



Atributos produtivos e nutricionais da forragem hidropônica de milho, em diferentes estágios, cultivada em substratos de capim-elefante e serragem de madeira

Productive and nutritional attributes of hydroponic corn forage at different stages grown in elephant grass and wood sawdust substrates

Tais Borges da Cruz-Neiva¹ , Julia de Castro Cerqueira¹ , Emily Sabrina Cotrim dos Santos¹ , Raniere de Araújo Lima Almeida¹ , Hackson Santos da Silva² , Eliane Leal Candeias-Oliveira³ , Luiz Edmundo Cincurá de Andrade Sobrinho¹ , Kaliane Nascimento de Oliveira⁴ , Ana Lúcia Almeida Santana¹ 

1 Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia, Brasil

2 Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, Bahia, Brasil

3 Fundação José Carvalho (FJC), Pojuca, Bahia, Brasil

4 Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas, Brasil

*autor correspondente: zootecana@gmail.com

Resumo: O objetivo foi avaliar atributos produtivos e nutricionais da forragem hidropônica de milho, em diferentes estágios, cultivada em substratos de capim-elefante e serragem de madeira. Foram estabelecidos dois tratamentos (T), com diferentes substratos: T1 – capim-elefante picado e desidratado e T2 – serragem de madeira. No 13º e 20º dias após a semeadura, amostras da forragem foram coletadas para avaliação do desenvolvimento das plântulas, produção de biomassa e composição nutricional. O substrato capim-elefante promoveu melhor desenvolvimento das plântulas, maior produção de biomassa e concentração de matéria mineral, aos 13 dias, quando a serragem de madeira promoveu maior concentração de matéria seca, proteína bruta, lignina e carboidrato não fibrosos ($P < 0,05$). O substrato capim-elefante resultou em maior altura de plântula, produção de biomassa verde, concentração de matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo, aos 20 dias, quando a serragem de madeira promoveu maior comprimento de raiz, maior concentração de matéria seca, fibra em detergente ácido e lignina ($P < 0,05$). O substrato capim-elefante e a coleta aos 13 dias promoveram melhor resultado para a produção de forragem hidropônica, bem como para a sua composição nutricional.

Palavras-chave: biometria; *Pennisetum purpureum*; *Zea mays*

Abstract: The objective was to evaluate productive and nutritional attributes of hydroponic corn forage, at different stages, grown in substrates of elephant grass and wood sawdust. Two treatments (T) were established, with different substrates: T1 – chopped and dehydrated elephant grass and T2 – wood sawdust. On the 13th and 20th day after sowing, forage samples were collected to evaluate seedling development, biomass production and nutritional composition. The elephant grass substrate promoted better seedling development, greater biomass production and concentration of mineral matter, at 13 days, when wood sawdust promoted a greater concentration of dry matter, crude

Recebido: 21 de fevereiro, 2024. Aceito: 14 de maio, 2024. Publicado: 19 de julho, 2024.

protein, lignin and non-fibrous carbohydrate ($P < 0.05$). The elephant grass substrates resulted in greater seedling height, production of green biomass, concentration of mineral matter, crude protein and ether extract, at 20 days, when wood sawdust promoted greater root length and greater concentration of dry matter, acid detergent fiber and lignin ($P < 0.05$). The elephant grass substrate and collection 13 days promoted better result to produce hydroponic forage and its nutritional composition.

Keywords: biometry; *Pennisetum purpureum*; *Zea mays*

1. Introdução

A forragem hidropônica é uma tecnologia voltada para a produção de biomassa vegetal, e consiste no cultivo de plantas com substratos naturais ou artificiais, ou mesmo sem substratos e sem solo. O cultivo pode ocorrer em bandejas no interior de estufas⁽¹⁾ ou em solo recoberto por lona^(2,3). Estudos tem aplicado a técnica para a produção de forragem de milho^(4,5), soja⁽⁴⁾, milheto⁽⁶⁾, aveia, cevada, trigo e sorgo⁽⁷⁾, com potencial para ser inserido na alimentação animal, especialmente nos períodos de escassez de alimento, dada a qualidade nutricional, principalmente quando considerada em sua totalidade.

