

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RAUL SOBRINHO PIVETTA

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E NUTRIENTES DE HÍBRIDOS DE
SORGO SACARINO EM CONDIÇÕES DE SAFRINHA EM
SELVÍRIA-MS**

Ilha Solteira

2014

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RAUL SOBRINHO PIVETTA

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E NUTRIENTES DE HÍBRIDOS DE
SORGO SACARINO EM CONDIÇÕES DE SAFRINHA EM
SELVÍRIA-MS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Orientador: Prof. Dr. Edson Lazarini

Ilha Solteira

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

P579a Pivetta, Raul Sobrinho.
Acúmulo de matéria seca e nutrientes de híbridos de sorgo sacarino em condições de safrinha em Selvíria-MS / Raul Sobrinho Pivetta. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2014
51 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2014

Orientador: Edson Lazarini
Inclui bibliografia

1. Marcha de absorção. 2. Nutrição de plantas. 3. Brix. 4. Pol. 5. Sorghum bicolor.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Acúmulo de matéria seca e nutrientes de híbridos de sorgo sacarino em condições de safrinha em Selviria-MS

AUTORA: RAUL SOBRINHO PIVETTA

ORIENTADOR: Prof. Dr. EDSON LAZARINI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

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

Prof. Dr. SALATIER BUZETTI
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. DENIZART BOLONHEZI
APTA Centro Leste - Ribeirão Preto-SP

Data da realização: 27 de fevereiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde, família, amigos, proteção e ocasiões favoráveis concedidos nestes 23 anos de vida.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, em especial à Faculdade de Engenharia, campus de Ilha Solteira, por proporcionar excelentes condições de aprendizado aos alunos da instituição.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Edson Lazarini, pela confiança, incentivo e paciência durante todo este período de orientação, manifesto minha gratidão pela grande contribuição em minha vida acadêmica e pessoal.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão – FEPE pela ajuda e suporte dados no desenvolvimento deste experimento.

Aos amigos da graduação e pós graduação da UNESP campus de Ilha Solteira, Luiz Gustavo Moretti, João Vitor Bossolani, Renato Jaqueto Goes, Pedro Favareto, Tiago Parente e demais colegas que contribuíram para a realização do experimento e estiveram juntos tanto em momentos de trabalho quanto nos momentos de lazer, obrigado pela amizade e companheirismo.

RESUMO

O estudo da marcha de absorção de nutrientes possui grande importância para o aumento da eficiência no manejo de uma cultura, contudo, para plantas produtoras de energia como o sorgo sacarino, a caracterização da qualidade tecnológica da biomassa também é necessária para o bom desempenho da lavoura. Este trabalho teve como objetivo estabelecer curvas de acúmulo de matéria seca e nutrientes e verificar a qualidade tecnológica de híbridos de sorgo sacarino. Foram utilizados os híbridos Advanta 81981 e CV 147 num delineamento experimental em blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas em função do tempo, os tratamentos principais foram os dois híbridos de sorgo sacarino e os secundários as amostragens. As amostragens das plantas foram feitas a cada 15 dias após a emergência e separadas em folhas, colmos e ráquis. Determinou-se a matéria seca de cada parte da planta e os teores de macro e micronutrientes para o cálculo de acúmulo na parte aérea da cultura e, para as duas últimas épocas de amostragem foi verificada a qualidade tecnológica da biomassa. Os híbridos Advanta 81981 e CV 147 acumulam matéria seca durante todo o ciclo e produziram 17.400 e 16.170 kg ha⁻¹ de matéria seca, respectivamente. Foi observado máximo acúmulo de nutrientes no período de florescimento das plantas, em ambos os híbridos de sorgo sacarino. O acúmulo de nutrientes na parte aérea seguiu a seguinte ordem: K > N > Mg > Ca > P > S > Fe > Mn > Zn > Cu. Os híbridos modernos de sorgo sacarino acumulam o dobro de P e K, na parte aérea, em relação às antigas variedades. Os híbridos Advanta 81981 e CV 147 apresentam bons valores em termos de qualidade tecnológica na biomassa para a colheita entre 105 e 120 DAE, quando cultivados em época de safrinha, na região de Selvíria, MS.

Palavras-chave: Marcha de absorção. Nutrição de plantas. Brix. Pol. *Sorghum bicolor*.

ABSTRACT

The study of nutrient uptake rate has great importance to increase of efficiency in the crop management however, to energetic plants as sweet sorghum, the characterization of technological quality of juice also is necessary for good crop performance. This work had as objective to determine curves of dry matter accumulation and nutrients and verify the technological quality of sweet sorghum hybrids. It were used the hybrids Advanta 81981 and CV 147 in an experimental design in randomized blocks, with the treatments arranged in split-plot in time, main treatments were the two sweet sorghum hybrids and the secondary, the samples. The samples were collected in each 15 days after emergence and separated in leaves, stalk and panicles. It was determinated the dry mater of each part of plant and the content of macro and micronutrients to quantify the accumulation in the shoot and, at last seasons of sample was seek the technological quality of biomass. The hybrids Advanta 81981 and CV 147 accumulated dry matter along the cycle and produced 17,400 and 16,170 kg ha⁻¹ of dry matter, respectively. It were observed the greatest nutrients accumulation at flowering period, in both sweet sorghum hybrids. Nutrients accumulation on the shoots follow this order: K > N > Mg > Ca > P > S > Fe > Mn > Zn > Cu. The modern sweet sorghum hybrids accumulate the double of P and K, in the shoots, in comparison to old varieties. The hybrids Advanta 81981 and CV 147 show good values of industrial quality of biomass to harvest between 105 and 120 DAE, when cultivated in second season, at Selvíria-MS season.

Key-words: Uptake nutrients. Plants nutrition. Brix. Pol. *Sorghum bicolor*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	08
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1	A cultura do sorgo sacarino.....	10
2.2	Nutrição mineral do sorgo sacarino	12
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1	Localização e caracterização da área experimental	14
3.2	Delineamento experimental	15
3.3	Implantação e condução do experimento	15
3.4	Avaliações realizadas	16
3.5	Análise estatística	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1	Acúmulo de matéria seca	20
4.2	Estado nutricional das plantas	23
4.3	Acúmulo de macronutrientes	25
4.4	Acúmulo de micronutrientes	38
4.5	Qualidade tecnológica da biomassa.....	44
5	CONCLUSÕES.....	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A busca mundial pela redução da emissão de gases causadores do efeito estufa e a incerteza da disponibilidade futura de recursos não renováveis tem despertado o interesse de muitos países pelos biocombustíveis, por serem os mais viáveis substitutos do petróleo em escala significativa. No Brasil, a cadeia produtiva do etanol, sustentada tradicionalmente pela cana-de-açúcar, é reconhecida como a mais eficiente do mundo e responsável por tornar o país líder mundial na geração desta tecnologia.

A área ocupada pela cultura da cana de açúcar na região Centro-Sul do Brasil está em torno de 9,5 milhões de hectares para a safra 2013/14, sendo pouco mais de 1 milhão de hectares destinado à reforma de canaviais das áreas em produção e aproximadamente 780 mil hectares em expansão da cultura (CANASAT, 2014).

Ao lado da cana-de-açúcar, o sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] apresenta-se como uma cultura promissora para produção de etanol, tanto do ponto de vista agrônomo quanto industrial, por apresentar colmos suculentos com altos teores de açúcares fermentáveis. Estas características, aliadas ao ciclo rápido e fácil mecanização, fazem do sorgo sacarino uma cultura com potencial para complementar a produção de etanol no Brasil em época de entressafra da cana-de-açúcar, fornecendo matéria-prima entre os meses de janeiro a abril, quando as usinas ficam ociosas e a produção de etanol diminui consideravelmente no país.

Para expressar todo seu potencial genético, o sorgo sacarino deve ser manejado adequadamente, a fim de se ter um sistema de produção capaz de gerar rendimentos que possibilitem a produção econômica e sustentável de etanol a partir do processamento da biomassa produzida pela cultura e, por se tratar de uma cultura produtora de energia, a caracterização dos parâmetros constituintes da qualidade tecnológica do sorgo sacarino se faz necessário para a verificação do potencial de produção de etanol da cultura.

Além deste aspecto, outros fatores precisam ser considerados, pois a cultura do sorgo sacarino promove intensa remoção de nutrientes das áreas de cultivo, por ocasião da colheita das plantas inteiras. Deste modo, o conhecimento das exigências nutricionais da planta está entre os fatores relevantes para o bom desempenho da planta, ao passo que a disponibilidade de nutrientes deve estar sincronizada com o requerimento da cultura em quantidade, forma e tempo. Portanto, o estudo dos padrões de absorção e acumulação de nutrientes, bem como o conhecimento de seu requerimento nutricional, são fatores imprescindíveis para a elaboração de um programa racional de adubação da cultura. A definição de estratégias em relação à

quantidade e época de adubação pode contribuir para melhorar a eficiência no manejo da planta, pela utilização racional dos insumos e do solo, podendo auxiliar em ganhos de produtividade.

A adubação do sorgo sacarino carece de informações específicas e tem sido adaptada com base nas exigências do sorgo forrageiro, que são segmentadas conforme a produtividade esperada. Entretanto, os novos híbridos de sorgo sacarino podem apresentar exigências nutricionais específicas, devido ao seu metabolismo voltado ao acúmulo de açúcares nos colmos e alta produtividade de matéria seca. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo estabelecer curvas de acúmulo de matéria seca, macro e micronutrientes na parte aérea das plantas e caracterizar a qualidade tecnológica da biomassa produzida por híbridos de sorgo sacarino, cultivados na entressafra na região de Ilha Solteira – SP.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do sorgo sacarino

O sorgo [*Shorghum bicolor* (L.) Moench] é uma espécie vegetal pertencente à família das gramíneas e apresenta uma grande variação em termos de especialização da planta conforme a finalidade de cultivo sendo que, em âmbito agrônômico, a cultura do pode ser classificada em quatro grupos; sorgo granífero, vassoura, forrageiro e sacarino (RIBAS, 2003). O sorgo sacarino é considerado uma cultura promissora para a produção de etanol em várias localidades do mundo (EMYGDIO et al., 2011), sendo cultivado em 99 países, em uma área de aproximadamente 44 milhões de hectares (MAKRANTONAKI et al., 2007).

Durante o seu ciclo, o consumo de água pelo sorgo varia de 380 mm a 600 mm, dependendo das condições climáticas dominantes (SANS et al., 2003). Segundo Ribas (2009), a espécie constitui-se em uma extraordinária fábrica de energia, de grande utilidade em regiões muito quentes e secas, onde não se conseguem boas produtividades pelo cultivo de outras plantas.

No Brasil, o cultivo de sorgo sacarino tem sido recomendado em áreas de reforma de canaviais, visando fornecer matéria-prima para a produção de etanol na entressafra de cana-de-açúcar (MAY, 2011). Este sistema, segundo Parrella (2011), poderia reforçar a produção nacional de etanol, reduzindo o período de ociosidade das usinas. Miranda (2012) ressalta que a inserção do sorgo sacarino em complemento à cana-de-açúcar para a produção de etanol teria condições de estabilizar a oferta do combustível no Brasil ao longo do ano, por ser uma cultura com potencial para produzir etanol em quantidades economicamente viáveis na entressafra da cana-de-açúcar.

De acordo com Parrella e Shaffert (2012), o sorgo sacarino vem se destacando como uma cultura bastante promissora para produção de etanol, tanto do ponto de vista agrônômico quanto industrial, por apresentar colmos suculentos com altos teores de açúcares fermentáveis. May e Durães (2012) ressaltam outros benefícios da cultura, como a rapidez no ciclo, possibilidade de total mecanização e produtividade de matéria verde de colmos entre 40 a 60 t ha⁻¹, afirmam também que o sorgo sacarino é a cultura mais promissora para elevar a quantidade produzida de etanol anualmente no país, com uma projeção de área em torno de 1,5 milhões de hectares a serem cultivados.

Os parâmetros de qualidade tecnológica do sorgo sacarino são de grande importância para se definir o ponto ideal de colheita da cultura. Conforme Montovani et al. (2012), este ponto pode ser determinado pelos valores de Brix, açúcares redutores e totais e percentagem de caldo, contidos na cultura do sorgo sacarino. Estudando o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino, Teixeira et al. (1999) concluíram que o teor de açúcares de colmos são mais elevados quando as plantas atingem a maturidade fisiológica, ao redor de 120 dias após a semeadura. Avaliando a cultura do sorgo sacarino, Marchezan e Silva (1984) verificaram teor de açúcares redutores totais de 16% no caldo extraído, para cultivar BR 505, Teixeira et al. (1999) também observaram altos teores de açúcares redutores para a mesma cultivar.

Avaliando 13 cultivares de sorgo sacarino, Parrella e Shaffert (2012) observaram variação de 63 a 80 dias para florescimento, altura de plantas entre 2,60 a 2,95 metros; produção de biomassa verde variando de 29,81 a 47,71 t ha⁻¹; teores de sólidos solúveis totais no caldo oscilando entre 6,20 a 21,03 °Brix e produção de sólidos solúveis totais em torno de 1,16 a 4,40 t ha⁻¹. Os autores ainda relatam que os híbridos avaliados apresentaram baixa produtividade de colmos e baixo °Brix. Já as variedades apresentaram maiores produtividades de biomassa e alto °Brix, fatores desejáveis pela cadeia sucroalcooleira, tornando-se evidente a superioridade das variedades para a produção de etanol.

Segundo Magalhães e Durães (2003), o desenvolvimento do sorgo pode ser dividido em três etapas; a primeira fase de crescimento, estágio de crescimento 1 (EC1), vai da germinação até a iniciação da ráquis. A fase seguinte (EC2) compreende a iniciação da ráquis até o florescimento e; a terceira fase de crescimento (EC3) inicia-se na floração, indo até a maturação fisiológica.

Para que se obtenha produtividade satisfatória, na cultura do sorgo sacarino é necessário estabelecer alguns parâmetros que, dentre outros fatores, são importantes para o bom desenvolvimento da lavoura, como a época e densidade de semeadura da cultura. De acordo com May et al. (2012), a época de semeadura do sorgo sacarino pode ser determinada visando atender a demanda das usinas durante o período de entressafra da cana-de-açúcar, sendo entre os meses de outubro e novembro ou após uma cultura de verão, nos meses de janeiro e abril, entretanto, o atraso na época de semeadura pode acarretar perdas significativas na produtividade da cultura, em virtude do déficit hídrico ou por limitações de radiação solar no do ciclo e, em relação à densidade de semeadura May et al. (2012) recomendam 120.000 a 130.000 plantas ha⁻¹ para cultivo em verão e 110.000 plantas ha⁻¹ para a safrinha, com semeadura entre os meses de fevereiro a março, visto que a cultura pode apresentar maior perfilhamento por ocasião de estresse hídrico, resultando em uma maior população de plantas.

2.2 Nutrição mineral do sorgo sacarino

Dentre os fatores responsáveis pela produtividade satisfatória da cultura do sorgo, o estudo sobre as condições nutricionais e balanço de nutrientes são de grande importância, pois definida a necessidade de aplicação de fertilizantes para a cultura, o manejo da adubação visando à máxima eficiência deve ser moldado de acordo com o conhecimento dos parâmetros de absorção e acumulação de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, o que possibilita a identificação das épocas em que os elementos são exigidos em maiores quantidades (COELHO et al., 2002).

Segundo Borges (2006), estes estudos podem contribuir para o aumento da produtividade, assim como a redução de custos na lavoura, pela utilização mais racional e eficiente dos fertilizantes e do solo. De acordo com May (2011), para que se tenha adequado desenvolvimento da cultura do sorgo sacarino, almejando altas produtividades de biomassa e de caldo, a planta demanda boa fertilização de base e de cobertura. Deste modo, a disponibilidade de nutrientes deve estar sincronizada com o requerimento da cultura, em quantidade, forma e tempo, ao passo que o requerimento nutricional varia diretamente com o potencial de produção (BULL; CANTARELLA, 1993).

Avaliando a extração de macronutrientes pela cultura do sorgo, Cantarella et al. (1997) concluíram que para a produção de uma tonelada de grãos são exportados 17 kg de N; 4 kg de P e 5 kg de K e 1,2 kg de S. Entretanto, para planta inteira, observaram que para cada tonelada de grãos são exportados respectivamente 30, 6, 23 e 2,7 kg de N, P, K e S. A exigência nutricional do sorgo sacarino pode ser distinta do sorgo forrageiro ou granífero, em relação à ordem e quantidade dos nutrientes mais demandados. Trabalhando com marcha de absorção de nutrientes na cultura do sorgo, Franco (2011) relata que o sorgo forrageiro demanda uma maior quantidade de K, sendo o N o segundo elemento mais requerido, ao passo que o sorgo granífero extrai N em maior quantidade.

