

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS – *CAMPUS* BAMBUÍ  
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

Amanda dos Santos Laurentino

**POTENCIAL BROMATOLÓGICO DE MILHO HIDROPÔNICO PARA  
ALIMENTAÇÃO ANIMAL - UMA REVISÃO DE LITERATURA**

BambuÍ  
**2025**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**Campus Bambuí**  
**Diretoria de Ensino**

**Departamento de Ciências Agrárias**  
Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG  
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**AMANDA DOS SANTOS LAURENTINO**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL BROMATOLÓGICO DE MILHO HIDROPÔNICO  
EM DIFERENTES FONTES DE NUTRIENTES COMO ALTERNATIVA PARA  
ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus Bambuí*, como parte dos requisitos para a obtenção do título de AGRÔNOMO.

Aprovado(a) em 25 de julho de 2025, pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Cássio Roberto Silva Noronha - IFMG *Campus Bambuí* - Orientador(a)

Prof. Dra.Érika Soares Reis - IFMG *Campus* Bambuí

Prof. Esp. Arnaldo Ribeiro - IFMG *Campus* Bambuí

Bambuí - MG  
2025

Bambuí, 16 de maio de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Cassio Roberto Silva Noronha, Professor**, em 27/07/2025, às 12:31, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Erika Soares Reis, Professora**, em 28/07/2025, às 07:26, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Arnaldo Ribeiro, Professor**, em 04/08/2025, às 21:14, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2305833** e o código CRC **33858517**.

23209.003786/2024-61

2305833v1

---

**Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - *Campus Bambuí***

---

L383p Laurentino, Amanda dos Santos.

Potencial bromatológico de milho hidropônico para  
alimentação animal: uma revisão de literatura [manuscrito] /  
Amanda dos Santos Laurentino. – 2025.  
32 f. : il. ; color.

Orientador: Cássio Roberto Silva Noronha.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)  
– Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas  
Gerais. *Campus Bambuí*, 2025.

1. Forragem verde hidropônica. 2. Substrato para milho  
hidropônico. 3. Bromatologia. I. Noronha, Cássio Roberto Silva.  
II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas  
Gerais – *Campus Bambuí*. III. Título.

CDD 631.585

---

**Catálogo: João Batista Rodrigues - CRB-6/2022**

AMANDA DOS SANTOS LAURENTINO

**POTENCIAL BROMATOLÓGICO DE MILHO HIDROPÔNICO PARA  
ALIMENTAÇÃO ANIMAL - UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso  
Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais –  
*Campus Bambuí.*

Prof. Cássio Roberto Silva Noronha

**Bambuí  
2025**

AMANDA DOS SANTOS LAURENTINO

**POTENCIAL BROMATOLÓGICO DE MILHO HIDROPÔNICO PARA  
ALIMENTAÇÃO ANIMAL -UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso  
Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais –  
Campus Bambuí

Orientador: Prof. Cássio Roberto Silva Noronha

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_ pela banca examinadora:

---

Cássio Roberto Silva Noronha (orientador)

---

Érika Soares Reis

---

Arnaldo Ribeiro

Dedico este trabalho aos meus amados pais, José Antônio e Hécia Shirley e irmãos Salatiel, Lina Gláucia e Gécica maiores incentivadores e fontes inesgotáveis de apoio, amor e compreensão, sem eles esse sonho não seria possível.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por guiar os meus caminhos, à toda minha família, em especial, meus pais e irmãos, agradeço pelo incentivo constante e ajuda. Agradeço a todos os professores do curso pelos ensinamentos que foram tão importantes na minha jornada acadêmica, em especial, ao meu orientador pela paciência na orientação e incentivo na conclusão deste trabalho. Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho.

“ É ele mesmo quem guia a sabedoria e emenda os sábios; porque nós estamos nas suas mãos, nós e nossos discursos, toda a nossa inteligência e nossa habilidade; foi ele quem me deu a verdadeira ciência de todas as coisas, quem me fez conhecer a constituição do mundo e as virtudes dos elementos; o começo, o fim e o meio dos tempos, a sucessão dos solstícios e as mutações das estações; os ciclos do ano e as posições dos astros; a natureza dos animais e os instintos dos brutos, os poderes dos espíritos e os pensamentos dos homens, a variedade das plantas e as propriedades das raízes”.

(Livro da Sabedoria, 7 – 16:20)

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial bromatológico do milho hidropônico para a alimentação animal em teor de proteína bruta e fibra da forragem de milho hidropônico, cultivada sobre diferentes substratos, densidade de plantio e diferentes fontes de nutrientes. Para isso, foi realizada uma revisão integrada, buscando comparar estudos diversificados de cunho qualitativos e quantitativos, através de pesquisas para referencial teórico em artigos, sites e livros dos últimos cinco anos. Os resultados obtidos demonstraram que o substrato utilizado, a densidade de semeadura e a fonte nutricional podem alterar a composição nutricional da forragem verde hidropônica (FVH), e ainda que a FVH pode ser utilizada na alimentação animal por conter potencial nutricional significativo atendendo a maioria das exigências nutricionais encontradas em proteína bruta (PB).

