

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* BAMBUÍ
BACHARELADO EM ZOOTECNIA

Thayná Goulart de Oliveira Becatini

**CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICA DE FORRAGEIRAS HIDROPÔNICAS
EM DIFERENTES IDADES DE CORTE**

BambuÍ

2024

THAYNÁ GOULART DE OLIVEIRA BECATINI

**CARACTERÍSTICAS DE FORRAGEIRAS HIDROPÔNICAS EM DIFERENTES
IDADES DE CORTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Bacharelado em Zootecnia do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Bambuí para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Pedro Augusto Dias Andrade

Bambuí

2024

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

B388c Becatini, Thayná Goulart de Oliveira.
Características bromatológicas de forrageiras hidropônicas em diferentes idades de corte. / Thayná Goulart de Oliveira Becatini. – 2024. 30 f.; il.: color.

Orientador: Pedro Augusto Dias Andrade.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Bacharelado em Zootecnia, 2024.

1. Hidroponia. 2. Cultivo alternativo. 3. Sustentabilidade. I. Andrade, Pedro Augusto Dias. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 631.585

Thayná Goulart de Oliveira Becatini

CARACTERÍSTICAS DE FORRAGEIRAS HIDROPÔNICAS EM DIFERENTES IDADES DE CORTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Bacharelado em Zootecnia do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Bambuí para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 09 de agosto de 2024 pela banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Augusto Dias Andrade, Professor Substituto**, em 09/08/2024, às 14:28, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Prof. Pedro Augusto Dias Andrade (Orientador)



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Carlos Machado, Professor**, em 09/08/2024, às 14:29, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Prof. Luiz Carlos Machado



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius Silveira Raposo, Professor**, em 09/08/2024, às 14:29, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Prof. Vinicius Silveira Raposo

Dedico este trabalho aos estudantes de Zootecnia e as demais pessoas que estudam e buscam melhorar as composições para a alimentação animal.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela minha vida e por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

Aos meus familiares, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam minha ausência enquanto eu me dedicava aos estudos.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todos esses períodos.

Ao professor Luiz Carlos Machado, pelo convite a participar do grupo Oficina da Nutrição Animal, que me proporcionou desenvolver esse trabalho e também pelos ensinamentos, que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Ao professor Pedro Augusto Dias Andrade, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar bromatologicamente seis plantas forrageiras (aveia, azevém, girassol, milho, nabo e trigo), em diferentes idades de corte (14, 28 e 42 dias), para a alimentação animal. Foram realizadas as análises de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e fibra em detergente neutro, conforme metodologia analítica, proposta pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. O plantio de forrageiras hidropônica é uma tecnologia que permite alcançar elevado valor nutritivo, sua composição bromatológica varia com a idade de corte e possui resultados significativos na composição quando comparado com as plantas do sistema convencional.

Palavras-chave: Hidroponia. Cultivo Alternativo. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This study aimed to analyze bromatologically six forage plants (oat, ryegrass, sunflower, corn, turnip, and wheat) at different cutting ages (14, 28, and 42 days) for animal feeding. Analyses of dry matter, mineral matter, crude protein, and neutral detergent fiber were performed according to the analytical methodology proposed by the Brazilian Compendium of Animal Nutrition. Hydroponic forage cultivation is a technology that allows achieving high nutritional value; its bromatological composition varies with cutting age and yields significant results in composition compared to plants from conventional systems.

Keywords: Hydroponics. Alternative Cultivation. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Amostras após processo de moagem	18
Figura 2: Pesagem das amostras	19
Figura 3: Cadinhos na estufa	19
Figura 4: Cadinhos na mufla	12
Figura 5: Amostra pré e pós destilação de nitrogênio e pós titulação	13

