

Produção de matéria seca e composição bromatológica de milho e soja hidropônicos em palha de arroz e N em cobertura

Dry matter production and bromatological composition of hydroponic corn and soybean in rice straw and nitrogen in topdressing

Producción de materia seca y composición bromatológica de maíz hidropónico y soja en paja de arroz y e N en cobertura

Recebido: 04/05/2021 | Revisado: 09/05/2021 | Aceito: 12/05/2021 | Publicado: 29/05/2021

Juliana Maria Freitas de Assis Holanda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0157-3161>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil

E-mail: juholandamaria@gmail.com

Edson Lazarini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5394-0635>

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil

E-mail: edson.lazarini@unesp.br

Izabela Rodrigues Sanches

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0259-7405>

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil

E-mail: izabelars.agr@gmail.com

Resumo

Dentre as atividades pecuárias desenvolvidas em Rondônia, destaca-se com grande importância a criação de pequenos ruminantes. Um dos gargalos da pecuária na região é a qualidade e disponibilidade de alimentos de qualidade. Desta forma, tecnologias como o cultivo hidropônico de forragem verde surge como uma alternativa no incremento da produção animal. Assim, o objetivo da pesquisa foi avaliar a produção de matéria verde/seca e composição bromatológica de milho e soja hidropônicos, em substrato inerte e N em cobertura. A pesquisa foi conduzida no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia, Campus Cacoal, RO, no período de março a julho de 2018 em casa de vegetação tipo estufa. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com tratamentos dispostos em esquema fatorial 2x3, constituindo-se 6 tratamentos com 4 repetições, totalizando 24 parcelas. As parcelas possuíam área útil de 1,0 x 1,0 x 0,04 m. As avaliações de índice de clorofila, matéria verde/seca e análise químico-bromatológicas foram realizadas no 15º dia após a semeadura. Os resultados obtidos demonstraram que, o teor relativo de clorofila nas folhas não altera com a adição de nitrogênio em cobertura em milho hidropônico aos 15 dias após a semeadura. Os teores de proteína, cinzas e extrato etéreo, aumentaram com a inclusão de 25% e 50% de soja em consórcio com o milho. O consórcio entre milho e soja não alterou a produção de matéria verde e seca em sistema de hidroponia com casca de arroz.

Palavras-chave: Hidroponia; Substrato inerte; Adubação nitrogenada; Proteína; Alimentação animal.

Abstract

Among the livestock activities developed in Rondônia, the creation of small ruminants stands out with great importance. One of the difficulties of livestock in the region is the quality and availability of quality food. In this way, technologies such as hydroponic green forage cultivation appear as an alternative to increase animal production. Thus, the objective of the research was to evaluate the production of green matter/dry matter and chemical composition of corn and soy hydroponic, in inert substrates and N in topdressing. The research was conducted at the Federal Institute of Education Science and Technology of Rondônia, Campus Cacoal, RO, from March to July 2018 in a greenhouse. The experimental design was completely randomized, a 2x3 factorial scheme, consisting of 6 treatments with 4 replications, totaling 24 plots. The plots had a useful area of 1,0 x 1,0 x 0,04 m in depth. Chlorophyll, dry matter and chemical-bromatological analyzes were performed on the 15th day after sowing. The results obtained demonstrated that the relative chlorophyll content in the leaves does not change with the addition of nitrogen in top dressing in hydroponic corn at 15 days after sowing. The contents of protein, ash and ether extract, increased with the inclusion of 25% and 50% of soy in consortium with corn. The consortium between corn and soy did not alter the production of green and dry matter in a hydroponic system with rice straw.

Keywords: Hydroponics; Inerte substrate; Nitrogen fertilization; Protein; Food animal.

Resumen

Entre las actividades ganaderas desarrolladas en Rondônia, destaca con gran importancia la creación de pequeños rumiantes. Uno de los cuellos de botella del ganado en la región es la calidad y disponibilidad de alimentos de calidad. De esta forma, tecnologías como el cultivo de forrajes verdes hidropónicos aparecen como una alternativa para incrementar la producción animal. Así, el objetivo de la investigación fue evaluar la producción de materia verde / materia seca y composición química de maíz y soja hidropónicos, en sustratos inertes y N en cobertura. La investigación se llevó a cabo en el Instituto Federal de Ciencia y Tecnología de la Educación de Rondônia, Campus Cacoal, RO, de marzo a julio de 2018 en un invernadero. El diseño experimental fue completamente al azar, esquema factorial 2x3, compuesto por 6 tratamientos con 4 repeticiones, totalizando 24 parcelas. Las parcelas tenían un área útil de 1,0 x 1,0 x 0,04 m de profundidad. Los análisis de clorofila, materia seca y químico-bromatológico se realizaron a los 15 días posteriores a la siembra. Los resultados obtenidos mostraron que el contenido relativo de clorofila en las hojas no cambia con la adición de nitrógeno en cobertura en maíz hidropónico a los 15 días después de la siembra. Los contenidos de proteína, cenizas y extracto etéreo, se incrementaron con la inclusión de 25% y 50% de soja en consorcio con maíz. El consorcio entre maíz y soja no alteró la producción de materia verde y seca en un sistema hidropónico con paja de arroz.

Palabras clave: Hidroponia; Sustrato inerte; Fertilización con nitrógeno; Proteína; Alimento animal.