**Palavras-chave:** forragem verde hidropônica, substratos para milho hidropônico, bromatologia forragem hidropônica.

## **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the nutritional potential of hydroponic corn for animal feed, based on the crude protein and fiber content of hydroponic corn forage grown in different substrates, stocking densities, and nutrient sources. To this end, a comprehensive review was conducted, comparing various qualitative and quantitative studies using theoretical research in articles, websites, and books from the last five years. The results demonstrated that the substrate used, stocking density, and nutrient source can alter the nutritional composition of hydroponic green fodder (HGF). Furthermore, HGF can be used in animal feed due to its significant nutritional potential, meeting most crude protein (CP) nutritional requirements.

**Keywords:** hydroponic green fodder, substrates for hydroponic corn, nutritional science of hydroponic fodder.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Milho hidropônico com: A) quatro dias, B) cinco dias, C) dez dias e D) doze dias após a semeadura .....	16
Figura 2 - Cobertura dos grãos de milho com casca de café como substrato. ....	18
Figura 3 – Resultado do material hidropônico.....	19
Figura 4 - Material produzido enrolado.....	21
Figura 5 – FVH fornecida diretamente aos animais.....	27

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Composição bromatológica do milho hidropônico cultivado sobre diferentes substratos, densidades de plantio, fertilizações e colheita .....	22
Quadro 2 – Comparação dos resultados encontrados de PB da FVH e da necessidade de algumas espécies de animais .....	28

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

DIVMS- Digestibilidade In Vitro da Matéria Seca

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FB- Fibra Bruta

FDA – Fibra em Detergente Ácido

FDN – Fibra em Detergente Neutro

FVH- Forragem verde hidropônica

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

PB – Proteína Bruta

PDR – Proteína Degradável no Rúmen

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Importância do milho para alimentação animal .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Sistema Hidropônico .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Cultivo de Milho Hidropônico .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4. Qualidade bromatológica do milho hidropônico .....</b>	<b>20</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>22</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>23</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é produzido em larga escala no Brasil, na safra 2022/2023 foram colhidas 132 milhões de toneladas (IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2024). Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA (2024) cerca de 83% da produção foi destinada a alimentação animal. A alimentação pode representar até 80% dos custos na produção animal (MORAES, *et al.* 2011).

Existe a necessidade de se desenvolver alternativas viáveis e mais nutritivas para o fornecimento de nutrientes para os animais que atenda às necessidades em teor de fibra e proteína bruta na alimentação.

Diante disso, o cultivo de milho hidropônico, que consiste no cultivo sem solo, sendo possível utilizar substratos, soluções nutritivas ou somente a água (FONSECA, *et al.* 2021), em poucos dias (10 a 15) e pequenas áreas obtém-se forragem verde de alta qualidade, tornando-se uma alternativa de complementação da alimentação animal de baixo custo principalmente em épocas de seca, onde a qualidade e quantidade de forragem são baixas. (SENAR, 2024).

O milho hidropônico é colhido quando a planta ainda se encontra em fase de crescimento inicial, ou seja, ainda são mantidas reservas nutricionais da semente além de que plantas jovens têm maior quantidade de proteínas e menor teor de fibras, com grande quantidade de aminoácidos livres. Tais características permitem maior digestibilidade e alta palatabilidade, resultando em maior aproveitamento pelos animais (FAO, 2001; SANDIA, 2003; SANTOS *et al.* 2004; SENAR, 2024).

Segundo Garcia *et al.* (2021), a principal vantagem é que pode ser cultivado independente da época do ano, sem uso de defensivos agrícolas e maquinários contribuindo para a sustentabilidade e demanda pouca mão de obra.

A hidroponia é uma técnica agrícola que vem ganhando destaque por sua eficiência no uso de água e nutrientes. A forragem verde hidropônica (FVH), apesar de seu nome sugerir o uso da água, tem sua germinação ocorrendo em um substrato e uma solução nutritiva para a cultura (SENAR, 2024).

O uso de substratos na produção de forragem hidropônica contribui para o aumento do teor de massa seca das plantas, podendo afetar o valor nutricional do produto final. (ARAUJO *et al.*, 2008).

Dado o aumento na demanda por práticas agrícolas mais sustentáveis e a necessidade de uma maior eficiência na produção de alimentos, é essencial identificar uma fonte alternativa que proporcione baixo custo, produtividade e qualidade nutricional independente da época do ano.

Neste contexto, esta revisão de literatura tem como foco a avaliação do potencial bromatológico do milho hidropônico como alternativa para alimentação animal e o principal objetivo deste estudo é avaliar o teor de proteína bruta e fibra da forragem de milho hidropônico, cultivada sobre diferentes substratos, densidade de plantio e diferentes fontes de nutrientes. Para isso, será realizada uma revisão integrada, buscando comparar diferentes tipos de estudos qualitativos e quantitativos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Importância do milho para alimentação animal**

O milho (*Zea mays L.*) é produzido em larga escala no Brasil, na safra 2022/2023 foram colhidas 132 milhões de toneladas em uma área de 22,3 milhões de hectares, (IBGE, 2024). O Ministério da Agricultura e Pecuária (2024) ressalta que a região centro-oeste é a principal produtora de milho sendo responsável por 58,5% do total previsto para o período 2022/23 (77,13 milhões de toneladas). É o principal ingrediente na formulação de rações, chegando a responder por 65 a 80% da composição, cerca de 82% de todo o milho produzido no Brasil é consumido sob a forma de ração, principalmente para suínos e aves de corte (SILVA, 2021).