LISTA DE TABELA

- Tabela 1 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e Fibra em detergente neutro (FDN), em amostras da aveia forrageira, em diferentes idades de corte. 14
- Tabela 2 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e Fibra em detergente neutro (FDN), em amostras do azevém forrageiro, em diferentes idades de corte. 15
- Tabela 3 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e Fibra em detergente neutro (FDN), em amostras do girassol forrageiro, em diferentes idades de corte. 15
- Tabela 4 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e Fibra em detergente neutro (FDN), em amostras do milho forrageiro, em diferentes idades de corte.... 16
- Tabela 5 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e Fibra em detergente neutro (FDN), em amostras do nabo forrageiro, em diferentes idades de corte. 17
- Tabela 7 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e Fibra em detergente neutro (FDN), em amostras do nabo forrageiro, em diferentes idades de corte. 17

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Problema	11
1.2	Hipóteses	12
2	OBJETIVO	13
2.1	Objetivos específicos	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	Hidroponia	14
3.2	FORAGEIRAS HIDROPÔNICAS	14
3.3	Soluções Nutritivas	15
3.4	Aplicação de Forrageiras Hidropônicas	16
3.4	Análises Bromatológicas	17
4	METODOLOGIA	18
4.1	Análise de Matéria Seca	19
4.2	Análise de Matéria Mineral	19
4.1	Análise de Proteína Bruta	12
4.1	Análise de Fibra em Detergente Neutro	13
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	14
5.1	Aveia	14
5.2	Azevém	15
5.3	Girassol	15
5.4	Milho	16
5.5	Nabo	17
5.6	Trigo	17
6	CONCLUSÃO	19
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1 INTRODUÇÃO

O estudo da composição bromatológica das plantas forrageiras é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de alimentação animal e para a maximização da produtividade na pecuária. A escolha das forrageiras e o momento ideal de corte exercem um papel crucial na qualidade da alimentação dos animais e no seu desempenho e saúde.

Buscar novas tecnologias para a produção de forragens é fundamental para manter um nível de excelência da produção, durante todo o ano. Scalon e Cunha (2022) destacam que, com a preocupação ambiental, vem a necessidade de buscar alternativas para aperfeiçoar e otimizar recursos ao produzir alimentos, sendo a hidroponia uma excelente opção, devido à possibilidade de produção em pouco espaço, o que também contribui para a sustentabilidade dos sistemas.

A produtividade e qualidade da forragem cultivada de modo convencional pode ser severamente afetada por limitações climáticas ou por limitações de área para produção. Diante disso, o cultivo de forragem verde hidropônica é uma opção para contornar essas inadequações, por apresentar alta eficiência de utilização da água, menor tempo para a obtenção da matéria seca e ocupar pequenas áreas (FAO 2001).

A hidroponia é um conjunto de técnicas de cultivo de plantas sem uso do solo, de forma que os nutrientes minerais essenciais são fornecidos às plantas através de uma solução nutritiva balanceada (NETO e BARRETO, 2013). O cultivo da forragem em hidroponia consiste em um sistema de produção de biomassa vegetal de alta qualidade nutricional, produzida de forma rápida, podendo ser realizada em qualquer localização e época do ano, desde que se forneça as condições necessárias à planta, além de que o uso dessa tecnologia é complementar e não competitiva à produção convencional (FAO, 2001).

1.1 Problema

A problemática central envolve as perdas decorrentes por mudanças climáticas ou ataque de pragas, a presença de solos não agricultáveis, espaços limitados para cultivo e o uso indiscriminado de defensivos agrícolas. Diante disso, esse trabalho busca conhecer a viabilidade do cultivo de forrageiras em hidroponia, a partir dos seus teores de nutrientes.

1.2 Hipóteses

- A composição bromatológica das diferentes plantas forrageiras irá variar significativamente, à medida que a idade de corte aumenta.
- Para cada espécie forrageira, haverá uma idade de corte específica, que otimizará a qualidade nutricional em sistemas hidropônicos.

2 OBJETIVO

Esse trabalho tem como principal objetivo avaliar a caracterização bromatológica das forrageiras, aveia, azevém, girassol, milho, nabo e trigo, cultivadas em meio hidropônico, para o uso na alimentação animal.