O K é um elemento requerido pelas plantas em grande quantidade, sendo sua necessidade maior que a do P e apresentado na mesma ordem de exigência do N (MALAVOLTA, 1989). De acordo com Falgeria (2000) o K é considerado o primeiro nutriente em ordem de extração das culturas, pela sua contribuição na formação e translocação de carboidratos, uso eficiente da água pela planta, sendo importante também por facilitar a absorção de cálcio. Para o sorgo sacarino, Santos et al. (2013) relataram a necessidade de aproximadamente 13 Kg de K₂O por tonelada de matéria seca produzida.

Avaliando o acúmulo de macronutrientes na cultura do sorgo sacarino, Rosolem (1979) menciona exportação de 3,9; 0,45 e 4,4 kg t⁻¹ de matéria seca para nitrogênio (N), Fósforo (P) e potássio (K), respectivamente. Estes dados permitem inferir a exportação de 235, 27, 265 kg ha⁻¹ de N, P e K para a produção média de 60 t ha⁻¹ de matéria verde de colmos.

Santos et al. (2013) mencionam a extração de macronutrientes pela cultura do sorgo sacarino em torno de 170, 23, 200, 73, 55 e 14 Kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S entretanto, citam que, pela quantidade extraída de nutriente por tonelada de matéria seca produzida, considerando apenas os macronutrientes primários (N, P e K), seriam necessários 280 kg de N, 80 kg de P₂O₅ e 420 kg de K₂O para uma produtividade de biomassa considerada adequada visando a produção de biocombustíveis, em torno de 35 t ha⁻¹. Isto evidencia a importância de se buscar uma redução do coeficiente de utilização biológica dos cultivares de sorgo sacarino com alto potencial produtivo, visando a utilização de doses de adubação economicamente viáveis, para uma boa produtividade.

Em relação aos micronutrientes, Prado et al. (2008) citam a existência de uma escassez de conhecimento sobre doses e padrões de absorção destes elementos. Coelho (2012) afirma que a cultura do sorgo possui alta sensibilidade à deficiência de Fe e Zn, sendo este último elemento o micronutriente mais limitante à produção do sorgo no Brasil. Contudo, Santi et al. (2005), avaliando o desenvolvimento da cultura do sorgo, concluíram que o nutriente que mais limitou o crescimento da cultura foi o Fe, de modo que a redução na área foliar de plantas de sorgo ocorreu na seguinte ordem decrescente Fe > Zn > Cu > B > Mn.

Trabalhando com a cultura do sorgo, Franco (2011) notou que as acumulações dos micronutrientes na parte aérea das plantas seguiram a seguinte ordem decrescente de valores: Mn (1,308 kg ha⁻¹), Fe (0,691 kg ha⁻¹), Zn (0,213 kg ha⁻¹) e Cu (0,089 kg ha⁻¹). Avaliando a extração de nutrientes pela cultura do sorgo, Bressan et al. (2001) registraram as seguintes acumulações: Mn (1,351 kg ha⁻¹), Zn (0,737 kg ha⁻¹) e Cu (0,406 kg ha⁻¹), na parte aérea das plantas. De acordo com Franco (2011), o sorgo apresenta períodos diferentes de intensa absorção de nutrientes, com o primeiro ocorrendo durante a fase de desenvolvimento vegetativo e o segundo durante a fase reprodutiva ou formação de grãos, quando o potencial produtivo é atingido.

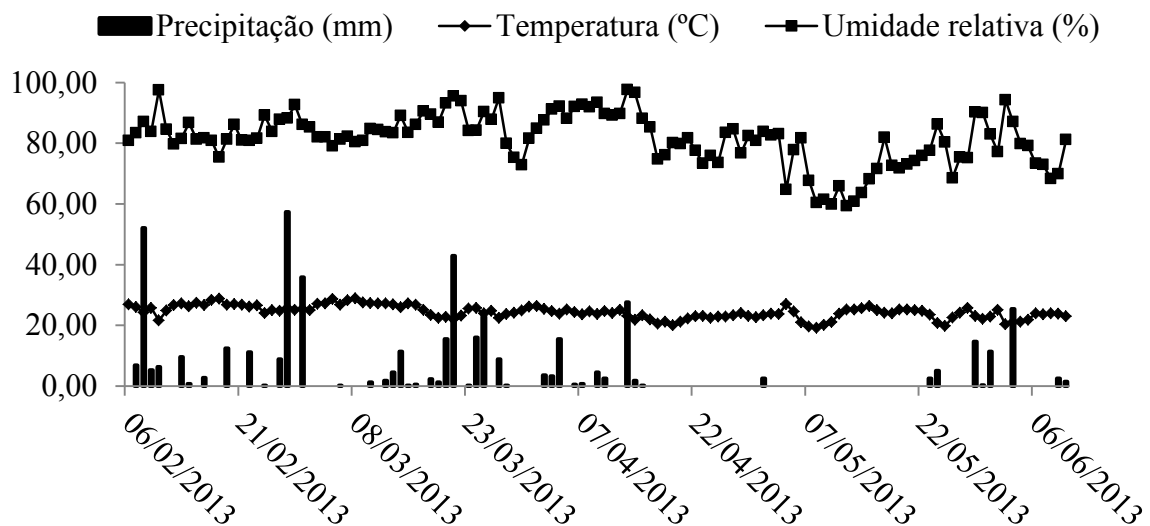
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado no ano de 2013, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, localizada em Selvíria-MS, situada a 51° 22’ de longitude oeste e 20° 22’ de latitude sul, com altitude média de 335 m. O solo do local é um LATOSSOLO Vermelho distrófico, textura argilosa (SANTOS et al., 2006). O clima da região é do tipo Aw segundo a classificação Köppen apresentando temperatura média anual de 23,5 °C, precipitação total anual de 1330 mm e umidade relativa média de 66%, de acordo com Centurion (1982).

Os valores diários de precipitação pluvial, temperatura média do ar e da umidade relativa, registrados durante o período de condução do experimento, na safrinha de 2013, estão apresentados na Figura 1.

Figura 01 - Dados climáticos diários de precipitação pluvial (mm), temperatura média do ar (°C) e umidade relativa (%), registrados durante o período de condução do experimento. Selvíria, MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com os tratamentos arrançados em parcelas subdivididas no tempo, tendo como tratamento principal dois híbridos de sorgo sacarino (Advanta 81981 e CV 147) e secundário oito épocas de amostragem. As amostras das plantas foram coletadas em intervalos de 15 dias após a emergência da cultura (15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 DAE) e separadas em folhas e colmos, e quando existentes, em ráquis.

As unidades experimentais foram compostas de 5 linhas, espaçadas por 0,9 m entrelinhas, com 20 m de comprimento e, considerou-se como área útil as 3 linhas centrais desprezando-se 2,0 m em cada extremidade da parcela.

3.3 Instalação e condução do experimento

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0,0 a 0,2 m, e realizada a análise química, para fins de fertilidade do solo, de acordo com a metodologia proposta por Raij e Quaggio (2001), a qual revelou os seguintes valores: MO, 20 g dm⁻³; P (resina), 31 mg dm⁻³; pH (CaCl₂), 4,6; K, Ca, Mg e H+Al, 2,3; 15; 10 e 40 mmol_c dm⁻³, respectivamente e V% = 41. Foi realizada correção do solo para elevar o V% a 60.

O preparo do solo foi realizado de maneira convencional, por meio de uma aração e duas gradagens niveladoras, sendo uma logo após a aração e a outra às vésperas da semeadura. Após o preparo do solo foram abertos sulcos com um cultivador de cinco hastes espaçadas a 0,9 m. Para a adubação de semeadura baseou-se na recomendação do boletim técnico 100 para a cultura do sorgo forrageiro, sendo utilizados 14, 105 e 35 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O respectivamente e na cobertura, realizada aos 18 DAE, foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de N e como fonte utilizou-se uréia (45% de N). No dia 06/02/2013 realizou-se a semeadura dos híbridos Advanta 81981 e CV 147 de forma manual distribuindo-se 14 sementes por metro. Após a deposição das sementes no interior dos sulcos, estas foram cobertas com uma camada de 0,02 a 0,03 m de solo. A emergência das plantas ocorreu seis dias após a semeadura e o pleno florescimento foi verificado aos 72 DAE para ambos os híbridos.

O controle de plantas daninhas foi realizado com a aplicação de 1.500 g ha⁻¹ do i.a. de atrazina aos 15 DAE. O manejo de pragas foi efetuado por uma aplicação de metomil na dose de 130 g ha⁻¹ do i.a. aos 25 DAE, para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera*

frugiperda). As aplicações foram feitas com 200 L ha⁻¹ de volume de calda. O controle de doenças não foi necessário.

3.4 Avaliações realizadas:

- a) **altura de plantas:** mediu-se, por ocasião da emissão da ráquis, a distância entre o colo da planta e a inserção da última folha, em amostras de 5 plantas seguidas em uma das linhas da área útil da parcela.
- b) **população de plantas:** em cada avaliação de matéria seca produzida, foi contado o número de plantas em uma linha com 2,0 m de comprimento da área avaliada. O valor obtido foi utilizado para o cálculo da população de plantas por hectare.
- c) **número de internódios por planta:** foi mensurado, por ocasião da emissão da ráquis, a quantidade de nós por caule das plantas, em amostras de 5 plantas seguidas em uma das linhas da área útil da parcela.
- d) **estado nutricional das plantas:** em pleno florescimento das plantas foi realizada a amostragem de folhas na área útil de cada parcela. Coletou-se a folha +4 em 20 plantas, as quais foram levadas ao laboratório, lavadas com água corrente e detergente a 1% e posteriormente em água destilada. As folhas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circulação e renovação de ar forçado a 65°C, até atingirem massa constante, sendo posteriormente moídas em moinho tipo Wiley para determinação do teor de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu Fe, Mn e Zn, segundo metodologia de Malavolta et al. (1997).
- e) **acúmulo de matéria seca (MS):** foram realizadas oito amostragens quinzenais, a partir da emergência da cultura, coletando-se a parte aérea das plantas seguidas em 1 m de linha na área útil da parcela. Após a coleta, o material vegetal foi lavado em água corrente e detergente a 1% e posteriormente em água destilada. Após, a planta foi dividida em colmo, folha e ráquis, acondicionados em sacos de papel e colocados para secar em estufa de circulação e renovação de ar forçado a 65°C, até atingirem massa constante. Em seguida, realizou-se a pesagem para a determinação da quantidade de matéria seca produzida por hectare. Portanto, para

a obtenção da matéria seca total, entre a primeira e a quarta amostragem, o valor foi obtido pela soma da matéria seca de colmos e folhas. Entre a quinta a oitava amostragem a matéria seca total foi obtida pela soma de matéria seca de colmos, folhas e ráquis.

f) acúmulo de nutrientes: Após a determinação de matéria seca em cada amostragem, o material vegetal foi armazenado em câmara seca para posteriormente ser moído em moinho tipo Wiley para determinação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), na matéria seca das frações da planta (folha, colmo e ráquis), segundo a metodologia de Malavolta et al. (1997).

O valor do acúmulo de macronutrientes nas partes da planta de sorgo sacarino foram obtidos em kg ha^{-1} , multiplicando-se a concentração do nutriente encontrado no tecido vegetal, em g kg^{-1} , pela produção de matéria seca, em kg ha^{-1} , da respectiva fração da planta.

Para micronutrientes, o valor do acúmulo nas partes da planta de sorgo sacarino foram obtidos em g ha^{-1} , multiplicando-se a concentração do nutriente encontrado no tecido vegetal, em mg kg^{-1} , pela produção de matéria seca, em kg ha^{-1} , da respectiva fração da planta.

g) qualidade tecnológica do caldo: realizadas aos 105 e 120 DAE pela colheita de 5 plantas seguidas na linha, que constituíram a amostra, onde se retirou os limbos foliares e as ráquis. Essas partes foram trituradas individualmente em triturador estacionário e no material obtido, após homogeneização, foi coletada uma amostra de 500g. Em seguida as amostras foram colocadas em pressão hidráulica com pressão constante de 24,5 Mpa durante o tempo de 1,0 minuto. Para os cálculos das determinações de qualidade tecnológica, foi utilizado o Manual de Instruções CONSECANA-SP. No caldo extraído foram realizadas as seguintes determinações:

°Brix: quantidade de sólidos solúveis presentes no caldo, expresso em %, foram determinados por um refratômetro de bancada;

Pol: porcentagem aparente de sacarose no caldo, determinada pela polarização direta de solução de peso normal, utilizando um sacarímetro;

Fibra (%): porcentagem em massa de matéria seca insolúvel presente na biomassa;

ATR: açúcar total recuperável (kg t^{-1}), determina a quantidade de açúcares redutores totais presentes na amostra, obtida pela hidrólise total da sacarose;

AR: açúcares redutores, estes determinam a quantidade de açúcar invertido, compreendendo glicose, frutose e demais substâncias redutoras presentes na amostra;

Pureza: relação entre a porcentagem em massa de sacarose e a de sólidos solúveis contida em uma solução açucarada.

3.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa SISVAR – Sistema de Análise de Variância (FERREIRA, 2003). Os resultados foram submetidos à análise de variância e, para as diferenças identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), foram feitas análises de regressão, sendo os acúmulos de matéria seca e de nutrientes as variáveis dependentes (Y) e as épocas de amostragem das plantas, a variável independente (X). Para escolha do modelo matemático mais adequado utilizou-se como parâmetros a significância do modelo e o valor do coeficiente de determinação (R^2).

Os híbridos de sorgo sacarino foram analisados separadamente e os resultados referentes à altura de plantas, população de plantas, número de nós por planta, estado nutricional e qualidade tecnológica foram apresentados na forma de médias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o ciclo do sorgo sacarino foram observados 468 mm de precipitação pluviométrica total na área de condução do experimento (Figura 01), com as chuvas distribuídas principalmente entre a semeadura e os 70 DAE. Segundo Landau e Schaffert (2011), a exigência hídrica do sorgo sacarino assemelha-se à do milho de ciclo normal. Conforme Sans et al. (2003), esta demanda por água pode oscilar entre 380 mm a 600 mm, dependendo das condições climáticas dominantes, portanto, pode-se inferir que a precipitação no local de condução do experimento foi adequada para o desenvolvimento da cultura.

O florescimento dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 e CV 147 ocorreu em torno de 72 DAE. Este período foi parecido com o relatado por Parrella e Shaffert (2012) que, avaliando treze cultivares de sorgo sacarino na região de Nova Porteirinha-MG, observaram uma variação compreendida entre 63 a 80 dias para o florescimento da cultura. Os mesmos autores constataram maior período de tempo para o florescimento de cultivares de sorgo sacarino na região de Sete Lagoas-MG, que esteve em torno de 88 a 92 dias, para os cultivares BRS 508, BRS 509 e BRS 511.

Em relação à população de plantas (PP), as médias observadas dos tratamentos foram de 136.110 e 138.890 plantas ha^{-1} para Advanta 81981 e CV 147, respectivamente (Tabela 01). Estes valores são superiores ao recomendado por May et al. (2012) para o cultivo de sorgo sacarino, que estão em torno de 120.000 a 130.000 plantas ha^{-1} para cultivares semeadas em verão e 110.000 plantas ha^{-1} para semeadura nos meses de fevereiro a março, onde a ocorrência de déficit hídrico pode estimular um maior perfilhamento. Deste modo, considerando o estresse hídrico verificado após o florescimento dos híbridos (Figura 01), que se estendeu entre os meses de abril e maio, a alta população de plantas constatada para Advanta 81981 e CV 147 pode estar relacionada ao maior perfilhamento dos híbridos em virtude do estresse hídrico verificado.

Quanto à altura de plantas (AP), os híbridos Advanta 81981 e CV 147 apresentaram respectivas médias de 3,22 e 2,89 m (Tabela 01). Considerando a sensibilidade ao fotoperíodo característico da cultura do sorgo sacarino, pode-se esperar menor altura de plantas para a cultura quando semeada em safrinha, conforme May et al. (2012). O cultivo nesta época pode acarretar perdas significativas na produtividade da cultura por consequência do déficit hídrico ou por limitações de radiação solar na fase final do seu ciclo, no entanto o híbrido Advanta 81981 apresentou valores superiores aos obtidos por Parrella e Shaffert (2012) que, ao avaliar

treze cultivares de sorgo sacarino, observaram altura de plantas entre 2,60 a 2,95 m. O híbrido CV 147 apresentou altura de plantas dentro desta faixa relatada pelos mesmos autores.

As médias de número de nós por planta (Tabela 01) estiveram em torno de 13 para Advanta 81981 e 11 para CV 147. Advanta 81981 apresentou em média, dois nós a mais que CV 147, de modo que a diferença poderia estar atribuída ao maior porte do híbrido de sorgo sacarino Advanta 81981.

Tabela 01 - Valores médios observados para população de plantas (PP), altura de plantas (AP), número de nós por planta (NNP) para os híbridos de sorgo sacarino. Selvíria, MS, 2013.