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA (2024) cerca de 83% da produção foi destinada a alimentação animal. A alimentação pode representar até 80% dos custos na produção animal (MORAES, *et al* 2011).

Nesse sentido, existe a necessidade de se desenvolver alternativas viáveis e mais nutritivas para o fornecimento de alimentos para os animais que atendam suas exigências nutricionais.

### **2.2 Sistema Hidropônico**

A hidroponia é a técnica de cultivo de plantas sem o uso do solo, por meio de soluções nutritivas em água (SENAR, 2024). Conforme Neto e Barreto (2011/2012), a hidroponia significa o conjunto de técnicas empregadas para cultivar plantas sem o uso do solo, de forma que os nutrientes minerais essenciais são fornecidos às plantas na forma de uma solução nutritiva. A hidroponia é uma inovação tecnológica na agricultura capaz de superar questões críticas de escassez de recursos, apresentando-se inclusive como uma solução sustentável que pode ter um bom potencial em áreas desérticas, demonstrando boa rentabilidade aos agricultores (DE ANDA & TESOURA, 2017 apud ZEN *et. al*, 2021).

A princípio, todas as espécies vegetais podem ser cultivadas hidroponicamente, no entanto, em termos agrônômicos e econômicos, as espécies mais adequadas ao cultivo

hidropônico são as de pequeno porte (BEZERRA NETO & BARRETO, 2000; apud ANDRADE *et. al.* 2024). Nesse sentido, a hidroponia é uma técnica de cultivo sem solo que permite o controle preciso dos nutrientes fornecidos às plantas, sendo amplamente utilizada para a produção de forragem verde hidropônica (FVH), especialmente em regiões com limitações climáticas e de solo.

O milho (*Zea mays* L.) destaca-se como uma das principais espécies cultivadas nesse sistema devido ao seu rápido crescimento e alto valor nutricional (NEVES, 2009). Na (figura 1) observa-se o crescimento do milho hidropônico até os doze dias, próximo do ponto de colheita que geralmente ocorre com quinze dias, neste momento ainda são mantidas as reservas nutricionais da semente.

**Figura 1** – Milho hidropônico com: A) quatro dias, B) cinco dias, C) dez dias e D) doze dias após a semeadura



FONTE: da autora 2025

Existem vários sistemas de cultivos hidropônicos: hidroponia de aeração estática (floating), técnica do filme nutriente (NFT) ou técnica do fluxo laminar de nutrientes, aeroponia, cultivo por submersão e drenagem (*flood and drain*) e cultivo com substratos. A FVH, apesar do nome sugerir o uso da água, tem sua germinação ocorrendo em um substrato e uma solução nutritiva para a cultura (SENAR, 2024).

A forragem hidropônica é uma tecnologia de produção de biomassa vegetal obtida por meio da germinação de sementes viáveis e do crescimento inicial de plantas forrageiras, sem necessitar do uso do solo (FAO, 2001 apud NETO *et. al.*, 2017). Sendo as sementes de milho as mais empregadas em virtude de suas características nutricionais e agrícolas (NETO *et. al.*, 2017). O sucesso do empreendimento hidropônico dependerá além do conhecimento da composição da solução nutritiva a ser usada, do conhecimento sobre fatores ambientais (luminosidade, temperatura e umidade), estação do ano, estágio de desenvolvimento das plantas, espécie vegetal e cultivar (BACKES *et al.*, 2007 apud NETO & BARRETO, 2011/2012).

A hidroponia é uma técnica agrícola que vem ganhando destaque por sua eficiência no uso de água e nutrientes, redução no ciclo da cultura, menor mão de obra com alguns tratamentos culturais como remoção de plantas daninhas por exemplo, além disso Neto & Barreto (2011/2012) afirmam que, o melhor controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos às plantas é uma grande vantagem para a pesquisa com a nutrição mineral das plantas.

A maior produtividade alcançada com as plantas cultivadas hidroponicamente, é de suma importância para o cultivo hidropônico em escala comercial. Nesse sentido, dado o aumento na demanda por práticas agrícolas mais sustentáveis e a necessidade de uma maior eficiência na produção de alimentos, se torna essencial a identificação de formas de produção que proporciona a melhor produtividade e qualidade nutricional para a forragem de milho.

### **2.3 Cultivo de Milho Hidropônico**

O cultivo de milho hidropônico, consiste no cultivo sem solo, sendo possível utilizar substratos, soluções nutritivas ou somente a água (FONSECA *et al.* 2021).

Para o cultivo do milho hidropônico utiliza-se sementes não tratadas, deixando-as imersas em água 24 horas para acelerar a germinação. Pode ser cultivado em canteiros cobertos com lonas ou em bandejas. Utiliza-se uma camada de substrato cobrindo o fundo da lona ou bandeja e outra cobrindo a semente. Nos dois dias iniciais e no

dia da colheita utilizar apenas água (6 L/m<sup>2</sup>/dia), a partir do terceiro dia até o dia que anteceder a colheita, regar com 4L/m<sup>2</sup>/dia de solução nutritiva. Estima-se que a produção varia entre 10 e 20 kg de massa fresca de forragem por m<sup>2</sup> (SENAR, 2024; EMATER-PI).