A forragem hidropônica de milho tem ciclo curto e apresenta crescimento acelerado. O tempo médio de cultivo da forragem observado nos estudos é de 15 dias do plantio à colheita, colheitas precoces podem resultar em baixo rendimento por área, enquanto colheitas tardias podem causar competição entre plantas e redução da qualidade nutricional. A FAO (2001)⁽⁷⁾ recomenda que a colheita seja realizada entre 10 e 12 dias, pois, a partir desse período, se inicia o processo de perda da qualidade nutricional, o que foi observado e reportado por Almeida et al. (2021)⁽⁸⁾.

O uso de substratos na produção de forragem hidropônica contribui para o aumento do teor de massa seca, pode afetar o valor nutricional da forragem⁽⁹⁾ e permite a fixação do sistema radicular das plântulas, o que é importante para o bom desenvolvimento da forragem⁽¹⁰⁾. Estudos demonstram bons resultados com o aproveitamento de pastagens não utilizadas, para o cultivo de forragem hidropônica⁽⁵⁾, mas não há estudos relatando o uso da serragem de madeira como substrato para este fim.

A serragem de madeira é uma opção que apresenta qualidades desejáveis para substrato, a depender do tipo de madeira e do seu armazenamento⁽¹¹⁾. Em quase todas as cidades, desde as de pequeno porte, é comum encontrar serrarias ativas, cuja serragem de madeira considerada como resíduo muitas vezes não tem uso imediato, sendo doada em algumas situações ou comercializadas com valor acessível.

Dessa forma, o objetivo com o estudo foi avaliar atributos produtivos e nutricionais da forragem hidropônica de milho, em diferentes estágios, cultivada em substratos de capim-elefante e serragem de madeira.

2. Material e Métodos

O presente estudo foi executado no Setor Vegetal da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, localizada a 12°40'0" de latitude Sul, 39°06'0" de longitude Oeste e 200 metros de altitude, cujo clima é classificado por Köppen como tropical quente e úmido, tipo Aw a Am.

O experimento foi montado em casa de vegetação para controle de aguada, com dois tratamentos (T), constituídos por diferentes substratos, para o cultivo da forragem hidropônica de milho (*Zea mays*, L.; variedade Al-Bandeirante; 93% de taxa de germinação), sendo: T1 (n = 5) – capim-elefante picado e desidratado; T2 (n = 5) – serragem de madeira. A unidade experimental (UE) foi representada por um canteiro (0,45m²) e para a distribuição dos tratamentos nas unidades experimentais foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado.

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) foi submetido ao processo de trituração em máquina forrageira (tamanho médio de 2cm), seguido da desidratação em temperatura ambiente, por quatro dias consecutivos, com revolvimento a cada duas horas. A serragem de madeira, com partículas predominantemente de 2,5mm, foi adquirida no comércio local. Ambos os substratos foram submetidos à análise da composição nutricional, em triplicatas (Tabela 1).

Tabela 1 Caracterização bromatológica, com base na matéria seca, dos substratos.

Variáveis (%)	Substrato capim-elefante	Substrato serragem de madeira
Matéria Seca	93,80	94,37
Matéria Mineral	7,67	2,16
Matéria Orgânica	92,33	97,84
Proteína Bruta	2,55	1,35
Extrato etéreo	8,96	9,70
Fibra em detergente neutro	71,66	82,41
Fibra em detergente ácido	37,92	58,21
Celulose	32,25	35,72
Lignina	4,25	21,14

A semente de milho foi desinfestada em solução de hipoclorito de sódio a 2% durante 10 minutos, sendo posteriormente lavada em água corrente e submetida ao condicionamento osmótico, que consistiu na imersão da semente em água, durante 24 horas, com posterior drenagem, para induzir a pré-germinação.

Os canteiros (0,45m²) foram montados sobre área de solo nivelado com lona dupla face de polietileno. Os substratos foram dispostos nas unidades experimentais em camadas de 0,03m de altura e umedecidos com água (1L.m⁻²). Em seguida, realizou-se a semeadura manual do milho, de forma homogênea, com densidade de 2,2 kg/m², e uma nova camada de substrato (0,02m) foi disposta, cobrindo totalmente as sementes, seguido do umedecimento (0,5L.m⁻²).

A partir do segundo dia após a semeadura até o 19º dia, a aguada foi realizada com auxílio de regador convencional, utilizando-se 2,0 litros de água/m²/dia, dividido igualmente em dois períodos. Nos dias chuvosos a aguada dos canteiros foi suspensa, pois os substratos mantinham a umidade da aguada do dia anterior.