1. Introdução

Na colonização da região da Amazônia Legal no início dos anos 60, aproximadamente 15% da floresta original foi removida para a utilização da área com práticas agropecuárias, onde as pastagens cultivadas representavam 80% da área desmatada e a criação de bovinos o principal uso do solo. Atualmente, 47% das áreas de pastagens cultivadas estão presentes na região da Amazônia Legal, bem como os Estados detentores dos maiores rebanhos bovinos do Brasil. Ohashi et al. (2018) salientaram que 77% do crescimento do rebanho bovino do Brasil entre 1975 a 2017 ocorreu na região da Amazônia Legal, principalmente nos Estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia.

O “novo” código florestal determina que em áreas de floresta Amazônica, a reserva legal seja de 80% da área total da propriedade, além de outras implicações quanto às áreas de preservação permanente, onde não é permitida a exploração econômica (Ohashi et al., 2018). Nesse contexto, são necessários o desenvolvimento de tecnologias que permitam a produção de alimentos em sistemas intensivos com menor ocupação do solo, redução do uso de insumos agrícolas e abertura de novas áreas. Fatores como a necessidade de produção de alimentos para a população presente na Amazônia Legal, que representa 60% da área do território nacional (Ibge, 2020), a importância econômica da produção animal na região e a conservação ambiental obrigatória estabelecida pelo código florestal brasileiro, justificam o uso de novas práticas agropecuárias.

Uma alternativa tecnológica para a produção de alimentos na produção animal é a utilização de sistemas hidropônicos, que consistem no cultivo de plantas sem uso do solo, com solução nutritiva na ausência ou na presença de substratos naturais ou artificiais (Bezerro Neto; Barreto, 2012). Rocha et al. (2014) afirmaram que a produção de forragem no sistema hidropônico é considerada como uma alternativa no incremento da produção animal. No atual contexto de sustentabilidade, a utilização de sistemas hidropônicos surge como opção economicamente interessante para pequenos e médios produtores de ruminantes (Câmpelo et al., 2007).

Os ruminantes têm por característica a capacidade de transformar alimentos fibrosos, resíduos diversos e compostos nitrogenados não proteicos em alimento de excelente qualidade (Patino et al., 2012). Segundo Salman et al. (2010), são considerados animais de alta eficiência digestiva, especializados na obtenção de energia para seus processos fisiológicos e, conseqüentemente, para produção de carne, leite, couro e/ou lã.

A forragem hidropônica é constituída por vegetais de crescimento rápido, ciclo curto, grande rendimento de massa fresca e qualidade em termos nutricionais, e que pode ser produzida durante todo o ano. Seu aspecto, sabor, cor e textura conferem grande palatabilidade e digestibilidade (Rocha et al., 2014). Como principal gramínea de uso na produção animal, a produção hidropônica de milho (*Zea mays*) surgiu a partir da necessidade de obtenção de um alimento de boa qualidade e palatabilidade para períodos escassos na disponibilidade de pastagens nativas e/ou cultivadas, associadas a irregularidade e frequência das chuvas.

Aliando-se a utilização de subprodutos presentes na região com as técnicas de produção de forragem em sistemas hidropônicos, pode-se obter resultados satisfatórios na produtividade animal, devido à alta qualidade nutricional da forragem produzida e redução do custo de produção de dietas com a utilização de subprodutos.

De acordo com Salo (2019) a tecnologia de produção de forragem em sistemas hidropônicos para alimentação animal é especialmente importante em regiões onde a produção de forragem é limitada devido às condições ambientais (adversidades climáticas, restrições do uso da terra, etc.). A fim de buscar economicidade, a utilização de sistemas hidropônicos em regiões onde há abundante disponibilidade de material, favorece a aplicação do sistema na produção de alimento para ruminantes na Amazônia Legal.

Os resíduos agroindustriais e do beneficiamento de produtos vegetais são uma alternativa para a alimentação de ruminantes e estão disponíveis, geralmente, no período de escassez de forragem verde. A capacidade de utilização dos mais variados subprodutos da agricultura ou da agroindústria, na alimentação de ruminantes é alta, em todo o País. (Patino et al., 2012). Chaves et al., (2014), confirma que as pesquisas têm buscado, alternativas alimentares que reduzam os custos na produção de animais.

Dentre os resíduos, a casca de arroz destaca-se pela produtividade no Estado de Rondônia. A safra de arroz em Rondônia foi de 137 mil toneladas em 2019 (Conab, 2019). Dentre as regiões do país, especificamente na região norte, Rondônia se destaca como o terceiro maior produtor de arroz, sendo responsável por 11% do total produzido na safra 2018/2019, atrás apenas dos Estados do Tocantins e Pará.

De acordo com o Boletim nº 1, da EMBRAPA-RO (2018), Rondônia se destaca como o quinto maior produtor de café do Brasil e está entre os três maiores Estados produtores da espécie *Coffea canephora* (Conilon e Robusta). Em 2017 a produtividade estimada foi de 26,1 sacas de café beneficiadas por hectare. De acordo com a Emater-RO (2018), dentre os municípios com as maiores produções de café Conilon no Estado de Rondônia, destaca-se Cacoal com uma produtividade de 22 sacas por hectare, o que favorece a utilização de resíduos do beneficiamento do café em sistemas hidropônicos.

Apesar de todos os possíveis benefícios descritos da utilização de sistemas hidropônicos na alimentação animal na região Amazônica, Tranel (2013) e Wootton-Beard (2019) discutiram a importância do planejamento desses sistemas, já que o custo de produção e o investimento em capital inicial, comparado a outros sistemas de cultivo pode inviabilizar a implantação. Além disso, determinar as condições de cultivo (temperatura, umidade relativa, tipo de substrato, etc.), bem como a produtividade e qualidade nutricional da forragem produzida é fundamental para estabelecer manuais e/ou protocolos de produção à pequenos e médios produtores, devido às peculiaridades climáticas da região Amazônica.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição bromatológica, produção de matéria verde e produção de matéria seca (substrato + plântula) das forrageiras milho e soja produzidos em sistema hidropônico aberto com suprimento diário de água utilizando-se dois substratos orgânicos de abundância regional (casca de café e casca de arroz) e dois níveis de adubação nitrogenada (com ou sem) em cobertura.

