	9,4 a	9,1 a	7,7 b	7,05 a	6,4 a
Savana	9,7 a	10,2 a	8,4 b	8,9 a	9,1 a	7,5 a	5,9 a
	-----Teor de K (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	18,7 a	16,1 b	17,4 b	12,7 a	11,4 b	8,6 b	5,9 a
Savana	18,8 a	17,9 a	13,4 a	12,2 a	13,6 a	9,9 a	6,2 a
	-----Teor de Ca (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	15,8 a	21,4 b	23,0 a	22,0 b	16,7 a	20,8 a	25,0 b
Savana	16,6 a	24,3 a	16,3 b	27,1 a	13,6 b	21,3 a	29,0 a
	-----Teor de Mg (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	5,3 a	5,9 b	6,5 a	5,8 b	6,9 a	6,8 b	6,7 b
Savana	5,1 a	8,1 a	6,3 a	7,6 a	6,8 a	7,7 a	8,6 a
	-----Teor de S (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	7,3 a	8,3 a	7,2 a	7,0 b	6,9 b	7,7 a	8,5 a
Savana	7,4 a	9,1 a	7,5 a	8,7 a	8,1 a	8,0 a	7,9 a
	-----Teor de B (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	23,8 a	28,1 a	34,6 a	29,4 b	36,9 a	39,4 a	42,0 a
Savana	20,9 a	31,7 a	32,5 a	40,1 a	32,1 b	34,2 b	36,4 b
	-----Teor de Cu (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,3 b	9,0 a	8,0 a	6,5 a	10,0 b	10,5 a	11,0 a
Savana	5,0 a	7,0 b	7,0 a	7,0 a	12,5 a	9,9 a	7,3 b
	-----Teor de Fe (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	370,5 b	390,5 a	291,0 b	316,0 a	238,0 b	355,7 a	473,5 a
Savana	449,5 a	375,0 a	437,0 a	311,5 a	335,5 a	388,5 a	441,5 a
	-----Teor de Mn (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	234,5 b	295,5 a	238,0 a	294,5 a	338,5 b	278,0 b	217,5 b
Savana	300,0 a	293,5 a	194,5 b	306,0 a	377,5 a	313,2 a	249,0 a
	-----Teor de Mo (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,80 a	0,11 b	0,25 b	0,09 a	0,26 a	0,24 a	0,23 a
Savana	0,19 b	0,28 a	0,30 a	0,09 a	0,27 a	0,25 a	0,23 a
	-----Teor de Zn (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	56,0 a	63,0 a	51,0 b	40,0 a	41,0 a	43,2 a	45,5 a
Savana	59,5 a	65,0 a	66,0 a	36,0 a	41,0 a	36,2 b	31,5 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD (P=0,05)

Tabela 5. Teores de macro e micronutrientes nas estruturas reprodutivas dos híbridos de mamona, Lyra e Savana na safra 2006

Cultivares	Coletas em dias após a emergência						
	17	31	45	59	73	97	120
	-----Teor de N (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	51,2 a	46,4 a	35,6 b	26,4 a	27,6 a	28,8 a
Savana	0,0 a	52,7 a	40,8 b	38,3 a	26,8 a	27,1 a	27,5 a
	-----Teor de P (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	15,6 b	14,9 a	11,6 a	10,5 a	10,6 a	10,8 a
Savana	0,0 a	19,4 a	13,7 b	12,4 a	9,8 a	10,0 a	10,3 a
	-----Teor de K (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	23,0 a	19,4 a	16,1 a	21,2 a	17,0 a	12,9 a
Savana	0,0 a	19,5 b	19,0 a	16,7 a	15,3 b	13,8 b	12,4 a
	-----Teor de Ca (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	5,9 b	4,7 b	5,7 b	4,3 a	4,9 a	5,6 a
Savana	0,0 a	7,0 a	7,0 a	6,5 a	4,9 a	4,7 a	4,6 a
	-----Teor de Mg (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	6,1 a	3,4 a	3,0 a	2,9 a	3,1 a	3,2 a
Savana	0,0 a	2,8 b	3,5 a	3,3 a	2,9 a	3,0 a	3,1 a
	-----Teor de S (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	6,0 a	4,4 a	4,9 b	4,6 a	4,4 a	4,2 b
Savana	0,0 a	4,4 b	4,2 a	5,6 a	3,7 b	4,3 a	4,9 a
	-----Teor de B (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	29,9 b	31,2 a	31,3 a	24,0 a	34,3 a	44,7 a
Savana	0,0 a	31,7 a	25,6 b	30,8 a	24,0 a	19,5 b	15,0 b
	-----Teor de Cu (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	7,5 b	10,0 a	6,7 a	6,5 a	6,5 a	6,5 a
Savana	0,0 a	8,6 a	3,5 b	6,6 a	5,9 a	5,4 a	5,0 a
	-----Teor de Fe (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	46,5 a	107,7 a	139,2 a	54,2 a	72,7 a	93,0 a
Savana	0,0 a	25,0 b	65,7 b	118,3 b	52,5 a	75,0 a	97,5 a
	-----Teor de Mn (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	75,0 a	73,9 a	91,6 a	59,1 a	53,8 a	48,5 a
Savana	0,0 a	24,0 b	66,5 b	62,2 b	56,8 a	43,9 b	31,0 b
	-----Teor de Mo (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	0,15 a	0,22 a	0,64 a	0,59 a	0,42 a	0,25 b
Savana	0,0 a	0,12 a	0,12 b	0,58 b	0,38 b	0,42 a	0,46 a
	-----Teor de Zn (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	64,0 a	60,5 a	48,6 a	45,8 a	47,4 a	49,0 a
Savana	0,0 a	63,3 a	63,0 a	40,8 b	38,4 b	42,7 b	47,0 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD (P=0,05)

Na Tabela 6 são apresentados os teores de macro e micronutrientes no caule dos híbridos Lyra e Savana na época de safrinha. Os maiores teores de N, P, K, B, Mo e Zn ocorreram entre os 17 e 45 DAE. Os teores de Ca, Mg e S se mantiveram durante todo o ciclo da cultura. Os maiores teores de Cu ocorreram entre 31 e 59 DAE, os de Fe entre 17 e 31 DAE e Mn a partir de 45 dias até o fim do ciclo (120 DAE).

Os teores de macro e micronutrientes nas folhas dos híbridos Lyra e Savana na época de safrinha são apresentados na Tabela 7. Os maiores teores de N, P, K, Mo e Zn ocorreram entre os 17 e 59 DAE. Ca, S, Fe e Mn tem os maiores teores por entre os 59 e 80 DAE. Os teores de Mg, B e Cu se mantiveram durante todo o ciclo da cultura.

Na Tabela 8 são apresentados os teores de macro e micronutrientes nas estruturas reprodutivas dos híbridos Lyra e Savana na época de safrinha. Os maiores teores de N, P, K, Cu e Zn ocorreram entre os 31 e 45 DAE. Ca e Fe aparecem mais tardiamente entre 45-80 e 100 DAE, respectivamente. Os teores de Mg, S, B e Mn se mantiveram durante todo o ciclo da cultura.

Tabela 6. Teores de macro e micronutrientes no caule dos híbridos de mamona, Lyra e Savana na safrinha 2006.

Cultivares	Coletas em dias após a emergência						
	17	31	45	59	80	100	120
	-----Teor de N (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	20,6 b	12,8 b	9,7 b	8,2 b	9,6 a	10,9 a	12,2 a
Savana	22,7 a	14,8 a	11,6 a	11,1 a	10,5 a	12,0 a	13,6 a
	-----Teor de P (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	6,9 b	4,7 a	3,3 b	2,5 b	2,6 a	3,9 a	3,3 a
Savana	7,7 a	4,6 a	4,2 a	3,6 a	3,2 a	3,0 b	2,9 a
	-----Teor de K (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	36,2 b	26,5 a	13,4 b	7,7 b	8,5 a	8,1 a	7,8 b
Savana	42,1 a	24,6 a	21,0 a	11,7 a	8,8 a	9,3 a	9,9 a
	-----Teor de Ca (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	11,5 b	10,7 a	10,6 a	10,4 a	10,1 a	10,8 a	11,6 a
Savana	15,0 a	10,5 a	12,3 a	11,0 a	10,0 a	11,3 a	12,7 a
	-----Teor de Mg (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	6,3 a	5,6 a	5,3 a	3,9 b	4,7 a	5,0 a	5,4 a
Savana	6,9 a	5,5 a	5,2 a	4,6 a	4,1 a	4,2 b	4,3 b
	-----Teor de S (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	3,0 a	2,6 a	2,6 a	2,3 a	2,6 a	3,9 a	5,3 a
Savana	2,9 a	2,5 a	2,4 a	2,5 a	2,9 a	3,6 a	4,4 b
	-----Teor de B (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	23,5 b	53,1 a	13,9 b	12,5 b	17,4 a	16,5 a	15,6 a
Savana	37,4 a	44,0 b	20,4 a	16,7 a	17,3 a	17,5 a	17,8 a
	-----Teor de Cu (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	3,5 b	7,5 a	5,0 b	9,3 a	5,0 a	5,2 a	5,5 a
Savana	5,5 a	4,0 b	7,5 a	4,0 b	5,0 a	5,0 a	5,0 a
	-----Teor de Fe (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	41,0 b	64,0 b	47,0 a	44,0 a	195,5 a	205,2 a	215,0 a
Savana	78,5 a	113,0 a	55,0 a	42,6 a	99,0 b	159,7 b	220,5 a
	-----Teor de Mn (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	49,0 b	38,0 b	71,0 a	44,0 a	54,5 a	61,5 b	68,5 b
Savana	68,0 a	45,5 a	66,0 a	45,2 a	54,5 a	85,3 a	116,2 a
	-----Teor de Mo (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,40 b	0,33 a	0,39 a	0,36 a	0,14 b	0,13 b	0,12 b
Savana	0,56 a	0,31 a	0,42 a	0,28 b	0,53 a	0,53 a	0,53 a
	-----Teor de Zn (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	49,5 b	45,0 a	33,0 b	24,0 a	24,5 a	23,0 b	21,5 b
Savana	58,0 a	39,5 b	41,0 a	24,5 a	27,0 a	28,7 a	30,5 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD (P=0,05)

Tabela 7. Teores de macro e micronutrientes nas folhas dos híbridos de mamona, Lyra e Savana na safrinha 2006.

Cultivares	Coletas em dias após a emergência						
	17	31	45	59	80	100	120
	-----Teor de N (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	44,5 b	36,3 a	30,4 b	25,4 a	30,3 a	33,5 a	36,7 a
Savana	48,1 a	38,5 a	33,2 a	27,1 a	29,5 a	32,1 a	34,8 a
	-----Teor de P (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	8,4 a	8,1 a	6,9 a	5,3 a	6,0 a	7,5 a	9,0 a
Savana	9,9 a	10,4 a	7,6 a	6,10 a	6,1 a	6,5 a	6,9 a
	-----Teor de K (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	17,9 b	20,5 a	12,4 b	9,9 b	10,2 b	11,4 a	12,6 a
Savana	19,6 a	20,6 a	15,7 a	11,4 a	11,7 a	10,6 a	9,6 b
	-----Teor de Ca (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	11,8 a	16,6 a	14,2 b	19,7 a	22,9 a	19,5 b	16,2 b
Savana	12,0 a	15,4 a	16,1 a	19,4 a	21,5 a	23,4 a	25,3 a
	-----Teor de Mg (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	3,3 a	4,5 a	4,0 a	4,5 a	6,1 a	5,6 a	5,2 b
Savana	3,2 a	4,5 a	4,2 a	4,8 a	5,8 a	5,7 a	5,7 a
	-----Teor de S (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	6,4 a	11,3 a	11,5 a	14,4 a	16,1 a	13,1 a	10,2 a
Savana	6,7 a	11,5 a	10,8 a	13,5 a	11,5 b	10,9 b	10,3 a
	-----Teor de B (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	22,3 a	23,6 b	17,8 a	29,5 a	30,7 b	25,3 a	19,9 a
Savana	10,3 b	32,3 a	17,2 a	24,5 b	35,5 a	27,4 a	19,4 a
	-----Teor de Cu (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	8,5 a	10,5 a	7,0 a	10,0 a	11,0 a	10,5 a	10,0 b
Savana	5,5 b	8,0 b	6,5 a	5,5 b	6,5 b	9,2 b	12,0 a
	-----Teor de Fe (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	199,5 a	278,0 a	317,0 a	370,0 a	759,5 a	696,5 a	633,5 a
Savana	206,0 a	269,0 a	286,5 a	317,0 a	664,0 b	544,5 b	425,0 b
	-----Teor de Mn (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	151,0 a	204,5 a	239,0 a	236,5 a	288,0 a	214,5 b	141,0 b
Savana	162,5 a	217,5 a	256,0 a	250,0 a	286,0 a	278,0 a	270,0 a
	-----Teor de Mo (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,15 a	0,57 a	0,18 b	0,26 a	0,17 b	0,13 b	0,09 b
Savana	0,06 b	0,12 b	0,23 a	0,28 a	0,26 a	0,25 a	0,24 a
	-----Teor de Zn (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	53,5 a	91,5 a	49,5 a	41,5 a	30,0 a	26,2 a	22,5 a
Savana	53,5 a	63,5 b	55,5 a	41,0 a	34,5 a	27,7 a	21,0 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD (P=0,05)

Tabela 8. Teores de macro e micronutrientes nas estruturas reprodutivas dos híbridos de mamona, Lyra e Savana na safrinha 2006.

Cultivares	Coletas em dias após a emergência						
	17	31	45	59	80	100	120
	-----Teor de N (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	35,8 a	29,8 b	22,0 b	25,2 a	29,3 a	33,5 a
Savana	0,0 a	36,9 a	32,6 a	27,5 a	20,3 b	25,8 b	31,3 b
	-----Teor de P (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	13,3 b	11,1 a	5,9 b	7,0 b	9,3 a	11,6 a
Savana	0,0 a	14,6 a	10,6 a	8,7 a	8,6 a	8,9 a	9,2 b
	-----Teor de K (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	20,7 b	18,3 a	10,4 b	13,2 b	13,4 a	13,6 a
Savana	0,0 a	24,1 a	19,3 a	17,4 a	15,1 a	14,0 a	13,0 a
	-----Teor de Ca (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	4,9 a	3,4 b	4,2 b	5,1 b	5,1 a	5,1 a
Savana	0,0 a	3,4 b	4,8 a	4,9 a	5,8 a	5,3 a	4,9 a
	-----Teor de Mg (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	3,6 a	2,8 b	2,0 b	2,6 b	2,9 a	3,3 a
Savana	0,0 a	3,4 a	3,0 a	2,8 a	2,9 a	2,8 a	2,8 b
	-----Teor de S (g kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	4,9 b	4,9 a	4,0 b	5,2 a	5,2 a	5,3 b
Savana	0,0 a	5,8 a	4,5 a	5,2 a	5,3 a	5,6 a	5,9 a
	-----Teor de B (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	29,3 a	17,1 a	25,0 a	20,1 a	21,6 a	23,2 a
Savana	0,0 a	25,8 b	18,0 a	22,7 b	20,3 a	18,4 b	16,5 b
	-----Teor de Cu (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	12,0 a	9,5 a	9,4 a	7,5 a	8,2 a	9,0 b
Savana	0,0 a	6,5 b	5,5 b	7,1 b	6,0 b	8,5 a	11,0 a
	-----Teor de Fe (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	119,0 a	40,5 b	41,2 a	216,5 a	360,5 a	504,5 a
Savana	0,0 a	88,0 b	93,0 a	57,5 a	170,5 b	268,0 b	365,5 b
	-----Teor de Mn (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	63,0 a	82,5 a	41,7 b	61,5 a	60,7 a	60,0 b
Savana	0,0 a	54,0 b	55,5 b	69,9 a	62,0 a	65,0 a	68,0 a
	-----Teor de Mo (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	0,25 a	0,42 a	0,57 a	0,27 a	0,24 a	0,21 a
Savana	0,0 a	0,23 b	0,37 b	0,55 b	0,06 b	0,05 b	0,04 b
	-----Teor de Zn (mg kg ⁻¹)-----						
Lyra	0,0 a	46,5 b	50,5 a	19,3 b	20,5 b	33,0 a	45,5 a
Savana	0,0 a	50,5 a	48,5 a	41,8 a	24,6 a	28,0 b	31,5 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD (P=0,05)

6.3. Acúmulo de macronutrientes

A partir dos resultados encontrados verificou-se que o acúmulo de macronutrientes pelas plantas, tanto em safra como em safrinha, nos híbridos Lyra e Savana obedeceram a seqüência de absorção N>Ca>K>P>S>Mg nas folhas e N>K>P>Ca>S>Mg nas estruturas reprodutivas. De acordo com Malavolta (2006), a seqüência de requisição de macronutrientes pela mamoneira ocorre de forma que os nutrientes absorvidos seguem a seqüência: N>K>Ca>P>S>Mg, diferente do que foi encontrado no acúmulo de macronutrientes avaliado no presente estudo.

A exigência nutricional de uma cultura varia de acordo com as fases do seu ciclo de desenvolvimento, e existem casos variados com respostas variadas e diferentes das preconizadas pelos manuais de nutrição (TAVARES et al (2002), estudando cultivares de batata, ou então VIEIRA (2006), que estudava a marcha de absorção do feijoeiro)

Sabemos ainda que a absorção de nutrientes é diferente de acordo com a fase de desenvolvimento da cultura, intensificando-se no florescimento, na formação e no crescimento dos frutos ou do órgão que será colhido, por isso, além da quantidade absorvida de nutrientes, deve ser considerada também, a sua concentração nos diferentes estádios de desenvolvimento (HAAG, et al., 1981; VITTI, et al., 1994; MALAVOLTA et al., 1997).

No estudo apresentado, notamos diferenças significativas na marcha de absorção dos nutrientes em comparação com outros estudos de outras culturas da mesma família (pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), a mandioca, a seringueira, todos representantes da família Euphorbiaceae, assim como a mamoneira), como no caso da cultura da mandioca (LORENZI et al, 1981) encontraram que em duas cultivares estudadas os macronutrientes mais acumulados na matéria seca total das plantas obedeceram a ordem: N>K>Ca>Mg>P>S, ou então como no caso descrito por VIEGAS et al (1992), estudando plantas de seringueira, quando então os autores verificaram que o acúmulo de nutrientes por hectare na matéria seca das folhas foi descrito por: N>K>Ca>P >S>Mg. Já LAVIOLA & DIAS (2008) observaram plantas de pinhão manso e notaram que a quantidade absorvida de nutrientes descreve uma ordem determinada por: N>Ca>K> Mg P>S nas folhas e N>K>Ca> P>Mg >S nos frutos.

6.3.1. Nitrogênio

O acúmulo de nitrogênio no caule dos híbridos, na época da Safra está representado na Figura 3A. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$). Verificou-se que o Lyra acumula o equivalente a 41 kg ha^{-1} de N enquanto o Savana 35 kg ha^{-1} . Observou-se que a partir dos 40 DAE o acúmulo de N na matéria seca no caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

Os dados de acúmulo de N nas folhas foram ajustados ao modelo de Gauss. Para o híbrido Lyra o acúmulo foi de aproximadamente 70 kg ha^{-1} , para o Savana foi de 63 kg ha^{-1} (Figura 3B), ambos acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 73 DAE, o que representou o período de máximo desenvolvimento vegetativo e área foliar.

Com relação às estruturas reprodutivas, os dados referentes ao acúmulo de N foram ajustados ao modelo de Gauss. O maior acúmulo observado foi do híbrido Lyra (120 kg ha^{-1}) enquanto o Savana 102 kg ha^{-1} . O acúmulo de N na matéria seca dessas estruturas intensifica-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra em relação ao Savana (Figura 3C).

Na matéria seca total, os dados referentes ao acúmulo de N foram ajustados ao modelo de Gauss e a quantidade acumulada de N foi de 180 kg ha^{-1} no híbrido Lyra e de 160 kg ha^{-1} no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto máximo de acúmulo próximo aos 120 DAE (Figura 3D).

Dentre partes vegetais analisadas da mamona, excetuando-se as estruturas reprodutivas, as folhas se destacaram no tocante ao teor de N acumulado.

Na Safrinha o acúmulo de N no caule foi de 5 kg ha^{-1} pra Lyra e $3,5 \text{ kg ha}^{-1}$ pra Savana (Figura 4A) e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$). Verificou-se que a partir dos 40 DAE o acúmulo de N na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

Os dados referentes ao acúmulo de N nas folhas foram ajustados a um modelo de Gauss. O modelo descreveu como sendo de 19,5 kg ha⁻¹ o acúmulo de N pelo híbrido Lyra; Já o Savana foi responsável pelo acúmulo de 9 kg ha⁻¹(Figura 4B).