Aos 13 e 20 dias, contados a partir da semeadura, realizou-se a colheita de uma amostra por canteiro, para avaliação da biometria (altura de plântula e comprimento de raiz), produção de biomassa verde e seca (kg.m⁻²) e composição nutricional da forragem (matéria seca - MS, matéria mineral - MM, proteína bruta - PB, extrato etéreo - EE, fibra em detergente neutro - FDN, fibra em detergente ácido - FDA, celulose, lignina, nutrientes digestíveis totais estimado - NDT e carboidrato não fibroso - CNF).

Para a avaliação da biometria, 10 plântulas de cada canteiro foram coletadas ao acaso e submetidas às mensurações da raiz e parte aérea com auxílio de paquímetro. Retirou-se então, uma amostra (0,09m²) de cada canteiro, e das amostras, o excesso de substrato foi removido por fricção, seguido da pesagem para determinação da produção de biomassa verde (PBV). A produção de biomassa seca (PBS) foi determinada a partir da PBV e do teor de MS de cada canteiro: $PBS/m^2 = (PBV \times MS)/100$.

Para a avaliação da composição nutricional, a amostra foi constituída pela parte aérea da forragem, raiz, sementes não germinadas e substrato remanescente. As amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada, a 55 °C, por 72 horas, quando foram novamente pesadas, moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1mm, armazenadas para análise da MS, MM, PB, EE, FDN, FDA, celulose e lignina, de acordo com os protocolos descritos em Silva e Queiroz (2002) ⁽¹²⁾. O NDT foi estimado a partir da equação: $NDT = 83,79 - (0,4171 \times FDN)$ ⁽¹³⁾. O CNF foi calculado a partir da equação: $CNF = 100 - MM - EE - PB - FDN$, sendo todos os termos expressos como porcentagem da matéria seca ⁽¹⁴⁾.

Os dados obtidos foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. As variáveis apresentaram distribuição normal e os dados foram submetidos à análise de variância. Adotou-se o nível de significância de 5% para todas as avaliações.

3. Resultados e Discussão

O substrato capim-elefante promoveu melhor desenvolvimento das plântulas e maior produção de biomassa aos 13 dias, o que também foi observado aos 20 dias; a serragem de madeira resultou em maior comprimento de raiz aos 20 dias ($P < 0,05$). Ao avaliar a influência da idade de coleta, obteve-se maior PBV e PBS aos 13 dias e maior altura de plântula aos 20 dias para a forragem cultivada no substrato capim-elefante, quando também houve maior altura de plântula e comprimento de raiz para a forragem cultivada na serragem de madeira ($P < 0,05$). As demais variáveis não foram influenciadas pela idade de coleta ($P > 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2 Biometria de plântula e produção de biomassa verde (PBV) e seca (PBS) da forragem hidropônica de milho cultivada em diferentes substratos e colhida com diferentes idades.

Idade de coleta	Variáveis	Substrato capim-elefante	Substrato serragem de madeira	P valor
13 dias	Altura das plântulas (cm)	21,85 ± 4,62 ^{aB}	17,13 ± 3,94 ^{bB}	< 0,01
	Comprimento de raiz (cm)	17,09 ± 4,63 ^a	8,35 ± 2,82 ^{bB}	< 0,01
	PBV (kg.m ⁻²)	8,25 ± 0,91 ^{aA}	2,65 ± 2,25 ^b	0,004
	PBS (kg.m ⁻² MS)	2,17 ± 0,24 ^{aA}	0,88 ± 0,75 ^b	0,017
20 dias	Altura das plântulas (cm)	28,06 ± 5,00 ^{aA}	22,68 ± 5,68 ^{bA}	0,010
	Comprimento de raiz (cm)	15,02 ± 4,24 ^b	18,54 ± 5,32 ^{aA}	0,001
	PBV (kg.m ⁻²)	4,40 ± 0,92 ^{aB}	2,93 ± 0,49 ^b	0,050
	PBS (kg.m ⁻² MS)	1,20 ± 0,25 ^B	0,91 ± 0,15	0,133
P valor		< 0,01	< 0,01	

As variáveis apresentaram distribuição normal e os dados estão representados pela média ± desvio padrão. Letras minúsculas na linha indicam diferença entre os substratos. Letras maiúsculas na coluna indicam diferença entre as idades de coleta. Adotou-se a ANOVA ao nível de 5% de significância.