No cultivo de milho hidropônicos vários substratos podem ser utilizados, como o bagaço de cana-de-açúcar, capim elefante seco, palha de milho, casca de arroz, carca de café (figura 2). O primeiro critério para a escolha do substrato, é que o material possa ser consumido pelos animais. Deve-se levar em consideração também outros fatores, como o preço, a disponibilidade na região e, a possibilidade de trazer algum benefício nutricional à forragem (NETO *et. al*, 2017).

Conforme afirmam, Cruz-Neiva *et al.* (2024), 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 e permite a fixação do sistema radicular das plântulas, o que é importante para o bom desenvolvimento da forragem.

**Figura 2** - Cobertura dos grãos de milho com casca de café como substrato



**Fonte:** HOLANDA (2020).

A solução nutritiva, é obtida a partir da diluição em água de nutrientes necessários a produção de espécie de planta, cultivada em hidroponia. Para milho hidropônico, a solução nutritiva utilizada é constituída de dois compostos de nutrientes (um com macro nutrientes e outro com micronutrientes) para dissolução em determinado volume de água. (LUZ *et. al*, 2024),

Esse composto tem a função de fornecer os nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas (SENAR, 2024). São encontradas no mercado formulações de compostos de nutrientes prontas para diluição, também são chamadas de solução padrão.

O milho hidropônico é colhido quando a planta ainda encontra-se em fase de crescimento inicial, ou seja, ainda são mantidas reservas nutricionais da semente além de que plantas jovens têm maior quantidade de proteínas e menor teor de fibras, com grande quantidade de aminoácidos livres. Tais características permitem maior digestibilidade e alta palatabilidade, resultando em maior aproveitamento pelos animais. (FAO, 2001; SANDIA, 2003; SANTOS *et al.* 2004; SENAR, 2024).

A digestibilidade é a medida da proporção do alimento consumido que é digerido e metabolizado pelo animal (CONGIO, 2019). Em poucos dias (10 a 15 dias) e pequenas áreas obtém-se forragem verde de alta qualidade (figura 3), se tornando uma alternativa de complementação da alimentação animal de baixo custo principalmente em épocas de seca onde a qualidade e quantidade de forragem são baixas. (SENAR, 2024).

**Figura 3** – Resultado do Material Hidropônico



**Fonte:** HOLANDA (2020).

Segundo Garcia *et al.* (2021), a principal vantagem é que pode ser cultivado independente da época do ano, sem uso de defensivos agrícolas e maquinários contribuindo para a sustentabilidade e demanda pouca mão de obra

## 2.4. Qualidade bromatológica do milho hidropônico

A forragem hidropônica destaca-se como alternativa para suprir as necessidades proteicas e carbônicas na alimentação animal, e fonte de minerais e vitaminas (BOMBANA; GAI, 2019 apud LUZ *et. al.*, 2024).

Os autores Ianeski e Guerios (2023), mostram em um experimento sobre a eficiência do ganho de peso de 20 aves caipiras. Os animais foram divididos em dois lotes com 10 aves cada lote e idade média de 06 meses, no lote 01 a dieta foi constituída por ração de engorda e milho hidropônico, no lote 02 a dieta baseou-se somente na ração de engorda e ao final do período foi realizada a pesagem dos animais. O lote 01 apresentou ganho de 22 gramas por aves, no final do experimento, foi possível notar o desempenho nutricional das aves suplementadas com milho hidropônico e ração, obtendo o resultado de melhor ganho de peso e menor consumo de ração barateando o custo alimentar durante a fase de teste.

As exigências nutricionais dos animais variam conforme a espécie, idade, peso, nível de produção e ambiente. Para as aves de reposição leves, poedeiras, matrizes e galos, a proteína bruta varia entre 12,0% e 18,0%. Frango de corte macho e fêmea 16,0% e 22%; Leitões 11,60% a 21% (ROSTAGNO *et. al.*, 2005).

Segundo Cavalcante *et.al.*, (2005), recomenda-se, para bovinos de corte na fase de terminação, com peso vivo inicial próximo a 400 kg, a utilização de dietas com 10, 5% de PB.

De acordo com Campêlo (2007), os ruminantes necessitam de dietas com pelo menos 7 a 8% de PB para que possam apresentar níveis de consumo e digestibilidade suficientes para manutenção.

Para Obeid *et.al* (2006), dietas com 12% de PB atendem às exigências de PB e Proteína degradável no rúmen (PDR) de novilhos zebuínos em fase de terminação com menores custos de produção.

A PB é a quantificação do nitrogênio (N) presente no alimento para estimativa da PB, o baixo nível de proteína na dieta é fator limitante para o desenvolvimento dos microrganismos do rúmen, podendo causar lenta degradação do alimento, maior tempo de retenção no rúmen e menor consumo de nutrientes pelos animais (VAN SOEST, 1994 apud RECH *et. al.* 2024), já a fibra bruta determina a quantidade de fibra de um alimento, entretanto a fibra detergente neutra (FDN) é um método mais recente que estima a quantidade de celulose, hemicelulose e lignina nos alimentos (parte menos digestível).

A potencial capacidade de ingestão de um alimento pela vaca é inversamente proporcional à quantidade de FDN do alimento. Além disso, a fibra detergente ácida (FDA)

quantifica a celulose e lignina (parte mais digestível amido e açúcares), é um bom indicador da digestibilidade de uma forragem (WATTIAUX, 2015).