Na Figura 4C, observa-se o acúmulo do N nas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados a um modelo de Gauss. O N acumulado pelas estruturas reprodutivas do Lyra representa 56 kg ha⁻¹ e pelo Savana 22 kg ha⁻¹, respectivamente 64 e 98 kg ha⁻¹ a menos de acúmulo do nutriente comparado ao ocorrido na época da Safra. Tal diferença é explicada pelo menor crescimento e desenvolvimento das plantas ocorrido na safrinha, época em que a baixa temperatura e pouca disponibilidade de água foram os fatores limitantes no desenvolvimento. O acúmulo de matéria seca nessas estruturas intensifica-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra em relação ao Savana.

Com relação ao acúmulo de N na matéria seca total, os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de N foi de 66,5 kg ha⁻¹ no híbrido Lyra e de 32 kg ha⁻¹ no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 120 DAE (Figura 4D).

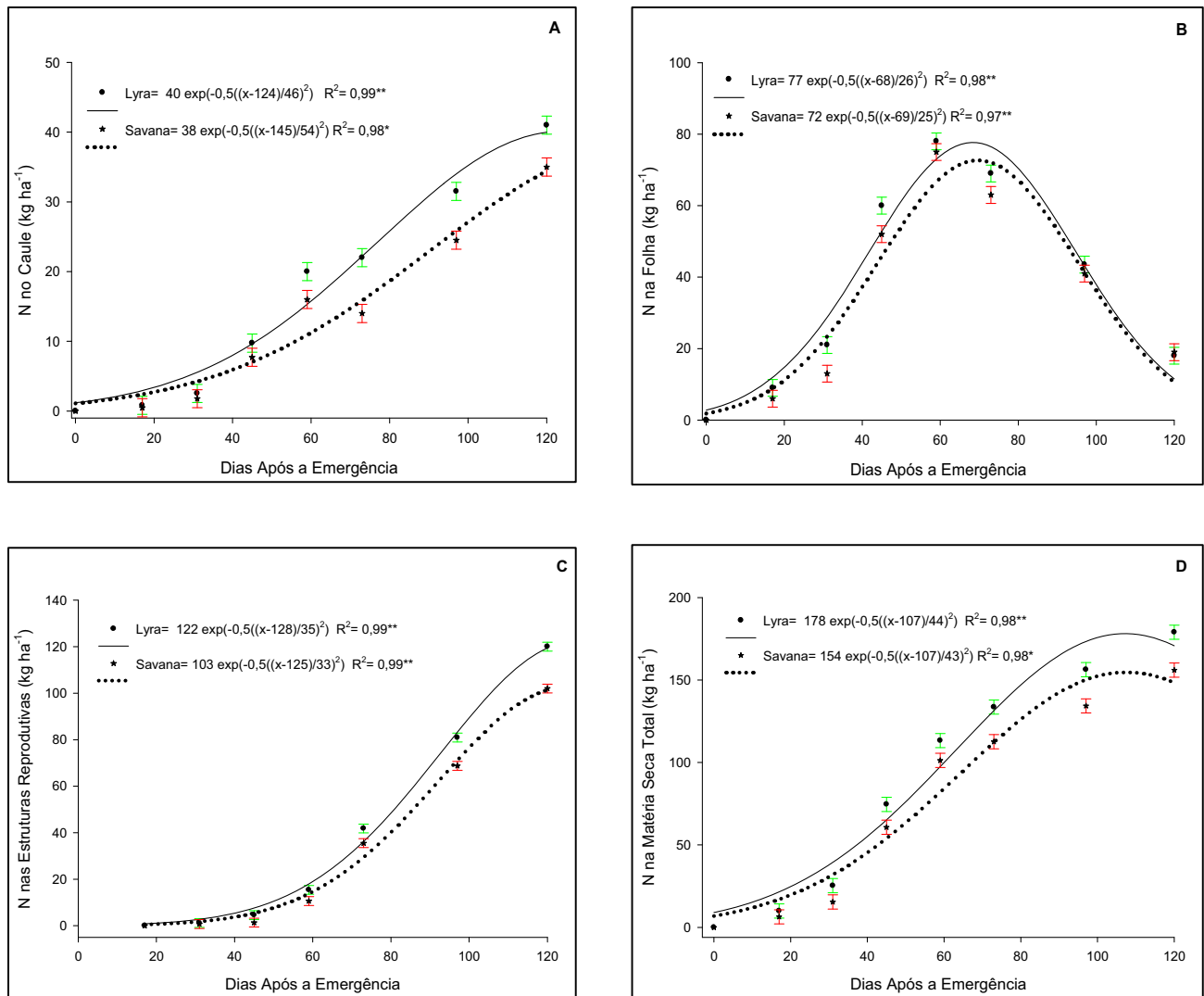


Figura 3. Acúmulo de nitrogênio no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

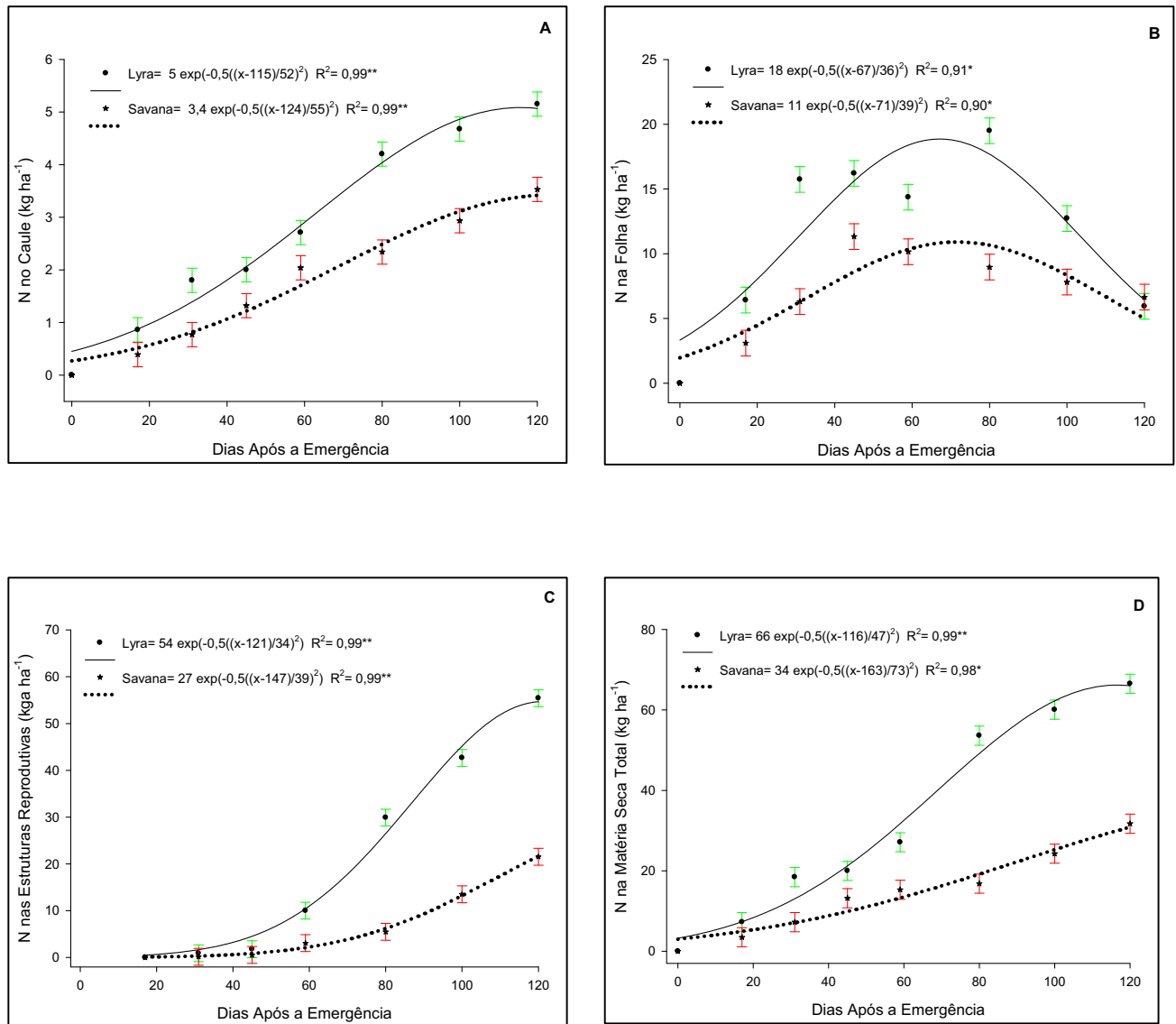


Figura 4. Acúmulo de nitrogênio no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.3.2. Fósforo

Os dados da Safra, referentes ao acúmulo de fósforo na matéria seca do caule, foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$) e estão representados na Figura 5A. Verificou-se que o Lyra acumulou o equivalente a $12,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de P enquanto o Savana $8,6 \text{ kg ha}^{-1}$. Observou-se que a partir dos 40 DAE o acúmulo de P na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

Nas folhas, o acúmulo de P foi de aproximadamente 17 kg ha^{-1} no híbrido Lyra e de 16 kg ha^{-1} para o Savana (Figura 5B). Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e os acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 80 DAE.

Na Figura 5C, observa-se o acúmulo de fósforo pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de P na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente $45,3 \text{ kg ha}^{-1}$ em relação ao Savana ($38,2 \text{ kg ha}^{-1}$).

Na matéria seca total, o acúmulo de P foi de $61,6 \text{ kg ha}^{-1}$ no híbrido Lyra e de $51,2 \text{ kg ha}^{-1}$ no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 120 DAE (Figura 5D).

Na Safrinha o acúmulo de P no caule foi de $1,42 \text{ kg ha}^{-1}$ pra Lyra e $0,77 \text{ kg ha}^{-1}$ pra Savana; os dados foram ajustados ao modelo de Gauss conforme demonstrado na Figura 6A. Observa-se que a partir dos 40 DAE o acúmulo de matéria seca nos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura. Comparando-se com o acúmulo ocorrido na época da Safra, houve um decréscimo acumulado de $11,18$ e $7,83 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente para os híbridos Lyra e Savana. O ocorrido pode ser explicado pelo fato da temperatura e escassez de água da época haverem sido fatores limitantes do crescimento da cultura, limitando portanto, inclusive, a quantidade de nutrientes absorvidos, por conta na redução do metabolismo vegetal, reduzindo-se conseqüentemente as quantidades de nutrientes minerais requeridas.

Os dados de acúmulo de P pelas folhas foram ajustados ao modelo de Gauss e o híbrido Lyra foi descrito como tendo acumulado $1,45 \text{ kg ha}^{-1}$ e o Savana $1,3 \text{ kg ha}^{-1}$

(Figura 6B). Ambos acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 59 DAE.

Na Figura 6C, observa-se o acúmulo de fósforo pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de P na matéria seca dessas estruturas intensifica-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, onde destacou-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente 19,2 kg ha⁻¹ em relação ao Savana que obteve 6,3 kg ha⁻¹.

Com relação à matéria seca total, os dados foram ajustados ao modelo de Gauss que descreve um acúmulo de P de 22,1 kg ha⁻¹ no híbrido Lyra e de 8,4 kg ha⁻¹ no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 120 DAE (Figura 6D).

O efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoneira foi estudado por ALMEIDA JUNIOR et al (2009). Os autores verificaram que o diâmetro de caule, a área foliar e o acúmulo de matéria seca total das plantas foram influenciados positivamente pelas doses de fósforo. O estudo possibilitou os autores afirmarem que doses crescentes de fósforo resultaram em um aumento na área foliar, com doses de até 7,6 g de P planta⁻¹.

SEVERINO et al. (2006) observaram consistente aumento do teor de óleo nas sementes em resposta ao aumento nas doses de P. Segundo os mesmos autores é possível que o maior suprimento deste nutriente seja uma prática viável para obtenção de maior teor de óleo na cultura da mamona.

Apesar de o P estar entre o terceiro e o quarto nutriente mais requerido pela cultura da mamona, ele é muito limitante, sobretudo na fase inicial de crescimento. Além de os solos brasileiros apresentarem baixo teor natural de P, este nutriente é rapidamente fixado pela fração argila, constituída, principalmente, por óxidos de Fe e Al, (NOVAIS & SMYTH, 1999). Assim, o fornecimento de P para a mamoneira, sobretudo no início do cultivo, deve ser em maior quantidade que o acumulado pela planta. À medida que a planta cresce, a área de exploração do sistema radicular se expande e a eficiência de recuperação de P no solo aumenta (PREZOTTI, 2001).

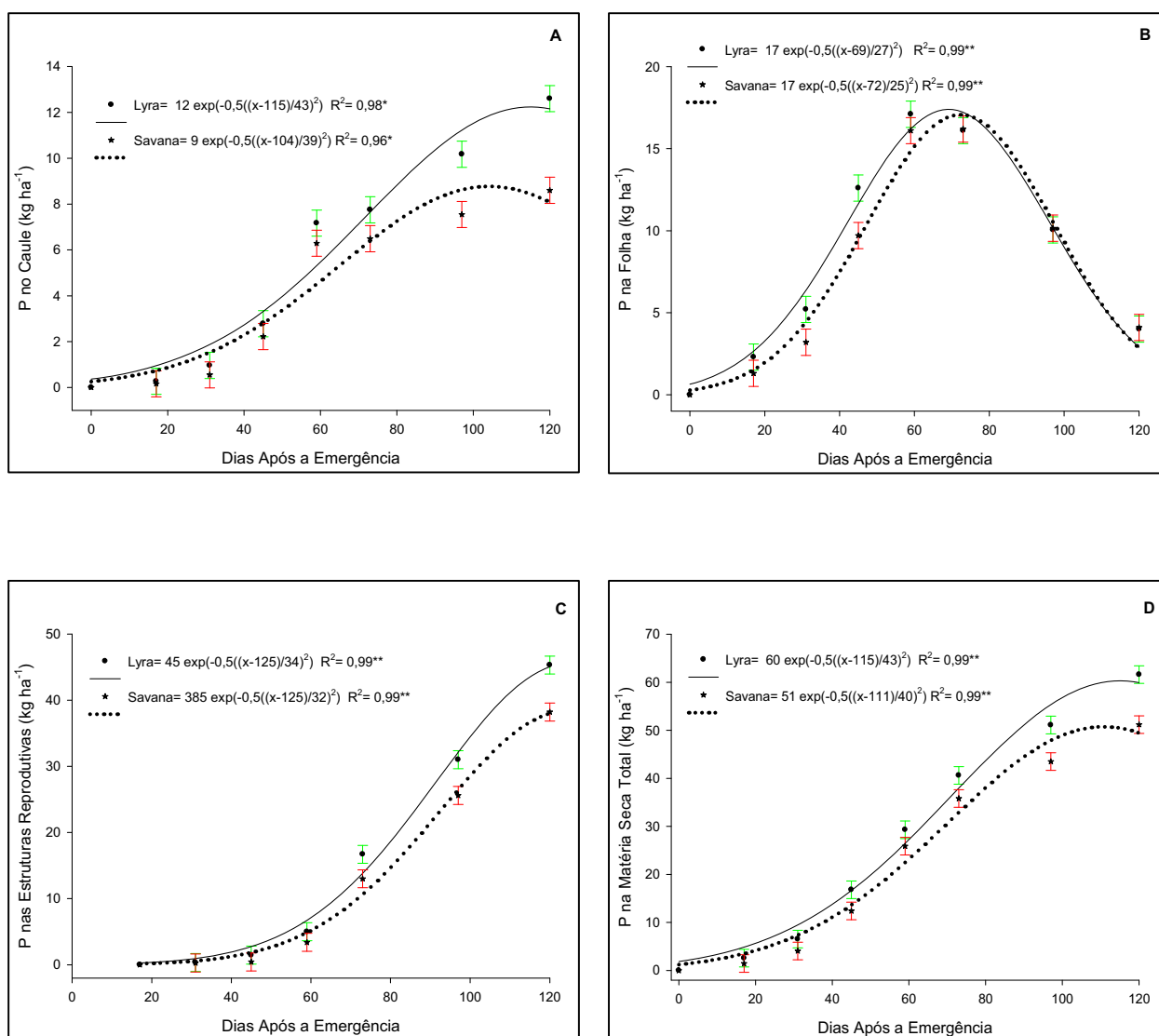


Figura 5. Acúmulo de fósforo no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

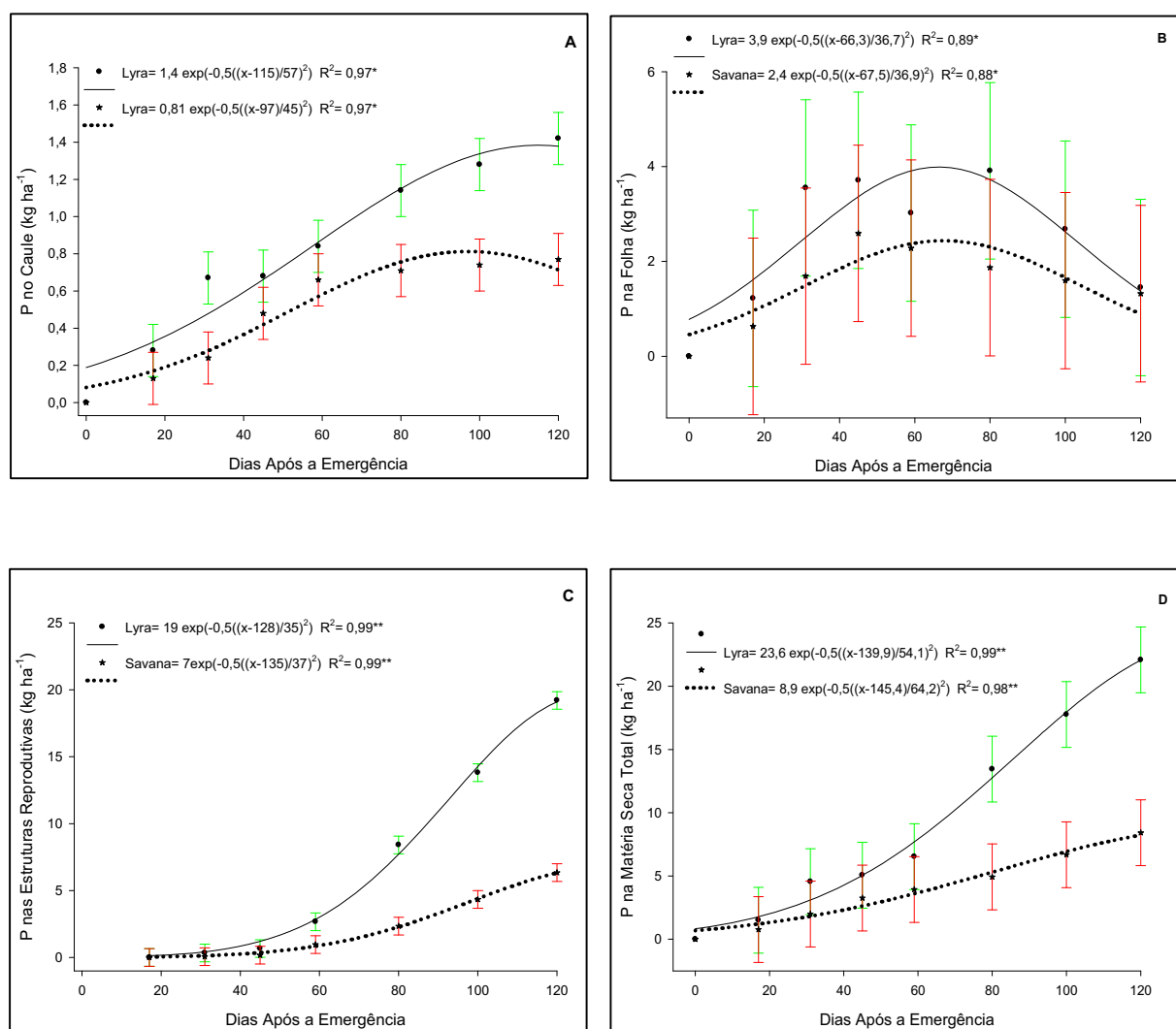


Figura 6. Acúmulo de fósforo no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.3.3. Potássio

O acúmulo de potássio no caule dos híbridos, na época da Safra está representado na Figura 7A. Os dados foram ajustados a um modelo de Gauss e verificou-se que o Lyra acumulou o equivalente a $20,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de K enquanto o Savana $13,4 \text{ kg ha}^{-1}$. Pode-se observar que a partir dos 40 DAE o acúmulo de K na matéria seca nos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

Os dados referentes ao acúmulo de K nas folhas estão representados na Figura 7B; Os valores foram ajustados a um modelo de Gauss, que descreveu um acúmulo de K de aproximadamente 24 kg ha^{-1} nos dois híbridos. Ambos acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 73 DAE.