Os resultados obtidos para o desenvolvimento das plântulas e produção de biomassa podem ser justificados pela composição químico-bromatológica do substrato, uma vez que o capim-elefante desidratado possui maior teor de matéria mineral e proteína bruta. Possivelmente os nutrientes presentes foram disponibilizados para as plântulas, o que garantiu maior desenvolvimento e conseqüentemente maior produção de massa verde e seca.

As plântulas alcançaram valores que corroboram com o estudo da FAO (2001)⁽⁷⁾, no qual cita que a altura da forragem hidropônica, dependendo do período de crescimento, pode alcançar de 20 a 30 cm. Ndaru et al. (2020)⁽¹⁵⁾ obtiveram 27,33cm aos 12 dias e 37,33cm aos 20 dias. Os mesmos autores também reportaram produção de biomassa de 1,053kg e 1,233kg aos 12 e 20 dias, respectivamente. Santos et al. (2023)⁽⁵⁾ obtiveram, aos 13 dias pós-semeadura, altura de 13,35 cm e produção de 0,323kg.m⁻² de massa seca, ao utilizarem a serragem de madeira como substrato.

Apesar da altura das plântulas ter aumentado com a idade, tal crescimento não foi suficiente para garantir maior PBV e PBS, principalmente com o substrato capim-elefante, que reduziu pela metade em comparação à primeira colheita. Tal ocorrência corrobora o estudo da FAO (2001)⁽⁷⁾, no qual sugere que colheita realizada entre 7 e 10 dias garante bons índices de produtividade, diferente da colheita da forragem com idade mais avançada, que pode resultar em redução de biomassa seca e da qualidade nutricional. Müller et al. (2006)⁽⁶⁾ relataram redução de 2,28kg.m⁻² para 1,62kg.m⁻² na produção de massa seca da forragem hidropônica de milho com colheita aos 10 e 20 dias, respectivamente.

A serragem de madeira promoveu, aos 13 dias, maior concentração de MS e de PB, quando o substrato capim-elefante resultou em maior concentração de MM ($P < 0,05$) e o EE foi semelhante entre os tratamentos ($P > 0,05$). A serragem de madeira promoveu, aos 20 dias, maior concentração de MS e com o capim-elefante obteve-se maior concentração de MM, PB e EE ($P < 0,05$). A idade de coleta influenciou na composição bromatológica da forragem. Obteve-se maior concentração de MM e PB aos 20 dias em ambos os substratos; e para a forragem cultivada em serragem de madeira, obteve-se maior teor de EE aos 13 dias ($P < 0,05$). As demais variáveis não foram influenciadas pela idade de coleta ($P > 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3 Composição bromatológica da forragem hidropônica de milho cultivada em diferentes substratos e colhida com diferentes idades.

Idade de coleta	Variáveis (%)	Substrato capim-elefante	Substrato serragem de madeira	P valor
13 dias	Matéria seca	26,96 ± 2,50 ^b	31,70 ± 2,73 ^a	< 0,01
	Matéria mineral	3,99 ± 0,63 ^{aB}	1,10 ± 0,52 ^{bB}	< 0,01
	Proteína bruta	10,21 ± 0,54 ^{bB}	10,85 ± 0,27 ^{aB}	0,010
	Extrato etéreo	18,13 ± 2,46	18,49 ± 0,21 ^A	0,685
20 dias	Matéria seca	27,29 ± 1,10 ^b	30,93 ± 1,15 ^a	< 0,01
	Matéria mineral	6,50 ± 0,92 ^{aA}	3,45 ± 0,34 ^{bA}	< 0,01
	Proteína bruta	12,72 ± 0,41 ^{aA}	11,83 ± 0,32 ^{bA}	0,001
	Extrato etéreo	18,66 ± 0,50 ^a	17,60 ± 0,27 ^{bB}	0,001
P valor		< 0,01	< 0,01	

As variáveis apresentaram distribuição normal e os dados estão representados pela média ± desvio padrão. Letras minúsculas na linha indicam diferença entre os substratos. Letras maiúsculas na coluna indicam diferença entre as idades de coleta. Adotou-se a ANOVA ao nível de 5% de significância.