2.1 Objetivos específicos

- Realizar análises detalhadas para determinar os teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e fibra em detergente neutro das diferentes forrageiras.
- Determinar como a idade de corte influencia na caracterização.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Hidroponia

O termo hidroponia vem das palavras gregas *hydro* (água) e *ponos* (trabalho), significando, assim, "trabalho da água". A hidroponia é o cultivo de plantas com solução nutritiva, na ausência ou na presença de substratos naturais ou artificiais (FAGIOLI, 2006). Esse tipo de cultivo é uma técnica alternativa, na qual os nutrientes são fornecidos via água de irrigação, permitindo o plantio em locais onde a correção da fertilidade, a desinfestação ou a desinfecção do solo são problemáticas (CARRIJO; MAKIHIMA, 2000)

Neto e Barreto (2012) trazem como vantagem do cultivo hidropônico o melhor controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos às plantas, redução no ciclo da cultura, maior produtividade, menor consumo de água e fertilizantes, melhor controle fitossanitário, redução em alguns tratamentos culturais, dispensa de rotação de cultura, redução de riscos climáticos, produção fora de época, melhor qualidade e preço do produto, produção próxima ao consumo e rápido retorno de capital.

Entretanto, como qualquer outra forma de cultivo, também trazem desvantagens que foram citadas por eles, como o custo inicial relativamente elevado, exigência de assistência técnica mais efetiva e mão de obra especializada, risco de perda por falta de energia elétrica, prejuízo por contaminação da água por patógenos e requerimento de acompanhamento permanente do sistema.

3.2 Forrageiras Hidropônicas

A forragem hidropônica é o resultado de um processo de germinação de sementes de cereais, que se desenvolvem em um período de 10 a 15 dias, captando energia do sol e assimilando os minerais contidos em uma solução nutritiva. O sistema caracteriza-se por plantas de crescimento acelerado com ciclo curto de produção, elevado rendimento de fitomassa fresca e excelente qualidade nutricional, por se encontrar em fase inicial de formação e que pode ser produzida durante todo o ano (FAO, 2001). O tempo de cultivo pode variar entre 5 e 8 dias quanto utilizadas sementes de cevada; para sementes de milho, recomenda-se a colheita aos 15 dias; para o cultivo de trigo, 8 a 12 dias (FAO, 2015; ROCHA *et al.*, 2014; MULLER *et al.*, 2006 *apud* SANTANA, 2016).

O cultivo é obtido por meio da germinação de sementes viáveis e do crescimento inicial de plantas, sendo geralmente utilizadas as plantas de crescimento acelerado, com ciclo curto de produção e elevado rendimento de fitomassa fresca (SANTOS, 2004).

As plantas forrageiras representam importante fonte de alimento para a nutrição animal na pecuária, porém a produção desses recursos vem enfrentando muitos fatores, como alterações climáticas e uso excessivo dos solos. Para Scalon e Cunha (2022), com a preocupação ambiental, vem a necessidade de buscar alternativas para aperfeiçoar, otimizar e economizar recursos ao produzir alimentos, sendo a hidroponia uma alternativa.

Nesse sistema os nutrientes são fornecidos através de soluções nutritivas, sendo necessário manter um meio favorável, controlando o nível de sais e pH da água, além de estabelecer o momento ideal de reutilização ou substituição da solução. Lorenzo *et al.* (2003) apontam que soluções com alta concentração de nutrientes levam a uma redução na absorção, enquanto soluções com baixas concentrações nutritivas reduzem o teor de massa seca e qualidade da produção.

3.3 Soluções Nutritivas

A composição ideal de uma solução nutritiva depende das concentrações dos nutrientes, tipo ou sistema hidropônico utilizado, fatores do ambiente, duração do período de luz, que varia de acordo com a época do ano, estágio fenológico, a espécie vegetal e o cultivar produzido (FURLANI *et al.*, 2009).

Voss, Scheeren e Fassini (2006) apresentam como manejos essenciais da solução nutritiva a aeração, controle de pH, condutividade elétrica, umidade relativa, iluminação e temperatura do ar. A recirculação da solução nutritiva tem, por finalidade, adicionar ar à solução pelo retorno do líquido a uma caixa comum, proporcionando maior aeração para as raízes. A excessividade de acidez ou alcalinidade diminuem a disponibilidade dos nutrientes na solução, por isso, é definido como ótimo, um pH entre 5,5 e 5,8. A umidade relativa do ar deve situar-se entre 60 e 70%. Deve-se utilizar um fotoperíodo de 19 a 20 horas, por isso, quando necessário, complementa-se com iluminação artificial. Através de controle automático, a temperatura do ar deve ser mantida entre 22 e 28°C.