Na Figura 7C, observa-se o acúmulo de potássio pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de K na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente 54 kg ha^{-1} em relação ao Savana que apresentou 46 kg ha^{-1} .

Na matéria seca total, os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de K foi de 78 kg ha^{-1} no híbrido Lyra e de 64 kg ha^{-1} no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 120 DAE (Figura 7D).

Com o auxílio da Figura 8A pode-se observar que os dados referentes ao acúmulo de K no caule, na Safrinha, foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$). Os valores de acúmulo foi de $3,3 \text{ kg ha}^{-1}$ pra Lyra e $2,5 \text{ kg ha}^{-1}$ pra Savana. Nota-se que a partir dos 40 DAE o acúmulo de matéria seca nos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até aproximadamente os 100 DAE.

Os dados referentes ao acúmulo de K nas folhas são apresentados na Figura 8B; Os valores foram ajustados a um modelo de Gauss que descreveu um acúmulo de K de aproximadamente $5,5 \text{ kg ha}^{-1}$ para o Lyra e $4,3 \text{ kg ha}^{-1}$ para o Savana. Ambos acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 59 DAE.

Na Figura 8C, observou-se o acúmulo de potássio pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de K na matéria seca

das estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente 22,5 kg ha⁻¹ em relação ao Savana (9 kg ha⁻¹).

Na matéria seca total, os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de K foi de 27,7 kg ha⁻¹ no híbrido Lyra e de 13,4 kg ha⁻¹ no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 120 DAE (Figura 8D).

Durante a fase de formação dos frutos de mamona houve uma maior requisição de K pela planta já que este nutriente possui papel importante na sua formação, atuando no transporte de fotoassimilados no floema (MARSCHNER, 1995). A deposição de biomassa no fruto é acompanhada, necessariamente, pelo acúmulo de K. Além disso, este é um nutriente requerido na ativação de diversas enzimas essenciais à síntese de compostos orgânicos, entre eles o amido (MARSCHNER, 1995; MARENCO & LOPES, 2005).

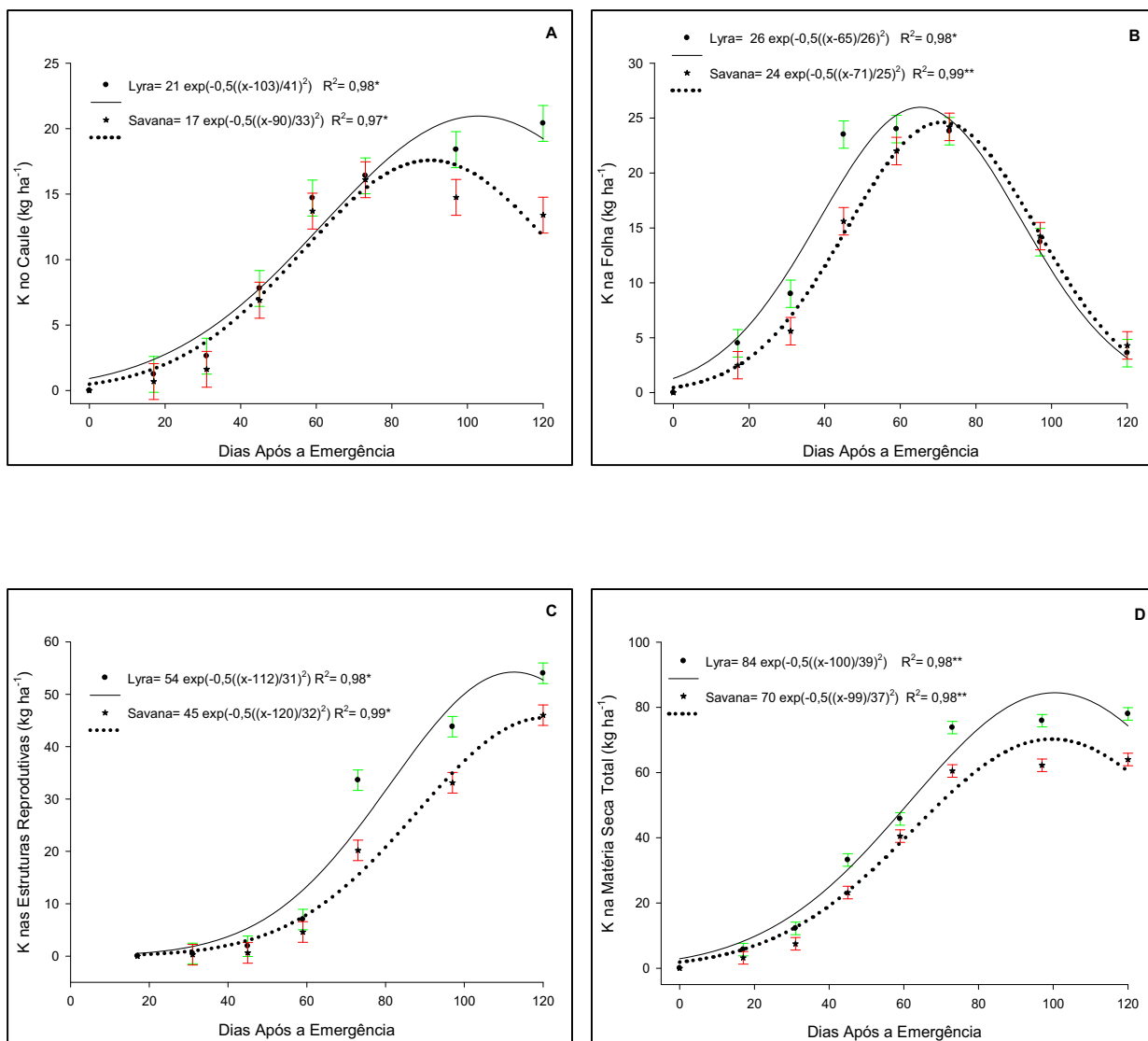


Figura 7. Acúmulo de potássio no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

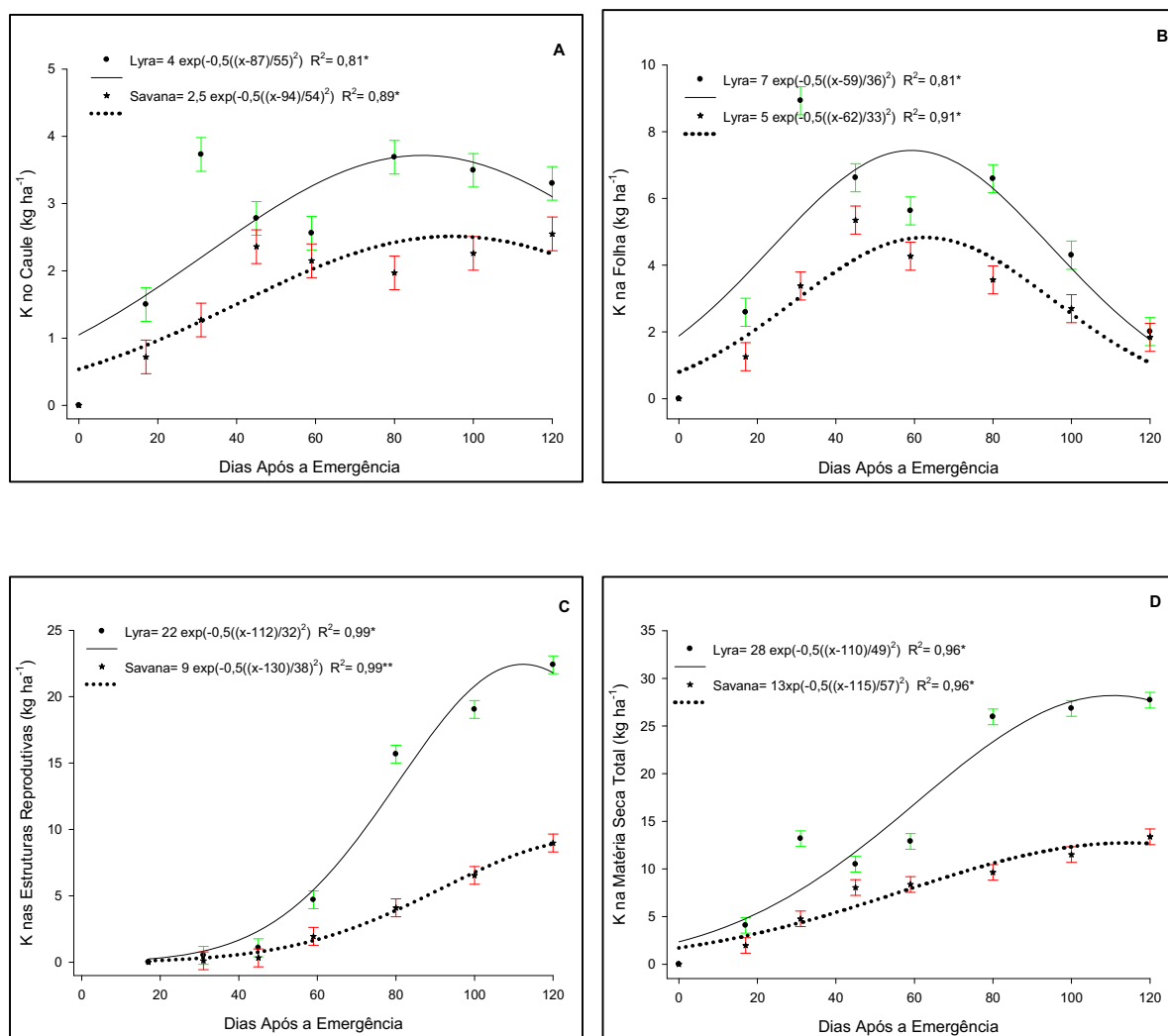


Figura 8. Acúmulo de potássio no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.3.4. Cálcio

O acúmulo de cálcio no caule dos híbridos, na época da Safra está representado na Figura 9A. Os dados foram ajustados a um modelo de Gauss onde verificou-se que o Lyra acumulou o equivalente a $38,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de Ca enquanto o Savana $18,3 \text{ kg ha}^{-1}$; observou-se, também que a partir dos 40 DAE o acúmulo de Ca na matéria seca nos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

Os dados de acúmulo de Ca nas folhas são apresentados na Figura 9B onde os valores foram ajustados ao modelo de Gauss. Para híbrido Lyra, o acúmulo do nutriente foi de aproximadamente 42 kg ha^{-1} , para o Savana foi de 49 kg ha^{-1} . Ambos acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 73 DAE.

Na Figura 9C, observa-se o acúmulo de cálcio pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de Ca na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente $23,5 \text{ kg ha}^{-1}$ em relação ao Savana com valor de acúmulo igual a 17 kg ha^{-1} .

Na matéria seca total, os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de Ca foi de $77,5 \text{ kg ha}^{-1}$ no híbrido Lyra e de $55,5 \text{ kg ha}^{-1}$ no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 120 DAE (Figura 9D).

Na Safrinha o acúmulo de Ca no caule foi de 15 kg ha^{-1} pra Lyra e $6,5 \text{ kg ha}^{-1}$ pra Savana (Figura 10A) e os valores foram ajustados ao modelo de Gauss. Observou-se que a partir dos 40 DAE o acúmulo de Ca na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

Os dados de acúmulo de Ca pelas folhas foram ajustados ao modelo de Gauss e o híbrido Lyra foi descrito como tendo acumulado 42 kg ha^{-1} e o Savana 49 kg ha^{-1} (Figura 10B). Ambos acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE com um pico máximo por volta dos 73 DAE.

Na Figura 10C, observou-se o acúmulo de cálcio pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de Ca na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente $8,4 \text{ kg ha}^{-1}$ em relação ao Savana ($3,4 \text{ kg ha}^{-1}$).

Observando-se a Figura 10D, verificou-se que, na matéria seca total, o acúmulo de Ca foi de 16 kg ha^{-1} no híbrido Lyra e de $11,5 \text{ kg ha}^{-1}$ no Savana e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 100 DAE.

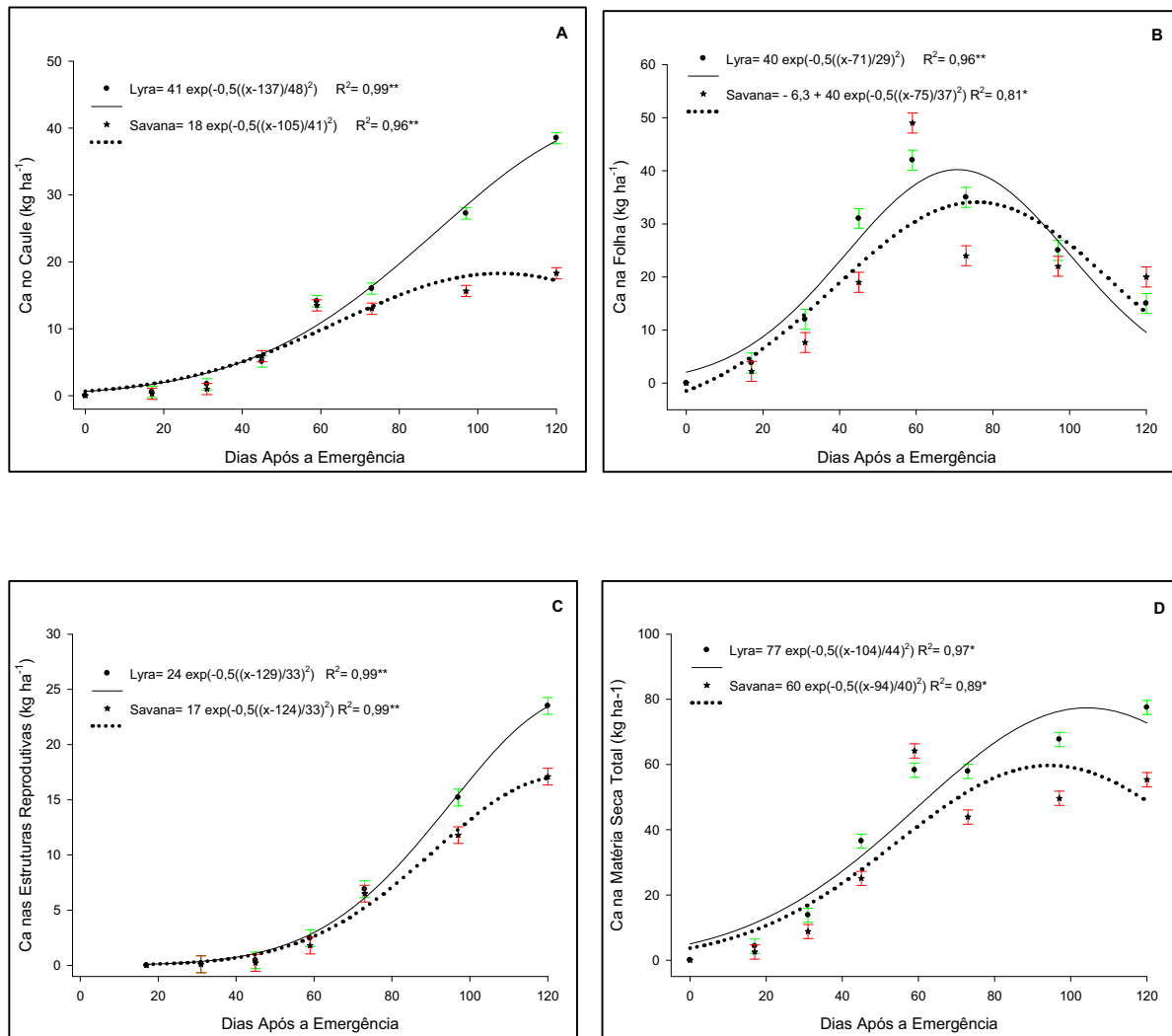


Figura 9. Acúmulo de cálcio no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

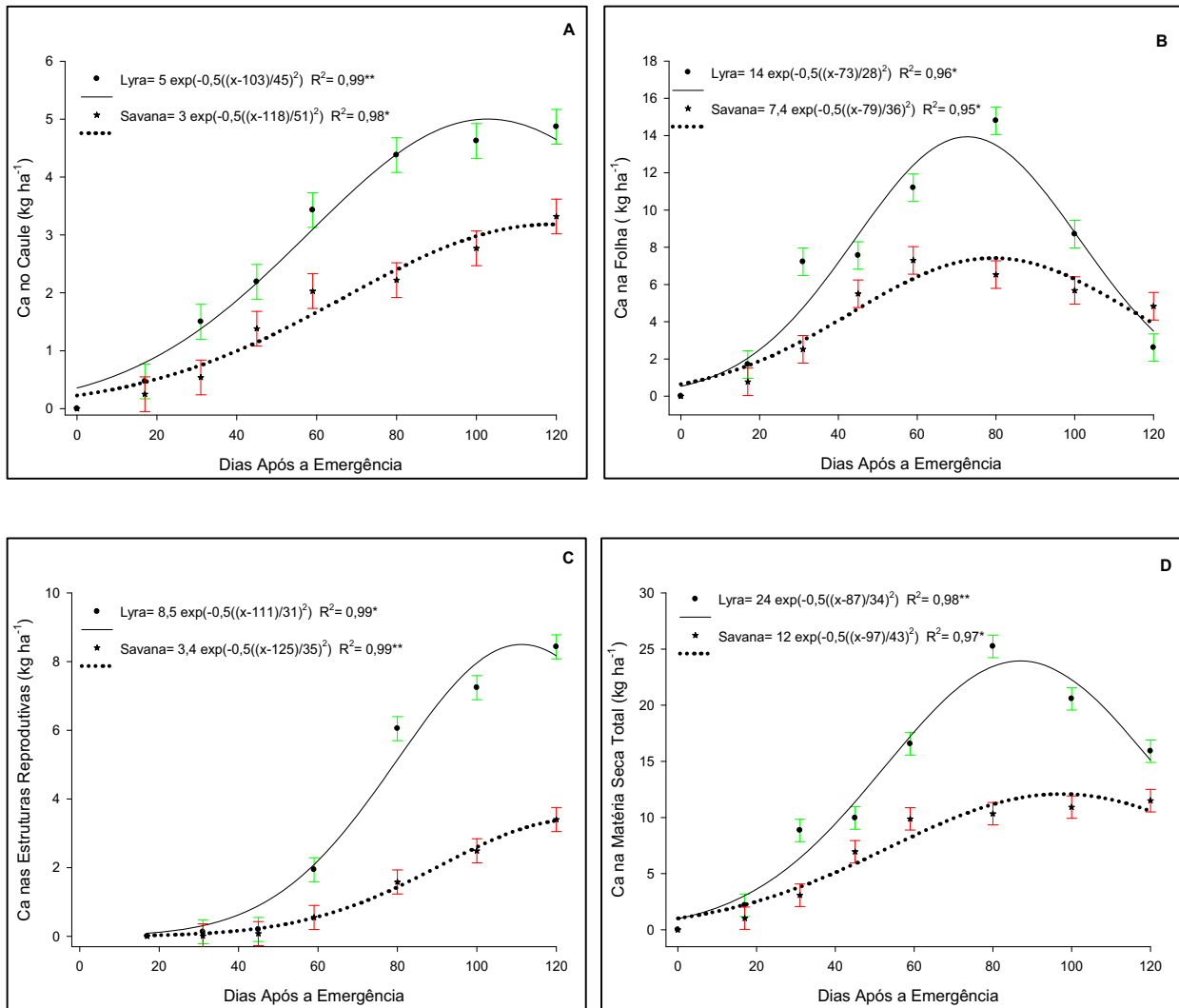


Figura 10. Acúmulo de cálcio no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.3.5. Magnésio

O acúmulo de magnésio no caule dos híbridos, na época da Safra está representado na Figura 11A. Os valores foram ajustados ao modelo de Gauss onde encontrou-se que o Lyra acumulou o equivalente a $15,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de Mg enquanto o Savana $7,5 \text{ kg ha}^{-1}$ e, a partir dos 40 DAE o acúmulo de matéria seca nos caules se intensificou, ocorrendo de forma crescente até a data da colheita da cultura para o híbrido Lyra e até os 100 DAE para o Savana.

Os dados de acúmulo de Mg nas folhas foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$). O híbrido Lyra acumulou aproximadamente $14,5 \text{ kg ha}^{-1}$ enquanto o Savana por 12 kg ha^{-1} (Figura 11B).

Na Figura 11C, observa-se o acúmulo de magnésio pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de Mg na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente $13,5 \text{ kg ha}^{-1}$ em relação ao Savana (12 kg ha^{-1}).

Na matéria seca total, os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de Mg foi de 33 kg ha^{-1} no híbrido Lyra e de 25 kg ha^{-1} no Savana, ambos com acúmulo intensificados a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 120 DAE (Figura 11D).