2. Metodologia

A pesquisa foi conduzida no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia, Campus Cacoal. O município de Cacoal é um dos 52 municípios de Rondônia, localizado na região central do Estado. A temperatura média anual em Cacoal é 24,0 °C e a pluviosidade média anual é 1899 mm (Climate Data Org, 2019).

Rondônia, integrante da Amazônia Legal, possui uma superfície de aproximadamente 240 mil quilômetros quadrados. Faz divisa ao sul, com a Bolívia; a leste, com o Estado do Mato Grosso; a oeste com o Acre; o seu vizinho ao norte é o Amazonas. O clima na região, de acordo com Köppen é classificado como Aw ou clima tropical com estação seca, também conhecido por tropical de estações úmida e seca ou ainda tropical semi-úmido. Apresenta notável amplitude térmica diurna, especialmente no

inverno, grande diferença na precipitação durante o ano, devido ao período de seca que se caracteriza entre os meses de maio a setembro. O clima na região é classificado como Aw de acordo Köppen e Geiger, ou o que chamamos de clima tropical com estação seca, também conhecido por tropical de estações húmida e seca ou ainda tropical semi-úmido. A classificação climática de Köppen, é o sistema global de classificação dos tipos climáticos

Sendo o experimento conduzido em condição de casa de vegetação, no período de 08 a 30 de novembro de 2018. A casa de vegetação é do tipo estufa, coberta com polietileno de baixa densidade (PEBD), ambiente controlado à precipitação, numa área total de 12,0 m x 6,0m, longitude 61°22'43,95"W, latitude 11°28'53,81"S e altitude=184m.

Os canteiros foram instalados em casa de vegetação favorecendo o acompanhamento de todos os fatores que poderiam influenciar na execução do experimento. O ensaio foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x2, o qual consistiu de três situações de cultivo (100% de grãos de milho cultivado; consórcio de 75% grãos de milho e 25% grãos de soja e 50% de grãos de milho e 50% de grãos de soja) na presença e ausência de adubação nitrogenada em cobertura (solução de uréia a 2%). Constituiu-se de 6 tratamentos com 4 repetições, totalizando 24 parcelas na área experimental conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos avaliados no experimento 2.

Tratamentos	Substrato	Nitrogênio cobertura	Consórcio
1	Casca de arroz	Ausência	100 % Milho
2	Casca de arroz	Ausência	75% Milho + 25% soja
3	Casca de arroz	Ausência	50% Milho + 50% soja
4	Casca de arroz	Presença	100 % Milho
5	Casca de arroz	Presença	75% Milho + 25% soja
6	Casca de arroz	Presença	50% Milho + 50% soja

Fonte: Autores.

O substrato utilizado foi a casca de arroz (SPA), substrato este encontrado com facilidade na região em locais de beneficiamento deste cereal. A composição química deste substrato consiste de: 89,58 % de matéria seca; 3,20 % de proteína bruta; 41,14 de fibra bruta; 68,98% de fibra em detergente neutro e 9,72% de matéria mineral. Para o processo de semeadura, durante o estabelecimento do sistema de cultivo em hidroponia (produção das forrageiras), foram utilizados grãos de milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max* L. Merrill), e não sementes comerciais. Os grãos de milho e soja foram adquiridos de produtores locais (região de Cacoal) no mês de março de 2018, portanto, não houve escolha das variedades estudadas na pesquisa. Antes da utilização dos mesmos, foi realizado teste de germinação nos grãos milho, postos para germinar em papel toalha, tipo germitest, previamente umedecidos com água limpa, formando rolos com 50 grãos cada, com 5 repetições cada, totalizando 250 grãos. O resultado do teste foi de apenas 67%. Optou-se pela utilização de grãos das forrageiras, devido à facilidade de aquisição destes, por pequenos produtores, objetivando assim, simular condições de replicação do estudo à campo, com variedades de grãos comercializadas na região.

O cultivo e a colheita foram realizados conforme metodologia proposto por Oliveira (1998), que consistiu no plantio do milho em sistema de hidroponia em canteiros confeccionados em madeira serrada, com fundo em madeirite, dimensões 1,0 m x 1,0 m, com 0,04 m de profundidade, revestidos com filme de polietileno preto de 150 µm, com uso de substratos e fertirrigação. Em uma das extremidades dos canteiros, foi feito corte longitudinal na parede, para favorecer a drenagem do excedente de água da irrigação, bem como a instalação dos canteiros com declividade de 2%.

Os grãos de milho foram utilizados na proporção de 2 kg m⁻² de canteiro (13% de umidade – base úmida). Inicialmente foram lavados em água corrente e em seguida, colocados em solução de água + hipoclorito de sódio (2,0% v/v). Logo após a imersão dos grãos na solução de água + hipoclorito, foi realizado a drenagem da solução e os grãos colocados em imersão em

água e deixados nesta condição por 24 horas, como processo de pré-germinação. A água foi substituída de três a quatro vezes ao dia como objetivo de evitar perdas pelo processo fermentativo. Ao final deste período, a água foi drenada tornando os grãos prontos para semeadura nos canteiros.