A hidroponia utiliza, em média, 2 L de água para produzir 1 Kg de forragem, ou seja, 8 L para produção de 1 kg de matéria seca, enquanto os sistemas convencionais de plantio utilizam 635, 521, 505, 372 e 271 L de água por kg de MS produzida de aveia, cevada, trigo, milho e sorgo (LOPEZ *et al.*, 2013 *apud* SANTANA, 2016).

Santana (2016), em seus estudos, afirma existir potencial em se atender a demanda mineral via forragem, afirmando que a concentração das soluções nutritivas altera os teores minerais, entretanto, não interferindo na produção de MS nem na composição bromatológica da forragem produzida. Nesse mesmo estudo, ele traz que a idade de corte influencia no aumento dos teores dos compostos fibrosos.

3.4 Aplicação de Forrageiras Hidropônicas

As forrageiras hidropônicas possuem excelente qualidade e, quando administrada para os rebanhos em sua totalidade (sementes, folhas, caules, raiz), constitui dieta completa de carboidratos, açúcares, proteínas, minerais e vitaminas (FAO, 2001). Recentemente, a técnica de hidroponia foi adaptada para a produção de alimentos diversos, possibilitando maior geração de ingredientes para períodos de seca, podendo favorecer atividades como a bovinocultura, ovinocultura, caprinocultura, equideocultura, suinocultura e avicultura (IANESKI e GUERIOS, 2023).

Em cordeiros desmamados alimentados com forragem hidropônica, obteve-se um ganho médio diário de peso de 0,240 kg, enquanto a dieta sem forragem hidropônica proporcionou ganho de 0,187 kg/dia; em vacas leiteiras, houve um aumento de 18% na produção de leite. Em coelhos, substituindo a ração na proporção de 80%, o tempo para o abate reduziu 50% (FAO, 2001).

Del Castillo *et al.* (2013), avaliando o desempenho de cordeiros alimentados com forragem hidropônica e dieta à base de concentrado de sorgo e soja na proporção 4:1, os animais apresentaram ganhos de 0,159; 0,116 e 0,132 kg/dia/animal.

Silva e Ferreira (2023), ao avaliar a digestibilidade do milho hidropônico em substrato de caroço de açaí como volumoso na alimentação de bezerras, observaram alta digestibilidade de proteína bruta, apesar de não influenciar nos teores de matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro.

No estudo realizado por Ianeski e Guerios (2023), notou-se maior ganho de peso e menor consumo de ração em aves suplementadas com milho hidropônico e ração, concluindo que a adesão a essa técnica é viável para a alimentação de aves caipiras. Santos (2023), ao analisar a energia metabolizável aparente, corrigida pelo balanço de nitrogênio nas rações, observou que frangos de crescimento lento aproveitam 1428,52 kcal de EMAn/kg do milho, com 15 dias, 1342,67 kcal de EMAn/kg do milho, com 20 dias, e 1385 kcal de EMAn/kg do milho hidropônico colhido, com 15 e 20 dias após a semeadura, 33% da energia bruta.

3.4 Análises Bromatológicas

O valor nutritivo da forrageira é um fator que depende da espécie, do estágio de crescimento, das condições do meio e da parte da planta analisada. As plantas jovens têm maior quantidade de nutrientes e água nos seus tecidos, com menor produção se for comparado com as plantas mais velhas. Com o crescimento e o desenvolvimento do vegetal, há o aumento do teor de fibra, diminuição do teor de proteína, de minerais e da digestibilidade. As folhas são a parte mais nobre das forrageiras pelo seu maior valor nutritivo e este último depende do clima e dos nutrientes fornecidos, que respondem pela composição das forrageiras (ANDRIGUETTO, 2005). O estágio de maturidade da planta forrageira, no momento da colheita, influencia no seu valor nutricional mais que qualquer outro fator, pois à medida que a planta cresce e se desenvolve, a quantidade de porções fibrosas produzidas aumenta, enquanto o teor proteico e a digestibilidade da fitomassa seca diminuem (VAN SOEST, 1994).