Híbrido	PP (plantas ha ⁻¹)	AP (m)	NNP (Número planta ⁻¹)
Advanta 81981	136.110	3,22	13
CV 147	138.890	2,89	11

Fonte: Próprio autor.

4.1 Acúmulo de Matéria Seca

A análise de variância de acúmulo de matéria seca (MS) está apresentada na Tabela 02. Foi verificado efeito significativo ($P < 0,01$) em função das épocas de amostragem para todas as frações avaliadas da planta (folha, colmo e ráquis), nos dois híbridos de sorgo sacarino.

Tabela 02 - Valores de F e coeficientes de variação (CV%) obtidos na análise de regressão referentes à matéria seca da folha, colmo, ráquis e total e dos acúmulos de N, P e K contidos nestas partes da planta em função das épocas de amostragens dos dois híbridos de sorgo sacarino. Selvíria, MS, 2013.

Parâmetro	Parte da Planta	Híbrido			
		Advanta 81981		CV 147	
		Teste F	CV (%)	Teste F	CV (%)
MS ⁽¹⁾	Folha	131,60 **	8,69	50,7 **	13,57
	Colmo	1125,50 **	4,21	127,3 **	12,27
	Ráquis	82,00 **	23,92	33,1 **	37,52
	Total	817,90 **	4,65	119,6 **	11,96

. ** Significativo a 1% no teste F. ⁽¹⁾ Matéria Seca.

Fonte: Próprio autor.

Houve comportamento quadrático para acúmulo de MS em folhas (Figura 02a) durante o desenvolvimento dos dois híbridos de sorgo sacarino, que expressaram acúmulo relativamente pequeno de MS em folhas na primeira amostragem (15 DAE) e grande incremento de MS foliar a partir deste período para Advanta 81981, que atingiu 3.212 kg ha^{-1} de MS de folhas na sexta amostragem (com ponto de máximo aos 99 DAE) e, para CV 147 verificou-se incremento semelhante, porém, com ganhos de MS em folhas estendendo-se até a sétima amostragem (verificou-se ponto de máximo aos 103 DAE), momento que atingiu os maiores valores em acúmulo de MS em folhas (2.956 kg ha^{-1} de MS). Constatou-se posteriormente um declínio na MS foliar para ambos os híbridos de sorgo sacarino, estando possivelmente relacionado à taxa de senescência das folhas. Conforme Magalhães et al. (2003), este é um comportamento característico em decorrência do final de ciclo da cultura. Avaliando o crescimento de cultivares de sorgo sacarino em função do desenvolvimento das plantas, Rodrigues e Leite (1999) encontraram resultados próximos aos obtidos para as cultivares BR-501 e BR-506. Os autores notaram aumento da MS de folhas até 96 dias após a semeadura e, a partir deste período até o final do ciclo das cultivares constataram a ocorrência de um processo de translocação de fotoassimilados das folhas para os colmos, assim como observado para Advanta 81981 e CV 147.

Quanto ao acúmulo de MS no colmo (Figura 02b), foi verificado comportamento quadrático para ambos os híbridos. Observou-se um crescimento relativamente lento no período inicial de desenvolvimento da cultura que se estendeu durante a primeira e segunda amostragem (15 e 30 DAE, respectivamente) e a partir deste momento, houve acentuado incremento de MS nos colmos dos híbridos, principalmente na fase compreendida entre a segunda e sexta amostragem (30 e 90 DAE, respectivamente). Notou-se menores incrementos no acúmulo de MS em colmos para os dois híbridos no período compreendido entre a sexta e oitava amostragem (90 a 120 DAE). Este comportamento pode estar relacionado ao fato da cultura ter entrado no estágio fenológico EC3 em que, de acordo com Magalhães et al. (2003), caracteriza-se pela fase de enchimento de grãos, em que a taxa de acúmulo de MS em colmos é menos expressiva. Não foi possível encontrar o ponto de máximo acúmulo de MS em colmo para os híbridos, dentro das oito amostragens.

Santos et al. (2013) constataram produtividades entre 13.520 a $17.990 \text{ kg ha}^{-1}$ de MS de colmos para a cultivar CMSXS 652, correspondendo à doses de 0 e 80 kg ha^{-1} de N em cobertura, respectivamente. Foram obtidos menores valores para Advanta 81981 e CV 147 com 40 kg ha^{-1} de N em cobertura. No presente trabalho, na oitava amostragem (120 DAE) constatou-se produtividade de MS em colmos de $13.689 \text{ kg ha}^{-1}$ para Advanta 81981 e 12.454

kg ha⁻¹ para CV 147. Estes resultados corroboram com os encontrados por Rodrigues e Leite (1999), no entanto destacam que a MS de colmos das plantas representaram 70% da MS total das plantas, mostrando-se consideravelmente abaixo das porcentagens obtidas para Advanta 81981 e CV 147 que expressaram, no final de ciclo (oitava amostragem, 120 DAE), valores em torno de 79 e 77% da MS total, respectivamente.

O acúmulo de MS nas ráquis (Figura 02c) ajustou-se a função linear crescente para ambos os híbridos. Advanta 81981 expressou em torno de 718 kg ha⁻¹ de MS para o final de ciclo. Já o híbrido CV 147 expressou 830 kg ha⁻¹ de MS na oitava amostragem, aos 120 DAE. Santos et al. (2013) constataram valores próximos aos encontrados variando, de acordo com a adubação utilizada, entre 340 e 910 kg ha⁻¹ de MS em ráquis.

Apesar da diferença observada na forma de acumular MS em ráquis ao longo do ciclo dos dois híbridos, a variação dos valores de MS ficou em torno de 4% e 5% da MS total para Advanta 81981 e CV 147, respectivamente. Rodrigues e Leite (1999) relataram valores superiores para as cultivares BR-501 e BR-506, onde a inflorescência foi responsável por 30% da MS total das plantas.

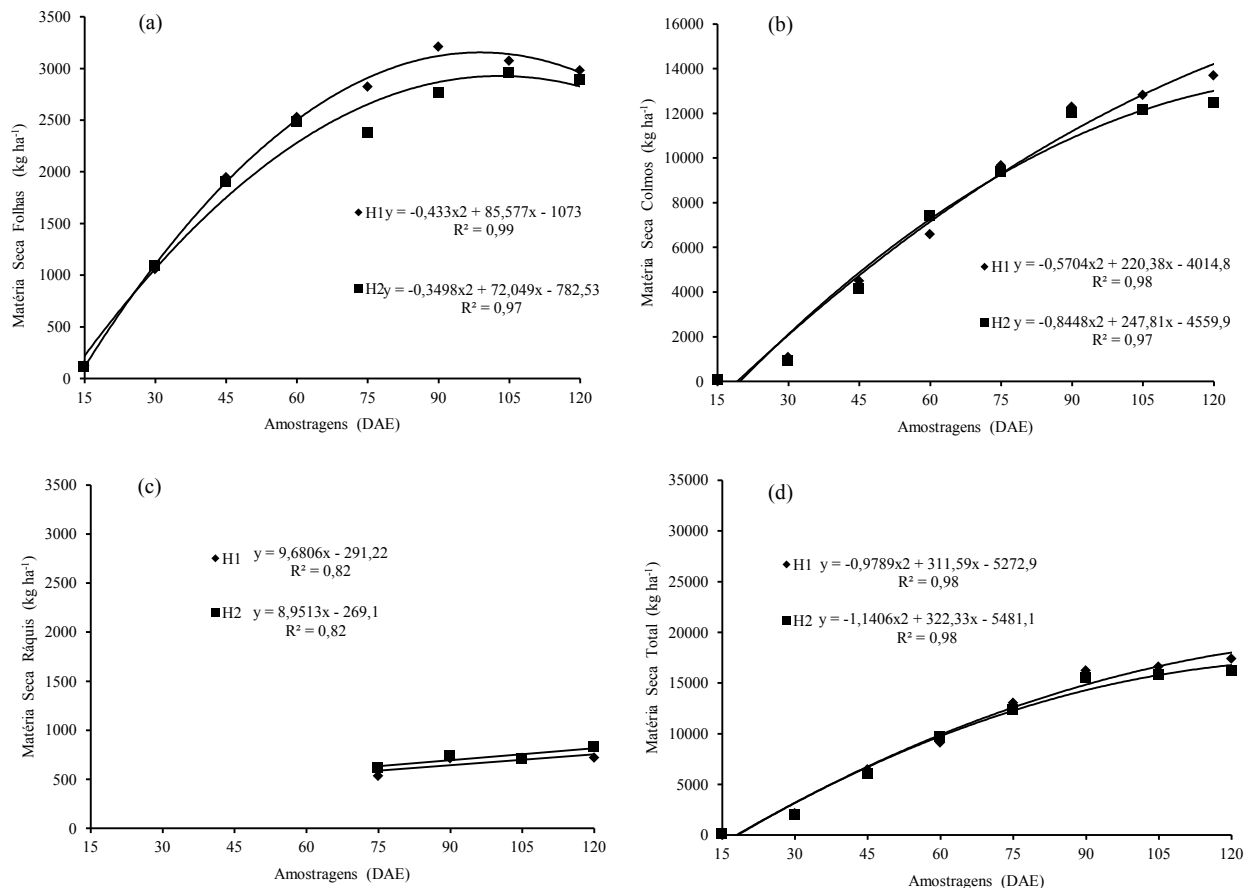
Nos dois híbridos houve ajuste a função quadrática para acúmulo total de MS (Figura 02d). O acúmulo de MS em Advanta 81981 mostrou-se lento nos instantes iniciais de desenvolvimento, sendo verificados 177,3 kg ha⁻¹ de matéria seca na primeira amostragem, no entanto, observou-se grande incremento a partir da segunda amostragem (30 DAE), em que apresentou 2.142 kg ha⁻¹ de MS, estendendo-se até a sexta amostragem (90 DAE), na qual o híbrido obteve 16.223 kg ha⁻¹ de MS total e, pela ocasião do final do ciclo atingiu 17.392 kg ha⁻¹ de MS total na oitava amostragem. O ponto de máximo acúmulo de MS total em ambos os híbridos esteve após 120 DAE.

Foi observado comportamento semelhante para o acúmulo total de MS para CV 147 (163, 2.019 e 15.530 kg ha⁻¹ para primeira, segunda e sexta amostragens, respectivamente) sendo observado maior acúmulo de MS total na oitava amostragem (120 DAE), na qual o híbrido apresentou 16.160 kg ha⁻¹ de MS total. Rosolem e Malavolta (1981) verificaram resultados semelhantes para a cv. Brandes (ciclo de 120 dias) que apresentou produtividade em torno de 16.300 kg ha⁻¹ de MS total ao final de seu ciclo. Santos et al. (2013) constataram produtividades consideravelmente superiores para a cultura do sorgo sacarino, entre 19.510 a 26.090 kg ha⁻¹ de MS total, variando de acordo com a adubação de cobertura utilizada.

Trabalhando com sorgo forrageiro, Andrade Neto et al. (2010) relataram produtividade de MS parecidas com as encontradas para os híbridos Advanta 81981 e CV 147, em torno de 15.300 kg ha⁻¹ de MS total. Valores superiores foram observados por Franco (2011) que,

trabalhando com os cultivares de sorgo BRS 610 e DKB 599, constatou produtividades de 18.300 e 15.500 kg ha⁻¹ de MS total, respectivamente.

Figura 02 - Acúmulo de matéria seca (kg ha⁻¹) nas folhas (a), colmos (b), ráquis (c) e total (d), dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 (H1) e CV 147 (H2), em função das amostragens, em dias após a emergência (DAE) da cultura. Selvíria, MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

4.2 Estado nutricional das plantas

Na análise dos teores foliares médios de macronutrientes (Tabela 03), foi observado maiores concentrações nos teores de N (30,1 g kg⁻¹), seguido de K (15,6 g kg⁻¹), P (6,2 g kg⁻¹), Mg (5,1 g kg⁻¹), Ca (4,9 g kg⁻¹) e S (2,5 g kg⁻¹) para Advanta 81981. O híbrido CV 147 comportou-se de maneira semelhante em relação à sequência de nutrientes, com exceção de Mg que foi o terceiro nutriente em maior concentração foliar e apresentou 7,4 g kg⁻¹,

superando o fósforo ($6,8 \text{ g kg}^{-1}$), obedecendo desta maneira, a ordem decrescente $N > K > Mg > P > Ca > S$.

De acordo com Cantarella et al. (1997), a faixa de teores adequados de macronutrientes nas folhas do sorgo estão em torno de $25,0$ a $35,0 \text{ g kg}^{-1}$ de N; $2,0$ a $4,0 \text{ g kg}^{-1}$ de P; $14,0$ a $25,0 \text{ g kg}^{-1}$ de K; $2,5$ a $6,0 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca; $1,5$ a $5,0 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg e $1,5$ a $3,0 \text{ g kg}^{-1}$ de S. Os teores foliares observados para N, K, Ca e S mostraram-se dentro da faixa proposta por Cantarella et al. (1997), em ambos os híbridos, no entanto, os teores foliares de P e Mg mostraram-se acima deste intervalo, para Advanta 81981 e CV 147. Este comportamento pode estar relacionado ao consumo de luxo que pode ocorrer em solos com adequada disponibilidade de nutrientes, conforme relatado Santos et al (2013), devido a sua origem africana, onde se tem solos predominantemente pobres em nutrientes, a cultura do sorgo sacarino pode apresentar esta característica, evidenciando sua eficiência nutricional, que levaria a cultura à absorver uma quantidade de nutrientes acima do necessário.

Tabela 03. Teores foliares médios de macronutrientes observados (g kg^{-1}) em dois híbridos de sorgo sacarino, por ocasião do período de florescimento. Selvíria, MS, 2013.

Híbrido	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg^{-1}					
Advanta 81981	30,1	6,2	15,6	4,9	5,1	2,5
CV 147	31,8	6,8	17,5	6,6	7,4	2,9

Fonte: Próprio autor.

Os teores foliares médios de micronutrientes dos híbridos de sorgo sacarino estão apresentados na Tabela 04. Para Advanta 81981, houve maiores concentrações nos teores de Fe (670 mg kg^{-1}), seguido de Mn ($122,5 \text{ mg kg}^{-1}$), Zn ($42,5 \text{ mg kg}^{-1}$) e Cu (25 mg kg^{-1}). Verificou-se a mesma ordem para o híbrido CV 147, no entanto, com os teores foliares de 20 ; $432,5$; $100,6$ e $43,1 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente.

Para o híbrido de sorgo sacarino Advanta 81981, os teores foliares de Cu (25 mg Kg^{-1}) e Fe (670 mg Kg^{-1}) apresentaram-se acima da faixa adequada proposta por Cantarella et al. (1997), em torno de 5 a 20 e 65 a 100 mg kg^{-1} de Cu e Fe, respectivamente. No caso do híbrido CV 147 apenas os teores foliares de Fe ($432,5 \text{ mg Kg}^{-1}$) mostraram-se acima. Em relação à Mn e Zn, estiveram dentro da faixa adequada para a cultura, que de acordo com

Cantarella et al. (1997), estes teores foliares ficam em torno de 10 a 190 e 15 a 50 mg kg⁻¹ Mn e Zn.

Tabela 04. Teores foliares médios de micronutrientes observados (mg kg⁻¹) na cultura do sorgo sacarino, durante o período de florescimento. Selvíria, MS, 2013.

Híbrido	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg ⁻¹			
Advanta 81981	25,0	670,0	122,5	42,5
CV 147	20,0	432,5	100,6	43,1

Fonte: Próprio autor.

4.3 Acúmulo de Macronutrientes

A análise de variância do acúmulo de macronutrientes está apresentada na Tabela 05. Foi verificado efeito significativo ($P < 0,01$) para acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), em função das épocas de amostragem, em todas as frações avaliadas da planta (folha, colmo e ráquis), para os dois híbridos de sorgo sacarino.

Para o acúmulo de N em folhas verificou-se comportamento quadrático (Figura 3a) ao longo do desenvolvimento dos dois híbridos de sorgo sacarino. O híbrido Advanta 81981 apresentou baixa quantidade de N acumulado em folhas na primeira amostragem (15 DAE) e, a partir deste momento, houve grande acúmulo de N até a quinta amostragem (ponto de máximo acúmulo verificado aos 77 DAE) onde, por ocasião do florescimento, ocorreu máximo acúmulo de N foliar, em torno de 72,7 kg ha⁻¹ de N. Para CV 147 foi observado comportamento semelhante, porém o híbrido apresentou grande acúmulo de N foliar na quarta amostragem (60 DAE) e ponto de máximo acúmulo em torno da quinta época de amostragem, com 62,6 kg ha⁻¹ de N.