Na Safrinha os valores de acúmulo de Mg no caule se ajustaram a um modelo de Gauss e foi de $2,31 \text{ kg ha}^{-1}$ pra Lyra e $1,12 \text{ kg ha}^{-1}$ para Savana (Figura 12A). Além disso observou-se também que a partir dos 40 DAE o acúmulo de Mg na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

O máximo acúmulo de Mg nas folhas ocorreu por volta dos 80 DAE e que os dados foram ajustados ao modelo de Gauss. Esse acúmulo foi de aproximadamente 4 kg ha^{-1} no híbrido Lyra e $1,8 \text{ kg ha}^{-1}$ no Savana (Figura 12B).

Na Figura 12C, observa-se o acúmulo de magnésio pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de Mg na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente $5,5 \text{ kg ha}^{-1}$ em relação ao Savana (2 kg ha^{-1}).

Na matéria seca total, os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de Mg foi de $8,7 \text{ kg ha}^{-1}$ no híbrido Lyra e de $4,2 \text{ kg ha}^{-1}$ no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 100 DAE (Figura 12D).

Diferentemente do ocorrido na Safra, os maiores valores de acúmulo de magnésio na Safrinha ocorreu em maior quantidade nas folhas seguido pelos caules.

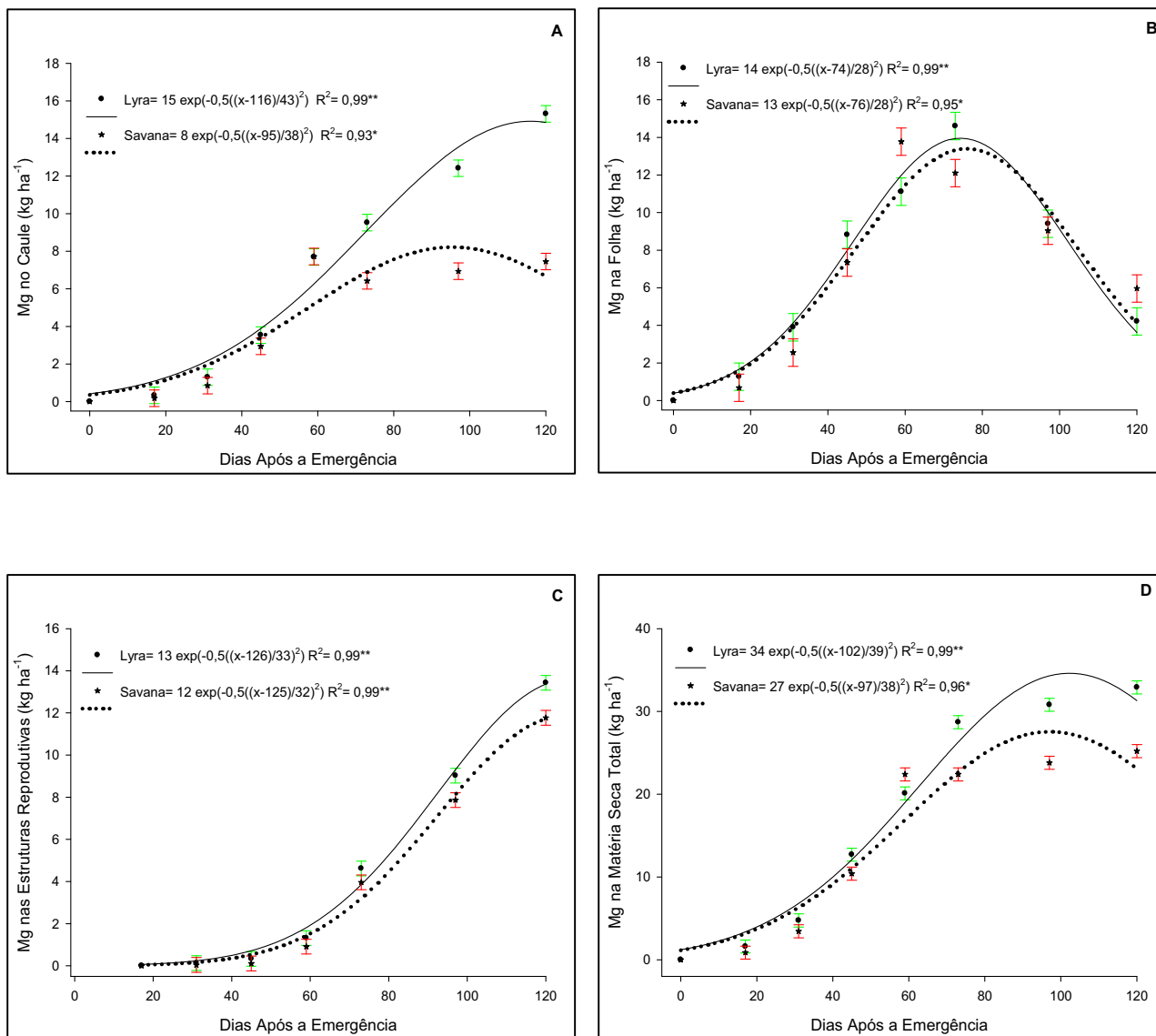


Figura 11. Acúmulo de magnésio no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

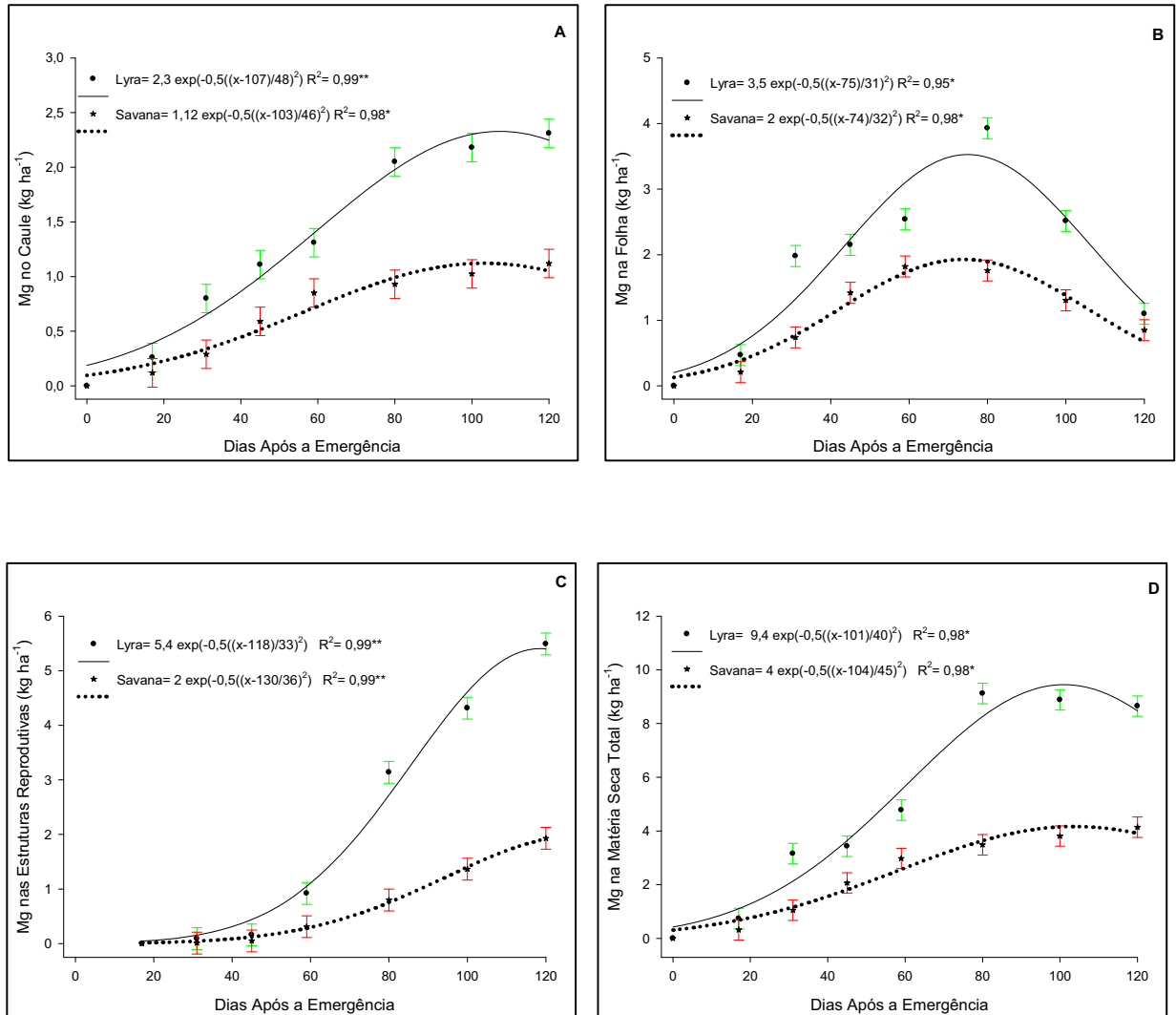


Figura 12. Acúmulo de magnésio no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.3.6. Enxofre

Os dados de acúmulo de enxofre no caule dos híbridos, na época da Safra, foram ajustados ao modelo de Gauss e estão representados na Figura 13A. Verificou-se que o Lyra acumulou o equivalente a $7,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de S enquanto o Savana $5,2 \text{ kg ha}^{-1}$. Pode-se verificar que a partir dos 40 DAE o acúmulo de S na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

Nas folhas, o acúmulo de S foi de aproximadamente $13,2 \text{ kg ha}^{-1}$ no híbrido Lyra e $15,7 \text{ kg ha}^{-1}$ no Savana (Figura 13B) e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss.

Na Figura 13C, observa-se o acúmulo de enxofre pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de S na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Savana, com acúmulo de aproximadamente $18,5 \text{ kg ha}^{-1}$ em relação ao Lyra (18 kg ha^{-1}).

Na matéria seca total, os valores se ajustaram a um modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) e o acúmulo de S foi de $30,9 \text{ kg ha}^{-1}$ no híbrido Lyra e de 29 kg ha^{-1} no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 120 DAE (Figura 13D).

Na Safrinha o acúmulo de S no caule foi de $2,25 \text{ kg ha}^{-1}$ para Lyra e $1,15 \text{ kg ha}^{-1}$ pra Savana (Figura 14A); os dados se ajustaram a um modelo de Gauss e observou-se que a partir dos 40 DAE o acúmulo de S na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

Os dados de acúmulo de S pelas folhas foram ajustados ao modelo de Gauss e o híbrido Lyra foi descrito como tendo acumulado $10,4 \text{ kg ha}^{-1}$ e o Savana $3,5 \text{ kg ha}^{-1}$ (Figura 14B). Ambos acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 73 DAE, o que representou o período de máximo desenvolvimento vegetativo e área foliar.

Com relação ao acúmulo de S pelas estruturas reprodutivas, os dados foram ajustados ao modelo de Gauss, onde descreveu-se o acúmulo do híbrido Lyra como

sendo de $8,8 \text{ kg ha}^{-1}$ e o do Savana 4 kg ha^{-1} (Figura 14C). Notou-se, também, que o acúmulo de S na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo.

Na matéria seca total, os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de S foi de $12,7 \text{ kg ha}^{-1}$ no híbrido Lyra e de $7,3 \text{ kg ha}^{-1}$ no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 100 DAE (Figura 14D).

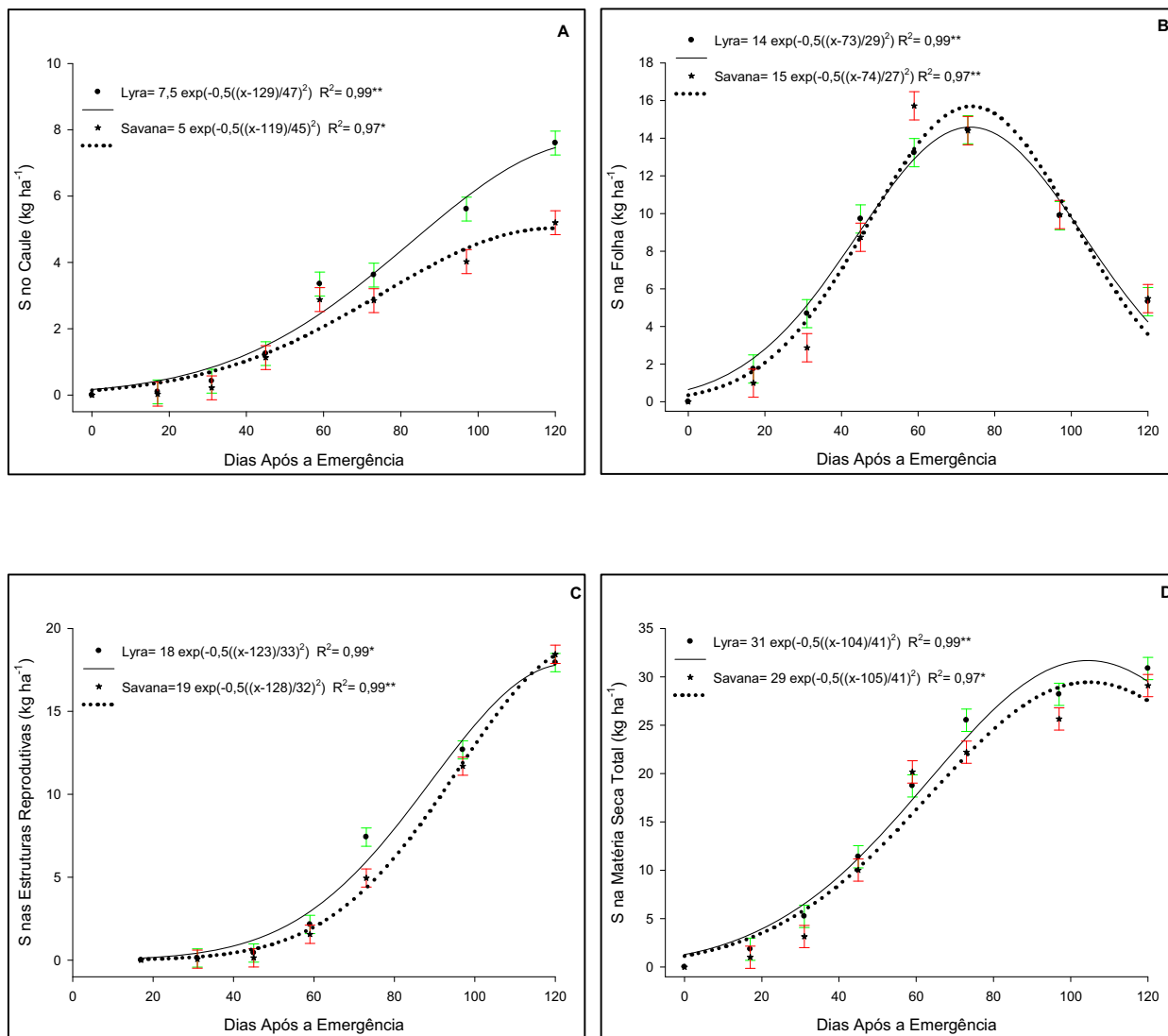


Figura 13. Acúmulo de enxofre no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

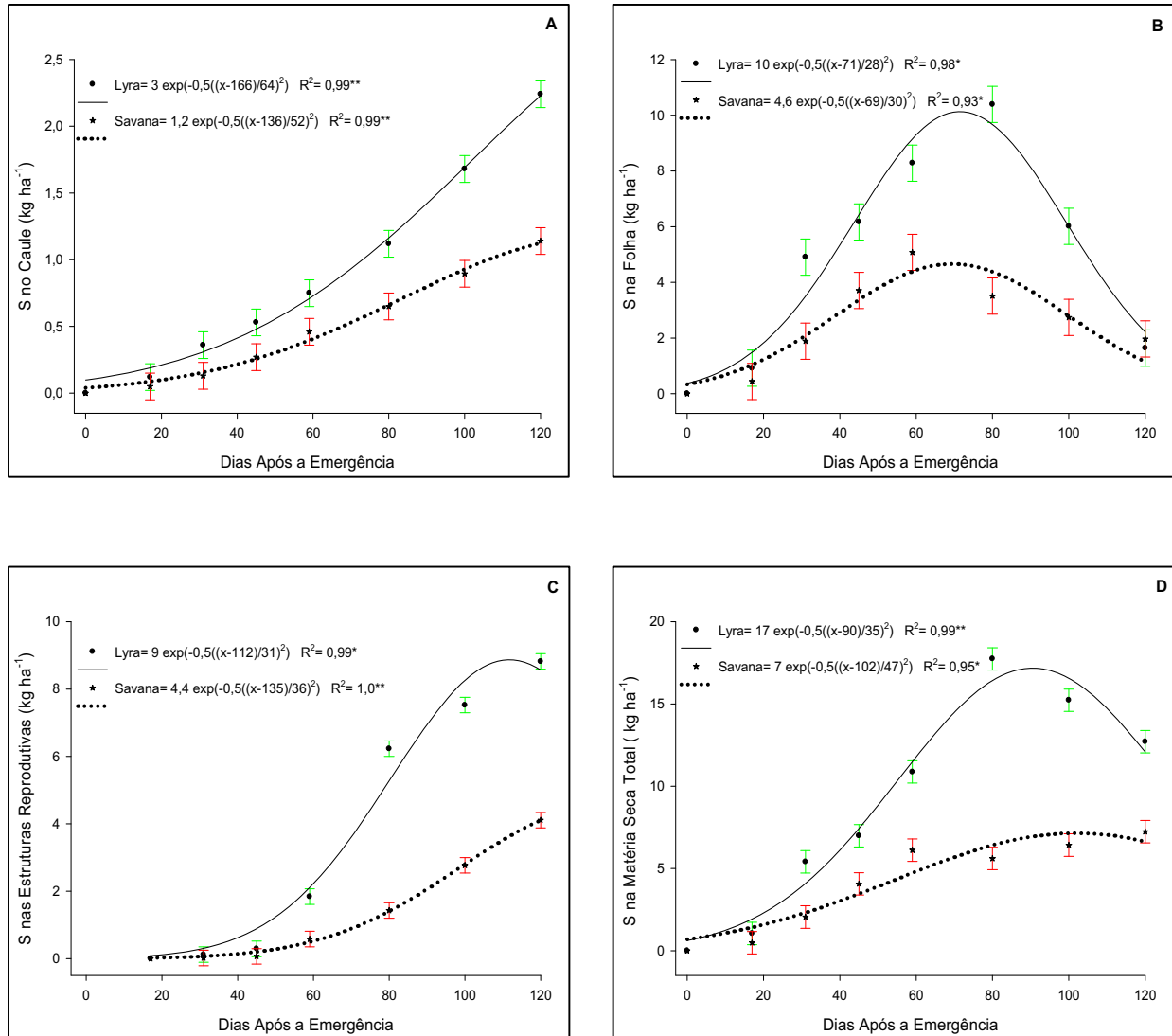


Figura 14. Acúmulo de enxofre no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.4. Acúmulo de micronutrientes

A absorção de micronutrientes pelo vegetal depende, entre outros fatores, do estágio de desenvolvimento da planta e da atividade metabólica desse micronutrientes. Em um determinado instante, os diferentes órgãos de uma planta podem apresentar diferentes estádios de desenvolvimento, o que, conseqüentemente, influenciará sua composição mineral (EPSTEIN, 1972).

O acúmulo de micronutrientes pelas plantas, tanto em safra como em safrinha, nos híbridos Lyra e Savana obedeceram a seqüência de absorção Fe>Mn>Zn>B>Cu>Mo tanto nas folhas como nas estruturas reprodutivas. De acordo com Malavolta, 2006 a seqüência de requisição de micronutrientes ocorre de forma que Fe>Mn>B>Zn>Cu>Mo, diferentemente do encontrado nas condições do presente estudo.

Assim como a mamoneira, a mandioca e a seringueira, o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) também é um representante da família Euphorbiaceae. Um estudo sobre teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso foi realizado por LAVIOLA e DIAS (2008). Os autores observaram que a quantidade absorvida de nutrientes descreve uma ordem determinada por: Mn>Fe> B>Zn>Cu nas folhas e nos frutos.

6.4.1. Boro

O acúmulo de boro no caule dos híbridos, na época da Safra está representado na Figura 15A e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss. Verificou-se que o Lyra acumula o equivalente a 75 g ha^{-1} de B enquanto o Savana 58 g ha^{-1} , nota-se, também, que partir dos 40 DAE o acúmulo de B na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

O acúmulo de B nas folhas ocorreu de forma que dados foram ajustados ao modelo de Gauss e foi de aproximadamente 77 g ha^{-1} no híbrido Lyra e 57 g ha^{-1} no Savana (Figura 15B). Ambos acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 73 DAE.

Na Figura 15C, observa-se o acúmulo de B pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de B na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente 187 g ha^{-1} em relação ao Savana (56 g ha^{-1}).