As análises bromatológicas tem o propósito de quantificar as substâncias nutritivas contidas nos alimentos, oferecendo dados cruciais para o planejamento alimentar (RECH, 2018).

Van Soest (1994) menciona que a fibra em detergente neutro correlaciona-se com a densidade volumétrica do alimento, além de corresponder a fração de digestão lenta, podendo limitar o consumo de matéria seca, devido ao enchimento ruminal. Também, a concentração de FDN no alimento está negativamente correlacionada com a concentração energética. Diante disso, níveis de FDN acima de 55-65% não são recomendados em dietas de ruminantes.

4 METODOLOGIA

As forrageiras hidropônicas foram colhidas em sua totalidade (semente, folhas, caule, raízes e substrato), na região da Fazenda Rio Grande, no Paraná, no período de agosto a novembro de 2022, considerando as idades de corte de 14, 28 e 42 dias. Após colheita, realizou-se a pré-secagem em estufa com circulação de ar forçado e, após esse procedimento, as plantas foram enviadas ao laboratório de Bromatologia do IFMG - *Campus* Bambuí, onde foram moídas, em moinho de facas do tipo Willey, para confecção de cada uma das amostras, as quais foram devidamente identificadas e acondicionadas em frascos hermeticamente fechados.

As amostras eram de aveia, azevém, girassol, milho, nabo forrageiro e trigo. Com essas amostras, foram realizadas as análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), conforme metodologia analítica proposta pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2005).

Figura 1: Amostras após processo de moagem



Fonte: Arquivo pessoal

4.1 Análise de Matéria Seca

A análise de matéria seca foi realizada em duplicata, a partir do método de Weende, onde foram pesados, em balança analítica, entre 3 e 4g de amostra para cada cadinho (Figura 2), previamente preparado e pesado. Em sequência, o material foi levado para a estufa (Figura 3) a 105°C, durante seis horas. Após esse tempo, deixou-se os cadinhos com amostra no dessecador para estabilização, para só depois proceder a última pesagem. Por fim, o resíduo obtido é a matéria seca, sendo que, para chegar aos resultados, deve-se comparar a relação entre o peso do resíduo seco após a secagem e a amostra que fora pesada anteriormente.

Figura 2: Pesagem das amostras



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 3: Cadinhos na estufa



Fonte: Arquivo pessoal

4.2 Análise de Matéria Mineral

O procedimento para se obter o teor de matéria mineral é semelhante ao de matéria seca, difere-se, pois, a oxidação da matéria orgânica da amostra dá-se pela mufla (Figura 4), a 600°C, por quatro horas. Após esse tempo, resta somente o resíduo de cinzas. Para se calcular o teor de matéria mineral, utiliza-se a mesma metodologia apresentada anteriormente.

Figura 4: Cadinhos na mufla



Fonte: Arquivo pessoal

4.1 Análise de Proteína Bruta

A determinação de proteína bruta foi feita em duplicata, pelo método de Kjeidahl, que consiste na digestão, destilação e titulação da amostra. Para iniciar a análise, pesou-se aproximadamente 0,3g de amostra, que foi colocada nos tubos de ensaio, juntamente a 8ml de H_2SO_4 concentrado e mistura catalítica ($\text{NaSO}_4 + \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) e foi levado para digestão em bloco digestor. Na próxima etapa, o tubo digestor é colocado no aparelho Kjeidahl e a destilação ocorre com os reagentes H_3BO_3 e NaOH . Por fim, a reação é titulada com HCl e o volume gasto foi anotado para ser usado no cálculo.