Nesse momento, também foi realizado a desinfecção dos grãos de soja, semelhante ao realizado para os de milho, excetuando-se o período de pré-germinação, ou seja, foi realizada a lavagem em água corrente com imersão em solução de água + hipoclorito. Em seguida, foi realizada a drenagem da solução e os grãos ficaram aptos para a semeadura. Os grãos de milho e/ou soja nos respectivos tratamentos foram distribuídos em camada homogênea (2,0 cm) sobre os substratos previamente umedecidos e em seguida, cobertos com uma nova camada de substrato de também de aproximadamente 2,0 cm. A quantidade em massa utilizada foi a mesma determinada para a aplicação do substrato antes da semeadura. Ao todo, foram utilizados aproximadamente 6 kg de substrato por parcela. Em seguida, os canteiros foram novamente irrigados com 2 litros de água, por parcela.

Para a aplicação do nitrogênio em cobertura, preparou-se uma solução a 2% de uréia, e aplicou-se na forma de irrigação, utilizando-se um regador, 1,0 L da solução por m². Em seguida, para evitar a queima das folhas, aplicou-se mais 1,0 L por m² de água. A aplicação de nitrogênio nos respectivos tratamentos foi realizada no 10º dia após semeadura (DAS). Com a aplicação de N, pretendeu-se fornecer para as plântulas a dose equivalente de 90 kg ha⁻¹ de N. Nas parcelas onde não houve aplicação de nitrogênio, foi realizada a aplicação de água. Essas aplicações foram realizadas no período da manhã e apenas foi realizada a irrigação de todas as parcelas, no período da manhã do dia seguinte. Nos dias anteriores e posteriores a aplicação de N em cobertura, durante a condução dos experimentos os canteiros receberam apenas água (Experimento 1 = 2,0 L m⁻²; Experimento 2 = 4,0 L m⁻² dia⁻¹) sendo a semeadura considerada o dia 0 do experimento.

As avaliações foram realizadas no 15º dia após a semeadura (DAS), no período da manhã, portanto, não houve irrigação das parcelas neste dia e constaram de:

a) Teor relativo de clorofila: nas plantas ainda nos canteiros, realizou-se as leituras de clorofila foliar (ICF) utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker). As leituras foram realizadas em 10 plântulas por parcela. Nas parcelas com apenas milho, as leituras foram realizadas na primeira folha de cada plântula. No consórcio foram avaliadas 10 plântulas de milho e 10 plântulas de soja, no caso das plântulas de soja, as leituras foram realizadas em uma das folhas unifoliadas (Figura 10). A média das leituras foi realizada de acordo com a quantidade de plântulas (milho ou milho + soja) avaliadas por parcela.

b) Produção de matéria seca e análises químico-bromatológicas: De todo o material produzido em cada parcela (substrato + plântulas), foi pesado para a determinação da produção de matéria verde por área, uma amostra (0,1 x 0,1 m) desse material foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 h, com posterior pesagem para determinação do teor de umidade e matéria seca produzida (Silva; Queiroz, 2002). Após a secagem o material foi moído em moinho de faca do tipo Wiley passando-se por uma peneira de 1 mm. Posteriormente, foram realizadas as análises químico-bromatológicas: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e lignina (LIG) conforme metodologias compiladas por Silva e Queiroz (2002).

Os dados de teor relativo de clorofila, produção de matéria verde e seca e composição bromatológica obtidos na presente pesquisa foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado distribuídos em esquema fatorial (3x2) através de análise de variância (ANAVA), teste F, utilizando-se o teste de Tukey ($\alpha=0,05$) para comparação das médias quando observada significância. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software computacional SISVAR (Ferreira, 2019).

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 2 encontram-se os valores de F obtidos na análise de variância e as médias do teor relativo de clorofila e massa da matéria verde e seca das plântulas em função do cultivo (100% milho; 75% milho + 25% soja; 50% milho + 50% soja)

com e sem adubação nitrogenada.

Tabela 2 - Valores de F e médias de matéria verde (kg/m²), matéria seca (kg/m²) e teor relativo de clorofila em função de taxa de semeadura e adubação nitrogenada em cobertura. Cacoal – RO, 2018.

Tratamentos	Matéria verde	Matéria seca	Teor relativo de clorofila foliar
	----- kg m ⁻² -----		
Taxa Semeadura (T)			
100% milho	20,2	9,76	26,60
75% milho + 25% soja	22,5	10,00	31,40
50% milho + 50% soja	26,1	9,25	31,92
DMS	6,50	1,88	10,22
Nitrogênio (N)			
Sem	22,2	9,54	31,75
Com	23,6	9,80	28,20
DMS	4,37	1,26	6,90
Teste F			
T	0,08 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,36 ^{ns}
N	0,49 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,29 ^{ns}
T x N	0,83 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,88 ^{ns}
Média geral	22,90	9,67	29,97
CV(%)	22,20	15,25	26,70

Médias seguidas de letra iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns= não significativo.
 Fonte: Autores.

Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) nos parâmetros produção de matéria verde (kg m⁻²), produção de matéria seca (kg m⁻²) e teor relativo de clorofila foliar nas diferentes taxas de semeadura utilizadas (100% milho; 75% milho + 25% soja e 50% milho + 50% soja) e presença ou não de adubação nitrogenada. As médias gerais observadas para os parâmetros foram: 22,9 kg m⁻² de matéria verde, 9,67 kg m⁻² de matéria seca e teor relativo de clorofila de 29,97. Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre taxa de semeadura e adubação nitrogenada.

Verificou-se uma tendência ($P = 0,08$) à maior produção de matéria verde (26,1 kg m⁻²) no cultivo com 50% de milho e 50% de soja. O sistema pode ter sido favorecido de maior teor de nutrientes no consórcio com o grão de soja.