Na matéria seca total, os dados se ajustaram a um modelo de Gauss e o acúmulo de B foi de 289 g ha^{-1} no híbrido Lyra e de 139 g ha^{-1} no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 120 DAE (Figura 15D).

Na Safrinha o acúmulo de B no caule foi de $6,6 \text{ g ha}^{-1}$ pra Lyra e $4,6 \text{ g ha}^{-1}$ pra Savana (Figura 16A) e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss. Observou-se que a partir dos 40 DAE o acúmulo de B na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

O acúmulo de B nas folhas foi de aproximadamente 20 g ha^{-1} no híbrido Lyra e 11 g ha^{-1} no Savana (Figura 16A) e o ajuste dos dados obtidos foi feito através de um modelo de Gauss.

Na Figura 16C, observa-se o acúmulo de boro pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss e o acúmulo de B na matéria seca dessas estruturas intensifica-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente $38,4 \text{ g ha}^{-1}$ em relação ao Savana ($11,4 \text{ g ha}^{-1}$).

Na matéria seca total, os dados foram ajustados ao modelo de Gauss sendo que o acúmulo de B foi de 48 g ha^{-1} no híbrido Lyra e de 20 g ha^{-1} no Savana (Figura 16D).

O B e Ca são indispensáveis à germinação do grão de pólen, ao crescimento do tubo polínico e, conseqüentemente, à fecundação da flor (MARSCHNER, 1995). O fornecimento inadequado destes nutrientes pode contribuir para uma redução de produtividade, devido a um menor pegamento da florada, o que pode-se dizer pelo presente estudo é que as quantidades absorvidas foram suficientes para que as plantas tivessem uma boa formação e desenvolvimento de flores.

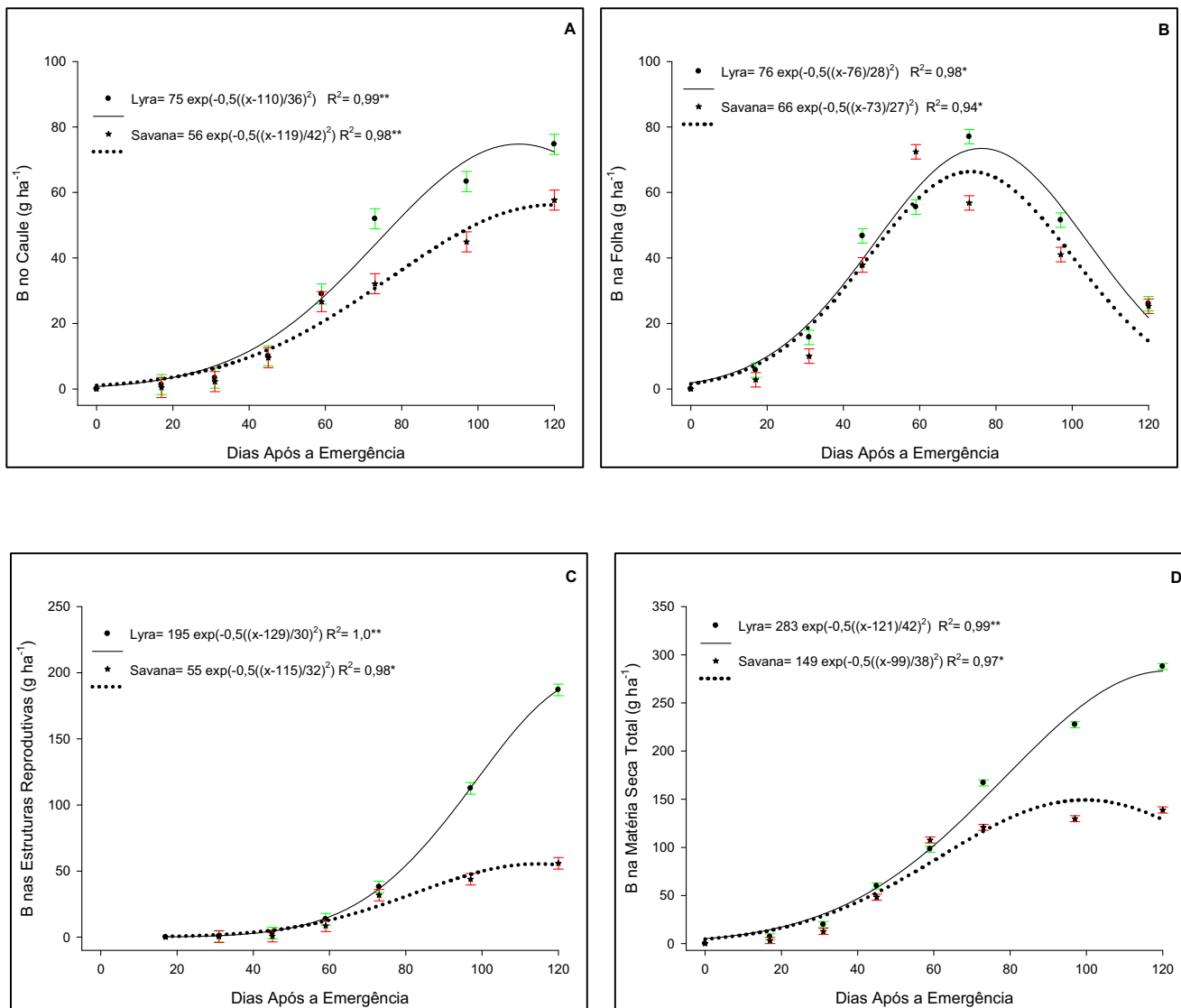


Figura 15. Acúmulo de boro no caule (A), folha , estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

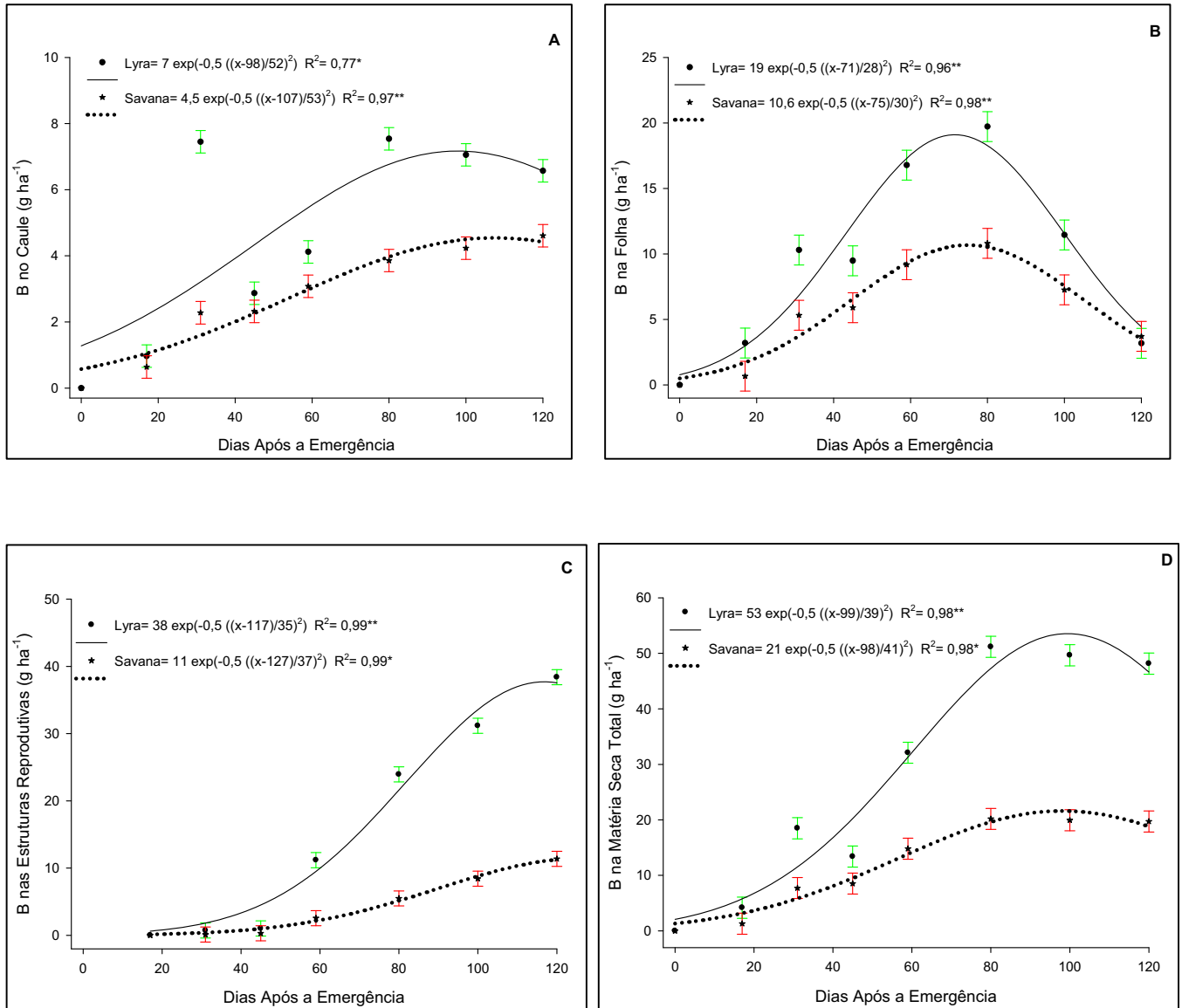


Figura 16. Acúmulo de boro no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.4.2. Cobre

O acúmulo de cobre no caule dos híbridos, na época da Safra, está representado na Figura 17A onde os dados foram ajustados ao modelo de Gauss. Verificou-se que o Lyra acumulou o equivalente a 18 g ha⁻¹ de Cu enquanto o Savana 11,3 g ha⁻¹ e que a partir dos 40 DAE o acúmulo de Cu na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

Nas folhas, os dados de acúmulo de Cu foram ajustados ao modelo de Gauss e foi de aproximadamente 21 g ha⁻¹ no híbrido Lyra e 22,3 g ha⁻¹ no Savana (Figura 17B). Ambos acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 80 DAE.

Na Figura 17C, observa-se o acúmulo de cobre pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) e o acúmulo de Cu na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente 27 g ha⁻¹ em relação ao Savana (18,6 g ha⁻¹).

Na matéria seca total, o Cu foi o quinto micronutriente mais absorvido pelas plantas e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) e o acúmulo de Cu foi de 52 g ha⁻¹ no híbrido Lyra e de 35 g ha⁻¹ no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 120 DAE para o Lyra e aos 100 DAE pro Savana (Figura 17D).

Na Safrinha os dados de acúmulo de Cu no caule foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$) e foi de 2,3 g ha⁻¹ pra Lyra e 1,3 g ha⁻¹ pra Savana (Figura 18A).

Os dados de acúmulo de Cu pelas folhas foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$) e o híbrido Lyra foi descrito como tendo acumulado 7 g ha⁻¹ e o Savana 2 g ha⁻¹ (Figura 18B). Ambos acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 73 DAE.

Na Figura 18C, observou-se o acúmulo de cobre pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) e o acúmulo de Cu na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo,

destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente $14,8 \text{ g ha}^{-1}$ em relação ao Savana ($7,6 \text{ g ha}^{-1}$).

Na matéria seca total, o acúmulo de Cu foi de $18,7 \text{ g ha}^{-1}$ no híbrido Lyra e de $11,2 \text{ g ha}^{-1}$ no Savana (Figura 18D) e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), com ambos acúmulos intensificados a partir dos 40 DAE.

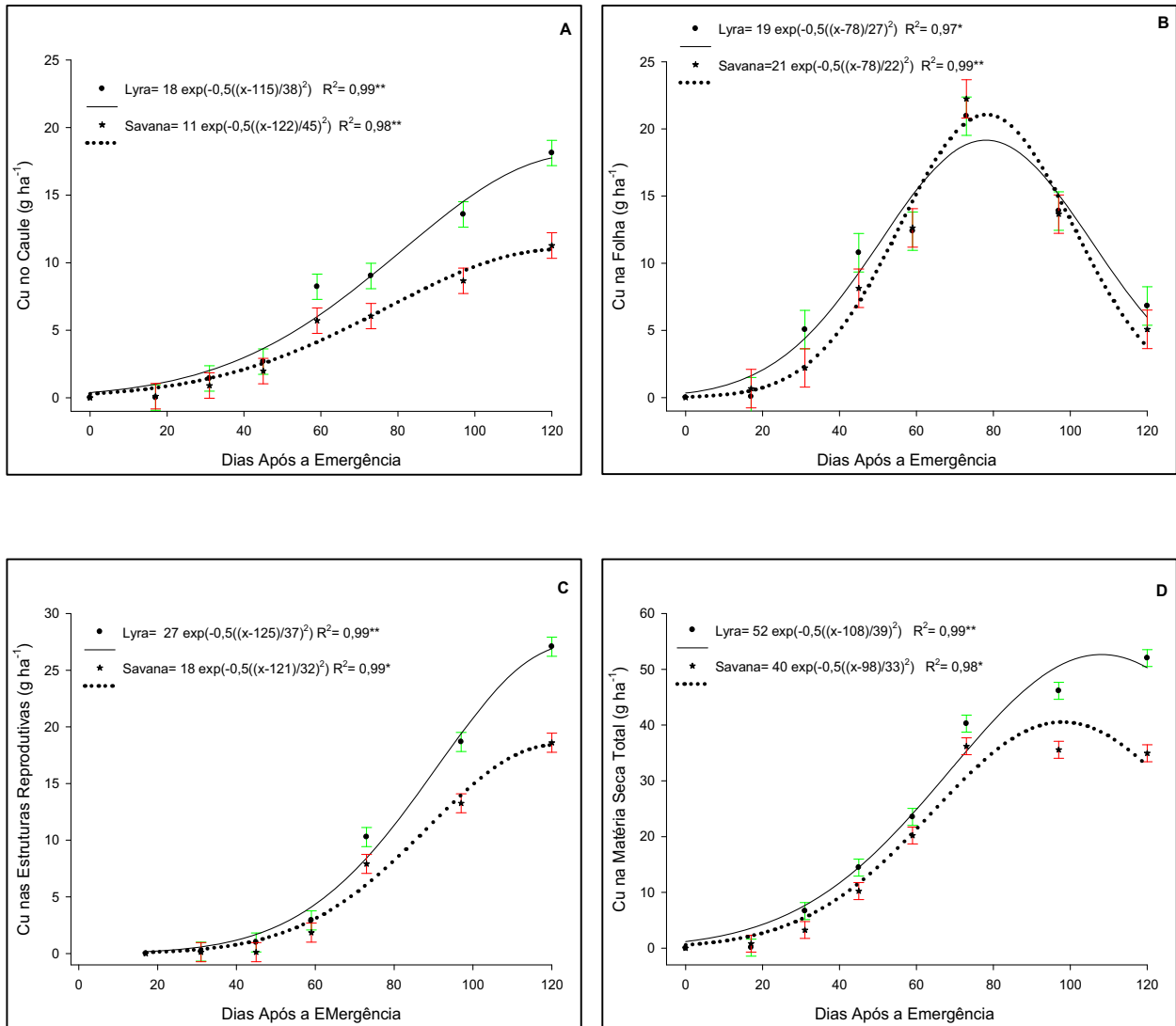


Figura 17. Acúmulo de cobre no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

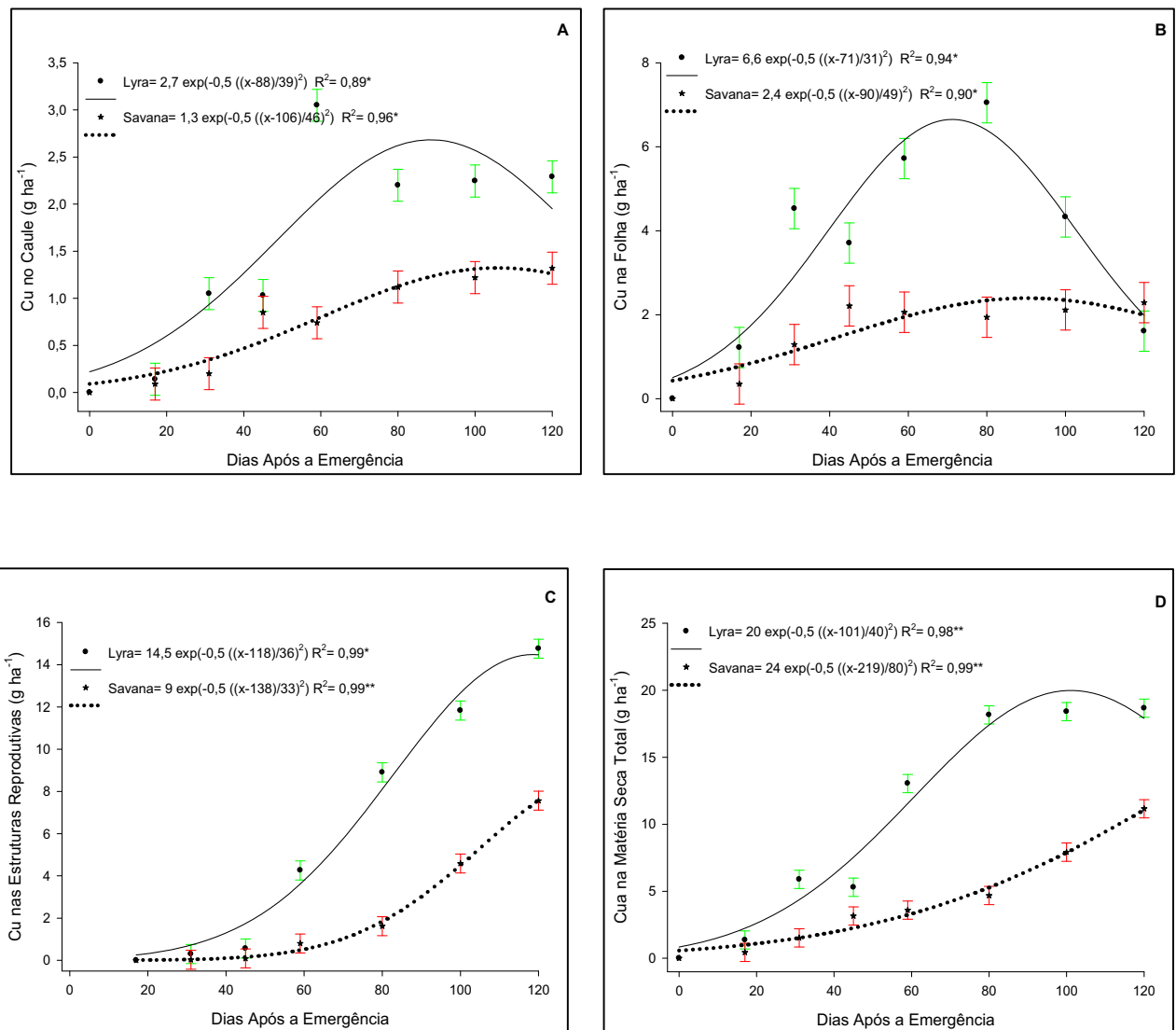


Figura 18. Acúmulo de cobre no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.4.3. Ferro

Os dados referentes ao acúmulo de ferro no caule dos híbridos, na época da Safra, estão representados na Figura 19A e foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$). Verificou-se que o Lyra acumulou o equivalente a 98 g ha^{-1} de Fe enquanto o Savana $93,7 \text{ g ha}^{-1}$. Observou-se que a partir dos 40 DAE o acúmulo de Fe na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até os 100 DAE, aproximadamente.

O acúmulo de Fe nas folhas foi de aproximadamente 598 g ha^{-1} no híbrido Lyra e 563 g ha^{-1} no Savana (Figura 19B) e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$). Ambos acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 73 DAE.

Na Figura 19C, observa-se o acúmulo de ferro pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$) e o acúmulo de Fe na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente 387 g ha^{-1} em relação ao Savana (362 g ha^{-1}).

Na matéria seca total, os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$) e o acúmulo de Fe foi de 780 g ha^{-1} no híbrido Lyra e de 762 g ha^{-1} no Savana, ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE (Figura 19D).

Na Safrinha o acúmulo de Fe no caule foi de 91 g ha^{-1} pra Lyra e 58 g ha^{-1} pra Savana (Figura 20A) e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$). Observou-se que a partir dos 40 DAE o acúmulo de Fe na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

Os dados de acúmulo de Fe pelas folhas foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) e o híbrido Lyra foi descrito como tendo acumulado 490 g ha^{-1} e o Savana 1202 g ha^{-1} com um pico de máximo acúmulo por volta dos 73 DAE (Figura 20B).

Na Figura 20C, observa-se o acúmulo de ferro pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$) e o acúmulo de Fe na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente 834 g ha^{-1} em relação ao Savana (252 g ha^{-1}).