A partir da sexta amostragem (90 DAE) até o final do ciclo de ambos os híbridos, foi constatado queda no acúmulo de N foliar. De acordo com Cantarella (2007), o decréscimo de acúmulo de N na planta pode estar relacionado à senescência foliar ou volatilização de amônia em períodos de pico de absorção de N pela planta, além da possibilidade de gutação ou lixiviação pelas chuvas, de compostos nitrogenados solúveis presentes no tecido vegetal. O

autor relata ainda a possível perda de N da parte aérea pela translocação do nutriente para o solo por meio do sistema radicular da planta.

Tabela 05. Valores de F e coeficientes de variação (CV%) obtidos na análise de regressão referentes aos acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S, em folha, colmo, ráquis e total, em função das épocas de amostragem dos dois híbridos de sorgo sacarino. Selvíria, MS, 2013.

Parâmetro	Parte da Planta	Híbrido			
		Advanta 81981		CV 147	
		Teste F	CV (%)	Teste F	CV (%)
N	Folha	48,00 **	12,08	41,90 **	12,36
	Colmo	88,50 **	10,46	39,70 **	15,59
	Ráquis	95,50 **	22,45	21,10 **	46,90
	Total	158,70 **	7,27	51,90 **	12,53
P	Folha	52,80 **	13,86	39,15 **	14,78
	Colmo	34,10 **	19,62	40,83 **	17,94
	Ráquis	25,18 **	44,09	8,88 **	72,24
	Total	100,90 **	10,71	42,20 **	16,08
K	Folha	44,98 **	13,89	23,49 **	16,63
	Colmo	29,65 **	20,20	25,80 **	22,62
	Ráquis	39,90 **	38,22	12,20 **	62,56
	Total	43,73 **	15,69	28,57 **	19,60
Ca	Folha	14,81 **	31,26	25,26 **	20,23
	Colmo	13,90 **	28,42	22,83 **	21,94
	Ráquis	35,82 **	42,72	69,63 **	26,16
	Total	20,39 **	24,57	34,74 **	17,46
Mg	Folha	28,49 **	21,63	43,46 **	16,39
	Colmo	17,03 **	26,78	24,63 **	21,84
	Ráquis	43,87 **	32,62	24,74 **	43,16
	Total	28,07 **	20,92	22,63 **	16,35
S	Folha	16,74 **	19,18	13,89 **	20,68
	Colmo	13,15 **	30,47	13,25 **	30,90
	Ráquis	53,33 **	29,82	29,67 **	40,14
	Total	24,82 **	19,63	17,50 **	22,40

** Significativo a 1% no teste F.

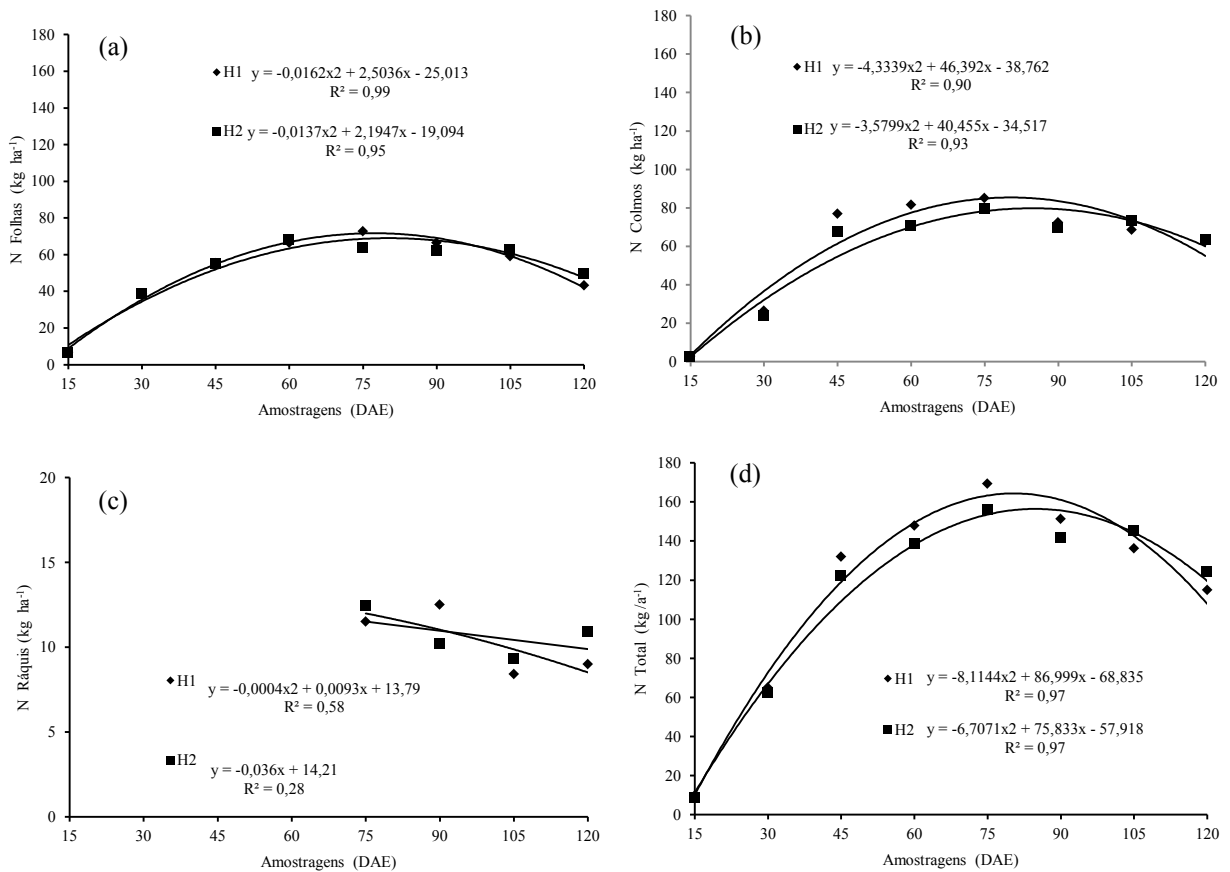
Fonte: Próprio autor.

O acúmulo de N em colmos (Figura 3b) comportou-se de forma quadrática, para ambos os híbridos. Constatou-se um primeiro pico de absorção de N para ambos os híbridos durante a terceira amostragem (45 DAE) e um segundo pico de absorção compreendido em torno da quinta amostragem. Foi observado ponto de máximo acúmulo de N em colmo aos 80 e 85

DAE para Advanta 81981 e CV 147, respectivamente, momento no qual as plantas encontravam-se entre o florescimento e início da formação de grãos, apresentando 85 kg ha⁻¹ de N no Advanta 81981 e 79,6 kg ha⁻¹ de N para CV 147.

Para o acúmulo de N na ráquis (Figura 3c), houve ajuste quadrático para Advanta 81981 e linear para CV 147. Observou-se maior valor de acúmulo de N em ráquis entre a quinta (75 DAE) e sexta amostragem (90 DAE) para CV 147. O acúmulo de N em ráquis para ambos os híbridos de sorgo sacarino ficou em torno de 8 a 12 kg ha⁻¹ de N.

Figura 03 - Acúmulo de nitrogênio (kg ha⁻¹) nas folhas (a), colmos (b), ráquis (c) e total (d), dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 (H1) e CV 147 (H2), em função das amostragens, em dias após a emergência (DAE) da cultura. Selvíria, MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Houve comportamento quadrático no acúmulo de N total (Figura 3d) para os dois híbridos de sorgo sacarino. O acúmulo de N total apresentou ponto máximo no período de florescimento dos híbridos, ocorrido durante a quinta amostragem (75DAE), em que Advanta 81981 acumulou 169,3 kg ha⁻¹ de N e CV 147 acumulou em torno de 155,7 kg ha⁻¹ de N. Os

valores corroboram com dados de Rosolem e Malavolta (1981), que avaliando o acúmulo de macronutrientes na cultura do sorgo sacarino concluíram que a exigência nutricional para a produção de 16.300 kg ha⁻¹ de MS foi de 164 kg ha⁻¹ de N.

O comportamento verificado em relação ao acúmulo de N na MS total de ambos os híbridos estão de acordo com Coelho et al. (2012), que ressaltam a ocorrência de dois períodos de máxima absorção de N na cultura do sorgo, sendo durante as fases de desenvolvimento vegetativo e formação dos grãos, com menores taxas de absorção no período compreendido entre a emissão da ráquis e o início da formação dos grãos.

Dechen e Nachtigall (2007) afirmam que os teores de N nas plantas variam entre 2 e 50 g kg⁻¹ de matéria seca. Considerando a produtividade de MS dos híbridos, pode-se inferir que Advanta 81981 apresentou teores totais de N em torno de 12,98 g kg⁻¹ de MS no período de florescimento (75 DAE) e 6,60 g kg⁻¹ MS no final do ciclo (120 DAE). Para CV 147 os valores de N ficaram por volta de 12,58 g kg⁻¹ MS no florescimento e 7,68 g kg⁻¹ MS no final do ciclo. Desta forma, foi verificado que os teores de N apresentados pelos híbridos de sorgo sacarino estão dentro da faixa considerada adequada.

Os resultados encontrados para acúmulo de N são relativamente superiores aos relatados por Santos et al. (2013) que, trabalhando com doses de N em cobertura entre 0 a 80 kg ha⁻¹ na cultura do sorgo sacarino, observaram valores em torno de 56,24 a 124,23 kg ha⁻¹ de N extraídos pela cultivar CMSXS 652. A redução do acúmulo de N total da parte aérea avaliada pode estar relacionado a ocorrência de remobilização deste nutriente para o enchimento de grãos da cultura, visto que de acordo com Souza e Fernandes (2006), o processo de formação de grãos é dado inicialmente pela mobilização de N das folhas e caules como parte do processo de senescência e, a outra fonte seria a absorção do N disponível no solo.

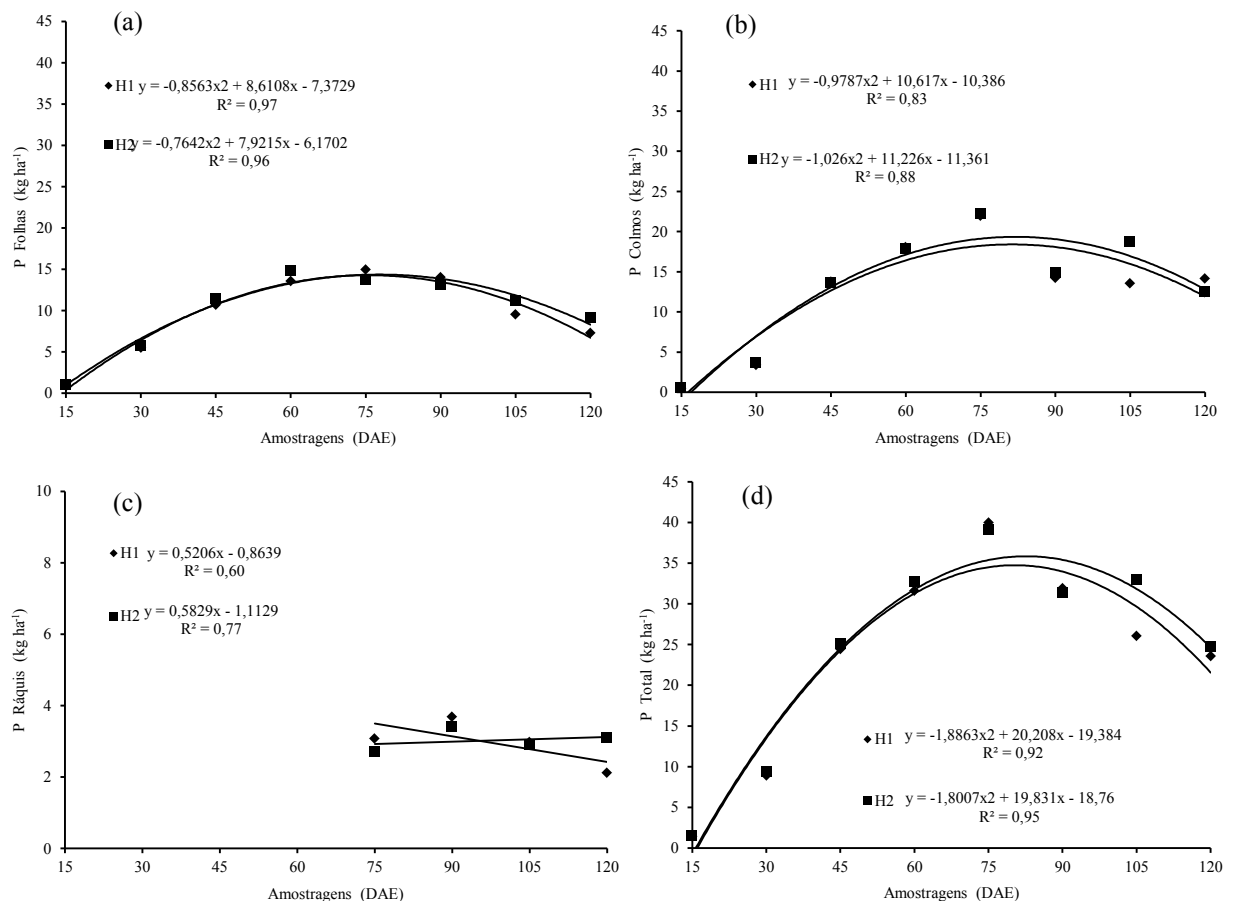
O acúmulo de P em folhas ajustou-se a função quadrática (Figura 4a). O híbrido Advanta 81981 apresentou baixa quantidade de P acumulado em folhas na primeira amostragem (15 DAE) e a partir disso, grande acúmulo de P até a quinta amostragem (75 DAE) onde, por ocasião do florescimento, ocorreu máximo acúmulo de P foliar (14,92 kg ha⁻¹ de P). Para CV 147 foi observado grande acúmulo de P foliar na quarta amostragem (60 DAE), com 14,80 kg ha⁻¹ de P e ponto de máximo aos 78 DAE.

A partir da sexta amostragem (90 DAE) até o final do ciclo foi constatado queda de P acumulado nas folhas, em ambos os híbridos. Araújo e Machado (2006) afirmam que o P é um nutriente móvel na planta e, por ocasião da senescência foliar concomitante à degradação de macromoléculas, o P seria translocado preferencialmente para os grãos, de forma que este

intenso processo de translocação de nutrientes dos tecidos vegetativos para os órgãos reprodutivos pode acarretar o decréscimo de nutrientes acumulados nas folhas.

Nos híbridos de sorgo sacarino, o acúmulo de P em colmos (Figura 4b) teve o primeiro pico de absorção de P durante a terceira amostragem (45 DAE) e um segundo pico de absorção compreendido em torno da quinta amostragem (75 DAE), apresentando ponto de máximo acúmulo de P nos colmos aos 81 e 82 DAE, sendo de 21,94 kg ha⁻¹ de P no Advanta 81981 e 22,15 kg ha⁻¹ de P para CV 147. Constatou-se queda do P acumulado no colmo de ambos os híbridos até o final do ciclo. De acordo com Araújo e Machado (2006), este comportamento pode estar relacionado à translocação do nutriente para os grãos.

Figura 04. Acúmulo de fósforo (kg ha⁻¹) nas folhas (a), colmos (b), ráquis (c) e total (d), dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 (H1) e CV 147 (H2), em função das amostragens, em dias após a emergência (DAE) da cultura. Selvíria, MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Para o acúmulo de P na ráquis (Figura 4c), notou-se comportamento crescente linear para Advanta 81981, com equação de regressão que explica 60% da variação total dos dados

e, crescente linear para CV 147 com equação de regressão que explica 77% da variação total dos dados.

Observou-se maior valor de acúmulo de P em ráquis para quinta (75 DAE) e sexta amostragem (90 DAE) para Advanta 81981, ficando em torno de 3,68 kg ha⁻¹ de P, com posterior queda no acúmulo no final do ciclo. Para CV 147 houve maior acúmulo de P na oitava amostragem, em torno de 3,09 kg ha⁻¹ de P.

Notou-se comportamento quadrático no acúmulo de P total (Figura 4d) para os dois híbridos de sorgo sacarino. O acúmulo de P total apresentou ponto de máximo no período entre o florescimento dos híbridos e início da formação de grãos, ocorrido durante a quinta amostragem (75DAE), sendo que Advanta 81981 acumulou 39,93 kg ha⁻¹ de P e CV 147 acumulou 39,04 kg ha⁻¹ de P. Os resultados corroboram com os de Coelho et al. (2002), que afirmam ter dois períodos de máxima absorção de P durante as fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do sorgo. Os valores obtidos são superiores aos relatados por Rosolem e Malavolta (1981), que concluíram serem necessários 20 kg ha⁻¹ de P para a produção de 16.300 kg ha⁻¹ de MS de sorgo sacarino. Também estão acima dos encontrados por Santos et al. (2013), que verificaram variação de 5,11 a 7,77 kg ha⁻¹ de P para a produção de 11.130 a 14.060 kg ha⁻¹ de MS de sorgo sacarino.