Santos et al. (2014) observaram valores de 1,20 kg m⁻² de fitomassa seca de plantas inteiras de milho produzidos em sistema hidropônico sem a utilização de substrato. Enquanto que, Crevelari (2013), em condições experimentais semelhantes ao deste estudo, porém utilizando bagaço de cana-de-açúcar como substrato, avaliaram a produção de matéria seca em diferentes cultivares de soja em sistema hidropônico com doses húmicas comerciais e observaram valores médios de matéria seca de 2,0 kg m⁻². No presente estudo, a produção de matéria verde encontra-se dentro do reportado na literatura por outros autores, como Flores (2009); Rocha et al. (2014) e Santos et al. (2014) que citaram valores variáveis de produção de matéria verde entre 8,0 a 19,0 kg m⁻².

A produção média de matéria seca (9,67 kg m⁻²) reportada nesse estudo, situa-se próxima os valores citados na literatura. Assim, mesmo optando-se por utilizar grãos de milho e soja adquiridos de produtores locais, a qualidade fisiológica destes e o manejo em termos de irrigações durante o processo de produção dos materiais hidropônicos, (deve ser levado em conta) quando se pretende ter elevada produção em hidroponia.

O resultado aqui apresentado, também é importante, uma vez que permite estabelecer protocolos diferenciados aos produtores que optarem por utilizar grãos locais ou sementes comerciais certificadas na produção de milho ou consórcio entre milho + soja em sistemas hidropônicos. Samafalova et al. (2017) enfatizaram que a qualidade e a uniformidade do grão determinam sua germinação, assim nesse estudo, como os grãos foram adquiridos de vários produtores locais, não foi possível estabelecer uniformidade do lote semeado. Assim, sugere-se que a taxa de semeadura para replicação de experimentos em

condições similares às descritas nesse estudo (utilização de grãos locais) seja superior à 2,0 kg m⁻². Não foi observado resposta do conteúdo relativo de clorofila ao N aplicado em cobertura, bem como qualquer consórcio avaliado no substrato casca de arroz, assim, podem ser utilizados para a produção de milho hidropônico, sem qualquer efeito neste parâmetro, desde que o período de produção seja de 15 dias entre a semeadura e a colheita.

Na Tabela 3, são apresentados os valores de F obtidos na análise de variância e as médias da composição bromatológica do substrato + plântulas amostrados aos 15 dias em função de diferentes taxas de semeadura (100% milho; 75% milho + 25% soja; 50% milho + 50% soja) na ausência ou presença de adubação nitrogenada.

Tabela 3 - Valores de F e médias de composição bromatológica, em % da matéria seca, de cinzas, extrato etéreo, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, lignina, celulose e cinzas + sílica dos tratamentos. Cacoal – RO, 2018.

TRATAMENTOS	CZ	EE	PB	FDN	FDA	HEM	LIG	CEL	CZ+ SILICA
-----% de matéria seca-----									
Taxa semeadura (T)									
100% milho	10,9b	1,4b	6,7b	66,4	47,4	19,0	11,5	30,2	5,6
75% milho + 25% soja	12,0ab	2,5a	11,1a	62,1	44,2	17,8	10,8	27,6	5,8
50% milho + 50% soja	12,6a	2,6a	12,6a	64,6	46,0	18,6	11,6	28,9	5,4
DMS	1,5	0,9	2,5	6,1	5,1	1,5	1,9	3,1	0,9
Nitrogênio (N)									
Sem	11,6	2,4	10,1	64,0	45,7	18,2	11,1	28,7	5,5
Com	12,0	1,9	10,1	64,7	46,0	18,8	11,5	29,2	5,7
DMS	1,0	0,6	1,7	4,1	3,4	1,0	0,4	2,1	0,6
Teste F									
T	0,02*	<0,05*	<0,05*	0,21 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,64 ^{ns}
N	0,36 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,35 ^{ns}
T x N	0,51 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,62 ^{ns}
Média geral	11,8	2,1	10,1	64,3	45,9	18,5	11,3	29,0	5,6
CV(%)	9,67	32,37	19,28	7,47	8,73	6,22	12,78	8,33	13,03

Médias seguidas de letra iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns= não significativo.

Fonte: Autores.

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) para a composição bromatológica, no qual a taxa de semeadura com 25% e 50% de grãos de soja consorciados com milho apresentaram teores médios de cinzas (12,0%), proteína bruta (12,0%) e extrato etéreo (2,50%) superiores em relação ao cultivo com somente milho. Não foram observadas diferenças significativas para adubação nitrogenada ou para a interação entre taxa de semeadura e adubação nitrogenada em cobertura.

Shit (2019) descreveu que a composição bromatológica do material produzido em hidroponia é variável. O conteúdo de amido reduz, pelo catabolismo realizado pela planta, bem como os teores de matéria seca e matéria orgânica, durante os processos bioquímicos da planta. De forma geral, o conteúdo de extrato etéreo aumenta, devido ao aumento de estruturas lipídicas e clorofila, conforme a planta cresce. O teor relativo de clorofila não foi significativo nesse estudo (Tabela 2; $P > 0,05$), provavelmente devido à variabilidade observada no registro dos dados ($CV = 26,70\%$), que pode ser atribuída à própria técnica utilizada para a medição.

O processo de crescimento e desenvolvimento da planta aumenta o conteúdo de cinzas, conforme observado nesse estudo, uma vez que promove aumento do sistema radicular, aumentando a captação do conteúdo mineral a partir do quarto dia de crescimento (DUNG et al., 2010).