O acúmulo de Fe na matéria seca total foi de 1.026 g ha^{-1} no híbrido Lyra e de 390 g ha^{-1} no Savana (Figura 20D) e o ajuste dos dados foi feito através do modelo de Gauss ($p < 0,01$).

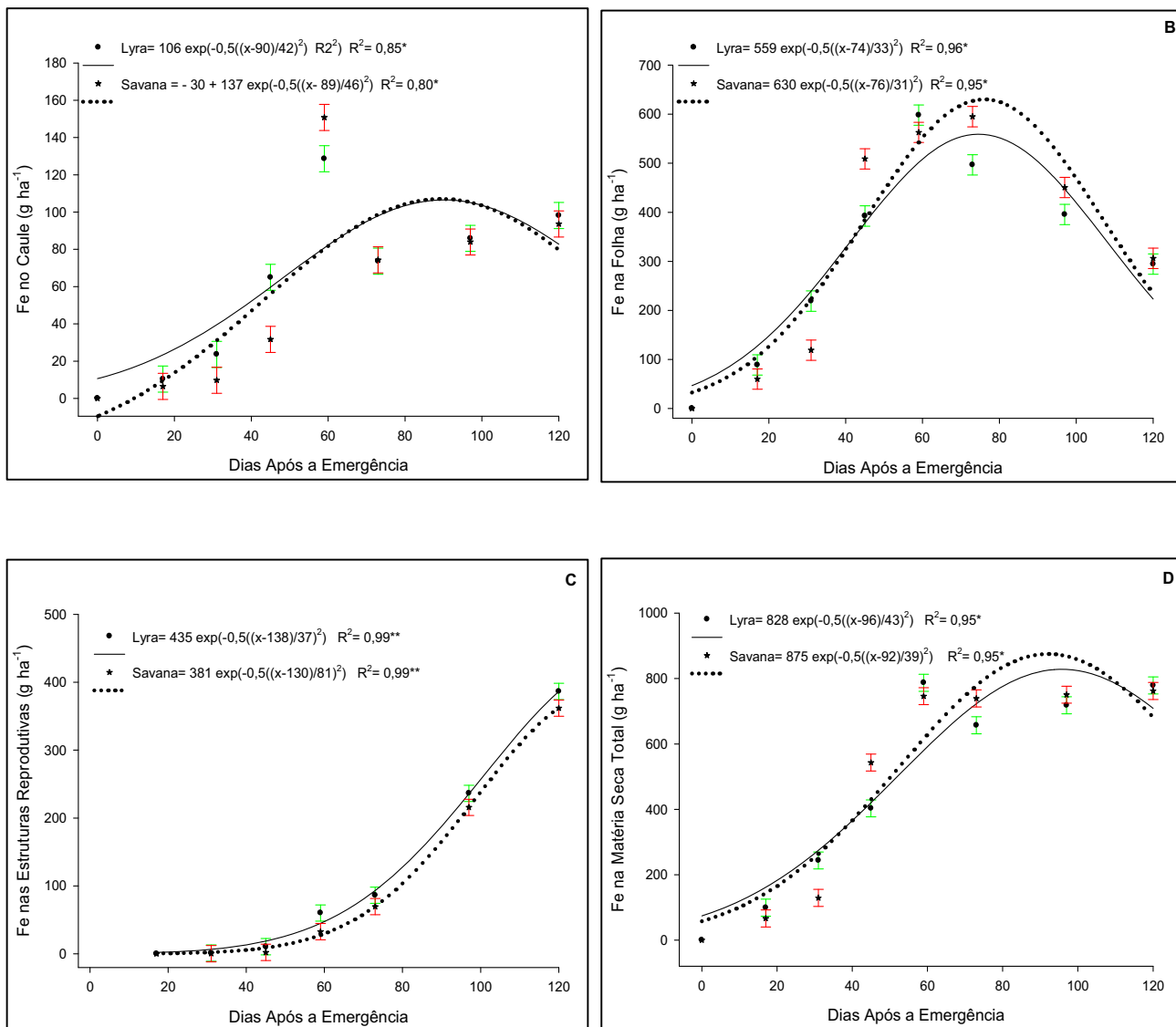


Figura 19. Acúmulo de ferro no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

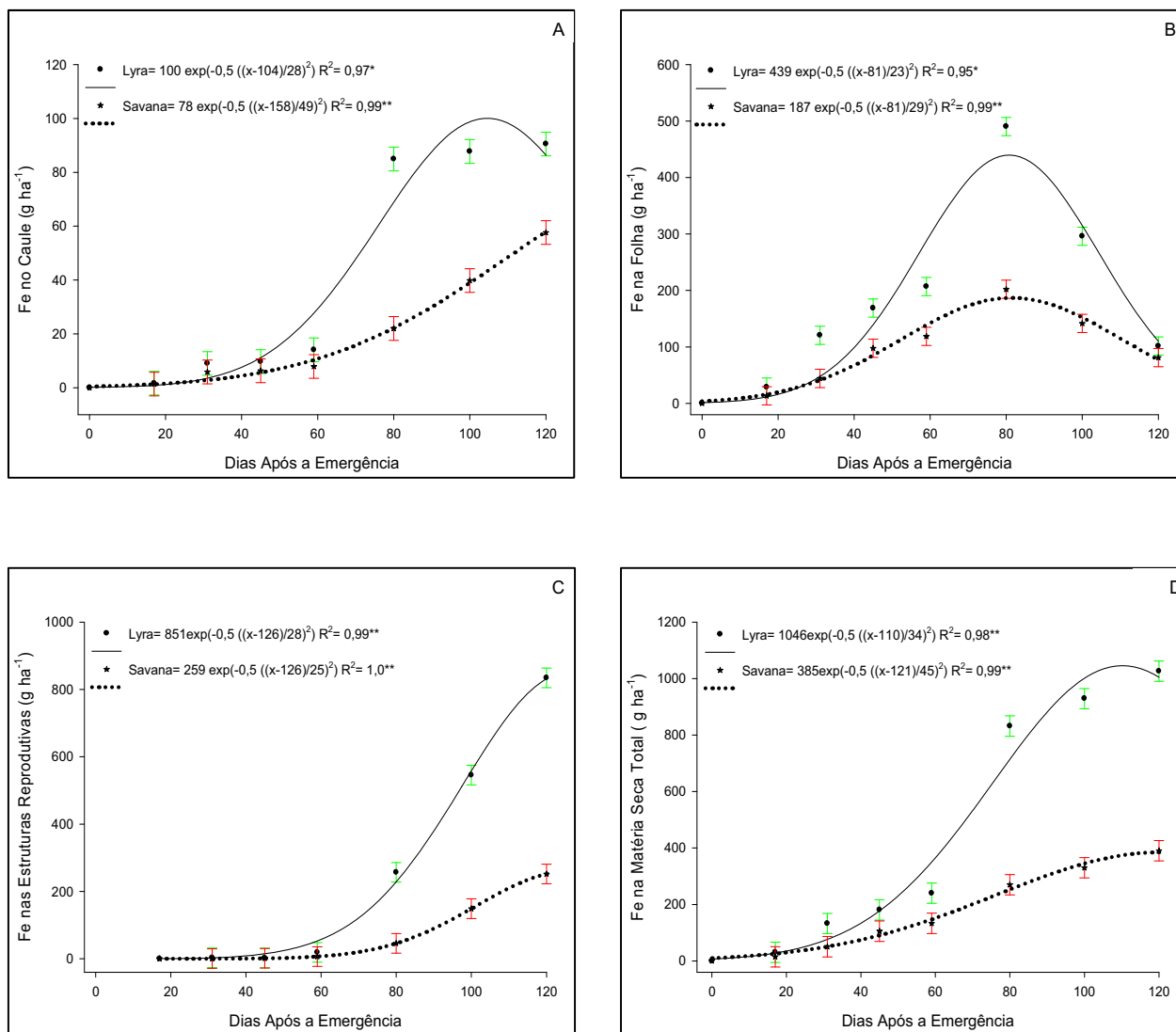


Figura 20. Acúmulo de ferro no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.4.4. Manganês

O acúmulo de manganês no caule dos híbridos, na época da Safra, está representado na Figura 21A e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$). Verificou-se que o Lyra acumula o equivalente a 166 g ha^{-1} de Mn enquanto o Savana 95 g ha^{-1} . Observou-se que a partir dos 40 DAE o acúmulo de Mn na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até os 100 DAE aproximadamente

Os dados de acúmulo de Mn pelas folhas foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$) e o híbrido Lyra foi descrito como tendo acumulado 707 g ha^{-1} e o Savana 670 g ha^{-1} (Figura 21B).

Na Figura 21C, observa-se o acúmulo de manganês pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$) e o acúmulo de Mn na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente 203 g ha^{-1} em relação ao Savana (115 g ha^{-1}).

Os dados de acúmulo de Mn na matéria seca total foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$) e para o híbrido Lyra foi de 505 g ha^{-1} e para o Savana 383 g ha^{-1} , ambos com acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE (Figura 21D).

Na Safrinha, os dados de acúmulo de Mn no caule foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) e foi de $28,8 \text{ g ha}^{-1}$ pra Lyra e $30,3 \text{ g ha}^{-1}$ pra Savana (Figura 22A). Pode-se observar, também, a partir dos 40 DAE o acúmulo de Mn na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

O acúmulo de Mn nas folhas foi de aproximadamente 186 g ha^{-1} no híbrido Lyra e $87,3 \text{ g ha}^{-1}$ no Savana (Figura 22B) e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$). Os acúmulos nessas estruturas se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 73 DAE.

Na Figura 22C, observa-se o acúmulo de manganês pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) e o acúmulo de Mn na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente 99 g ha^{-1} em relação ao Savana (47 g ha^{-1}).

Na matéria seca total, o acúmulo de Mn foi de 151 g ha^{-1} no híbrido Lyra e de 129 g ha^{-1} no Savana (Figura 22D) e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$).

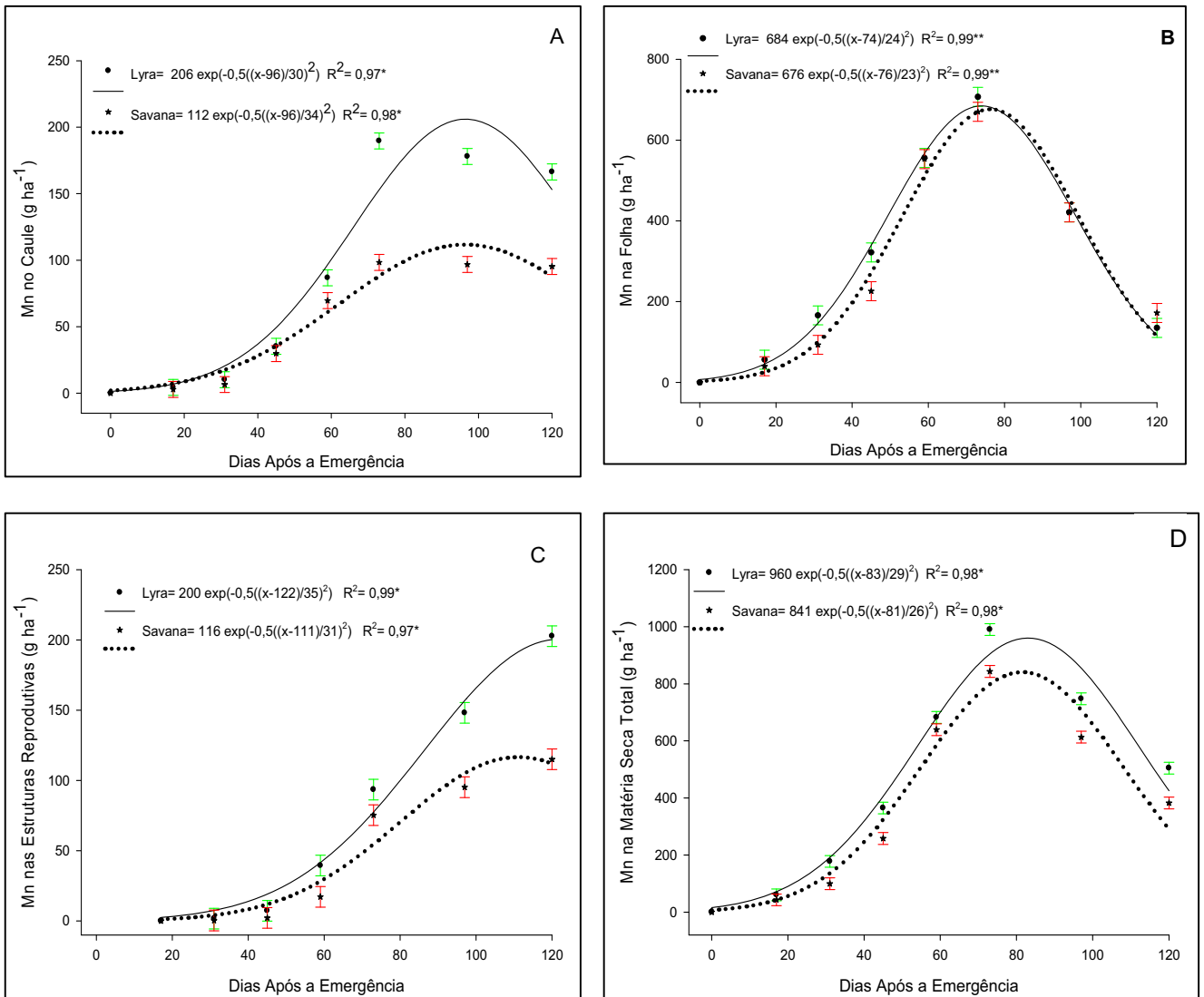


Figura 21. Acúmulo de manganês no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

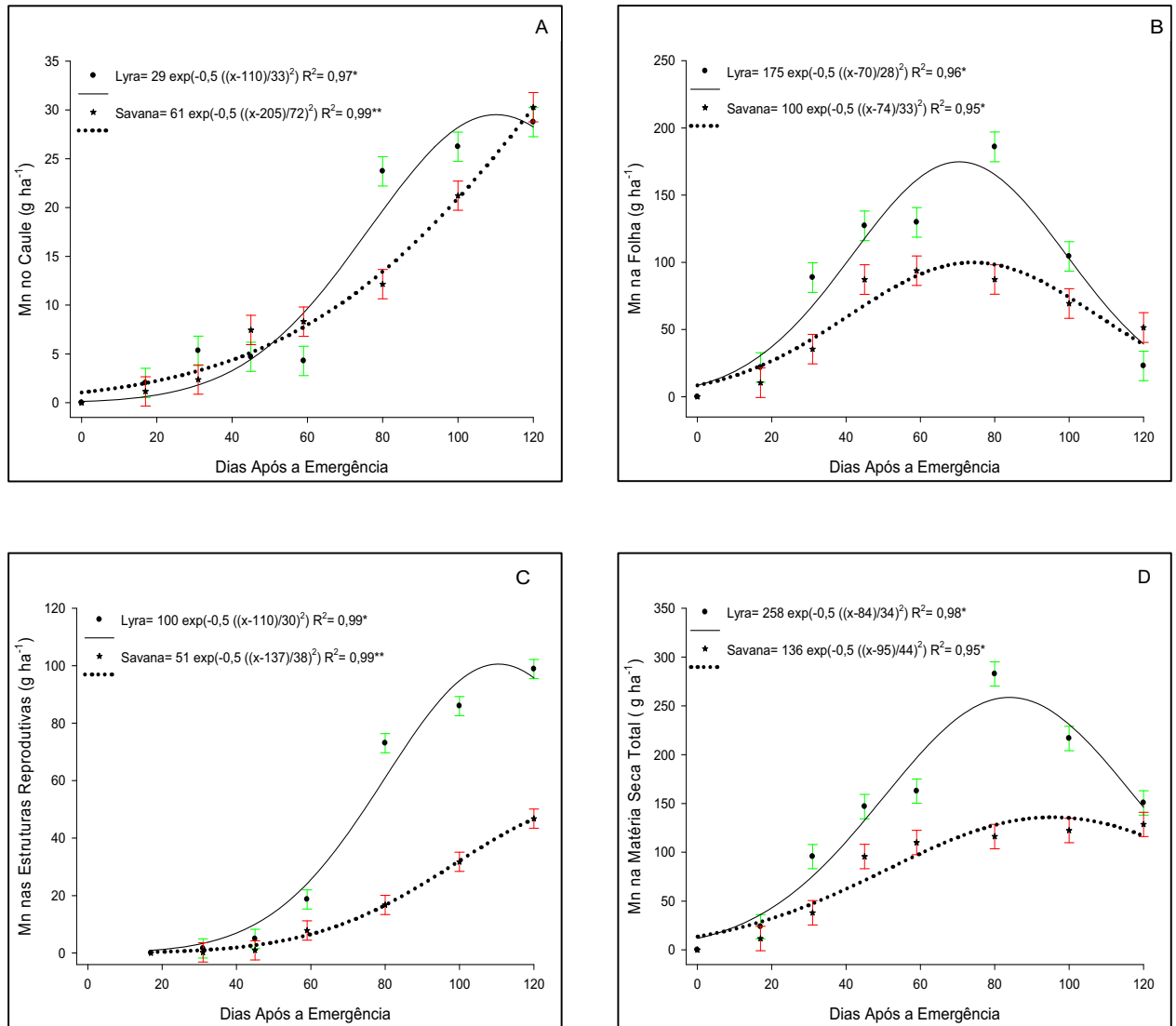


Figura 22. Acúmulo de manganês no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.4.5. Molibdênio

O acúmulo de molibdênio no caule dos híbridos, na época da Safra está representado na Figura 23A e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$). Verificou-se que o Lyra acumula o equivalente a 2 g ha^{-1} de Mo enquanto o Savana $1,2 \text{ g ha}^{-1}$ e que a partir dos 40 DAE o acúmulo de Mo na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

O acúmulo de Mo nas folhas foi de aproximadamente $0,54 \text{ g ha}^{-1}$ no híbrido Lyra e $0,50 \text{ g ha}^{-1}$ no Savana (Figura 23B) e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$). De acordo com MALAVOLTA, 2006 o molibdênio é conhecido por ser o micro dos micronutrientes. Este fato deve-se ao Mo ser o micronutriente requerido em menores quantidades pelas culturas, o que de fato ocorreu ao se observar que os dados obtidos no presente trabalho apresentam valores inferiores aos citados pelo autor como sendo adequados para a cultura.

Na Figura 23C, observa-se o acúmulo de molibdênio pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$) e o acúmulo de Mo na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo para Lyra e até 100 DAE, aproximadamente para Savana. O híbrido Lyra teve acúmulo de aproximadamente 1 g ha^{-1} e o Savana acumulou aproximadamente $1,8 \text{ g ha}^{-1}$.

O acúmulo de Mo na matéria seca total foi de 3 g ha^{-1} nos híbridos Lyra e Savana. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) e os acúmulos foram intensificados a partir dos 40 DAE (Figura 23D).

No cultivo de Safrinha os dados referentes ao acúmulo de Mo em caules, folhas, estruturas reprodutivas e matéria seca total se ajustaram a um modelo de Gauss ($p < 0,05$). O acúmulo de Mo no caule foi de $0,14 \text{ g ha}^{-1}$ pra Lyra e $0,05 \text{ g ha}^{-1}$ para Savana (Figura 24A) sendo que a partir dos 40 DAE o acúmulo de Mo na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até os 100 DAE aproximadamente.

O acúmulo de Mo nas folhas foi de aproximadamente $0,15 \text{ g ha}^{-1}$ no híbrido Lyra e $0,11 \text{ g ha}^{-1}$ no Savana (Figura 24B), sendo que se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 73 DAE.

O Mo acumulado pelas estruturas reprodutivas do Lyra representou $0,35 \text{ g ha}^{-1}$ e pelo $0,03 \text{ g ha}^{-1}$ (Figura 24C) ocorrendo de forma mais intensificada a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo

Na matéria seca total, o acúmulo de Mo foi de $0,42 \text{ g ha}^{-1}$ no híbrido Lyra e de $0,21 \text{ g ha}^{-1}$ no Savana (Figura 24D), tendo esse acúmulo intensificado a partir dos 40 DAE e ponto de máximo acúmulo ocorrendo próximo aos 100 DAE.