Figura 5: Amostra pré e pós destilação de nitrogênio e pós titulação



Fonte: Arquivo pessoal

4.1 Análise de Fibra em Detergente Neutro

A análise FDN foi feita em unicata, a partir do método de Van Soest, onde pesou-se cerca de 1g de cada amostra, adicionou-se 100ml de detergente neutro e levou para o aparelho digestor de fibra, durante uma hora após início de fervura. Passado esse tempo, a amostra foi filtrada a vácuo, em um cadinho filtrante. O resíduo da filtração foi levado para estufa a 105°C, de um dia para o outro. A conta utilizada para chegar ao resultado de FDN é igual à metodologia da matéria seca.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fim de permitir uma melhor organização dos resultados, as composições das forrageiras foram subdivididas em tópicos. É importante informar que os teores de MM, PB e FDN estão apresentados em base de MS.

5.1 Aveia

Tabela 1 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e Fibra em detergente neutro (FDN), em amostras da aveia forrageira, em diferentes idades de corte.

FORRAGEIRA	IDADE	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)
Aveia	14 dias	91,68	3,08	10,27	56,76
Aveia	28 dias	92,35	2,47	11,09	56,94
Aveia	42 dias	92,28	3,59	13,68	70,23

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Os resultados mostram uma variação significativa na composição da aveia no decorrer dos dias, onde se observa um aumento nos teores de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro. No entanto, a matéria mineral apresenta uma inconsistência, variando ao longo dos dias.

Para definir uma idade específica, que otimize a qualidade nutricional, é necessário analisar os resultados em relação aos parâmetros desejados. A MS aumenta ligeiramente com o tempo, o que indica que o corte mais tardio pode ser benéfico para maior concentração de nutrientes. A PB aumenta constantemente, o que indica que a colheita tardia pode ser favorável. A FDN também aumenta ao longo do tempo, porém para definir se este teor mais alto é desejável, fazem-se necessárias outras análises mais detalhadas de fibra.

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos para ruminantes traz um teor médio de 48,31% de MS; 9,31% de MM e 14,08% de PB da aveia. Ao compararmos os valores, nota-se um valor mais elevado de MS, um teor muito abaixo de MM e um valor semelhante de proteína aos 42 dias.

5.2 Azevém

Tabela 2 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e Fibra em detergente neutro (FDN), em amostras do azevém forrageiro, em diferentes idades de corte.

FORRAGEIRA	IDADE	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)
Azevém	14 dias	91,74	4,77	10,01	48,98
Azevém	28 dias	91,88	5,42	9,90	51,65
Azevém	42 dias	92,26	5,83	11,47	60,73

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

A composição bromatológica do azevém variou significativamente com o aumento da idade de corte. Sendo notável um aumento de PB dos 14 para os 42 dias, porém, apresentou uma queda inconsistente na idade de 28 dias. Houve um aumento gradual dos teores de MS e MM, indicando uma possível concentração de nutrientes e acúmulo de mais minerais. O FDN apresentou um aumento mais significativo ao longo dos dias, mas interpretação dos dados enquadra-se na situação da aveia.

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos para ruminantes traz um teor médio de 9,71% de MM; 18,59% de PB e 51,90% de FDN do azevém. Os teores apresentados do método convencional mostram-se mais vantajosos quando comparado com o método de hidroponia.

5.3 Girassol

Tabela 3 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e Fibra em detergente neutro (FDN), em amostras do girassol forrageiro, em diferentes idades de corte.

FORRAGEIRA	IDADE	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)
Girassol	14 dias	91,35	3,02	18,60	61,71
Girassol	28 dias	90,61	5,77	22,24	76,07
Girassol	42 dias	90,58	6,62	23,57	79,47

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Embora o valor tenda a diminuir, não há uma idade específica que resulte em um pico claro de matéria seca, pois os valores flutuam entre os diferentes períodos de colheita. A

quantidade de matéria mineral continua a aumentar com o tempo, o que pode ser benéfico em termos de fornecimento de minerais. Assim, como a concentração de PB, que aumenta consistentemente até os 42 dias, sugerindo que colher o girassol mais tarde pode ser mais vantajoso. O FDN também aumenta consistentemente com o tempo, o que indica uma maior complexidade estrutural da planta, embora valores extremamente altos desse componente possam não ser ideais para a digestibilidade.