Apesar do alto coeficiente de variação dos dados ($CV = 32,37\%$) observados para a análise de extrato etéreo realizada, que é inerente à própria técnica laboratorial de extração de óleos através de lavagem do material com solvente orgânico, observou-se diferença significativa para esse parâmetro ($P < 0,05$). Os valores apresentados obtidos de extrato etéreo, bem como

de cinzas totais encontram-se dentro do padrão de composição para forragens verdes conforme a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos para Ruminantes (CQBAL 4.0) (Valadares Filho et al., 2020).

Quanto aos teores de proteína bruta, observou-se que o consórcio entre milho e soja na produção de forragem hidropônica foi eficiente em aumentar os teores em até 50% comparado ao cultivo de milho utilizando a casca de arroz como substrato aos 15 dias de idade de colheita. Apesar da casca de arroz ser considerada um resíduo fibroso, a composição do material substrato + plântulas aos 15 dias nos cultivos com grão de soja, está dentro do indicado para o atendimento mínimo das necessidades dietéticas para o crescimento microbiano ruminal que é de aproximadamente 7% (Van Soest, 1994).

Os teores de proteína bruta encontrados no experimento foram superiores aos relatados por Crevelari (2013) que obtiveram valores médios de 6,5% de teor de proteína bruta em avaliação de sistemas hidropônicos com utilização do grão de soja, porém em substrato altamente fibroso (bagaço de cana-de-açúcar) que pode ter influenciado os teores de proteína bruta. Adicionalmente, corroboram com o teor médio relatado por Tanuvas (2015) de 10,55%, Naik et al. (2013) 12,48% e é 100% inferior aos relatados por Ramteke et al. (2019) de 29,87% ambos em produção de forragem de milho hidropônico e avaliando somente a parte aérea da planta.

Verifica-se que a composição média de proteína é muito influenciada pelo substrato a ser utilizado e que neste estudo, apesar de ter sido avaliado o substrato + plântulas, os teores médios obtidos de proteína bruta seriam satisfatórios para atender às exigências nutricionais de animais ruminantes.

Em termos práticos, extrapolando-se os valores proteicos para ($t\ ha^{-1}$), a produção de proteína a cada 15 dias seria de 1,1 $t\ ha^{-1}$, o que auxiliaria no manejo alimentar em dietas para ruminantes. De forma geral, os valores de proteína obtidos no estudo, são semelhantes (11,40%) aos apresentados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos para Ruminantes (CQBAL 4.0), referindo-se a forragem verde de planta inteira de milho consorciado com soja (Valadares Filho et al., 2020).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) para as diferentes taxas de semeadura ou adubação nitrogenada em cobertura e substrato casca de arroz, apresentando valores médios de 64,34% e 45,85%, respectivamente. Também observa-se que os teores de celulose, hemicelulose e lignina também não diferiram estatisticamente. Sendo o FDN, mais relacionado aos carboidratos estruturais (celulose, hemicelulose e pectinas), considera-se essencial para um bom desenvolvimento ruminal os teores de FDN, visto que os componentes da fração são indispensáveis para o ideal funcionamento ruminal e crescimento microbiano (VAN SOEST, 1994; NRC, 2001). Kozloski et al. (2006), citado por Alves et al. (2016) relaciona em sua pesquisa sobre níveis de FDN, que o aumento dos níveis de FDN diminuem a ingestão do alimento, conseqüentemente a disponibilidade total de nutrientes ao animal. Já o teor de lignina, está acima do citado para forrageiras tropicais em estado vegetativo, porém pode ser explicado pelo teor de lignina presente no substrato casca de arroz.

Pícolo (2012) em cultivo hidropônico de milho em substrato de bagaço de cana-de-açúcar, capim Napier e casca de café e solução nutritiva padrão reportou valores de FDN em torno de 54,0%, 47,5%, e 56,9% e FDA de 33,7%; 32,5% e 46,2%, respectivamente. Já Crevelari (2013) observou valores de FDN próximos à 55% em cultivo de soja com diferentes variedades em substrato de bagaço de cana de açúcar.

Campêlo et al. (2007) observaram valores de % de matéria seca muito semelhantes aos encontrados nesse estudo utilizando como substrato a casca de arroz. Os autores reportaram valores médios de proteína bruta de 12,12%, 2,57% de cinzas, 62,92% de FDN e 40,11% de FDA.

De forma geral, conforme observado na literatura o cultivo consorciado de milho + soja em sistema hidropônico em casca de arroz, apresentou teores na composição bromatológica satisfatórios em relação aos parâmetros clássicos de nutrição de ruminantes, quando comparados ao cultivo do milho. Porém, a produção de matéria seca total, apresentou-se abaixo do reportado por outros autores, provavelmente devido à baixa taxa de germinação dos grãos de soja, o que pode ser resolvido aumentando-

se a taxa de semeadura (acima de 2 kg m⁻²) ou utilizando sementes comerciais certificadas, conforme a disponibilidade e custo benefício ao produtor.

4. Conclusão

- O teor relativo de clorofila nas folhas de milho hidropônico aos 15 dias após a semeadura, não altera em função da adubação nitrogenada em cobertura.

- O substrato casca de arroz é indicado para produção de milho hidropônico.

- A produção de matéria verde e seca de milho hidropônico aos 15 dias após semeadura, não altera em função da aplicação de nitrogênio em cobertura.

- A taxa de semeadura entre milho e soja não altera a produção de matéria verde e matéria seca em sistema de hidroponia com substrato casca de arroz.

- As taxas de semeadura na proporção de 75% milho + 25% soja ou 50% milho + 50% soja, aumentam os teores de extrato etéreo e proteína bruta no material hidropônico produzido.