Estudos têm demonstrado que a qualidade bromatológica da FVH de milho é influenciada pelas fontes de nutrientes utilizadas. Por exemplo, a utilização de soluções nutritivas comerciais pode resultar em teores adequados de proteína bruta e fibra, essenciais para a alimentação animal (PAULA *et al.*, 2011). No entanto, alternativas orgânicas, como o uso de biofertilizantes, têm sido exploradas visando à sustentabilidade e redução de custos. A aplicação de biofertilizantes, provenientes de resíduos orgânicos, pode promover o crescimento das plantas e melhorar a composição bromatológica da FVH.

Segundo BEZERRA *et al.* (2008), o uso de biofertilizantes em diferentes concentrações não compromete a qualidade nutricional da forragem, sendo uma alternativa viável à solução nutritiva convencional.

Além disso, o substrato utilizado no cultivo hidropônico também desempenha um papel crucial na qualidade da FVH. Substratos como bagaço de cana-de-açúcar e casca de arroz têm sido avaliados quanto à sua capacidade de retenção de umidade e suporte às plantas, influenciando diretamente na produção de matéria seca e nos teores de nutrientes da forragem (SILVA, 2017). ARAUJO *et al.* (2008), afirmam que o uso de substratos na produção de forragem hidropônica contribui para o aumento do teor de massa seca das plantas, podendo afetar o valor nutricional do produto final (figura 4).

**Figura 4 - Material Produzido Enrolado**



**Fonte:** HOLANDA (2020).

A densidade de semeadura é outro fator que afeta a qualidade bromatológica da FVH de milho. Densidades mais altas podem levar a uma maior competição entre as plantas,

resultando em alterações na composição química da forragem, como redução nos teores de proteína bruta e aumento na fibra detergente neutra (FDN) (ARAÚJO *et al.*, 2008).

Segundo Rocha *et al.* (2014), apud Neto, (2024) a densidade não afeta somente a produtividade final como também afeta o teor de proteína bruta, outros fatores podem vir a afetar, tais como: a quantidade, qualidade de água da irrigação e o substrato utilizado. Para o cultivo de forragem hidropônica, a densidade de semeadura ótima está entre 2,2 a 3,4 kg m<sup>-2</sup> (FAO, 2001 apud MULLER, 2005; SENAR, 2024).

Portanto, a escolha adequada das fontes de nutrientes, do substrato e da densidade de semeadura são fundamentais para otimizar a qualidade bromatológica da FVH de milho. A integração dessas práticas pode contribuir para a produção de uma forragem de alto valor nutricional, atendendo às exigências da alimentação animal e promovendo a sustentabilidade na produção agrícola.

Nesse sentido, esta revisão de literatura busca comparar o potencial bromatológico do milho hidropônico, cultivado sob diferentes fontes de biofertilizantes, substratos e densidades de semeadura, considerando sua influência sobre o desenvolvimento, o teor de proteína bruta (PB) e fibra bruta (FB). Contribuindo assim para uma melhor compreensão sobre o manejo adequado em sistemas hidropônicos de forragem verde.

### **3 METODOLOGIA**

No presente estudo foi realizado uma revisão de literatura do tipo integrativa de cunho qualitativo e quantitativo. A revisão integrativa, é mais ampla e abrangente, permite a busca de informações em trabalhos experimentais e não experimentais e de dados qualitativos e quantitativos (TORACO, 2005 apud HASSUNUMA *et.al.*, 2024). Nesse sentido, permite uma visão ampla sobre o tema “Potencial Bromatológico de Milho Hidropônico como alternativa para a alimentação animal”.

Para este trabalho foram realizadas pesquisas para referencial teórico utilizando palavras-chaves ( forragem verde hidropônica, substratos para milho hidropônico, bromatologia forragem hidropônica), em artigos, sites (scielo, google acadêmico, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa) e E-book's ( Forragicultura; Análise de fibras em rações animais fibra bruta, fibra detergente neutra e fibra detergente ácida – as normas e as opções de automação; e Produção de Forragem Verde Hidropônica Para a

Alimentação Animal), com o intuito de observar as variações de teor de fibra e proteína bruta em diferentes formas de cultivo de milho hidropônico.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Dentre os trabalhos encontrados, o cultivo do milho hidropônico foi realizado de maneiras distintas, no Quadro 1 podemos observar alguns resultados.

**Quadro 1** – Composição bromatológica do milho hidropônico cultivado sobre diferentes substratos, densidades de plantio, fertilizações e colheita.

Fonte	Substrato	Fertilização	% PB	% FDN	% FDA	Densidade (kg/m <sup>2</sup> )	Colheita (dias)
ARAÚJO <i>et al.</i> , 2008	Bagaço de Cana-de-Açúcar	Vinhoto	11,88	-	-	1,0 e 2,5	20
BOMBANA & GAI, 2019	Bagaço de Cana-de-Açúcar	Água mais soro de leite diluído a 50%	8,17	33,70	59,65	2,5	15
FONSECA <i>et al.</i> , 2021	Bagaço de Cana-de-Açúcar	Formulados Comerciais: 20-00-20 e 04-14-08	13,50	-	-	2,5	15
FONSECA <i>et al.</i> , 2021	Feno de Capim Tifton Moído	Formulados Comerciais: 20-00-20 e 04-14-08	12,02	-	-	2,5	15
CHAVES <i>et al.</i> , 2020	Bagaço de Cana-de-Açúcar	Solução Padrão	33,7	54,25	38,80	1	10
CAMPÊLO <i>et al.</i> , 2007	Casca de Arroz	Solução Padrão	20,09	53,57	28,44	2,5	15
CAMPÊLO <i>et al.</i> , 2007	Capim Elefante	Solução Padrão	19,61	52,68	27,55	2,5	15
MULLER <i>et al.</i> , 2005	Capim Elefante	Solução Padrão	18,26	-	-	0,5; 1,0; 1,5 e 2	10

Fonte: Autor, 2025.