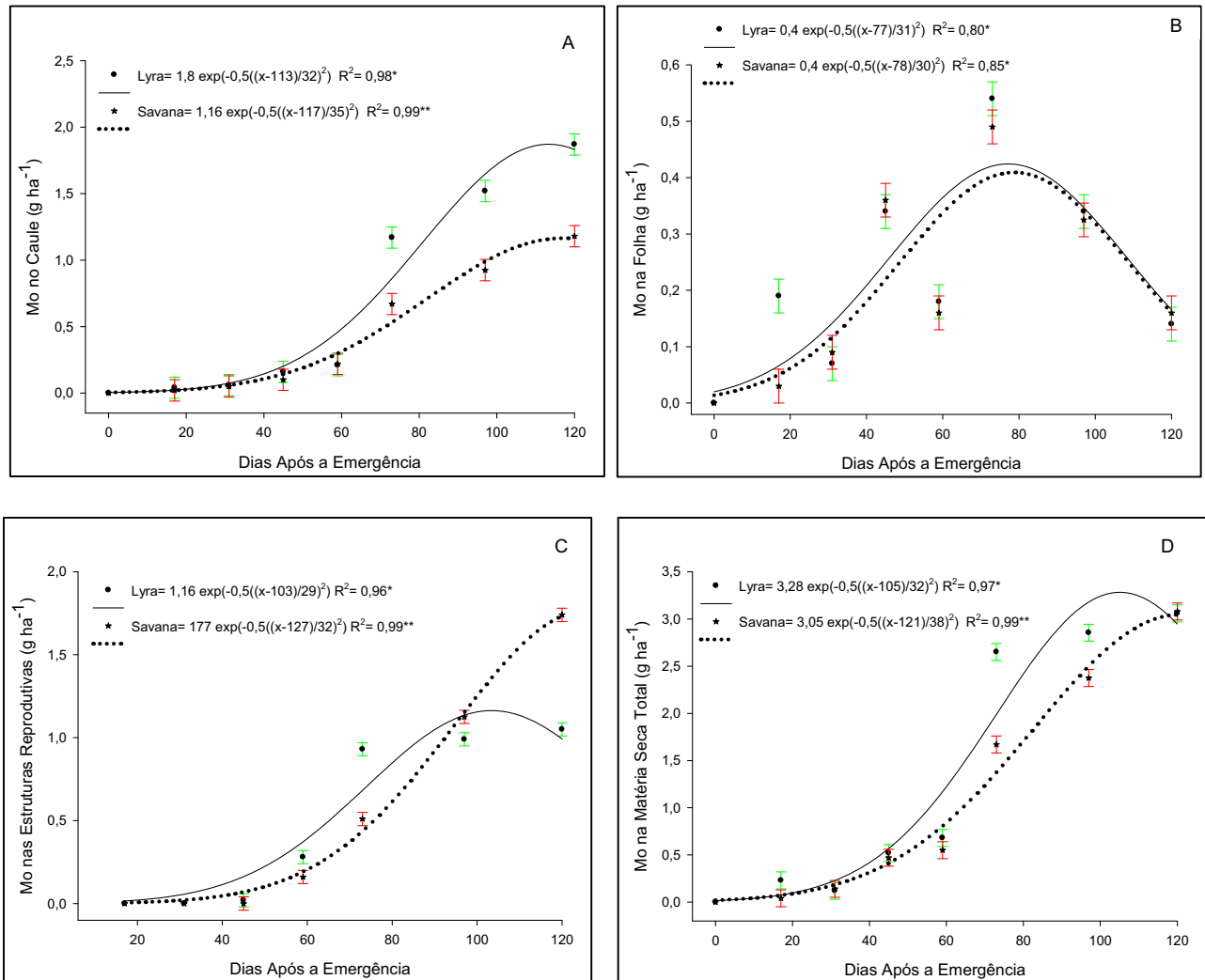


Figura 23. Acúmulo de molibdênio no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

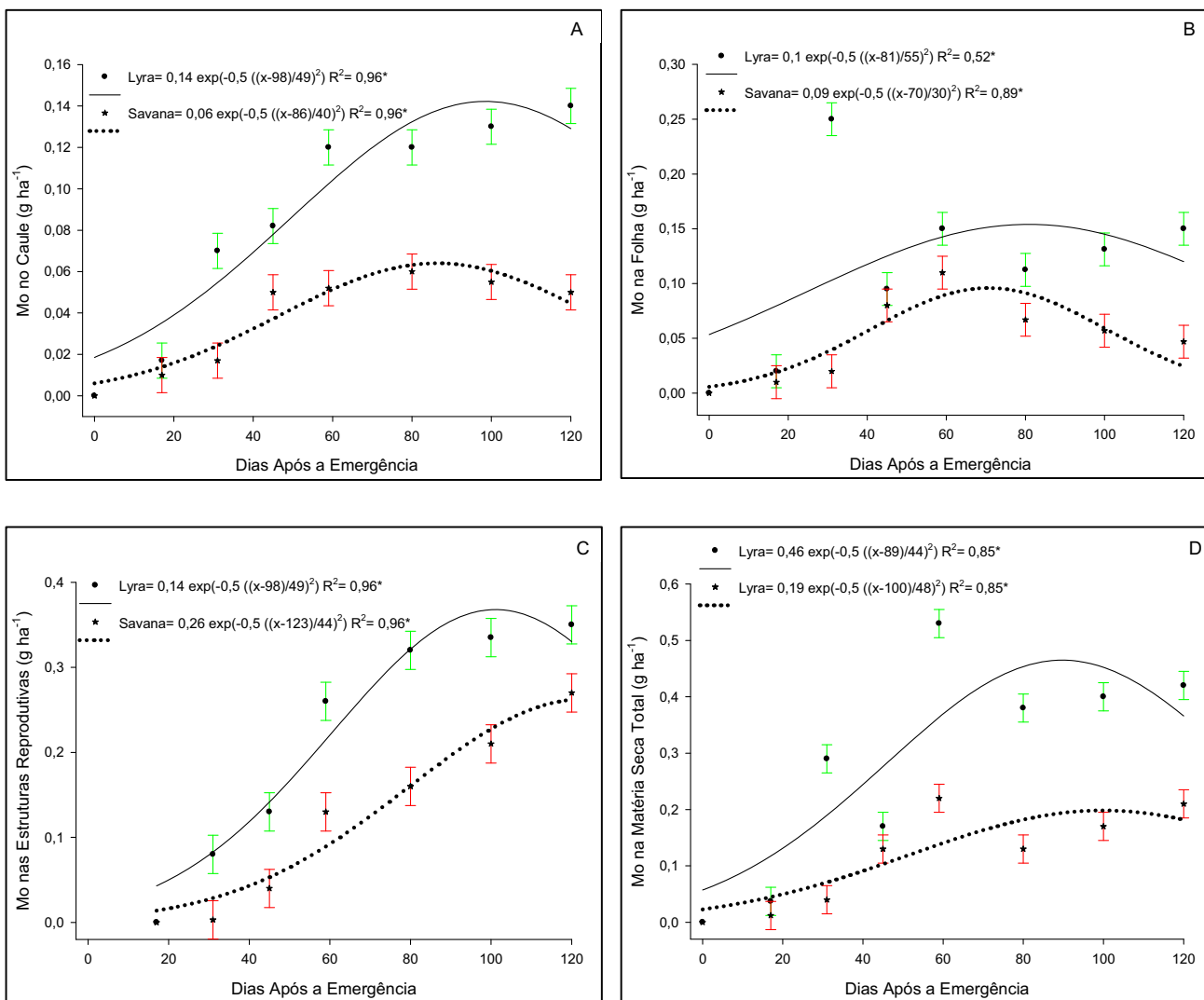


Figura 24. Acúmulo de molibdênio no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safrinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.4.6. Zinco

O acúmulo de zinco no caule dos híbridos, na época da Safra está representado na Figura 25A e os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$ e $p < 0,05$). Verificou-se que o Lyra acumulou o equivalente a 190 g ha^{-1} de Zn enquanto o Savana 100 g ha^{-1} . Observou-se que a partir dos 40 DAE o acúmulo de Zn na matéria seca dos caules se intensificou e ocorreu de forma crescente até a data da colheita da cultura.

Na matéria seca total, o acúmulo de Zn foi de 420 g ha^{-1} no híbrido Lyra e 296 g ha^{-1} no Savana, ambos com acúmulo máximo ocorrendo próximo aos 120 DAE (Figura 25D).

Os dados de acúmulo de Zn nas folhas foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,05$) e foi de aproximadamente $85,5 \text{ g ha}^{-1}$ no híbrido Lyra e $72,5 \text{ g ha}^{-1}$ no Savana (Figura 25B). Ambos acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE.

Na Figura 25C, observa-se o acúmulo de zinco pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$) e o acúmulo de Zn na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente 204 g ha^{-1} em relação ao Savana (174 g ha^{-1}).

No cultivo de Safrinha os dados referentes ao acúmulo de Zn em caules, folhas e matéria seca total se ajustaram a um modelo de Gauss ($p < 0,05$). O acúmulo de Zn no caule foi de 9 g ha^{-1} pra Lyra e 8 g ha^{-1} para Savana (Figura 26A).

O acúmulo de Zn nas folhas foi de aproximadamente $23,4 \text{ g ha}^{-1}$ no híbrido Lyra e $15,4 \text{ g ha}^{-1}$ no Savana (Figura 26B) sendo que acúmulos se intensificaram a partir dos 20 DAE e apresentaram um pico máximo por volta dos 60 DAE.

Na Figura 26C, observa-se o acúmulo de zinco pelas estruturas reprodutivas. Os dados foram ajustados ao modelo de Gauss ($p < 0,01$) e o acúmulo de Zn na matéria seca dessas estruturas intensificou-se a partir dos 60 DAE até o fim do ciclo, destacando-se o híbrido Lyra, com acúmulo de aproximadamente 75 g ha^{-1} em relação ao Savana (22 g ha^{-1}).

A absorção de zinco ocorre durante todo o ciclo da mamoneira, apresentando um período de maior absorção próximo aos 80 DAE nas folhas e aos 100 DAE nas demais partes avaliadas das plantas.

Na matéria seca total, o acúmulo de Zn foi de 87,5 g ha⁻¹ no híbrido Lyra e de 33,5 g ha⁻¹ no Savana (Figura 26D), ambos acúmulos intensificados a partir dos 40 DAE.

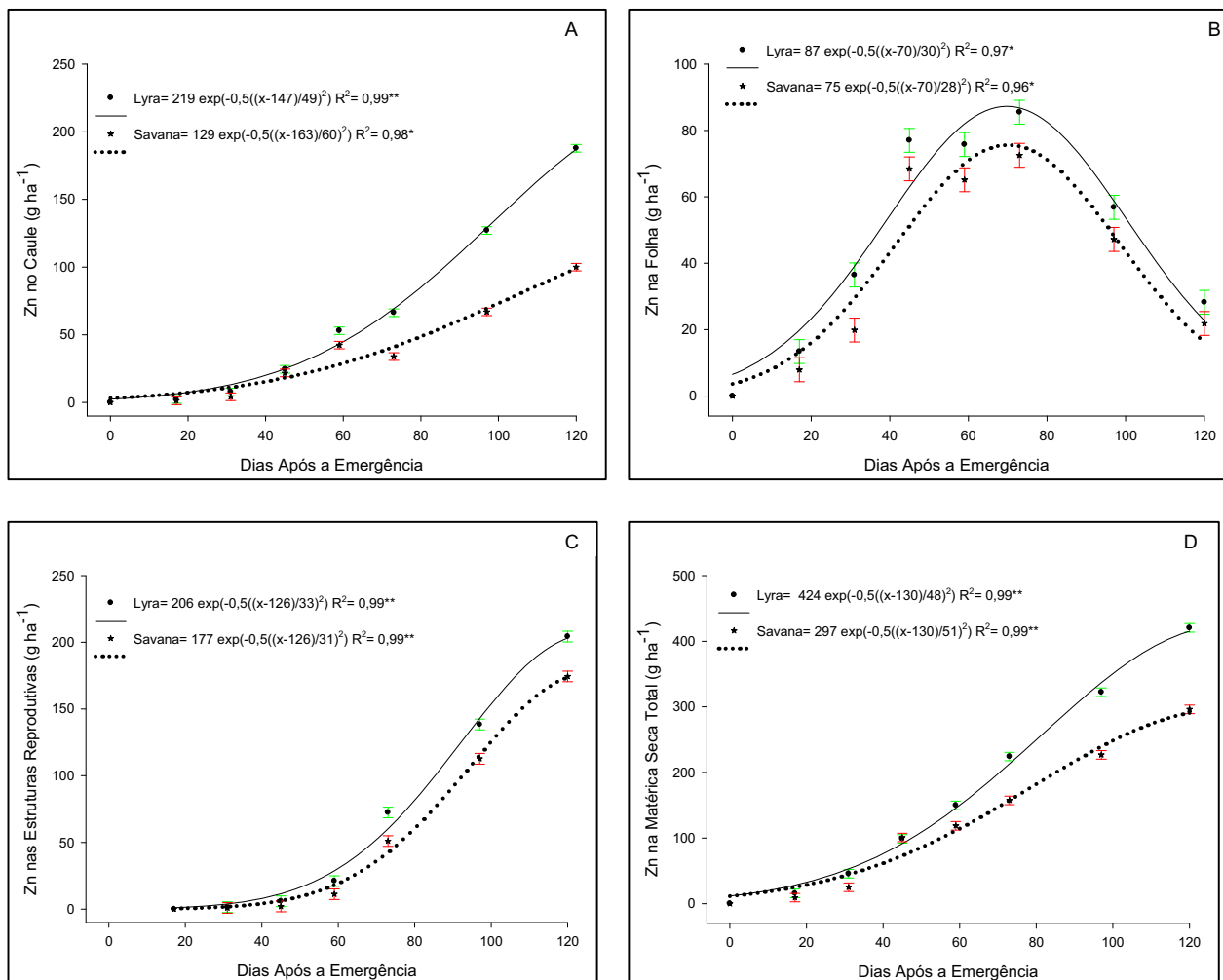


Figura 25. Acúmulo de zinco no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safra 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

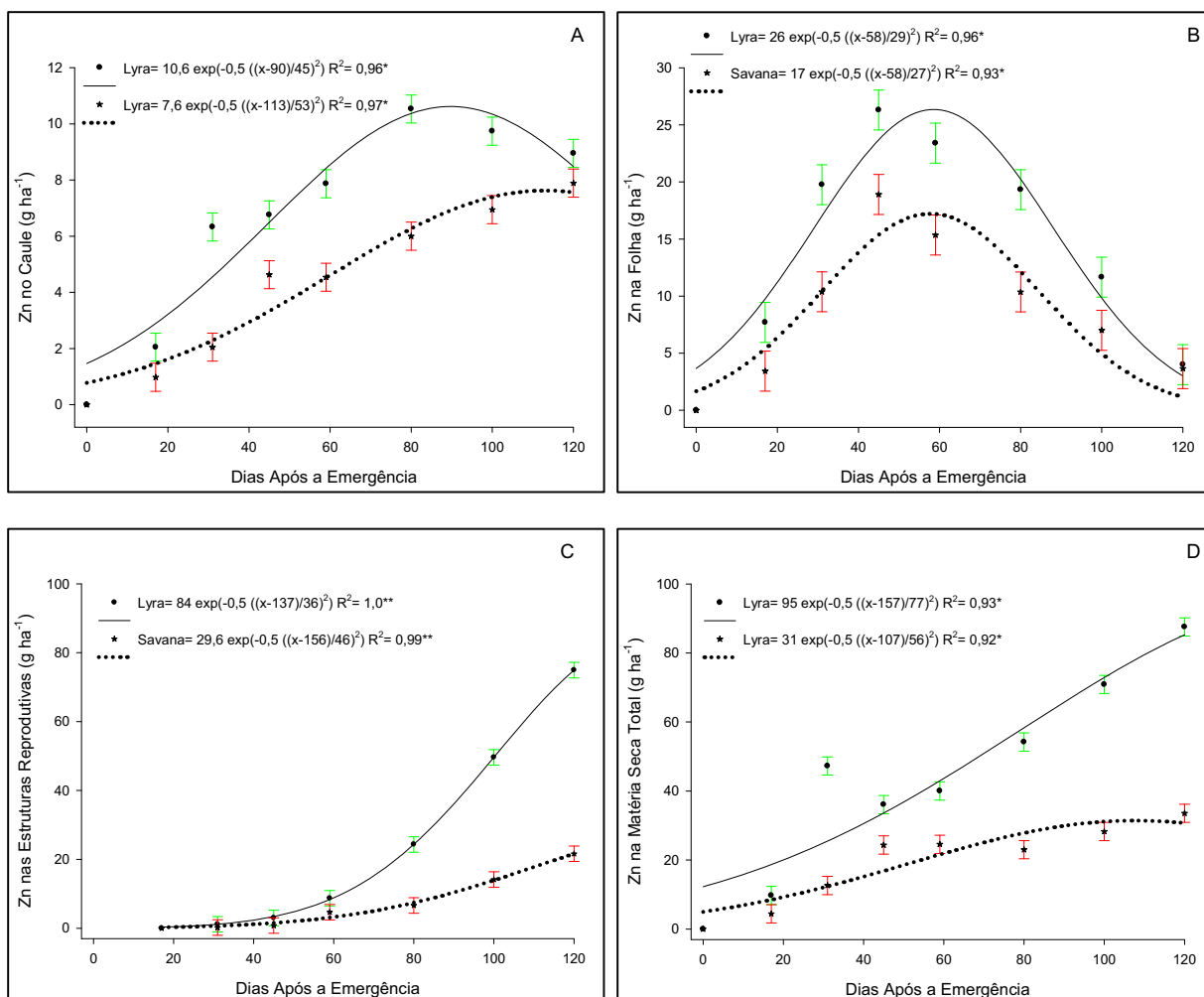


Figura 26. Acúmulo de zinco no caule (A), folha, estruturas reprodutivas e matéria seca total para os híbridos Lyra e Savana na Safinha 2006. * e ** significativos a 5% e 1% respectivamente pelo teste F. Barras verticais comparam os híbridos em cada amostragem (teste LSD a 5% de significância).

6.5. Produtividade de grãos, produção de resíduos das estruturas reprodutivas, teores e quantidades de nutrientes

A produtividade e teores de nutrientes nos grãos estão apresentados na Tabela 9. Observa-se que o híbrido Lyra se destacou-se em relação ao Savana, tanto em safra como em safrinha no que tange a produtividade e teores. Embora as produtividades não tenham sido submetidas à análise estatística, verifica-se que o híbrido Lyra teve uma produção superior ao Savana, sendo de aproximadamente 2.995 kg ha⁻¹ enquanto o Savana alcançou os 2.582 kg ha⁻¹.

Na safrinha o comportamento se repete, sendo do Lyra a maior produtividade (1.201 kg ha⁻¹) e o Savana ficando responsável por 494 kg ha⁻¹.

Os teores de macronutrientes nos grãos, tanto em safra como em safrinha, no híbrido Lyra, obedeceram a seqüência de N>P>K>S>Ca>Mg, com teores respectivamente de 34,7>14,29>7,43>5,67>4,74>3,75 g kg⁻¹ na safra e 41,25>15,23>9,05>7,05>4,17>3,84 g kg⁻¹ na safrinha.

Para o híbrido Savana, na safra a seqüência foi assim descrita N>P>S>K>Mg>Ca com teores respectivamente de 33,52>12,02>6,62>5,43>3,69>3,47 g kg⁻¹. Na safrinha os teores obedeceram a ordem de N>P>S>K>Ca>Mg sendo os valores de 38,33>12,08>7,86>7,26>4,18>3,11 g kg⁻¹.

De acordo com Malavolta, 2006 a seqüência de requisição de macronutrientes pela mamoneira ocorre de forma que N>K>Ca>P \approx S>Mg, não verificado nas condições do presente estudo.

As quantidades de macronutrientes exportadas pelos grãos, tanto em safra como em safrinha, no híbrido Lyra, obedeceram a seqüência de N>P>K>S>Ca>Mg, com valores respectivamente de 103,9>42,8>22,3>17,0>14,2>11,2 kg ha⁻¹ para a safra e de 49,5>18,3>10,9>8,5>5,0>4,6 kg ha⁻¹ na safrinha (Tabela 10).

Para o híbrido Savana, na safra a seqüência foi assim descrita N>P>S>K>Mg>Ca com quantidades exportadas respectivamente de 86,6>36,2>17,1>14,0>9,5>9,0 kg ha⁻¹. Na safrinha as quantidades obedeceram a ordem de N>P>S>K>Ca>Mg sendo os valores de 18,9>6,0>3,9>3,6>2,1>1,5 kg ha⁻¹.

Os teores de micronutrientes nos grãos estão apresentados na Tabela 9. Na safra o híbrido Lyra apresentou uma seqüência de teores assim descrita: Mn>Zn>B>Fe>Cu>Mo o que representou respectivamente os valores 63,26>55,36>52,75>29,78>7,55>0,13 mg kg⁻¹. Para o híbrido Savana a seqüência é de Zn>Mn>B>Fe>Cu>Mo, respectivamente com valores de 57,98>37,28>10,91>8,01>5,56>0,32 mg kg⁻¹.