A composição bromatológica do material produzido em hidroponia é variável, como descrito por Shit (2019)⁽¹⁶⁾ e *vários fatores podem influenciar* essa composição. Acredita-se que, neste estudo, a composição bromatológica da forragem tenha sido influenciada também pela composição do próprio substrato, uma vez que fez parte da amostra utilizada para análise, *a plântula inteira, grãos de milho não germinados e substrato remanescente*.

A MS foi superior na forragem cultivada em serragem de madeira, cujo substrato também apresentou teor de MS (94,37%) superior ao capim-elefante (93,80%), o que provavelmente justifica tal resultado. Semelhante a este estudo, Campêlo et al. (2007)⁽⁴⁾ obtiveram teor de MS superior no substrato casca de arroz em relação ao capim-elefante e, ao avaliar o teor de MS da raiz das plântulas + substratos, observaram menor teor para o capim-elefante (19,62%) em relação à casca de arroz (41,12%).

O maior teor de MM foi obtido na forragem cultivada em capim-elefante, o qual também apresentou maior teor de cinzas em sua composição em relação à serragem de madeira

(Tabela 1). Tal resultado corresponde ao desenvolvimento das plântulas, visto que alguns minerais têm a função de promover o desenvolvimento destas. O sistema radicular bem desenvolvido proporciona maior captação de nutrientes e estes ficam retidos na forragem. Fonseca et al. (2021)⁽⁹⁾ obtiveram 3,98% de MM na forragem hidropônica de milho cultivada em feno de Tifton moído e sugeriram que a concentração de MM é um indicador de nutrição das plantas.

A influência do substrato sobre o teor de PB também é reportada em outros estudos. Neste estudo, apesar de ter sido avaliado o substrato + plântulas, e do capim-elefante ter resultado em maior teor de PB, os teores obtidos em ambos os tratamentos são satisfatórios para atender de forma complementar às exigências nutricionais de animais ruminantes e de herbívoros não ruminantes. Na produção de forragem hidropônica de milho em substrato de capim-elefante, Santos et al. (2023)⁽⁵⁾ relataram concentração de PB de 11,48% aos 13 dias.

O capim-elefante promoveu maior concentração de EE aos 20 dias de idade ($P < 0,0$). O teor de EE presente neste estudo é superior ao encontrado na literatura para a forragem hidropônica de milho. Segundo Shit (2019)⁽¹⁶⁾, é esperado que o conteúdo de EE aumente na planta devido ao aumento de estruturas lipídicas e clorofila, conforme a planta cresce. Tal fato foi observado no estudo de Naik et al. (2012)⁽¹⁷⁾, que descreveram diferença no teor de EE no 5º dia (2,27%) em comparação ao 7º dia (3,49%). Holanda et al. (2021)⁽⁴⁾ relataram 1,4% de EE em forragem de milho cultivada em substrato de casca de arroz.

No presente estudo, logo após a germinação das sementes, notou-se a proliferação de fungos nos canteiros e amostras das sementes de milho e dos substratos foram analisadas. Identificou-se os fungos dos gêneros *Rhizopus* spp. e *Aspergillus* spp., ambos encontrados nas sementes de milho utilizadas, sendo o primeiro também encontrado na serragem de madeira, os quais se proliferaram nas forragens produzidas. Tal fato pode justificar o teor elevado de EE no presente estudo. Segundo Murphy (2001)⁽¹⁸⁾, microrganismos como fungos, acumulam cerca de 30% a 80% de lipídios em sua biomassa.

A concentração de MM e de PB aumentou com a idade de coleta, fato já reportado em outros estudos. Almeida et al. (2021)⁽⁸⁾ testaram diferentes idades de coleta e observaram que a PB reduziu do 10º (10,38%) até o 20º dia (8,78%), mas aumentou no 25º dia (11,37%); e o EE reduziu do 10º (2,10%) até o 20º dia (1,45%) de coleta, assim como ocorreu no presente estudo. Ndaru et al. (2020)⁽¹⁵⁾ observaram que a MM (2,37 X 2,60%) e a PB (14,91 X 18,43%) aumentou do 12º para o 20º dia. Manhães et al. (2011)⁽¹⁹⁾ encontraram para milho forrageiro colhido aos 10 e 17 dias, 10,25% e 15,00% de PB, respectivamente.