Os resultados encontrados apontam que o substrato mais utilizados é o bagaço de cana-de-açúcar, por sua disponibilidade, outros estudos relacionados ao tema mostram que a utilização de resíduos de outras produções na alimentação animal, como o bagaço de cana-de-açúcar, ou resíduos que seriam descartados, como a poda de grama torna o processo produtivo mais acessível economicamente. Porém, a utilização de substratos não é essencial para produção hidropônica.

Diversos estudos com forragem hidropônica já foram desenvolvidos sem uso de substratos (FAO, 2006; MULLER *et al.*, 2005; ZORZAN, 2006; LÓPEZ-AGUILAT *et al.*, 2009 apud SILVA, 2017).

Entretanto, Fonseca *et.al*, (2021) afirmam que o uso de substratos na produção de forragem hidropônica contribui para o aumento do teor de massa seca das plantas, podendo afetar o valor nutricional do produto final.

Além disso, o estudo de Pícollo (2012) mostra que os substratos afetam o valor nutritivo da FVH em todos os componentes analisados (PB, FDN, FDA, lignina e DIVMS-digestibilidade in vitro da matéria seca), tendo a forragem produzida com os substratos bagaço de cana-de-açúcar (BC) e capim napier (CN) apresentado melhores características para produção de uma forragem de boa qualidade nutricional.

Desse modo percebemos que o substrato utilizado na produção de forragem contribui com o fornecimento dos nutrientes, mas em sua maioria tais nutrientes são fornecidos pelas soluções nutritivas, levando em conta a necessidade nutricional de cada cultura (RESH, 2022 apud ALBUQUERQUE, 2022).

Diante disso, o (quadro 1) apresenta soluções nutritivas com fontes orgânicas, formulados comerciais e solução padrão, analisando os resultados percebemos que os experimentos utilizando solução padrão obtiveram melhores resultados em PB, em contrapartida a FDN ficou mais próximo de 60% (acima de 60% é considerado ruim).

Nesse sentido, alguns trabalhos encontrados (quadro 1) apresentaram resultados com biofertilizantes como alternativa em substituição a solução nutritiva utilizando vinhoto e soro de leite.

Comparando com o trabalho do autor Pícollo (2012), em que foi apresentada que a água residuária de bovino pode ser utilizada em substituição à solução nutritiva padrão (SNP) na produção da forragem verde hidropônica de milho.

Já Araújo (2014) mostrou em seu trabalho que o milho cultivado em sistema hidropônico fertirrigado com diluições de urina humana e manipueira apresentou resultados

mais eficaz que apenas fertirrigado com diluições de urina; a urina humana com manipueira pode substituir a solução nutritiva utilizada no cultivo da forragem hidropônica de milho.

Assim como observado nos experimentos citados no (quadro 1) outros trabalhos encontrados apresentaram diferentes densidades de semeadura.

De acordo com o trabalho de Muller (2005) as diferentes densidades de semeadura interferiram nos valores de FDA das forragens hidropônicas, observando-se redução com aumento da densidade. Além disso, o aumento da densidade de semeadura promove redução do teor de FDN (CÂMARA & MONTEIRO (1999) e REZENDE *et al.* (2003) apud MULLER, 2005).

A FDN e FDA são utilizadas para calcular a quantidade de forragem que pode ser digerida pelos animais, embora poucos trabalhos avaliaram essas variáveis, são importantes pois, à medida que a porcentagem de FDN aumenta, a ingestão de matéria seca geralmente diminui e à medida que a FDA aumenta, a capacidade de digerir a forragem diminui. (FOSS, 2018). FDN acima de 60% é considerado ruim para o consumo de forragem enquanto a FDA com valores em torno de 30% é considerado um nível ideal para consumo pelos animais (RODRIGUES *et al.*, 2011). No Quadro 1 percebemos que o milho cultivado com bagaço de cana-de-açúcar e soro de leite diluído em água resulta em uma FDA maior.

O autor Araujo *et. al* (2008), observou em seu trabalho que a densidade de semeadura interferiu no teor de proteína bruta da forragem hidropônica de milho, com acréscimo a partir de 1,0 kg m<sup>2</sup>.

Assim como Muller (2005), mostrou que as diferentes densidades interferiram nos valores de proteína bruta das forragens hidropônicas, observando-se incremento da proteína com aumento da densidade.

Nesse sentido, diante dos resultados satisfatórios apresentados no (quadro 1) podemos obter forragem de alta qualidade com diferentes formas de cultivo.