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos para ruminantes traz um teor médio de 49,27% de FDN e 9,13% de PB para o girassol plantado de forma convencional e o teor médio de 20,44% de PB e 35,20% de FDN para a folha do girassol, plantado de forma convencional. Os valores do sistema hidropônico são consideravelmente mais altos do que os valores do sistema convencional.

5.4 Milho

Tabela 4 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e Fibra em detergente neutro (FDN), em amostras do milho forrageiro, em diferentes idades de corte.

FORRAGEIRA	IDADE	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)
Milho	14 dias	91,40	1,35	9,98	33,50
Milho	28 dias	90,61	2,85	15,20	52,14
Milho	42 dias	90,58	4,74	17,04	76,30

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Embora haja flutuações menores, os valores de MS permanecem relativamente estáveis ao longo do tempo de crescimento, com variações mínimas entre os dias de colheita. Há um aumento significativo na MM. Enquanto os teores de PB e FDN crescem consistentemente, indicando maiores concentrações de proteína e maior complexidade estrutural da planta, à medida em que envelhece.

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos para ruminantes traz um teor médio de 23,35% de MS; 1,80% de MM; 2,03% de PB e 68,50% de FDN para o milho colmo. Os teores de 31,70% de MS; 8,51% de PB e 56,84% de FDN para o milho AG1051. Os teores de 25,64% de MS; 7,66% de PB e 60,76% de FDN para o milho AG5011. Quando comparamos esses resultados com o método de hidroponia, percebe-se um teor mais elevado em todas as três idades de corte.

O NRC (2001) sugere que o mínimo de FDN para vacas leiteiras seja de 25% da matéria seca da dieta, não excedendo 65%. Diante disso, o milho hidropônico colhido em 28 dias torna-se uma opção para bovinos leiteiros.

Em seu trabalho, Ianeski e Guerios (2023) obtiveram um rendimento de rendimento 25 a 35 quilos por m² de milho hidropônico, ao alimentar as aves caipiras de corte com essa forragem, o consumo de ração teve redução de 25%, devido à matéria fibrosa. Em contrapartida observaram maior digestibilidade e absorção dos nutrientes presentes, resultando em maior ganho de peso.

5.5 Nabo

Tabela 5 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e Fibra em detergente neutro (FDN), em amostras do nabo forrageiro, em diferentes idades de corte.

FORRAGEIRA	IDADE	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)
Nabo	14 dias	93,49	4,72	36,57	62,23
Nabo	28 dias	94,48	4,47	38,50	63,55
Nabo	42 dias	94,25	5,19	39,26	76,33

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Há um aumento gradual na porcentagem de MS, PB e FDN. Quanto à MM, é notável um aumento dos 14 para os 42 dias, porém apresentando uma queda inconsistente na idade de 28 dias.

Os resultados do nabo confirmam que a composição bromatológica da planta varia significativamente à medida que a idade de corte aumenta, apresentando uma tendência de aumento na qualidade nutricional em termos de proteínas e fibras.

5.6 Trigo

Tabela 6 - Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e Fibra em detergente neutro (FDN), em amostras do nabo forrageiro, em diferentes idades de corte.

FORRAGEIRA	IDADE	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)
Trigo	14 dias	90,94	1,56	18,07	37,99
Trigo	28 dias	91,80	2,42	18,27	41,30
Trigo	42 dias	92,37	2,25	18,33	63,85

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Os teores de MS, MM e PB aumentaram de forma gradual e constante entre os diferentes dias de colheita, enquanto o teor de FDN tende a ter um valor mais elevado.

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos para ruminantes traz um teor médio de 90,04% de MS; 3% de MM; 3,92% de PB e 91,23% de FDN para o trigo palha. Rostagno (2017) traz os teores de 87,5% de MS; 1,61% de MM; 11,5% de PB e 11,32% de FDN para o trigo grão.