Ao avaliar a influência dos substratos, obteve-se maior concentração de lignina na forragem cultivada na serragem de madeira ($P < 0,05$), aos 13 dias, quando a FDN, FDA e celulose foram semelhantes entre os tratamentos ($P > 0,05$). A serragem de madeira também promoveu maior concentração de FDA e de lignina ($P < 0,05$), aos 20 dias, quando a concentração FDN e de celulose foi semelhante entre os tratamentos ($P > 0,05$). Ao avaliar a idade de coleta, apenas o conteúdo de celulose foi influenciado, sendo maior na forragem cultivada em capim-elefante aos 20 dias ($P < 0,05$). Para a forragem cultivada na serragem de madeira, nenhuma das variáveis foi influenciada pela idade de coleta ($P > 0,05$) (Tabela 4).

Rocha et al. (2014)⁽²⁰⁾ encontraram, aos 15 dias, valor superior tanto para FDN (78,32%) como para FDA (59,85%) e justificaram que o alto teor de FDN no substrato (86,67%) pode ter promovido maior teor de FDN na forragem. Müller et al. (2005)⁽²¹⁾ sugeriram que à medida que aumenta a densidade da sementeira ocorre redução no teor de FDN da forragem de milho. O menor diâmetro do caule das plantas, devido à competição por espaço quando a densidade de sementeira é elevada, pode resultar em menor espaçamento da parede celular e, conseqüentemente, diminuir o teor de fibra. Tal fato foi observado nos estudos de Almeida et al. (2021)⁽⁸⁾ e de Rocha et al. (2014)⁽²⁰⁾ para FDN e FDA, que obtiveram redução dessas frações com o aumento da densidade de colheita.

Tabela 4 Conteúdo de fibra da forragem hidropônica de milho cultivada em diferentes substratos e colhida com diferentes idades.

Idade de coleta	Variáveis (%)	Substrato capim-elefante	Substrato serragem de madeira	P valor
13 dias	Fibra em detergente neutro	43,73 ± 5,14	41,57 ± 4,07	0,370
	Fibra em detergente ácido	18,68 ± 3,16	18,83 ± 2,43	0,918
	Celulose	15,82 ± 2,49 ^A	14,05 ± 1,88	0,131
	Lignina	2,22 ± 0,83 ^b	4,32 ± 0,75 ^a	< 0,01
20 dias	Fibra em detergente neutro	41,07 ± 1,78	42,31 ± 4,71	0,501
	Fibra em detergente ácido	16,31 ± 1,10 ^b	19,33 ± 3,49 ^a	0,038
	Celulose	13,77 ± 0,77 ^B	14,12 ± 2,17	0,674
	Lignina	1,51 ± 0,64 ^b	4,68 ± 2,11 ^a	< 0,01
	P valor	< 0,01	> 0,05	

As variáveis apresentaram distribuição normal e os dados estão representados pela média ± desvio padrão. Letras minúsculas na linha indicam diferença entre os substratos. Letras maiúsculas na coluna indicam diferença entre as idades de coleta. Adotou-se a ANOVA ao nível de 5% de significância.

O teor de lignina da forragem cultivada em substrato de serragem foi superior em relação ao capim-elefante, independentemente da idade de coleta, o que provavelmente foi influenciado pelo conteúdo de lignina do próprio substrato. Entretanto é importante ressaltar que o teor de lignina obtido em ambos os tratamentos está abaixo da quantidade de lignina reportada por Valadares Filho et al. (2020)⁽²²⁾ em outras forragens verdes comumente fornecidas para ruminantes, como a *Brachiaria decumbens* (5,35%), capim-elefante (6,88%) e alfafa (7,35%).

Aos 13 dias após a sementeira, houve maior concentração de CNF para a forragem cultivada em serragem de madeira (P<0,05), quando o NDT foi semelhante entre os tratamentos (P>0,05). Aos 20 dias não houve interferência dos substratos para nenhuma das variáveis (P>0,05). Houve redução, com o aumento da idade de coleta, na concentração de CNF da forragem produzida no capim-elefante (P<0,05) (Figura 1).