Constatou-se comportamento quadrático para acúmulo de K em folhas (Figura 5a) ao longo do desenvolvimento dos dois híbridos de sorgo sacarino. Notou-se grande acumulação de K em folhas durante o período da terceira amostragem (45 DAE) onde, por ocasião do emborrachamento, ocorreu grande acúmulo de K foliar, em torno de 71 kg ha⁻¹ de K para ambos os híbridos. Verificou-se menor variação do K acumulado nas folhas dos híbridos de sorgo sacarino na quinta amostragem, de modo que o ponto de máximo acúmulo de K ocorreu aos 71 e 74 DAE para Advanta 81981 e CV 147, respectivamente, com posterior queda até o final do ciclo da cultura.

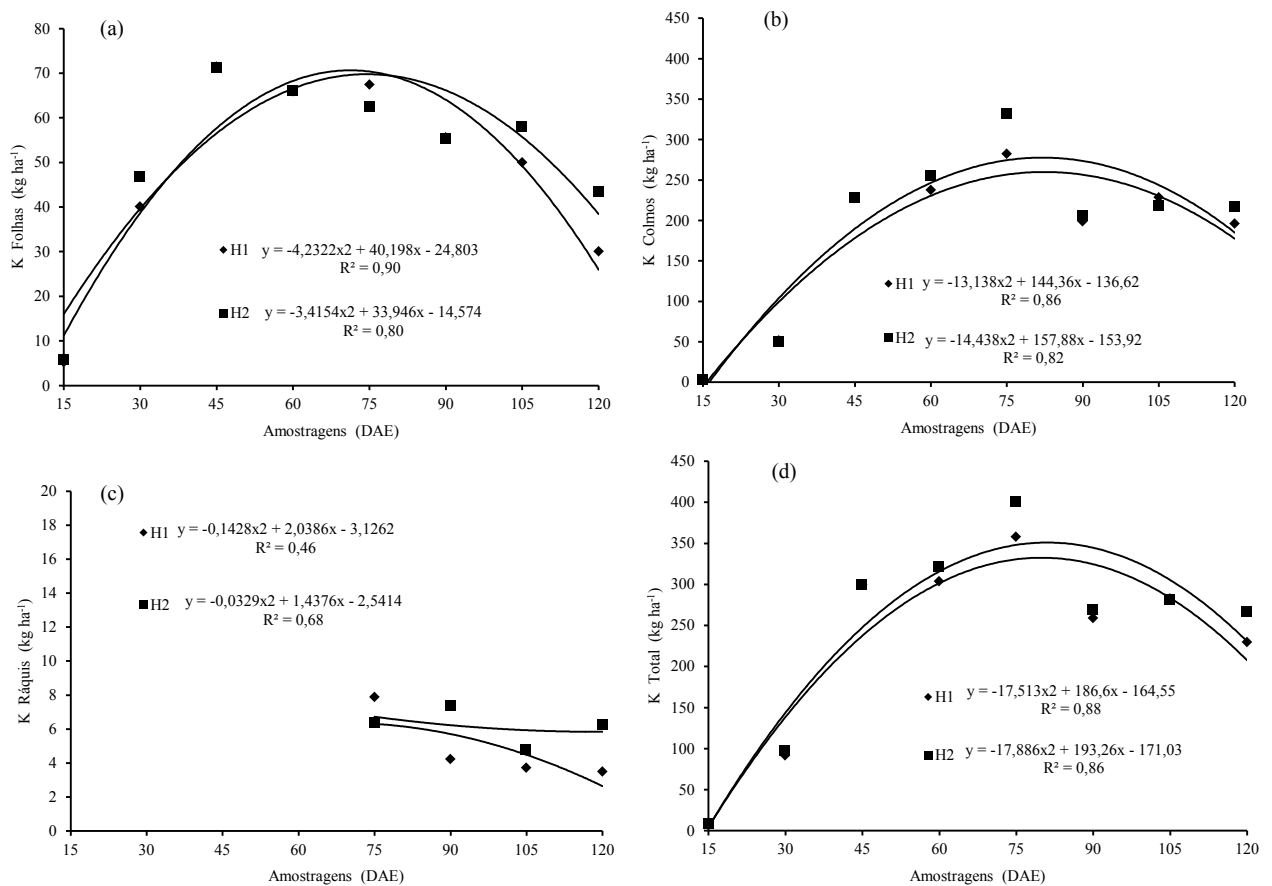
O acúmulo de K em colmos (Figura 5b) ajustou-se de forma quadrática, em que se constatou um primeiro pico de absorção de K para ambos os híbridos durante a terceira amostragem (45 DAE) e um segundo pico de absorção compreendido em torno da quinta amostragem, resultando no ponto de máximo acúmulo de K nos colmos, entre 75 e 80 DAE, que apresentou 282 kg ha⁻¹ de K no Advanta 81981 e 331 kg ha⁻¹ de K para CV 147.

Para o acúmulo de K em ráquis (Figura 5c), houve ajuste quadrático em ambos os híbridos. No entanto, observou-se maior valor de acúmulo de K em ráquis para a quinta amostragem (75 DAE) para Advanta 81981, ficando em torno de 7,87 kg ha⁻¹ de K e, para CV 147 observou-se queda no acúmulo de K na sétima amostragem (105 DAE), que

apresentou em torno de $4,89 \text{ kg ha}^{-1}$ de K. Para as demais amostragens o acúmulo de K em ráquis esteve por volta de $6 \text{ a } 7 \text{ kg ha}^{-1}$ de K.

Houve comportamento quadrático no acúmulo de K total (Figura 5d) para os dois híbridos de sorgo sacarino. O acúmulo de K total mostrou-se semelhante ao comportamento encontrado para os colmos das plantas, visto que foi constatado um primeiro pico de absorção de K para ambos os híbridos durante a terceira amostragem (45 DAE), onde os híbridos apresentaram em torno de 228 kg ha^{-1} de K acumulado e um segundo pico de absorção compreendido em torno da quinta amostragem, resultando no ponto de máximo acúmulo de K total, que esteve entre 75 e 81 DAE, apresentando 357 kg ha^{-1} de K no Advanta 81981 e 400 kg ha^{-1} de K para CV 147.

Figura 05. Acúmulo de potássio (kg ha^{-1}) nas folhas (a), colmos (b), ráquis (c) e total (d), dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 (H1) e CV 147 (H2), em função das amostragens, em dias após a emergência (DAE) da cultura. Selvíria, MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Notou-se que o acúmulo de K pelos híbridos de sorgo sacarino foi semelhante ao descrito por Coelho et al. (2002), em que a absorção de K apresentou um padrão com elevada taxa de acúmulo nos primeiros 30 a 40 dias de desenvolvimento, no entanto, observou-se que este incremento no acúmulo prosseguiu até o período de florescimento dos híbridos, ocorrido por volta dos 75 DAE, durante a quinta amostragem. Por ocasião do final de ciclo da cultura, foi verificado o acúmulo de 229 e 266 kg ha⁻¹ de K na MS total, para Advanta 81981 e CV 147, respectivamente. Os resultados obtidos estão acima dos encontrados por Rosolem e Malavolta (1981), que relataram exigência nutricional por volta de 199 kg ha⁻¹ de K para a produção de 16.300 kg ha⁻¹ de MS na cultura do sorgo sacarino. Valores semelhantes foram observados por Santos et al. (2013) ao verificar o efeito da adubação com N e K na cultura do sorgo sacarino, que relataram o acúmulo de 170, 23 e 200 kg ha⁻¹ de N, P e K pela cultura, respectivamente.

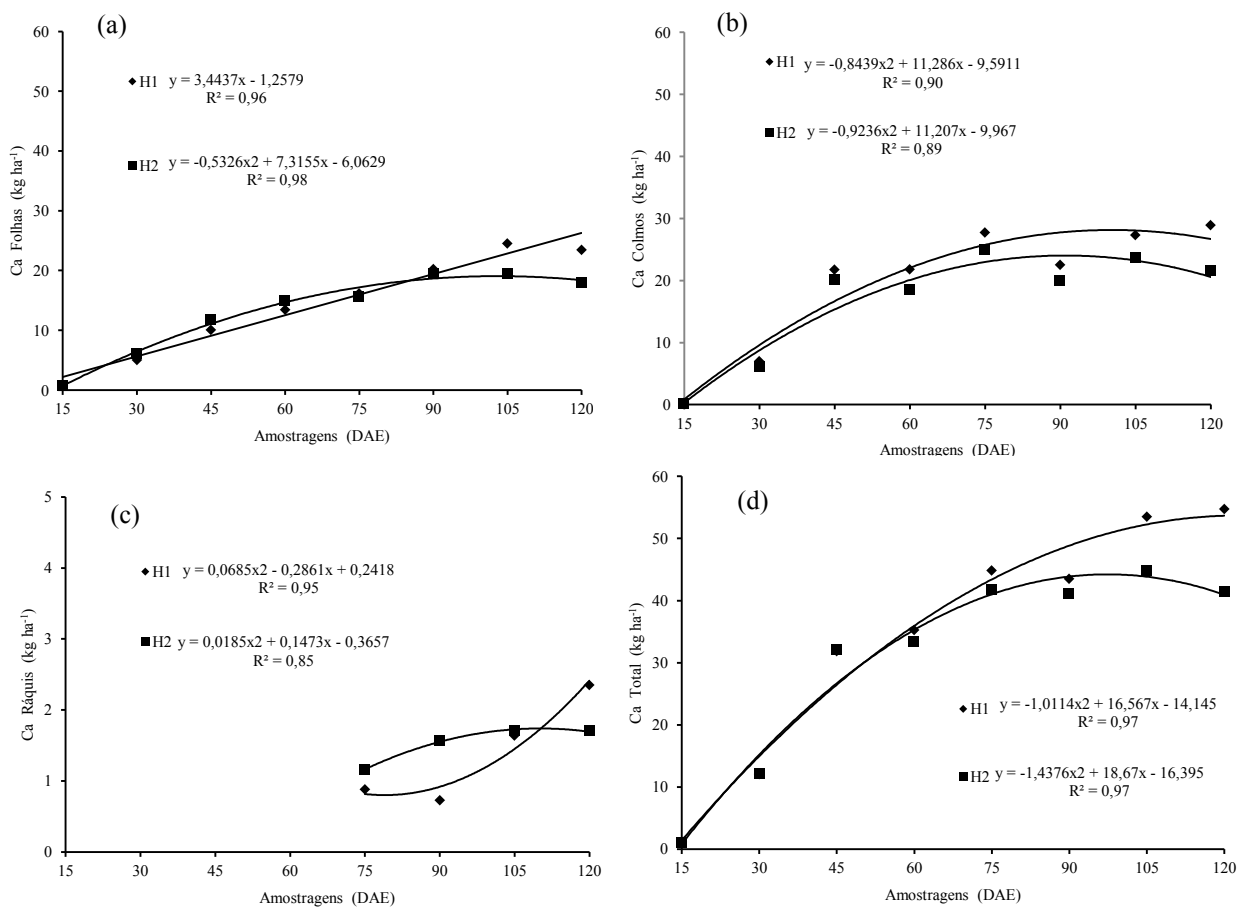
Foi constatado que os híbridos de sorgo sacarino acumularam K em maior quantidade, seguido de N e menores valores foram observados para P, em todas as partes da planta. Esta ordem também foi relatada por Santos et al. (2013), ao se considerar apenas os macronutrientes primários. Estes autores ainda ressaltam que, para se atingir produtividades que viabilizem a produção de biocombustíveis a partir de biomassa vegetal, a cultura do sorgo sacarino necessitaria em torno de 280, 80 e 420 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O. Estes valores encontram-se próximos dos obtidos e permitem inferir que a cultura do sorgo sacarino é exigente em termos nutricionais, confirmando o que foi relatado por Resende et al. (2009), em que mesmo sendo eficiente na absorção e utilização de nutrientes, a cultura do sorgo precisa receber doses de fertilizantes para obtenção de produtividades satisfatórias.

Houve ajuste linear para acúmulo de Ca em folhas (Figura 6a) ao longo do desenvolvimento do híbrido Advanta 81981, em que se teve o acúmulo de 0,23 kg ha⁻¹ de Ca por dia e atingiu 24,54 kg ha⁻¹ aos 105 DAE. Já para CV 147 o ajuste foi quadrático, com maior acúmulo de Ca em folhas no período compreendido na fase de início de enchimento de grãos, que corresponde ao início do estágio fenológico EC3 (90 DAE), momento no qual o híbrido de sorgo sacarino expressou 19,54 kg ha⁻¹ de Ca acumulado em folhas.

O acúmulo de Ca em colmos (Figura 6b) ajustou-se de forma quadrática para ambos os híbridos. Notou-se um primeiro pico de absorção de Ca em colmos durante a terceira amostragem (45 DAE), onde se teve 21,74 e 20,24 Kg ha⁻¹ de Ca em colmos para Advanta 81981 e CV 147, respectivamente e, um segundo pico de absorção compreendido em torno da quinta amostragem (75 DAE), resultando no ponto de máximo acúmulo de Ca nos colmos, que apresentou 27,75 kg ha⁻¹ de Ca no Advanta 81981 e 24,96 kg ha⁻¹ de Ca para CV 147.

Para acúmulo de Ca em ráquis (Figura 6c), ocorreu ajuste quadrático para ambos os híbridos, sendo observado maiores valores de acúmulo de Ca em ráquis na oitava amostragem (120 DAE) para Advanta 81981, que esteve em torno de 2,35 kg ha⁻¹ de Ca e, para CV 147, constatou-se o acúmulo de 1,70 kg ha⁻¹ de Ca em ráquis.

Figura 06. Acúmulo de cálcio (kg ha⁻¹) nas folhas (a), colmos (b), ráquis (c) e total (d), dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 (H1) e CV 147 (H2), em função das amostragens, em dias após a emergência (DAE) da cultura. Selvíria, MS, 2013.



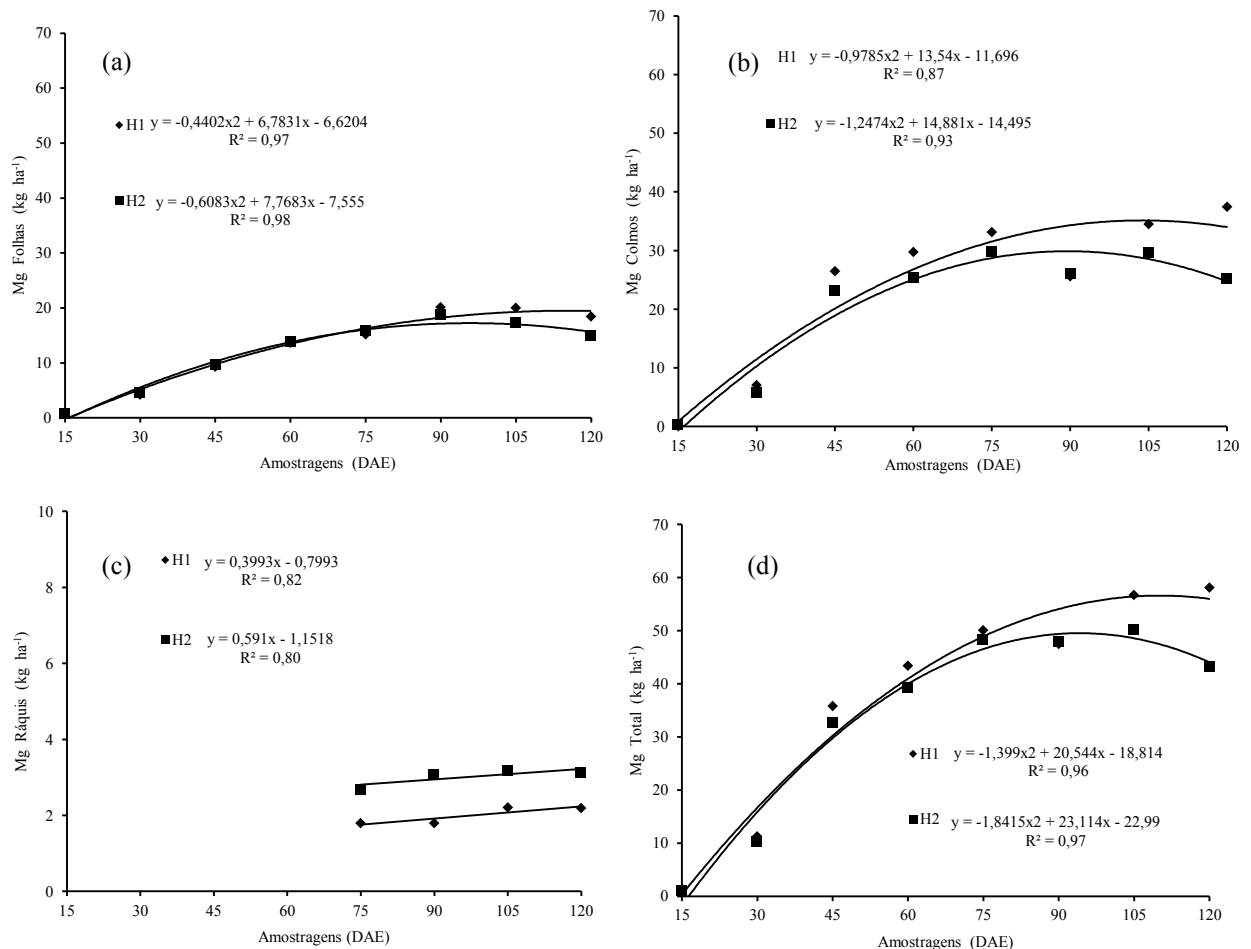
Fonte: Próprio autor.