Na safrinha o híbrido Lyra apresentou uma seqüência de teores assim descrita: Fe>Mn>Zn>B>Cu>Mo o que representou respectivamente os valores 604,45>78,24>50,68>23,08>10,91>0,19 mg kg⁻¹.

Para o híbrido Savana a seqüência é de Fe>Mn>Zn>Cu>B> Mo, respectivamente com valores de 394,32>88,23>35,42>13,79>13,58>0,04 mg kg⁻¹.

De acordo com Malavolta, 2006 a seqüência de requisição de micronutrientes ocorre de forma que Fe>Mn>B>Zn>Cu>Mo, também não verificados identicamente no presente estudo. Na Tabela 10 encontram-se as quantidades de micronutrientes exportadas pelos grãos. Verificou-se que para a época de safra a seqüência de micronutrientes exportados pelo híbrido Lyra é: Mn>Zn>B>Fe>Cu>Mo com valores respectivamente de 189,5>165,8>158,0>89,2>22,6>0,38 g ha⁻¹.

Para o híbrido Savana a seqüência é de Zn>Mn>B>Fe>Cu>Mo, respectivamente com valores exportados de 149,7>96,3>28,2>20,7>14,4>0,83 g ha⁻¹.

Na época de safrinha a seqüência de micronutrientes exportados pelo híbrido Lyra é: Fe>Mn>Zn>B>Cu>Mo, respectivamente com valores exportados de 725,9>94,0>60,9>27,7>13,1>0,23 g ha⁻¹.

Para o híbrido Savana a seqüência é de Fe>Mn>Zn>Cu>B> Mo respectivamente com valores exportados de 194,8>43,6>17,5>6,8>6,7>0,017 g ha⁻¹.

Com relação a produtividade de grãos, os híbridos Lyra e Savana apresentam valores semelhantes na época de safra (2.995 e 2.582 kg ha⁻¹ respectivamente), já em safrinha essas produtividades apresentam diferenças mais acentuadas (1.201 e 494 kg ha⁻¹ respectivamente para Lyra e Savana). Tal fato pode ser explicado pela amplitude térmica do período aliada ao regime hídrico mais escasso na época citada. Além disso, as diferenças de espaçamentos de cultivo dos híbridos podem ter contribuído para uma menor produtividade do híbrido Savana na época de safrinha.

Tabela 9. Produtividade de grãos e teores de macro e micronutrientes para híbridos de mamona Lyra e Savana na safra e safrinha 2006.

Produtividade e Teores de Nutrientes nos Grãos													
kg ha ⁻¹		Macro – g kg ⁻¹						Micro – mg kg ⁻¹					
SAFRA	GRÃOS	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Lyra	2995	34,70	14,29	7,43	4,74	3,75	5,67	52,75	7,55	29,78	63,26	0,13	55,36
Savana	2582	33,52	14,02	5,43	3,47	3,69	6,62	10,91	5,56	8,01	37,28	0,32	57,98
SAFRINHA	GRÃOS	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Lyra	1201	41,25	15,23	9,05	4,17	3,84	7,05	23,08	10,91	604,45	78,24	0,19	50,68
Savana	494	38,33	12,08	7,26	4,18	3,11	7,86	13,58	13,79	394,32	88,23	0,04	35,42

Tabela 10. Produtividade de grãos e quantidade de macro e micronutrientes exportados para híbridos de mamona Lyra e Savana na safra e safrinha 2006.

Produtividade e Quantidade de Nutrientes nos Grãos													
kg ha ⁻¹		Macro – kg ha ⁻¹						Micro – g ha ⁻¹					
SAFRA	GRÃOS	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Lyra	2995	103,9	42,8	22,3	14,2	11,2	17,0	158,0	22,6	89,2	189,5	0,38	165,8
Savana	2582	86,6	36,2	14,0	9,0	9,5	17,1	28,2	14,4	20,7	96,3	0,83	149,7
SAFRINHA	GRÃOS	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Lyra	1201	49,5	18,3	10,9	5,0	4,6	8,5	27,7	13,1	725,9	94,0	0,232	60,9
Savana	494	18,9	6,0	3,6	2,1	1,5	3,9	6,7	6,8	194,8	43,6	0,017	17,5

A produção de resíduo das estruturas reprodutivas, bem como os teores de nutrientes estão apresentados na Tabela 11. Verificou-se que na época de safra, a produção de resíduo pelos dois híbridos apresentou valores próximos aos 1.500 kg ha^{-1} . Sendo que nessa matéria seca os macronutrientes que apresentaram maiores teores médios foram N ($10,5 \text{ g kg}^{-1}$) e K ($21,2 \text{ g kg}^{-1}$). Dentre os micronutrientes o destaque fica por conta do Fe ($214,0 \text{ mg kg}^{-1}$), Zn ($21,0 \text{ mg kg}^{-1}$) e B ($18,9 \text{ mg kg}^{-1}$).

Na época de safrinha a produção média de resíduo foi de 591 kg ha^{-1} pelo híbrido Lyra e de 254 kg ha^{-1} pelo Savana. Embora esses valores não tenham sido submetidos à análise estatística, verificou-se que o híbrido Lyra teve uma produção de resíduo superior ao Savana. Os macronutrientes que apresentaram maiores teores médios foram N (10 g kg^{-1}) e K ($20,2 \text{ g kg}^{-1}$). Dentre os micronutrientes o destaque ficou por conta do Fe ($203,3 \text{ mg kg}^{-1}$), Zn ($20,0 \text{ mg kg}^{-1}$) e B ($18,0 \text{ mg kg}^{-1}$).

As quantidades de nutrientes exportadas pelo resíduo estão apresentadas na Tabela 12. Verificou-se que o nitrogênio e o potássio são os nutrientes exportados em maiores quantidades pelo resíduo das estruturas reprodutivas nos dois híbridos. Na época de safra, a quantidade média exportada de N pelo resíduo foi de $15,7 \text{ kg ha}^{-1}$, e de $31,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de potássio. Na mesma época, o resíduo chegou a exportar da área a quantidade média de 319 ; $31,6$ e $56,6 \text{ g ha}^{-1}$ de Fe; Zn e B respectivamente.

Na época de safrinha, o resíduo chegou a exportar em média, para os dois híbridos, $4,2$ e $8,4 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente de N e K. Com relação aos micronutrientes, a quantidade média exportada é de aproximadamente 82 ; $9,0$ e $7,3 \text{ g ha}^{-1}$ de Fe; Zn e B respectivamente.

Tabela 11. Produção de resíduo e teores de macro e micronutrientes para híbridos de mamona Lyra e Savana na safra e safrinha 2006.

Produção e Teores de Nutrientes no Resíduo													
	kg/ha	Macro - g kg ⁻¹						Micro - mg kg ⁻¹					
SAFRA	Resíduo	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Lyra	1540	10,4	1,6	20,5	6,0	1,4	0,6	18,8	2,9	193	8,6	0,40	25,0
Savana	1452	10,6	1,4	22,0	5,5	1,5	0,9	19,0	2,9	235	12,9	0,60	17,0
SAFRINHA	Resíduo	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Lyra	591	9,9	1,5	19,5	5,7	1,3	0,6	17,9	2,7	183,4	8,2	0,20	23,8
Savana	254	10,1	1,3	20,9	5,3	1,4	0,9	18,1	2,7	223,3	12,3	0,05	16,2

Tabela 12. Produção de resíduo e quantidades de macro e micronutrientes exportados para híbridos de mamona Lyra e Savana na safra e safrinha 2006.

Produção e Quantidade de Nutrientes no Resíduo													
	kg/ha	Macro - kg ha ⁻¹						Micro - g ha ⁻¹					
SAFRA	Resíduo	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Lyra	1540	16,1	2,5	31,6	9,3	2,2	0,9	29,0	4,4	297	13,2	0,62	38,5
Savana	1452	15,4	2,0	32,0	8,0	2,2	1,3	27,6	4,1	341	18,7	0,87	24,7
SAFRINHA	Resíduo	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Lyra	591	5,9	0,9	11,5	3,4	0,8	0,3	10,6	1,6	108,4	4,8	0,118	14,0
Savana	254	2,6	0,3	5,3	1,3	0,4	0,2	4,6	0,7	56,7	3,1	0,013	4,1

7 CONCLUSÕES

No cultivo de safra concluiu-se que:

a) o acúmulo de matéria seca total pelo Lyra foi de 8.629 kg ha⁻¹ e pelo Savana foi de 6.904 kg ha⁻¹;

b) Os valores em quilogramas por hectare (kg ha⁻¹) de macronutrientes acumulados na matéria seca total pelo Lyra foram: N=180; P=61,6; K=78; Ca=77,5; Mg=33; S=30,9. No híbrido Savana foram: N=160; P=51,2; K=64; Ca=55,5; Mg=25; S=29.

c) Os valores em gramas por hectare (g ha⁻¹) de micronutrientes acumulados na matéria seca total pelo Lyra foram: B=75; Cu=18; Fe=98; Mn=166; Mo=2; Zn=190. No híbrido Savana foram: B=58; Cu=11,3; Fe=93,7; Mn=95; Mo=1,2; Zn=100.

d) As quantidades de macronutrientes exportadas pelos grãos, no híbrido Lyra, obedeceram a seqüência de N>P>K>S>Ca>Mg, com valores respectivamente de

103,9>42,8>22,3>17,0>14,2>11,2 kg ha⁻¹ e para micronutrientes Mn>Zn>B>Fe>Cu>Mo com valores respectivamente de 189,5>165,8>158,0>89,2>22,6>0,38 g ha⁻¹.

e) As quantidades de macronutrientes exportadas pelos grãos, no híbrido Savana, obedeceram a seqüência N>P>S>K>Mg>Ca com quantidades exportadas respectivamente de 86,6>36,2>17,1>14,0>9,5>9,0 kg ha⁻¹ e para micronutrientes Zn>Mn>B>Fe>Cu>Mo, respectivamente com valores exportados de 149,7>96,3>28,2>20,7>14,4>0,83 g ha⁻¹.

f) A produtividade do híbrido Lyra foi de 2.995 kg ha⁻¹ e do Savana 2.582 kg ha⁻¹

No cultivo de safrinha concluiu-se que:

a) o acúmulo de matéria seca total pelo Lyra foi de 2.230 kg ha⁻¹ e pelo Savana foi de 1.140 kg ha⁻¹;

b) Os valores em quilogramas por hectare (kg ha⁻¹) de macronutrientes acumulados na matéria seca total pelo Lyra foram: N=66,5; P=22,1; K=27,7; Ca=16; Mg=8,7; S=12,7. No híbrido Savana foram: N=32; P=8,4; K=13,4; Ca=11,5; Mg=4,2; S=7,3.

c) Os valores em gramas por hectare (g ha⁻¹) de micronutrientes acumulados na matéria seca total pelo Lyra foram: B=48; Cu=18,7; Fe=1.026; Mn=151; Mo=0,42; Zn=87,5. No híbrido Savana foram: B=20; Cu=11,2; Fe=390; Mn=129; Mo=0,21; Zn=33,5.

d) As quantidades de macronutrientes exportadas pelos grãos, no híbrido Lyra, obedeceram a seqüência de N>P>K>S>Ca>Mg com valores respectivamente de 49,5>18,3>10,9>8,5>5,0>4,6 kg ha⁻¹ e para micronutrientes Fe>Mn>Zn>B>Cu>Mo, respectivamente com valores exportados de 725,9>94,0>60,9>27,7>13,1>0,23 g ha⁻¹.

e) As quantidades de macronutrientes exportadas pelos grãos, no híbrido Savana obedeceram a ordem de N>P>S>K>Ca>Mg sendo os valores de 18,9>6,0>3,9>3,6>2,1>1,5 kg ha⁻¹ e para

micronutrientes Fe>Mn>Zn>Cu>B>Mo respectivamente com valores exportados de 194,8>43,6>17,5>6,8>6,7>0,017 g ha⁻¹.

f) A produtividade do híbrido Lyra foi de 1.201 kg ha⁻¹ e do Savana 494 kg ha⁻¹

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS^{*1}

ALMEIDA JUNIOR, A.B. de; OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J.F. de; OLIVEIRA, M.K.T. de; LINHARES, P.C.F.. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoneira. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.217-221, 2009.

ALMEIDA, C. M. et al. A Producao de mamona no Brasil e o Probiodiesel. In: **Congresso Brasileiro de Mamona**, I. Campina Grande, 2004.

AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; LIMA, E.F.V. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997. 52p (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 25).

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo Cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.de; LIMA, E.F. (Eds.) **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

BANZATTO, N.V.; ROCHA, J.L.V.; CANECCHIO FILHO, V. **Instruções para a cultura da mamoneira em São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1975. 37p. (Boletim 206).

¹ Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT – NBR-6023 – Informação e Documentação – Referências - Elaboração atualizada. Rio de Janeiro, 2002. 24 p.

BORGES, I. D.. **Marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca em milho.** Tese de Doutorado – Universidade Federal de Lavras – Lavras/MG – p.10-11. 2006

CANECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E.S. Adubação da mamoneira: I. Experiências preliminares. **Bragantia**, v.17, p.243-259, 1958.

CANECCHIO FILHO, V.; ROCHA, J.L.V.; FREIRE, E.S. Adubação da mamoneira: III. Experiências com doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio. **Bragantia**, v.22, p.765-776, 1963.

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

EPSTEIN, E. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives.** New York: J. Wiley, 1972. 412 p.

FERREIRA, G.B.; SANTOS, A.C.; XAVIER, R.M.; FERREIRA, M.M.M. SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de fósforo e potássio na mamona (*Ricinus communis* L.): Descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: I Congresso Brasileiro de Mamona, 2004, Campina Grande. **Resumos...**Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2004. p.33.

HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de ; BASBOSA, V.; SILVA NETO, J.M. de; Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) destinado ao processamento industrial. In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças.** Campinas: Fundação Cargill, 1981. P. 447-474.

HOCKING, P.J. Accumulation and distribution of nutrients in fruits of castor bean (*Ricinus communis* L.) **Annals of Botany**, v.49, p.51-62, 1982.

LAVIOLA, B.G. & DIAS, L.A. do S.. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:1969-1975, 2008.

LOMBARDI NETO, F., DRUGOWICH, M.I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água.** Campinas: CATI, 1994. v.2, 168p.

LORENZI, J.O.; GALLO, J.R.; MALAVOLTA, E. Acumulação de matéria seca e macronutrientes por dois cultivares de mandioca. **Bragantia**, v.40, p.145-156, 1981

LUCCHESI, A.A. Fatores da produção vegetal. In: CASTRO, P.C.R.; FERRERIA, S.O.; YAMADA, T. (Ed). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Potafós, Piracicaba: SP, 987. p. 1-2, 1987.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1989. 201p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARENCO, R.A. & LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 451p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A.M.L. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar “Campinas”. **Anais da ESALQ**, 28: 323-337, 1971.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A.M.L.; JAEHN, A. Efeito isolado e combinado de nitrogênio, fósforo e potássio em mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivares IAC-38 e Campinas. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v.31, p.233-241, 1974.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A.M.L.; POLASTRE, R.; SAVY NETO, A. Efeitos de doses de fósforo em mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivar “Guarani”. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v.36, p.331-361, 1979.

NAKAGAWA, J.; LEVORATO, E.; BOARETTO, A.E. Efeito de doses crescentes de termofosfato na presença e ausência de micronutrientes em dois cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.). **Científica**, v.14, p.55-64, 1986.

NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 300p.

PAULO, E.M.; BATAGLIA, O.C.; KASAI, F.S.; CAVICHIOLI, J.C. Deficiência de boro em mamona. **Bragantia**, v.48, p.241-247, 1989.

PREZOTTI, L.C. **Fertilização do cafeeiro**. In: ZAMBOLIM, L. Tecnologias de produção de café com qualidade. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.607-615.

RAIJ, B.V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. (Eds). **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/ IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. Potafós: **Informações Agronômicas**, n. 103, arquivo do agrônomo. 15, setembro de 2003.

ROJAS, A.I.; NEPTUNE, A.M.L. Efeitos dos macronutrientes e do ferro no crescimento e composição química da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivada em solução de nutrientes. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v.28, p.31-67, 1971

SANGOI, L. & KRAUSE, N.D. Acúmulo e distribuição de matéria seca em diferentes frações da planta de mandioca no planalto catarinense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.10, p. 1151-1164, 1993.

SANTOS, A.C.M.; FERREIRA, G.B.; XAVIER, R.M.; FERREIRA, M.M.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E. de M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R. de A. Deficiência de nitrogênio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: I Congresso Brasileiro de Mamona, 2004, Campina Grande. **Resumos...**Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2004. p.32.a

SANTOS, A.C.M.; FERREIRA, G.B.; XAVIER, R.M.; FERREIRA, M.M.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E. de M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R. de A. Deficiência de cálcio e magnésio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: I Congresso Brasileiro de Mamona, 2004, Campina Grande. **Resumos...**Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2004. p.33.b

SANTOS, R.F. et al. Análise econômica. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2001. p. 17-35.

SAVY FILHO, A. Mamoneira: técnicas de cultivo. **O Agrônomo**, v.53, n.1, 2001.

SAVY FILHO, A. et al. Mamona. In: COORDENADORIA DE ASSISTENCIA TECNICA INTEGRAL. **Oleaginosas no estado de São Paulo: análise e diagnóstico**. Campinas, 1999.180p.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A. CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.563-568, 2006.

SEVERINO, L.S.; MORAES, C.R.A.; FERREIRA, G.B.; CARDOSO, G.D.; BELTRÃO, N.E.M.; VIRIATO, J.R. Adubação química da mamoneira com NPK e micronutrientes em Assu, RN. In: I Congresso Brasileiro de Mamona, 2004, Campina Grande. **Resumos...**Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2004. p.30.

SILVA, S. D. A.; ANDRES, A.; UENO, B.; FLORES, C.A.; GOMES, C.B.; PILLON, C.N.; ANTHONISEN, D.; MACHADO, E.B.; THEISEN, G.; MAGNANI, M.; WREGE, M.S.; AIRES, R.F. **A cultura da mamona na região de clima temperado: informações preliminares**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 149). 56 p.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A. CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.563-568, 2006.

SOUZA, E.A.; FERREIRA, M.E.; BONO, G.M.; BANZATTO, D.A. Efeito da fertilização nitrogenada, fosfatada e potássica na produção da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Científica**, 2(2):162-8, 1974.

SOUZA, E.A.; FERREIRA, M.E.; TAMAKI, T.; DURIGAN, J.C. Efeito da adubação nitrogenada na produção de sementes de mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Científica**, 1(3):32-38, 1975.

SOUZA, E.A.; ANDREOLI, C.; COUTINHO, E.L.M.; FERREIRA, M.E. Efeitos de níveis de fósforo na produção de *Ricinus communis* L. (mamoneira) cultivada em Latossol Roxo. **Científica**, 4(3):282-288, 1976.

SOUZA, E.A. & NEPTUNE, A.M.L Resposta da cultura de *Ricinus communis* L. (mamoneira) à adubação e calagem. **Científica**, 4(3):274-281, 1976.

SOUZA, E.A.; LEITE, E.R.G.; PIZA, O.T.; FERREIRA, M.E. Efeitos da fertilização potássica na mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Científica**, 7(1):69-71, 1979.

SOUZA, E.C.A.; NATALE, W. Efeito do boro e do zinco na cultura da mamoneira. **Científica**, v.2, p.327-333, 1997.

TAVARES, S.; CASTRO, P.R.C.; MELO, P.C.T. de. **Cultura da batata**. Piracicaba: DIBD, 2002. 7p. (Série produtor Rural, 18).

VIEGAS, I de J. M.; HAAG, H.P.; BUENO, N.; PEREIRA, J.da P.. Nutrição mineral da seringueira. XII. Absorção de macro e micronutrientes nos primeiros 240 dias. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, 49(1):41-52, 1992.

VIEIRA, N.M.B. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes no feijoeiro cvs. BRS-MG talismã e ouro negro, em plantio direto e convencional. 2006. 112 p. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VIEIRA, R. de M.; LIMA, E.F.; AZEVEDO, D.M.P. de ; BATISTA, F.A.S.; SANTOS, J.W. dos; DOURADOS, R. M.F. **Competição de cultivares e linhagens de mamoneira no Nordeste do Brasil- 1993/96**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, b. 4p, 1998. (Comunicado técnico, 71).

VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E.; PENTEADO, S.R. Fertilizantes e fertirrigação. In: **Simpósio Brasileiro sobre Fertilizantes Fluídos**. 1. Piracicaba, 1993. Anais. Piracicaba: Potafós, 1994. p. 261-280.

WREGE, M.S.; SILVA, S.D.dos A.; GARRATZU, M.C.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; HERTER, F.G. & MATZENAUER, R. **Zoneamento agroclimático para mamona no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 192). 28 p.