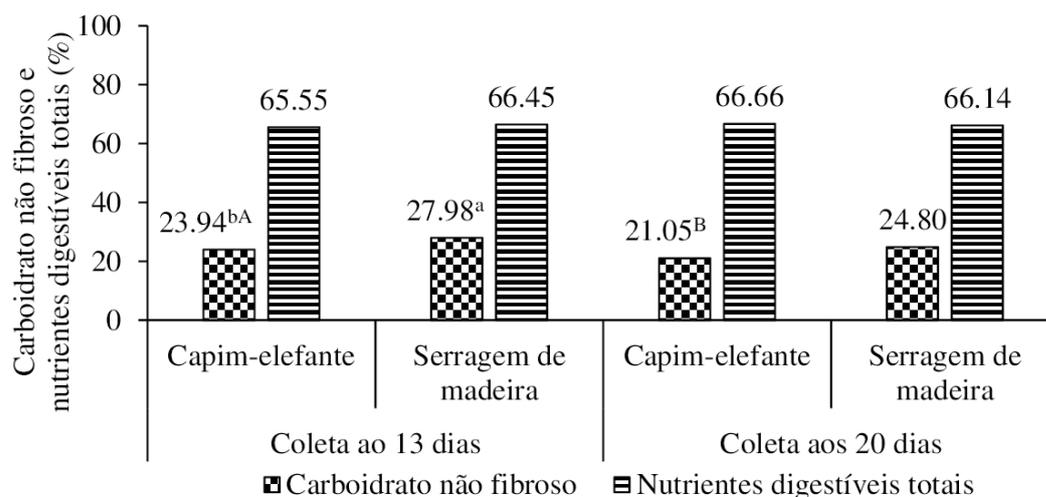


Figura 1 Carboidrato não fibroso e nutrientes digestíveis totais da forragem hidropônica de milho cultivada em diferentes substratos e colhida com diferentes idades. Letras minúsculas indicam diferença entre os substratos e letras maiúsculas indicam diferença entre as idades de coleta, pela ANOVA ao nível de 5% de significância.

O menor teor de CNF observado na forragem cultivada em capim-elefante pode ser justificado pelos teores mais elevados de FDN e MM, uma vez que, quanto maior forem os teores de PB, EE, MM e FDN, menor será a quantidade de CNF. O CNF de um alimento compreende um grupo de polissacarídeo não amiláceo hidrossolúvel, os quais são constituídos pelas frações resistentes às enzimas digestivas de mamíferos e não recuperadas no resíduo de FDN. Holanda et al. (2021) ⁽⁴⁾ obtiveram CNF inferior (14,6%), isso porque os seus teores de cinzas (10,9%) e FDN (66,4%) foram muito superiores, o que inevitavelmente influenciou o teor de CNF.

4. Conclusão

O substrato capim-elefante e a coleta aos 13 dias pós-semeadura promoveram melhor resultado para a produção de forragem hidropônica, bem como para a sua composição nutricional.

Declaração De Conflito De Interesses

Não temos nenhum conflito de interesses a declarar.

Contribuições dos autores

Investigação e redação (esboço original): TB da Cruz-Neiva; JC Cerqueira; ESC dos Santos; RAL Almeida; EL Candeias-Oliveira; HS Silva; ALA Santana. *Recursos:* LEC Andrade Sobrinho; *Análise formal dos dados:* KN de Oliveira; ALA Santana. *Metodologia, Gerenciamento do projeto, Redação (revisão e edição):* ALA Santana

Referências

1 Viquez CR, Bravo FS. Efecto de la nutrición mineral sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz. *Agronomía Costarricense*. 2017;41:1-14. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v41i2.31301>

2 Santana DC, Arevaldo ACM, Silva PR, Kraeski MJ, Ribera LM, Torres FE. Forragem hidropônica no ecótono cerrado pantanal. *Research, Society and Development*. 2021;10:1-10. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15909>

3 Campêlo JEG, Oliveira JCG, Rocha AS, Carvalho JF, Moura GC, Oliveira ME, Silva JAL, Moura JWL, Costa VM, Uchoa LM. Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2007;36:276-281. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000200002>

4 Holanda JMFD, Lazarini E, Sanches IR. Produção de matéria seca e composição bromatológica de milho e soja hidropônicos em palha de arroz e N em cobertura. *Research, Society and Development*. 2021;10:226310615765. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15765>