Houve comportamento quadrático no acúmulo de Ca total (Figura 6d) para os dois híbridos de sorgo sacarino, sendo observado grande incremento no acúmulo de Ca total entre a primeira amostragem (15 DAE) e a terceira (45 DAE) nos dois híbridos, período em que atingiram 31,85 e 32,05 kg ha⁻¹ de Ca total acumulado em Advanta 81981 e CV 147, respectivamente. O incremento no acúmulo de Ca total prosseguiu durante o florescimento da cultura e, para a CV 147 foi verificado maior quantidade por volta dos 105 DAE, com 44,77

kg ha⁻¹ de Ca total, enquanto para Advanta 81981 o comportamento de acúmulo de cálcio mostrou valores crescentes até o final do ciclo, onde o híbrido atingiu, aos 120 DAE, 54,75 kg ha⁻¹ de Ca total. Os resultados encontrados são próximos dos observados por Rosolem e Malavolta (1981), que verificaram acúmulo de Ca total em torno de 56 kg ha⁻¹ na cultura do sorgo sacarino. Coelho et al. (2002) também constataram valores parecidos para a cultura, por volta de 50 kg ha⁻¹.

Houve ajuste quadrático para o acúmulo de Mg em folhas (Figura 7a) ao longo do desenvolvimento dos híbridos de sorgo sacarino. Foi observado acúmulos crescentes até próximo do período compreendido entre o florescimento (75 DAE) e formação de grãos (90 DAE), onde apresentaram os maiores acúmulos de Mg em folhas, que esteve em torno de 20,09 e 18,66 Kg ha⁻¹ de Mg acumulado.

Figura 07. Acúmulo de magnésio (kg ha⁻¹) nas folhas (a), colmos (b), ráquis (c) e total (d), dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 (H1) e CV 147 (H2), em função das amostragens, em dias após a emergência (DAE) da cultura. Selvíria, MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

O acúmulo de Mg em colmos (Figura 7b) ajustou-se de forma quadrática para ambos os híbridos. Foi observado grande incremento na absorção de Mg em colmos entre 30 e 45 DAE, onde se teve 26,48 e 23,09 Kg ha⁻¹ de Mg em colmos aos 45 DAE, para Advanta 81981 e CV 147, respectivamente e, incremento no acúmulo compreendido entre a quinta (75 DAE) e sétima amostragem para CV 147, que ficou em torno de 30 kg ha⁻¹ de Mg em colmos, já para Advanta 81981 o incremento de Mg em colmos seguiu até o final do ciclo, apresentando 37,43 kg ha⁻¹ de Mg, aos 120 DAE.

Houve ajuste crescente linear para o acúmulo de Mg em ráquis (Figura 7c) nos dois híbridos, sendo observado pequena variação no acúmulo de Mg durante o ciclo da cultura, que esteve entre 1,80 e 3,20 kg ha⁻¹ de Mg para ambos os híbridos.

Ocorreu ajuste quadrático no acúmulo de Mg total (Figura 7d) para os dois híbridos de sorgo sacarino, em que se teve grande incremento no acúmulo aos 45 DAE, com 35,75 e 32,71 kg ha⁻¹ de Mg total. No entanto, foi observado maiores valores para CV 147 no período entre o florescimento (75 DAE) até os 105 DAE, momento em que o híbrido atingiu 50,13 kg ha⁻¹ de Mg total. No caso de Advanta 81981, o maior acúmulo de Mg total foi obtido no final do ciclo (120 DAE), com 58,05 kg ha⁻¹ de Mg total. Os resultados encontrados são superiores aos relatados Coelho et al. (2002), em torno de 47 kg ha⁻¹ de Mg total acumulado. Rosolem e Malavolta (1981), que observaram acúmulo de Mg total em torno de 44 kg ha⁻¹ na cultura do sorgo sacarino e citam a mobilidade do Mg no cultivar Rio, com translocação de Mg dos colmos para as folhas, ráquis e grãos.

Houve ajuste de forma quadrática para o acúmulo de S em folhas (Figura 8a) ao longo do desenvolvimento dos dois híbridos de sorgo sacarino. O híbrido Advanta 81981 apresentou máximo acúmulo de enxofre foliar aos 82 DAE, em torno de 6,3 Kg ha⁻¹ de S. Para CV 147 foi observado valores parecidos, porém o híbrido apresentou ponto de máximo acúmulo de S foliar na sétima amostragem, aos 105 DAE.

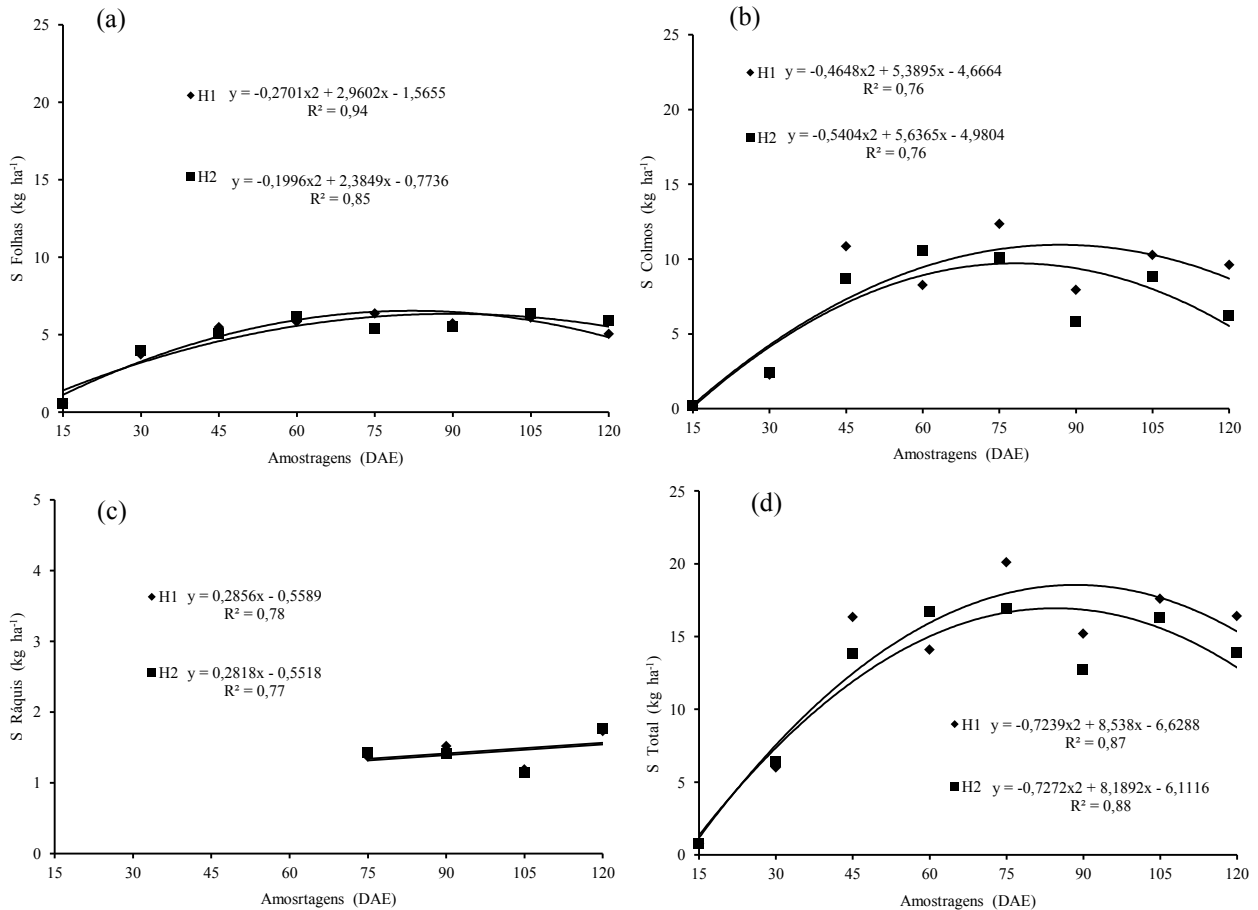
O acúmulo de S em colmos (Figura 8b) comportou-se de forma quadrática, para ambos os híbridos, com pico de absorção de S durante o período da terceira amostragem, aos 45 DAE da cultura, com 10,86 e 8,71 kg ha⁻¹ de S para Advanta 81981 e CV 147, respectivamente. O ponto de máximo acúmulo de S em colmo ocorreu aos 87 e 78 DAE, com aproximadamente os mesmos valores encontrados na terceira época de amostragem dos híbridos, mostrando pequena variação de S acumulado em colmos durante o início do emborrachamento até o final do florescimento e início de formação de grãos.

Para o acúmulo de S na ráquis (Figura 8c), houve ajuste crescente e linear para os dois híbridos, com maiores acúmulos de S em ráquis no final do ciclo da cultura, aos 120 DAE, com respectivos 1,73 e 1,76 kg ha⁻¹ de S em Advanta 81981 e CV 147.

Houve comportamento quadrático no acúmulo de S total (Figura 8d) para os dois híbridos de sorgo sacarino. O acúmulo de S total apresentou ponto máximo aos 88 e 85 DAE, para Advanta 81981 e CV 147, com 17,6 e 16,3 kg ha⁻¹ de enxofre, respectivamente. Este período coincidiu com o final de florescimento e início da formação de grãos dos híbridos, onde as plantas iniciaram o estágio fenológico EC 3. Desta maneira, a queda dos valores acumulados de enxofre a partir deste período até o final do ciclo estaria atrelado a translocação do nutriente pela planta para o enchimento de grãos.

Avaliando a acumulação de macronutrientes pela cultura do sorgo sacarino, Rosolem e Malavolta (1981) observaram resultados semelhantes aos obtidos e citam a translocação de S das folhas e ráquis para os grãos do sorgo sacarino, mesmo sendo um nutriente que não se distribui apreciavelmente via floema.

Figura 08 - Acúmulo de enxofre (kg ha^{-1}) nas folhas (a), colmos (b), ráquis (c) e total (d), dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 (H1) e CV 147 (H2), em função das amostragens, em dias após a emergência (DAE) da cultura. Selvíria, MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Os híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 e CV 147 apresentaram acumulação de macronutrientes na parte aérea na seguinte ordem, $K > N > Mg > Ca > P > S$, sendo observado maiores valores acumulados no período de florescimento das plantas e menores acúmulos próximo ao final do ciclo, evidenciando a translocação de nutrientes para a formação e enchimento de grãos. Este mesmo comportamento em relação à ordem de acumulação de macronutrientes foi verificado por Franco (2011), em um cultivar de sorgo forrageiro.

4.4 Acúmulo de Micronutrientes

A análise de variância de acúmulo de micronutrientes apresentada na Tabela 06 ilustra o efeito significativo ($P < 0,01$) verificado para Cu, Fe, Mn e Zn em todas as partes da planta (folha, colmo e ráquis), em função das épocas de amostragem quinzenais, para os dois híbridos de sorgo sacarino.

Tabela 06 - Valores de F e coeficientes de variação (CV%) obtidos na análise de regressão referentes aos acúmulos de Cu, Fe Mn e Zn contidos nestas partes da planta em função das épocas de amostragens dos dois híbridos de sorgo sacarino. Selvíria, MS, 2013.

Parâmetro	Parte da Planta	Híbrido			
		Advanta 81981		CV 147	
		Teste F	CV (%)	Teste F	CV (%)
Cu	Folha	12,07 **	27,65	2,69 **	50,56
	Colmo	6,42 **	51,40	5,15 **	62,26
	Ráquis	5,87 **	99,30	17,38 **	56,34
	Total	9,30 **	37,75	7,51 **	45,68
Fe	Folha	6,76 **	29,24	6,08 **	31,89
	Colmo	3,80 **	63,45	4,93 **	73,31
	Ráquis	9,58 **	56,40	44,36 **	34,45
	Total	11,05 **	28,73	11,21 **	31,78
Mn	Folha	44,20 **	19,37	35,07 **	16,74
	Colmo	19,13 **	29,81	36,12 **	21,31
	Ráquis	14,57 **	70,37	35,29 **	37,14
	Total	40,66 **	20,46	64,13 **	15,28
Zn	Folha	16,86 **	21,36	16,14 **	78,98
	Colmo	4,93 **	56,96	11,63 **	32,28
	Ráquis	23,89 **	45,63	11,46 **	64,00
	Total	9,84 **	35,18	16,84 **	24,57

** Significativo a 1% no teste F.

Fonte: Próprio autor.

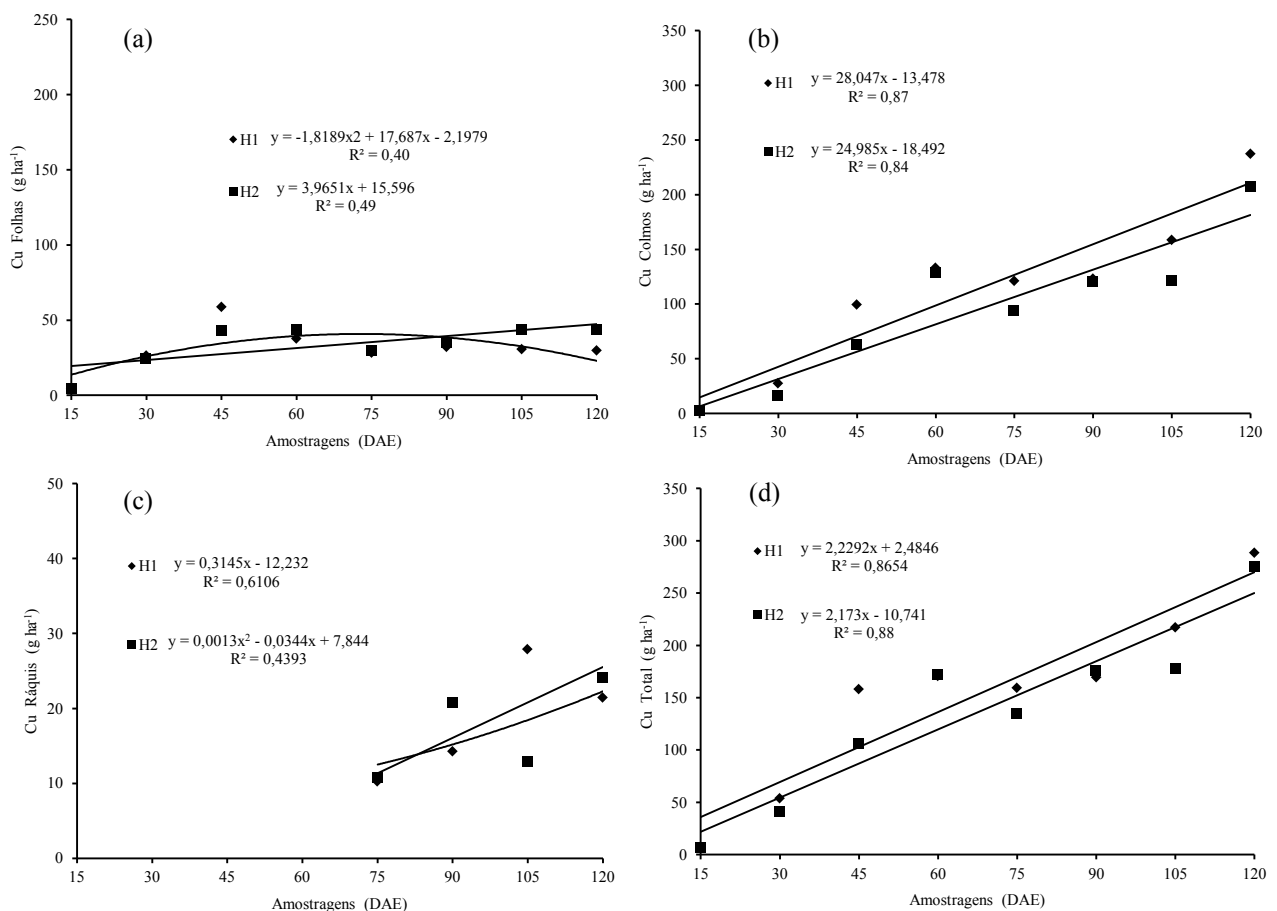
Na análise do acúmulo de cobre em folhas (Figura 9a), foi constatado ajuste de forma quadrática para o híbrido Advanta 81981 ao longo de seu desenvolvimento, que apresentou máximo acúmulo de cobre em folhas aos 45 DAE, com $58,4 \text{ g ha}^{-1}$ e posterior queda até o final do ciclo, sendo observado em torno de 30 g ha^{-1} de cobre acumulado em folhas, aos 120

DAE. Comportamento diferente foi verificado para CV 147, que expressou ajuste linear crescente, atingindo 43,71 g ha⁻¹ de cobre acumulado em folhas, aos 120 DAE.