No cultivo hidropônico de trigo obteve-se um rendimento de 2,07 kg/m²; 22,96% de PB; 40,17% de FDN; e 415% de lignina, concluindo que a colheita deve ser realizada entre 8 e 12 dias, de forma que haja bom teor de PB sem que caia o rendimento de fitomassa (MEDEIROS, 2006). Del Castillo *et al.* (2013) recomendam, para a produção de trigo, a quantidade de 4,69 Kg m⁻² de sementes, para um rendimento de 30,23 kg m⁻² de MV.

6 CONCLUSÃO

Com base nesse estudo, é possível afirmar que o plantio de forrageiras de forma hidropônica é uma tecnologia que permite alcançar elevado valor nutritivo, onde as plantas colhidas podem ser utilizadas na alimentação dos animais por atender às exigências de composição.

Observou-se maior variação no teor de FDN durante as idades de corte, sendo esse um dos principais fatores limitantes de consumo. Diante disso, uma perspectiva de corte ideal seria entre 14 e 28 dias, fazendo-se necessário novas pesquisa e mais aprofundadas sobre os valores de composição dessa fibra, além de direcionar a espécie para fornecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIGUETTO, J.M. **Nutrição Animal**. v.2. São Paulo: Nobel, 2005. 425p.
- CARRIJO, Osmar A.; MAKISHIMA, Nozomu. Princípios de Hidroponia. **Circular Técnica 22** - EMBRAPA, nov. 2000.
- DEL CASTILLO, F. S.; PÉREZ, E. D. C. M.; MAGAÑA, E. M.; GÓMEZ, J. M. **Producción de forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso de borregos**. Revista Chapingo Serie horticultura, v. 19, n. 4, p. 35–43, 2013.
- FAGIOLI, M. Alternativa de alimentação na seca para diversos animais. **Jornal do Pontal**, Ituiutaba-MG, p.14, 20 set. 2006.
- FAO. **Forraje verde hidropônico**: manual técnico. Oficina Regional para America Latina y el Caribe. Santiago, p. 79. 2001.
- FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 2 - Solução Nutritiva**. 2009. Artigo em Hypertexto.
- IANESKI, Rafael; GUERIOS, Euler Marcio Ayres. Eficiência do ganho de peso de galinhas caipiras utilizando o milho hidropônico. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, v. 6, n. 1, p. 120-127, 2023.
- LORENZO, P. et al. **External greenhouse mobile shading**: effect on microclimate, water use efficiency and yield of a tomato crop grown under different salinity levels of the nutrient solution. In: PARDOSSI, A. et al. (Ed.). *Managing greenhouse crops in saline environment*. Acta Horticulturae. 2003.
- MEDEIROS, L. M. **Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de trigo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. rev. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381p.
- RECH, Ângela Fonseca. Amostragem de alimentos para análise bromatológica. **Revista Agropecuária Catarinense**, vol. 1 p. 31, 2018.
- SANTANA, P. R. **Diferentes soluções nutritivas e idade de corte sobre produção e valor nutritivo de milheto hidropônico**. Dissertação de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Federal da Bahia. Salvador – BA, out. 2016.
- SANTOS, Jessica A. **Determinação da energia metabolizável do milho hidropônico para frangos de crescimento lento**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Norte do Tocantins - *Campus* de Araguaína, 2023.
- SANTOS, O. S. Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros. **Informe Técnico**, p. 8. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, 2004.

SCALON, Isabella Christianini; CUNHA, Daniela Viera. **Agricultura Moderna Sustentável e IoT: Automação de Monitoramento de Hidroponia**. 2022.

SILVA, A. S.; FERREIRA, L. V. L. **Digestibilidade do milho hidropônico em substrato de caroço de açaí na alimentação de bezerras**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Paragominas, 2023.

SINDIRAÇÕES. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. São Paulo: Sindirações, 2005.

VALADARES FILHO, S.C., LOPES, S.A. *et al.*, CQBAL 4.0. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes**. 2018. Disponível em: <www.cqbal.com.br>. Acesso em: 11 fev. 2024.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 476p. 1994.

VOSS, M.; SCHEEREN, P. L.; FASSINI, J. **Uso de hidroponia em cereais de inverno**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 24 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 70).