5 Santos ESC, Almeida RAL, Cruz TB, Cerqueira JC, Silva RC, Andrade Sobrinho LEC, Silva HS, Santos CD, Barbosa LP, Santana ALA. Creole corn seed promotes increase in production and nutritional aspects in hydroponic forage. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2023;24:1-10, e20232021. <https://doi.org/10.1590/S1519-994020232021>

6 Müller L, Santos AS, Manfron PA, Medeiros SLP, Haut V, Dourado Neto D, Menezes NL, Garcia DC. Forragem hidropônica de milheto: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. *Ciência Rural*. 2006;36:1094-1099. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000400008>

7 FAO. Oficina Regional para America Latina y el Caribe. Forraje verde hidropônico: manual técnico. Santiago, 2001. 79 p.

8 Almeida JCS, Valentim JK, Faria DJG, Noronha CMS, Velarde JMDS, Mendes JP, Pietramale RTR, Ziemniczak HM. Bromatological composition and dry matter production of corn hydroponic fodder. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 2021;43:1-8. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.48800>

9 Fonseca GC, Araújo GP, Abreu NL, Pantoja RVL, Nascimento ALS, Faria LA. Quality of hydroponic forage corn cultivated on different by-product substrates. *Ciência Animal Brasileira*. 2021;22:1-11. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v22e-69834>

10 Píccolo MA, Coelho FC, Gravina GA, Marciano CR, Rangel OJP. Produção de forragem verde hidropônica de milho, utilizando substratos orgânicos e água residuária de bovinos. *Revista Ceres*. 2013;60:544-551. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000400014>

11 Sodrê GA, Corá JE, Souza Júnior JO. Caracterização física de substratos à base de serragem e recipientes para crescimento de mudas de cacauero. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2007;29:339-344. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000200029>

12 Silva DD, Queiroz A. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3ª ed. Viçosa: editora UFV; 2002, 235p. Português.

13 Capelle ER, Valadares Filho SC, Silva J FC, Cecon PR. Estimates of the energy value from chemical characteristics of the feed stuffs. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2001;6:1837-1856. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000700022>

14 Detmann E. Métodos para análise de Alimentos - INCT - *Ciência Animal*. 1. ed. Viçosa: editora produção independente; 2012. 214p. Português.

15 Ndaru PH, Huda AN, Marjuki, Prasetyo RD, Shofiatun U, Nuningtyas YF, Ndaru RK, Kusmartono. Providing high quality forages with hydroponic fodder system. *Iop Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020;478:1-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/478/1/012054>

16 Shit N. Hydroponic fodder production: an alternative technology for sustainable livestock production in India. *Exploratory Animal and Medical Research*. 2019;9:108-119. <https://doi.org/10.1590/S1519-994020232021>

17 Naik PK, Dhuri RB, Swain BK, Singh NP. Nutrient changes with the growth of hydroponics fodder maize. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 2012;29:161-163. https://www.researchgate.net/publication/258716467_Nutrient_changes_with_the_growth_of_hydroponics_fodder_maize

18 Murphy DJ. The biogenesis and functions of lipid bodies in animals, plants and microorganisms. *Progress in Lipid Research*. 2001;40:325-438. [https://doi.org/10.1016/s0163-7827\(01\)00013-3](https://doi.org/10.1016/s0163-7827(01)00013-3)

19 Manhães NE, Sant'ana JG, Coelho FC, Garcia LNC, Lombardi CT, Francelino FMA. Forragem de milho hidropônico

cultivado em bagaço de cana-de-açúcar, com diferentes densidades de semeadura e concentrações de vinhoto. Cadernos de Agroecologia. 2011;6:1-5. <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/11445/7250>

20 Rocha RJ, Salviano AAC, Alves AA, Neiva JNM. Produtividade e composição química da forragem hidropônica de milho em diferentes densidades de semeadura no substrato casca de arroz. Revista Científica de Produção Animal. 2014;16:25-31. <https://doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v16n1p25-31>

21 Müller L, Manfron PA, Santos OS, Medeiros SLP, Haut V, Dourado Neto D, Fagan EB, Bandeira AH. Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho, *Zea mays* L., com diferentes densidades de semeadura e datas de colheita. Zootecnia Tropical. 2005;23:105-119. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692005000200002

22 Valadares Filho SC. CQBAL 4.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. 2020. Disponível em: www.ufv.br/cqbal