O acúmulo de cobre em colmos (Figura 9b) ajustou-se de forma linear crescente para ambos os híbridos, com taxas de acúmulo diário em torno de 1,87 e 1,65 g ha⁻¹ de cobre em colmos para Advanta 81981 e CV 147 e apresentaram 237 e 207 g ha⁻¹ de cobre acumulado em colmos, aos 120 DAE, respectivamente.

Houve ajuste linear crescente para o acúmulo de cobre em ráquis (Figura 9c) para o híbrido Advanta 81981, com taxa diária de acúmulo de 0,02 g ha⁻¹, atingindo 21 g ha⁻¹ de cobre acumulado. Para o acúmulo de cobre em ráquis do CV 147, foi observado ajuste de forma quadrática, no entanto, não foi possível localizar o ponto de máximo para o período avaliado, sendo observado em torno 24 g ha⁻¹ de cobre acumulado aos 120 DAE.

Figura 09. Acúmulo de cobre (g ha⁻¹) nas folhas (a), colmos (b), ráquis (c) e total (d), dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 (H1) e CV 147 (H2), em função das amostragens, em dias após a emergência (DAE) da cultura. Selvíria, MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Para o acúmulo de cobre total (Figura 9d) houve ajuste linear crescente para os dois híbridos de sorgo sacarino e apresentaram, aos 120 DAE, 289 e 275 g ha⁻¹ de cobre acumulado em Advanta 81981 e CV 147, respectivamente. Os valores obtidos para os híbridos de sorgo sacarino são superiores aos relatados por Franco (2011) que, trabalhando com marcha de absorção de nutrientes em sorgo granífero, verificou o acúmulo de 89 g ha⁻¹ de cobre na parte aérea da cultura, o que permite inferir que o sorgo sacarino acumula cerca de três vezes mais cobre nas plantas em relação ao sorgo granífero.

O elevado acúmulo de cobre verificado nos híbridos de sorgo sacarino podem estar relacionados à grande produtividade de matéria seca, pois os teores de Cu encontrados no tecido vegetal das plantas estão dentro da faixa estabelecida como adequada para o crescimento normal das plantas, conforme Dechen e Nachtigall (2006), sendo compreendido entre 2 e 75 mg kg⁻¹ de matéria seca.

Para o acúmulo de ferro em folhas (Figura 10a), constatou-se a ocorrência de ajuste na forma quadrática para ambos os híbridos, com máximo acúmulo de Fe verificado aos 85 DAE para Advanta 81981 e aos 94 DAE para CV 147, sendo que os valores máximos observados para os dois híbridos estiveram em torno de 2.500 g ha⁻¹ de Fe acumulado em folhas.

Na análise de acúmulo de Fe em colmos (Figura 10b), foi verificado ajuste linear crescente para ambos os híbridos, sendo observado ao final do ciclo (120 DAE), respectivos 2.100 e 3.200 g ha⁻¹ de ferro acumulado em Advanta 81981 e CV 147.

Para o acúmulo de Fe em ráquis (Figura 10c), houve ajuste na forma linear para CV 147 e quadrática no híbrido Advanta 81981, que apresentou 264 g ha⁻¹ de Fe acumulado aos 75 DAE e, 1.004 g ha⁻¹ de Fe acumulado aos 120 DAE. Para CV 147, os valores estiveram em torno de 363 g ha⁻¹ e 682 g ha⁻¹ de Fe acumulado aos 75 e 120 DAE, respectivamente.

Em relação ao acúmulo de Fe total (Figura 10d), houve ajuste na forma linear para ambos os híbridos. Advanta 81981 e CV 147 apresentaram taxas de acúmulo diário em torno de 42 e 47 g ha⁻¹, que resultaram em 4.350 e 4.470 g ha⁻¹ de Fe acumulado no período de florescimento (75 DAE) e, 5.390 e 6.390 g ha⁻¹ de Fe acumulado aos 120 DAE, respectivamente.

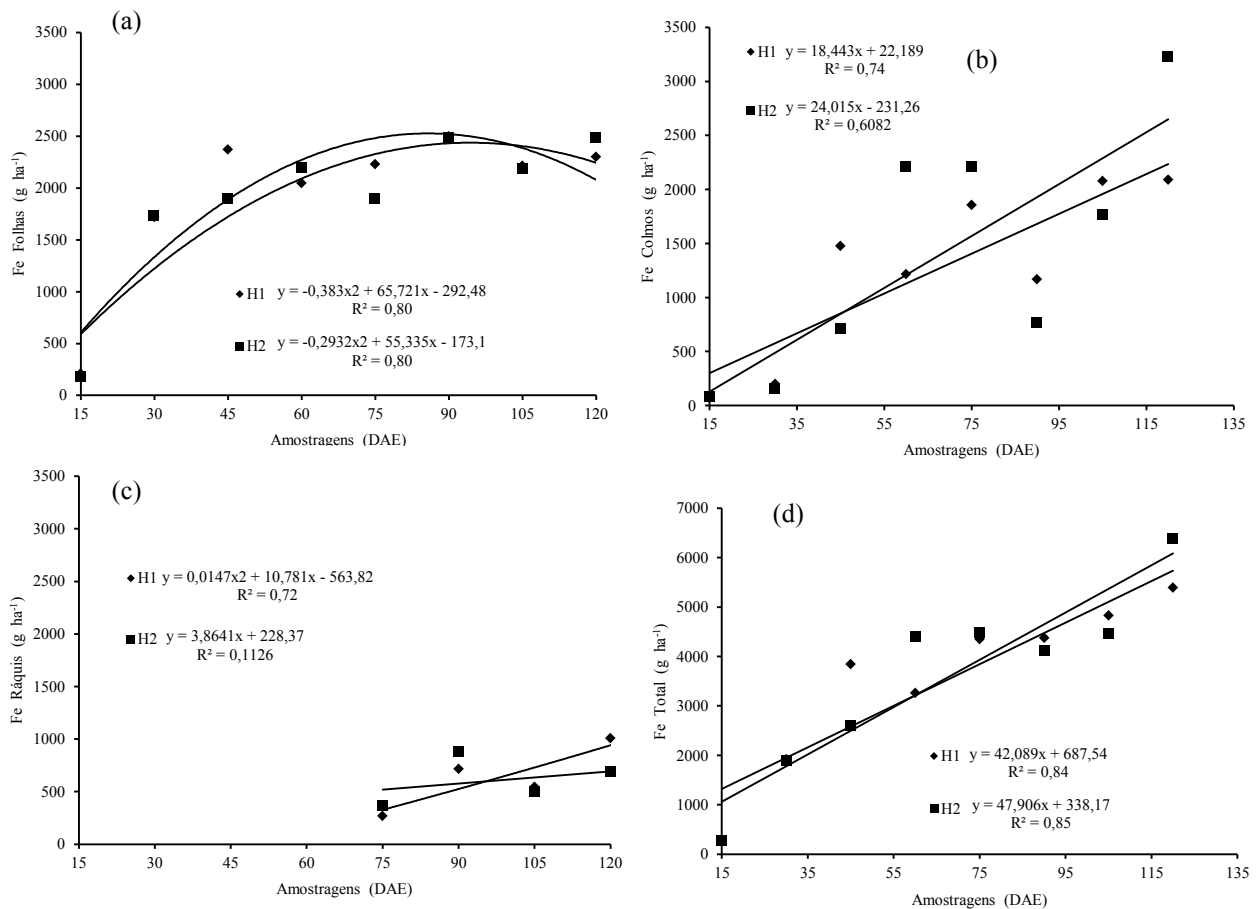
De acordo com Dechen e Nachtigall (2006), as concentrações de Fe nas plantas podem variar entre 10 e 1.500 mg kg⁻¹ de matéria seca, portanto, pode-se inferir que os híbridos de sorgo sacarino acumularam Fe em concentrações relativamente superiores e, provavelmente este comportamento está relacionado à grande disponibilidade deste micronutriente na solução do solo, visto que o cultivo ocorreu em solo de Cerrado, caracterizado por possuir

altos teores de Fe e baixa saturação por bases, o que poderia elevar sua disponibilidade e consequente absorção pelas plantas de sorgo sacarino.

Quanto ao acúmulo de manganês em folhas (Figura 11a), houve comportamento linear crescente para o híbrido Advanta 81981, que apresentou taxa de acúmulo diário em torno de $5,52 \text{ g ha}^{-1}$, chegando a 552 g ha^{-1} de Mn acumulado em folhas, aos 120 DAE. Já em CV 147, houve ajuste a forma quadrática, com ponto de máximo acúmulo de Mn foliar aos 102 DAE, com 318 g ha^{-1} .

Na análise de acúmulo de manganês em colmos (Figura 11b), foi verificado ajuste linear crescente para Advanta 81981, que apresentou taxa diária de acúmulo em torno de $6,75 \text{ g ha}^{-1}$ de Mn e apresentou 858 g ha^{-1} de Mn acumulado no final do ciclo.

Figura 10. Acúmulo de ferro (g ha^{-1}) nas folhas (a), colmos (b), ráquis (c) e total (d), dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 (H1) e CV 147 (H2), em função das amostragens, em dias após a emergência (DAE) da cultura. Selvíria, MS, 2013.

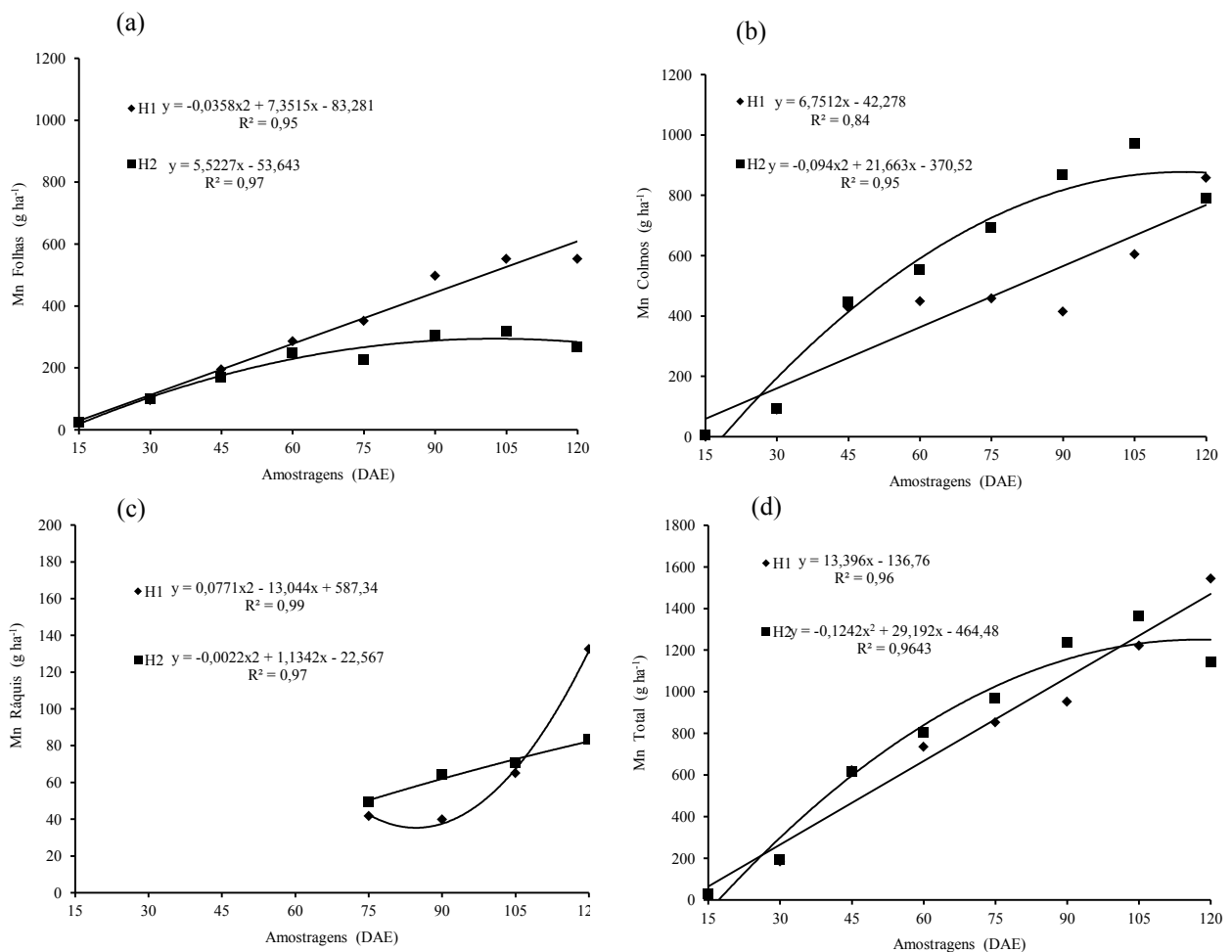


Fonte: Próprio autor.

Houve ajuste a forma quadrática para acúmulo de Mn em colmos no híbrido CV 147 (Figura 11b), no entanto, o ponto de máximo se deu próximo a sétima amostragem, ao redor de 105 DAE, com 972 g ha⁻¹ de Mn acumulado em colmos.

Houve ajuste a forma quadrática para o acúmulo de Mn em ráquis (Figura 11c), para ambos os híbridos, sendo que o máximo acúmulo foi observado ao final do ciclo, com 132 e 83 g ha⁻¹ de Mn acumulados em Advanta 81981 e CV 147, respectivamente.

Figura 11. Acúmulo de manganês (g ha⁻¹) nas folhas (a), colmos (b), ráquis (c) e total (d), dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 (H1) e CV 147 (H2), em função das amostragens, em dias após a emergência (DAE) da cultura. Selvíria, MS, 2013.



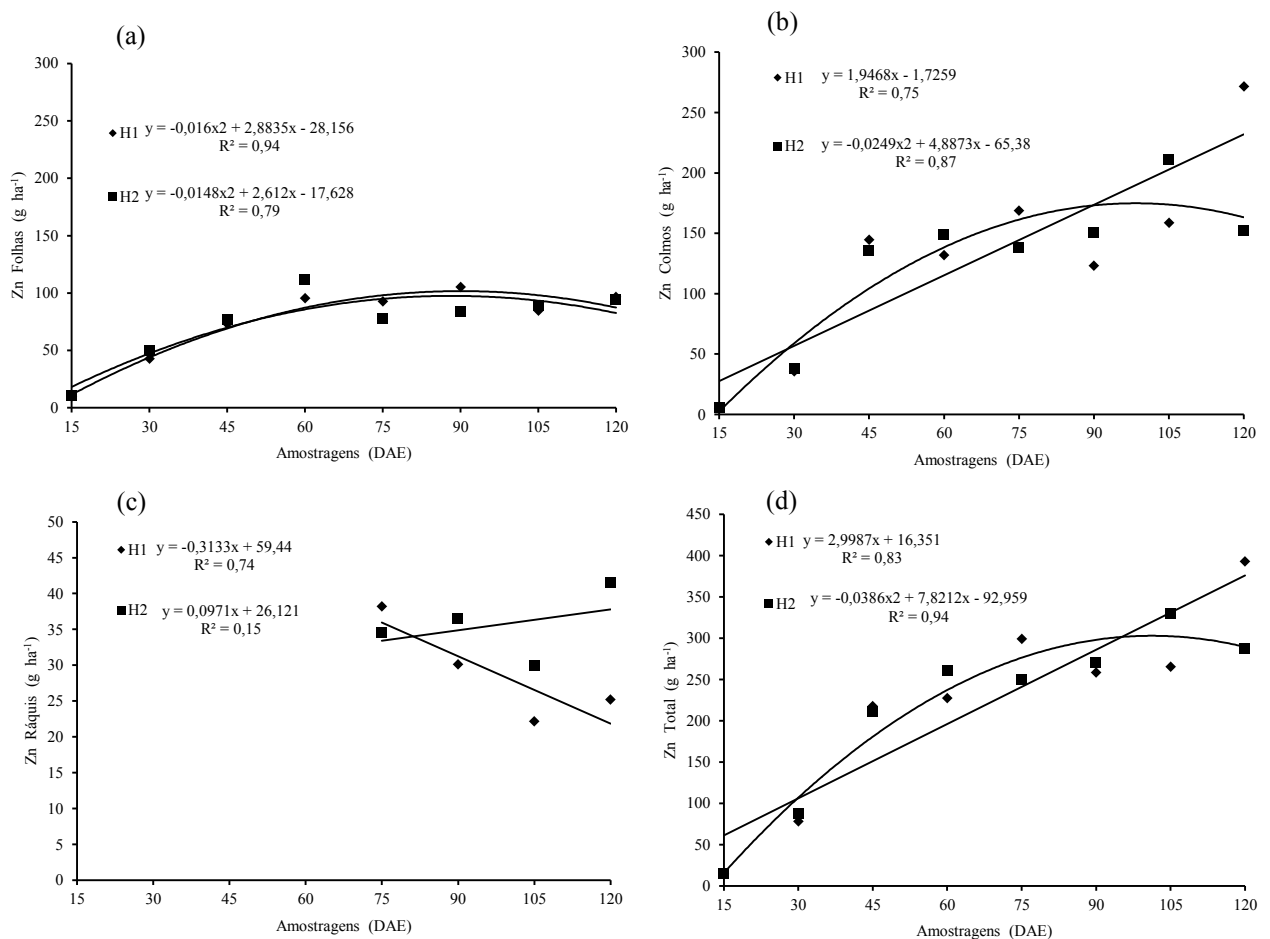
Fonte: Próprio autor.