Apesar de já existirem trabalhos com diferentes substratos inertes na produção de milho hidropônico, ainda existem outros materiais possíveis de serem utilizados, no entanto, necessitam adequações devido à dificuldade de retenção de água, essencial para a germinação e desenvolvimento das plântulas, proteção dos grãos quanto a contaminação por patógenos que interfiram no processo de germinação/emergência ou contaminem o material hidropônico obtido. Estudos também podem ser realizados no intuito de buscar alternativas para resposta a adubação nitrogenada em cobertura, principalmente em caso de utilização de apenas grãos de milho na produção do material hidropônico.

Referências

- Alves, A. R., Pascoal, L. A. F., Cambuí, G. B., Trajano, J. S., Silva, C. M. & Gois, G. C. (2016). Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. *Pubvet*, 10 (7), 568-579.
- Aragão, J. L., Pfeifer, L. F. M. & Borrero, M. A. V. (2014). Ocupação tardia e o desenvolvimento da agropecuária no Estado de Rondônia Uma história da bovinocultura no desenvolvimento regional. *Revista Semina*, 13 (1), 154-171.
- Argenta, G., Silva, P.R.F., Bortolini, C.G., Forsthofer, E.L. & Strieder, M.L. (2001). Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 3 (2), 158-167.
- Barbosa, F. A. *Alimentos na nutrição de bovinos*, 2004. Disponível
- Bezerra Neto, E. B. & Barreto, L. P. As técnicas de hidroponia. (2011). *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*, Recife (8) 9, 107-137.
- Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos. n. 2. Dados eletrônicos. Sobral, CE: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2017.
- Campêlo, J. E. G., Oliveira, J. C. G., Rocha, A. S., Carvalho, J. F., Moura, G. C., Oliveira, M. E., Silva, J. A. L., Moura, J. W. S., Costa, V. M. & Uchoa, L. M. (2007). Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos. *R. Bras. Zootec.*, 36 (2), 276-281.
- Carvalho, W. T. V., Minighin, D. C., Gonçalves, L. C., Villanova, D. F. Q., Mauricio, R. M. & Pereira, R. V. G. (2017). Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. *Pubvet*. 11 (10), 1036-1045.
- Chaves, B. W., Stefanello, F. S., Burin, A. P., Ritt, L. A. & Nornberg, J. L. (2014). Utilização de resíduos industriais na dieta de bovinos leiteiros. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* (18), 150-156.
- CLIMATE - data.org. Clima: Cacoal. < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rondonia/cacoal-31797/>>
- Dias-Filho, M. B. (2014). *Diagnóstico das pastagens no Brasil*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental.
- Dias-Filho, M. B. (2016). *Uso de Pastagens para a Produção de Bovinos de Corte no Brasil: Passado, Presente e Futuro*. Moacyr Bernardino Dias-Filho. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental.
- Dung, D. D., Godwin, I. R. & Nolan, J. V. (2010). Nutrient content and in sacco degradation of hydroponic barley sprouts grown using nutrient solution or tap water. *J. Anim. Vet. Adv.*, 9 (18), 2432-2436.
- Embrapa - RO. (2018). *Boletim Agropecuário Rondônia*. <https://www.embrapa.br/boletim-agropecuario>.
- Emater – RO - Entidade Autárquica de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia. <http://www.emater.ro.gov.br/>.