Assim como observado no trabalho de Dung *et al.*, 2010 apud Holanda (2020), a produção de forragem em sistemas hidropônicos melhora a composição bromatológica, uma vez que produz material verde e fresco ao longo do ano, com baixo teor de lignina, reduzindo também a exigência de fornecimento de concentrado aos animais, podendo ser fornecido diretamente aos animais no cocho (figura 5), ou triturado.

**Figura 5** – FVH fornecida diretamente aos animais



Fonte: SENAR (2024)

À partir dos dados encontrados em teor de proteína bruta para algumas espécies animais e comparando esses dados com os resultados de proteína bruta encontrados nos experimentos de forragem de milho hidropônico no (quadro 1), podemos observar que a forragem verde hidropônica independente do substrato utilizado ou da fonte nutricional, contém potencial bromatológico para atender as exigências nutricionais da maioria das espécies animais citadas no (quadro 2).

**Quadro 2** – Comparação dos resultados encontrados de PB da FVH e das necessidades de algumas espécies de animais

Fonte	Substrato	Fertilização	% PB	Aves Poedeiras, reposição leve, galos e matrizes PB (12-18%)	Frangos de Corte macho e fêmea PB (16-22%)	Leitões PB (11,60-21%)	Bovinos de corte em terminação PB (10,5%)
ARAUJO et al., 2008	Bagaço de Cana-de- Açúcar	Vinhoto	11,88	-	-	X	X
BOMBANA & GAI, 2019	Bagaço de Cana-de- Açúcar	Água mais soro de leite diluído a 50%	8,17	-	-	-	-
FONSECA et. al., 2021	Bagaço de Cana-de- Açúcar	Formulados Comerciais: 20-00-20 e 04-14-08	13,50	X	-	X	X
FONSECA et. al., 2021	Feno de Capim Tifton Moído	Formulados Comerciais: 20-00-20 e 04-14-08	12,02	X	-	X	X
CHAVES et. al., 2020.	Bagaço de Cana-de- Açúcar	Solução Padrão	33,7	X	X	X	X
CAMPÊLO et. al., 2007.	Casca de Arroz	Solução Padrão	20,09	X	X	X	X
CAMPÊLO et. al., 2007.	Capim Elefante	Solução Padrão	19,61	X	X	X	X
MULLER et al., 2005	Capim Elefante	Solução Padrão	18,26	X	X	X	X

Fonte: Autor, 2025

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nos estudos encontrados, foi possível observar que o substrato utilizado, a densidade de semeadura e a fonte nutricional podem alterar a composição nutricional da FVH, e ainda que a FVH pode ser utilizada na alimentação animal por conter potencial nutricional significativo atendendo a maioria das exigências nutricionais encontradas em PB.

Entretanto, pesquisas mais aprofundadas devem ser realizadas para identificação do melhor sistema de cultivos direcionados a atividades específicas, com outros subprodutos como casca de soja, vagem de soja, polpa cítrica, palha e sabugo de milho assim como outras fontes nutricionais como o melaço da cana-de-açúcar para avaliar o incremento nutricional e a palatabilidade em diferentes densidades de semeadura e dias de colheita.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. M. Revisão: **Uso de diferentes substratos na produção de milho hidropônico para forragem**. TCC, Universidade Federal de Minas Gerais – Campus Montes Claro, 2022. Disponível em: <https://www.ufmg.br/montesclaros/tccs/2022/TCCAiltonMosanieldeAlbuquerque.pdf>. Acesso em 29 de Junho de 2025.
- ANDRADE, B.F. *et al.* **Hidroponia**. 2024. Disponível em: [http://ric-cps.eastus2.agropecuaria\\_2024\\_2\\_beatrizferracinideandrade\\_hidroponia.pdf](http://ric-cps.eastus2.agropecuaria_2024_2_beatrizferracinideandrade_hidroponia.pdf). acesso em 23 de junho de 2025.
- ARAÚJO, N. C. **Uso de urina humana como fonte alternativa de nutrientes para a cultura do milho (Zea mays L.) cultivado em sistema hidropônico**. 2014. Disponível em: [https://www.ppgeca.ufcg.edu.br/dissertacoes-menu/dissertacoes-2014/category/19-dissertacoes-2014\\_](https://www.ppgeca.ufcg.edu.br/dissertacoes-menu/dissertacoes-2014/category/19-dissertacoes-2014_). Acesso em 29 de Junho de 2025.
- ARAUJO, V. D. S.; COELHO, F. C.; CUNHA, R.; LOMBARDI, C. T. **Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana e vinhoto**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 7, n. 3, p. 251-264, 2008. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101778/1/Forragem-hidroponica.pdf>. Acesso em: 28 de Novembro de 2024.
- BEZERRA, L. L. *et al.* **Produção de forragem hidropônica de milho em função de concentrações com soro de leite bovino**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 9, p. 931–939, 2008.
- BOMBANA, W. A; GAI, V. F. **Cultivo de milho hidropônico com diferentes adubações**. *Revista Cultivando o Saber*, volume 12 - nº 4, p. 393 a 402. Outubro a Dezembro de 2019. Disponível em [https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando\\_o\\_saber/5dfbdca228c37.pdf](https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5dfbdca228c37.pdf). Acesso em 29 de Junho de 2025.
- CAMPÊLO, J. E .G. *et al.* **Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos**. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.2, p.276-281, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/Lg8tdpbKBmXYkQ6ND4NFPDg/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em 29 de Junho de 2025.
- CAVALCANTE, M. A.B *et al.* **Níveis de Proteína Bruta em Dietas para Bovinos de Corte: Consumo, Digestibilidade Total e Desempenho Produtivo**. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.3, p.711- 719, 2005. Disponível em: <https://www.sbz.org.br/revista/artigos/4475.pdf> Acesso em 30 de Junho de 2025.
- CHAVES, J. S. *et al.* **Avaliação da produtividade de milho hidropônico sobre substrato debagaço de cana-de-açúcar**. *Braz. Ap. Sci. Rev.*, Curitiba, v. 4, n. 4, p. 2236-2247 jul./ago. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/>. Acesso em 29 de Junho de 2025.
- CONGIO, G. *et al.* **Forragicultura**. Porto Alegre: SAGAH, 2019. Ebook. ISBN 9788595029279. Disponível em: <https://minhabiblioteca.com.br/catalogo/livro/79942/forragicultura/>. Acesso em 30 de Junho de 2025.