Em relação ao acúmulo de manganês total (Figura 11d), houve ajuste na forma linear para Advanta 81981, com taxa de acúmulo diário de 13,4 g ha⁻¹, expressando 1.542 g ha⁻¹ de Mn acumulado aos 120 DAE. Para o acúmulo de Mn no híbrido CV 147, houve ajuste a

forma quadrática, com ponto de máximo próximo aos 105 DAE, onde se verifica em torno 1.360 g ha⁻¹ de Mn acumulado. Os híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 e CV 147 apresentaram valores de acúmulo total de Mn parecidos com os relatados por Bressan et al. (2001), em torno de 1.351 g ha⁻¹ de Mn acumulado na parte aérea das plantas de sorgo.

Para o acúmulo de zinco em folhas (Figura 12a), houve ajuste a forma quadrática para ambos os híbridos, com maiores valores de acúmulo de Zn verificado aos 90 DAE para Advanta 81981, com 105 g ha⁻¹ e aos 60 DAE para CV 147, com 111,5 g ha⁻¹ de Zn acumulado em folhas.

Figura 12 - Acúmulo de zinco (g ha⁻¹) nas folhas (a), colmos (b), ráquis (c) e total (d), dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 (H1) e CV 147 (H2), em função das amostragens, em dias após a emergência (DAE) da cultura. Selvíria, MS, 2013.



Fonte: Próprio autor.

Na análise de acúmulo de zinco em colmos (Figura 12b), foi verificado ajuste linear crescente para o híbrido Advanta 81981, com taxa de acúmulo diário em torno de 1,95 g ha⁻¹ e

271 g ha⁻¹ de Zn acumulado em colmos, aos 120 DAE. Para o híbrido CV 147 foi observado que o acúmulo de zinco em colmos se deu de forma quadrática, com ponto de máximo próximo aos 98 DAE (210 g ha⁻¹). Houve ajuste linear para o acúmulo de zinco em ráquis (Figura 11c) de forma decrescente para o híbrido Advanta 81981 e crescente para CV 147, onde foi constatado 38 g ha⁻¹ e 25 g ha⁻¹ de Zn acumulado em ráquis aos 75 e 120 DAE, respectivamente para Advanta 81981 e, no CV 147 observou-se respectivos 34,5 g ha⁻¹ e 41,5 g ha⁻¹ de Zn acumulado em ráquis aos 75 (florescimento) e 120 DAE.

Para acúmulo de zinco total (Figura 12d), houve ajuste linear crescente para Advanta 81981, sendo que o híbrido apresentou taxa de acúmulo diário de Zn em torno de 3 g ha⁻¹, resultando em 392 g ha⁻¹ de Zn total acumulado. O acúmulo de Zn total no híbrido CV 147 ocorreu de forma quadrática e apresentou ponto de máximo acúmulo de Zn total aos 101 DAE, com cerca de 330 g ha⁻¹ de Zn total acumulado.

Os híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 e CV 147 apresentaram valores de acúmulo total de Zn inferiores aos constatados por Bressan et al. (2001), em torno de 737 g ha⁻¹ de Zn acumulado na parte aérea da planta.

Os híbridos Advanta 81981 e CV 147 apresentaram acúmulo de micronutrientes na seguinte ordem, em termos de parte aérea das plantas, Fe > Mn > Zn > Cu. Os valores foram mais expressivos no período compreendido entre o florescimento e início de formação de grãos. Esta ordem verificada quanto ao acúmulo de micronutrientes é semelhante à encontrada por Franco et al. (2011) para o sorgo forrageiro, evidenciando as mesmas características de requerimento nutricional da espécie, porém, em quantidades diferentes.

4.5 Qualidade tecnológica do caldo

Os parâmetros de qualidade tecnológica dos híbridos de sorgo sacarino estão apresentados na Tabela 07, sendo que os valores de Brix, Pol, Fibra, ATR, AR e Pureza foram determinados aos 105 e 120 DAE da cultura. Na análise de °Brix foram constatados 14,3 e 17,2 aos 105 DAE e, 14,0 e 15,1 aos 120 DAE, para Advanta 81981 e CV 147, respectivamente. O °Brix no híbrido Advanta 81981 mostrou-se abaixo da faixa estabelecida por Pacheco (2012), que varia entre 15 e 19%, entretanto, CV 147 atingiu a faixa aos 105 DAE. Shaffert e Parrella (2012) afirmam que o caldo extraído de híbridos de sorgo sacarino apresentam °Brix e teor de açúcares inferiores aos das variedades e por consequência o rendimento de etanol a partir de híbridos sacarinos seriam inferiores aos das variedades, no

entanto os híbridos Advanta 81981 e CV 147 expressaram, aos 105 DAE, valores dentro da faixa adequada.

Foram constatados valores de Pol de 9,5 e 11,7% aos 105 DAE (Tabela 07) e, 10,6 e 10,8% aos 120 DAE, nos híbridos Advanta 81981 e CV 147, respectivamente. Quanto aos valores de Fibra (Tabela 07), determinados aos 120 DAE nos híbridos de sorgo sacarino, observaram-se 13,0 e 13,1% para Advanta 81981 e CV 147. De acordo com Pacheco (2012), as análises realizadas nas indústrias, de cultivares de sorgo sacarino produzidos em diferentes locais, podem apresentar teores de fibra variável de 12 a 20%. O teor de fibra do sorgo sacarino pode variar em função de condições climáticas e agronômicas, como também pela realização de pequenos ajustes na moenda e embebição, para evitar problemas de embuchamento e garantir alta eficiência de extração, além de umidade ideal do bagaço.

Para o açúcar total recuperável (ATR), foram verificados 92,9 e 95,5 kg t⁻¹ para Advanta 81981 e CV 147, respectivamente (Tabela 07). Parrella e Shaffert (2012) ressaltam que um ART de 12,5% corresponde a aproximadamente um °Brix de 14,25 a 14,5, que são resultados parecidos com os encontrados nos híbridos, entretanto, segundo os mesmos autores, a produção econômica e sustentável de etanol a partir do sorgo sacarino requer níveis mínimos de produção de açúcar e teor de açúcar total no caldo. Um ATR mínimo de 12,5% é desejável, pois as leveduras podem converter completamente este nível de açúcar em etanol dentro de 6 a 10 horas e, concentrações de ATR menores que 12,5% resultarão em uma baixa eficiência de utilização dos tanques de fermentação, aumentando assim os custos industriais.

Os híbridos Advanta 81981 e CV 147 apresentaram valores de AR em torno de 1,1 e 1,2%, respectivamente, aos 120 DAE (Tabela 07). De acordo com Pacheco (2012), para a cultura do sorgo sacarino, o AR deve situar-se entre 1 e 3% para que esteja dentro da faixa adequada para a fabricação da de etanol, assim como na cana de açúcar este parâmetro pode variar entre 0,5 e 1%.

Segundo Teixeira et al. (1999), para a cultura do sorgo sacarino, os teores de açúcares nos colmos são mais elevados quando as plantas atingem a maturidade fisiológica, no caso da cultivar BR 505, aos 121 dias após a semeadura. No entanto, para os híbridos Advanta 81981 e CV 147 verificou-se que, aos 105 DAE as plantas apresentaram valores satisfatórios em termos de teores de açúcares nos colmos. Trabalhando com cultivares de sorgo sacarino, Marchezan e Silva (1984) verificaram teor de açúcares redutores totais de 16% no caldo extraído, sendo próximos aos expressados pelos híbridos Advanta 81981 e CV 147.

Tabela 07. Valores médios de °Brix, Pol, Fibra, ATR, AR e Pureza dos híbridos de sorgo sacarino Advanta 81981 e CV 147 aos 105 e 120 DAE. Selvíria, MS, 2013.

Híbrido	Período (DAE)	°Brix ⁽³⁾ (%)	Pol ⁽⁴⁾ (%)	Fibra ⁽⁵⁾ (%)	ATR ⁽⁶⁾ (kg t ⁻¹)	AR ⁽⁷⁾ (%)	Pureza (%)
H1 ⁽¹⁾	105	14,3	9,5	-	-	-	66,4
H2 ⁽²⁾		17,2	11,7	-	-	-	68,0
H1	120	14,0	10,6	13,0	92,9	1,1	75,3
H2		15,1	10,8	13,1	95,5	1,2	71,3

⁽¹⁾ Advanta 81981; ⁽²⁾ CV 147; ⁽³⁾ Sólidos solúveis presentes na amostra; ⁽⁴⁾ Relação entre a porcentagem em massa de sacarose e a de sólidos solúveis contido no caldo; ⁽⁵⁾ Porcentagem em massa de matéria seca insolúvel; ⁽⁶⁾ Açúcar total recuperável; ⁽⁷⁾ Açúcares redutores.

Fonte: Próprio autor.

A porcentagem de açúcares redutores (AR) expressados pelos híbridos (aos 120 DAE) esteve em torno de respectivos 1,1 e 1,2% Advanta 81981 e CV 147. Estes valores verificados para ambos os híbridos estão dentro da faixa estabelecida por Pacheco (2012), entre 1 e 3%. O cálculo de pureza (%) revelaram valores de 66,4 e 68,0 aos 105 DAE e, 75,3 e 71,3 aos 120 DAE, para Advanta 81981 e CV 147, respectivamente. Conforme Pacheco (2012), a pureza na cultura do sorgo sacarino varia entre 60 e 75%, sendo relativamente menor do que a faixa encontrada na cultura da cana de açúcar, em torno de 80 a 90%, para o mesmo parâmetro.

Conforme Montovani et al. (2012), o ponto ideal de colheita do sorgo sacarino pode ser determinado pelos valores de Brix, açúcares redutores e totais e porcentagem de caldo, contidos na cultura. Portanto, a partir dos valores verificados nos híbridos Advanta 81981 e CV 147 para os parâmetros de qualidade tecnológica, pode-se concluir que estes híbridos apresentam-se aptos à colheita, em cultivo de safrinha, a partir dos 105 DAE até o final do ciclo, verificado aos 120 DAE, na região de Selvíria, MS.

5 CONCLUSÕES

Os híbridos Advanta 81981 e CV 147 produziram 17.400 e 16.170 kg ha⁻¹ de matéria seca aos 120 DAE, respectivamente;

Foi observado máximo acúmulo de nutrientes no período de florescimento das plantas, em ambos os híbridos de sorgo sacarino;

O acúmulo de nutrientes na parte aérea seguiu a seguinte ordem: K > N > Mg > Ca > P > S > Fe > Mn > Zn > Cu, para os dois híbridos de sorgo sacarino;

Os híbridos de sorgo sacarino acumulam o dobro de P e K, na parte aérea, em relação às antigas variedades;

Os híbridos Advanta 81981 e CV 147 apresentam bons valores em termos de qualidade tecnológica na biomassa para a colheita entre 105 e 120 DAE, quando cultivados em época de safrinha, na região de Selvíria, MS.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n.2, p. 124-130, 2010.
- ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 253-280.
- BORGES, I. D. **Marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca em milho**, 2006. 168 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- BRESSAN, W.; SIQUEIRA, J. O.; VASCONCELLOS, C. A. Fungos micorrizicos e fósforo no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n.2, p. 315-323, 2001.
- BULL, L. T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. 301 p.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. V.; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. Van. Et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p. 45-47. (Boletim Técnico, n. 100).
- CENTURION, J.F. Balanço hídrico na região de Ilha Solteira. **Científica**, Jaboticabal, v. 10, n.1, p.57-61, 1982.
- COELHO, A. M. Adubação. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). p. 42-49.
- COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D. **Seja doutor do seu sorgo**. Brasília: Potafós, 2002. (Arquivo Agrônomo, n. 14; Encarte do Informações Agrônomicas, nº. 100) p. 1-24.
- CONSECANA. Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool do Estado de São Paulo. **Manual de Instruções**, Piracicaba, 2003. 116 p.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G, R Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 92-132.

DUARTE, A. P. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 1-20, 2003.

EMYGDIO, B. M.; PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E. ; TARDIN, F. D.; MENEZES, C. B. ; FACHINELLO, P. H.; OLIVEIRA, L. N.; BARROS, L. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino visando à produção de etanol em solos hidromórficos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 17, p. 53, 2011.

FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 390-395, 2000.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos**. Lavras: UFLA, 2003. Software.

FRANCO, A. A. N. **Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2011.

LANDAU, E. C.; SCHAFFERT, R. E. Zoneamento de áreas aptas para o plantio de sorgo sacarino na época de entressafra de cana-de-açúcar no Brasil. **Agroenergia em Revista**, Brasília, v. 2, n. 3, p.18-19, 2011.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 4 p. (Comunicado Técnico, n. 86).

MAKRANTONAKI, M. S.; PAPALEXIS, D.; NAKOS, N.; KALAVROUZOTIS, I. K. Effect of modern irrigation methods on growth and energy production of sweet sorghum (var. Keller) on a dry year in Central Greece. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 90, p. 181-189, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.

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

MAY, A.; DURÃES, F. O. M. Introdução. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol sistema BRS1G: tecnologia qualidade** Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). p. 11-14.

MAY, A.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; SILVA, A. F.; PEREIRA FILHO, I. A. Manejo e tratamentos culturais. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol sistema BRS1G: tecnologia qualidade** Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). p. 22-31.

MARCHEZAN, E.; SILVA, M.I. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino em Santa Maria, RS. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 14, p.161-172, 1984.

MIRANDA, R. A. Custo de produção e viabilidade econômica de etanol a partir do sorgo sacarino plantado na entressafra da cana-de-açúcar. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol sistema BRS1G: tecnologia qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). p. 106-112.

MONTOVANI, E. C.; RIBAS, P. M.; GUIMARÃES, L. B. Mecanização. IN: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). p. 34-41.

PACHECO, T. F. Tecnologia industrial. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol sistema BRS1G: tecnologia qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). p. 92-105.

PARRELLA, R. A. C. Melhoramento genético do sorgo sacarino. **Agroenergia em Revista**, Brasília, v. 2, n. 3, p.8-9, 2011.

PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E. Cultivares. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol sistema BRS1G: tecnologia qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). p. 14-22.

PITTA, G. V. E.; VASCONCELOS, C. A.; ALVES, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J. C. et al. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. cap. 9, p.243-262.

PRADO, R. M. de.; ROMUALDO, L.M.; ROZANE, D. E. Aplicação de zinco em sementes de sorgo cv. BRS 304: efeitos na nutrição e no crescimento inicial. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 471-478, 2008.

RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285p.

RESENDE, A. V.; COELHO, A. M.; RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F. C. **Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 119).

RIBAS, P. M. **Implantação da cultura do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 94).

RODRIGUES, E. F.; LEITE, I. C.; Crescimento de genótipos de sorgo plantados nos sentidos norte-sul e leste-oeste. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 173-179, fev. 1999.

ROSOLEM, C.A.; MALAVOLTA, E. **Acumulação de matéria seca e macronutrientes pelo sorgo sacarino**. Piracicaba: ESALQ, 1981. v. 38, p. 223-241.

SANS, L. M. A.; A. V. de C. DE MORAIS; D. P. GUIMARÃES. **Época de plantio de sorgo** Sete Lagoas: MAPA, 2003. (Comunicado Técnico, 80).

SANTI, A.; CAMARGOS, S. L.; PEREIRA, W. L. M. Deficiências de micronutrientes em sorgo (*Sorghum bicolor*). **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 3, p. 54-63, 2005.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, F. C.; FILHO, M. R. A.; RESENDE, A. V.; OLIVEIRA, A. C. **Efeito da adubação de cobertura com nitrogênio e potássio na cultura do sorgo biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 36 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 73).

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINI, J. G.; J. G.; NICOLELLA, G.; ZARON, M. H. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1601-1606, 1999.