- Enzo, M., Gianquinto, G., Lazzarin, R., Pimpini, F. & Sambo, P. (2001). *Principi tecnico-agronomici dela fertirrigazione e del fuori suolo*. In: Tipografia-Garbin. Padova, Italy.
- Fazaeli, H., Golmohammadi, H. A., Shoayee, A. A. & Masharaf, S. (2011). Performance of feedlot calves fed hydroponics fodder barley. *J Agril Sci Tech.* (13), 367-375.
- Flores, M.T.D. (2009). *Efeito da densidade de sementeira e da idade de colheita na produtividade e na composição bromatológica de milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, ESALQ/USP. 79p. Dissertação (Mestrado).
- Girma, F. & Gebremariam, B. (2018). Review on Hydroponic Feed Value to Livestock Production. *Journal of Scientific and Innovative Research*, 7(4), 106-109.
- Hungria, M. (2001). *Fixação biológica de nitrogênio na cultura de soja*. In: Hungria, M., Campo, R. J., Mendes, I. C. Londrina: Embrapa soja. Circular Técnica. 48 p. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18515/1/circTec35.pdf>.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília: IBGE, 2018. www.ibge.gov.br.
- Idaron – RO - Agência de Defesa Agrosilvipastoril do Estado de Rondônia. <http://www.idaron.ro.gov.br/Portal/>
- Khoneva, M. S., Rudenko, O.V., Usatikov, S.V., Bugayets, N. A., Tamova, M.Y., Fedorova, M. A. & Mogilny, M. P. (2018). Optimizing technological process of hydroponic germination of wheat grain by graphic method. *J. Pharm. Sci. & Res.* 10 (2), 381-390.
- Locatelli, T. (2016). *Fragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana e capim napier com diferentes soluções nutritivas*. Dissertação de Mestrado. Campos dos Goytacazes, 2016.
- Maher, M. J., Prasad, M. & Raviv, M. (2008). Organic soilless media components. In: Raviv, Lieth (eds). *Soilless culture, theory and practice*. Elsevier, 459–504.
- Maucieri, C., Nicoletto, C., Van Os E., Anseeuw, D., Havermaet, R. V. & Junge, R. (2019). *Hydroponic Technologies*. In: Goddek S., Joyce A., Kotzen B., Burnell G. (eds). *Aquaponics Food Production Systems*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_4.
- Mackenzie, R. A., Kelly, M. A., Shivas, R. G., Gibson, J. A. & Cook, P. J. (2004). *Aspergillus clavatus* tremorgenic neuro-toxicosis in cattle fed sprouted grains. *Australian Vet J.* 82(1), 635-638.
- Naik, P. K., Dhuri, R. B., Swain, B. K., Singh, N. P. (2012). Nutrient changes with the growth of hydroponics fodder maize. *Indian Journal of Animal Nutrition*, (29), 161–163.
- NRC - *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. (2001). 7th. Revised Edition National Research Council, Academy Press, Washington DC.
- Ohashi, O. M., Cordeiro, M.S., Santos, S. S. D., Almeida, N. N. C., Silva, T. V. G. & Rolim Filho, S. T. (2018). Desafio da pecuária na Amazônia frente ao novo código florestal brasileiro. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, Belo Horizonte, 42(3-4), 202-205. www.cbpa.org.br.
- Oliveira, A.C.L. *Fragem hidropônica de milho: alternativa para o desenvolvimento sustentável do agente produtivo*. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1998. 18p.
- Patino, H.O., Escobar, L.F. & Chaves, L.F. *Alternativas de manejo para mitigar as emissões de metano em ruminantes*. Acessado em: 4 de set. 2018. Online. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/agronomia/materiais/7578360001.pdf>
- Piccolo, M.A., Coelho, F.C., Gravina, G.A., Marciano, C.R. & Rangel, O.J.P. (2013). Produção de forragem verde hidropônica de milho, utilizando substratos orgânicos e água residuária de bovinos. *Revista Ceres*, 60 (4), 544-551.
- Prafulla, K. N., Bijaya, K., Swain, N. P. & Singh, P. (2015). Production and utilization of hydroponics fodder. *Indian J Anim Nutr.* 32 (1), 1-9.
- Ramteke, R., Doneria, R. & Gendley, M. K. (2019). Hydroponic Techniques for Fodder Production. *Acta Scientific Nutritional Health.* 3 (5), 127-132.
- Reddy, G.V.N., Reddy, M.R. & Reddy, K.K. (1988). Nutrient utilization by milch cattle fed on rations containing artificially grown fodder. *Indian Journal of Animal Nutrition.* 5(1), 19-22.
- Rocha, R. J. S., Salviano, A. A. C., Alves, A. A. Neiva, J. N. M., Lopes, J. B. & Silva, L. R. F. (2014). Produtividade e composição química da forragem hidropônica de milho em diferentes densidades de sementeira no substrato casca de arroz. *Rev. Cient. Prod. Anim.*, 16 (1), 25-31.
- Rocha, F.C., Garcia, R. F., Acyr, W. P., Souza, A. L., Gobbi, K. F., Valadares Filho, S. C., Tonucci, R. G & Rocha, G. C. (2006). Casca de café em dietas para vacas em lactação: consumo, digestibilidade, produção e composição de leite. *R. Bras. Zootec.* 35 (5), 2163-2171.
- Salman, A. K. D. et al. (2010). *Metodologia para avaliação de ruminantes*. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>.
- Salo, S. Effects of Hydroponic Fodder Feeding on Milk Yield and Composition of Dairy Cow: Review. *Journal of Natural Sciences Research.* 9 (8), 1-8.
- Samofalova, L. A. & Safronova, O. V. (2017). Methodological approaches to the germination of seeds of crops, testing the success of germination. *Grain legumes and cereal crops.* 3 (23), 68-74.
- Santos, P. C. dos. 2012. *Ácidos húmicos, brassinosteróide e fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de abacaxizeiro*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro– UENF, 61p.
- SEAPS. *Secretaria de Estado da Agricultura, Produção e do Desenvolvimento e Econômico e Social*.: <http://www.seaps.ro.gov.br>.

Schafhäuser, J. J. et al. (2012). *Uso do arroz na alimentação de ruminantes*. Comunicado técnico 287. Embrapa. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79632/1/Comunicado-287.pdf>.

Shipard, I. (2005). *How Can I Grow and Use Sprouts as Living Food*. Stewart Publishing.

Shit, N. (2019). Hydroponic Fodder Production: An Alternative Technology For Sustainable Livestock Production In India. *Explor Anim Med Res*. 9(2), 108-119.

Souza, R., Carvalho, M., Silva, M. D., Gomes, S., Guimarães, W. & Araujo, A. (2015). Leituras de clorofila e teores de N em fases fenológicas do milho. *Colloquium Agrariae*, 11(1), 57-63.

Tavares, A. A. C. *Avaliação da casca de café como alimento para vacas leiteiras Holandês-Zebu*. Dissertação (Mestrado) – UFLA, 2003. http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2211/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20casca%20de%20caf%C3%A9%20como%20alimento%20para%20vacas%20leiteiras%20Holand%C3%AAs-Zebu.

Tranel, L. F. (2013). *Hydroponic Fodder Systems for Dairy Cattle*. Animal Industry Report: AS 659, ASL R2791. Disponível em: https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-606. https://lib.dr.iastate.edu/ans_air/vol659/iss1/42.

Valadares Filho, S.C., Machado, P.A.S. & Chizzotti, M.L. CQBAL 4.0. *Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos*. www.ufv.br/cqbal.

Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: Cornell University Press, 476.

Wooton Beard, P. (2019). Growing without soil – *An overview of hydroponics*. Farming Connect. https://businesswales.gov.wales/farmingconnect/sites/farmingconnect/files/technical_article_-_hydroponics_-_final.pdf.