CRUZ-NEIVA, T. B. *et al.* **Atributos produtivos e nutricionais da forragem hidropônica de milho, em diferentes estágios, cultivada em substratos de capim-elefante e serragem de madeira.** *Ciência Animal Brasileira, Brazilian Animal Science*, v.25, 78582P, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cab/a/Q485xZLZwJ9DyVYgRftycfn/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em 23 de Junho de 2025.

EMATER-PI. **Forragem Hidropônica de Milho.** Folder 02. Disponível em: [http://www.emater.pi.gov.br/download/200605/EMATER23\\_6e2b327b8f.pdf](http://www.emater.pi.gov.br/download/200605/EMATER23_6e2b327b8f.pdf). Acesso em 23 de Junho de 2025.

FAO. Oficina Regional para America Latina y el Caribe. **Forraje verde hidropônico: manual técnico.** Santiago, 2001. 79p. Disponível em: <https://www.fao.org/4/ah472s/ah472s00.htm>. Acesso em: 18 de Janeiro de 2025.

FONSECA, G. C. *et al.* **Qualidade de forragem de milho hidropônico cultivado em diferentes substratos de subproduto,** *Ciência Animal Brasileira*, v. 22, 2021. 1809-6891. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/69834/37684>. Acesso em: 18 de Janeiro de 2025.

FOSS. **Análise de fibras em rações animais Fibra bruta, fibra detergente neutra e fibra detergente ácida – as normas e as opções de automação.** E-book. Abril, 2018. Disponível em: <https://www.fossanalytics.com/-/media/files/documents/papers/laboratories-segment/ebook-fibre-analysis-of-animal-feed-br.ashx>. Acesso em 10 de Julho de 2025.

GARCIA, G. O.; EFFGEN, E. M.; REIS, E. F.; VIÇOSI, K. A. **Produção de biomassa e atributos químicos de um neossolo cultivado com capim mombaça fertirrigado com água residuária da suinocultura.** *Ciências Rurais em Foco*, v. 5, n. 1, p. 51-60, 2021.

HASSUNUMA, R.M et al. **Revisão Integrativa E Redação De Artigo Científico: Uma Proposta Metodológica Em 10 Passos.** *Revista Multidisciplinar em Educação e Meio Ambiente*, v.5,n.3,2024. Disponível em: <https://www.editoraintegrar.com.br/publish/index.php/rema/article/view/4275/842>. Acesso em 25 de Junho de 2024.

HOLANDA, J. M. F DE A. **Produção de matéria seca e composição bromatológica de milho e soja hidropônicos em diferentes substratos inertes e doses de N em cobertura.** Tese, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira–UNESP. 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/b18ecf1c-8255-49b9-content>. Acesso em 29 de Junho de 2025.

IANESKI, R; GUERIOS, E . M. A. **Eficiência do ganho de peso de galinhas caipiras utilizando o milho hidropônico.** *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG – Vol. 6, no 1, jan/jun 2023.* Disponível em: <https://themaetscientia.fag.edu.br/index.php/ABMVFAG/article/view/1754>. Acesso 29 de Junho de 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **PAM, 2023 safra bate recorde, mas valor da produção cai.** 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41296-pam-2023-safra-bate-recorde-mas-valor-da-producao-cai>. Acesso em: 18 de Janeiro de 2025.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. **World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated.** *Meteorol. Z.*, v.15, p.259-263, 2006.

LUZ, G.G.G da. *et al.* **Produção e qualidade de forragem de milho hidropônico em diferentes soluções nutritivas.** Revista Observatório de La Economia LatinoAmericana, Curitiba, v.22, n.11,p. 01-17. 2024..

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). **Exportações Brasileiras Milho.** Brasília, 2024.Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/documentos/Milho.pdf>. Acesso em: 18 de Janeiro de 2025.

MORAES, S. A. de. *et al.* **Nutrição e exigências nutricionais.** Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. Cap. 7, p. 165-200. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/916912>. Acesso em: 28 de Novembro de 2024.

MULLER, L. *et al.* **Produção e Qualidade Bromatológica de Gramíneas em Sistema Hidropônico.** 2005. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/279480254\\_Producao\\_e\\_qualidade\\_bromatologica\\_de\\_gramineas\\_em\\_sistema\\_hidroponico](https://www.researchgate.net/publication/279480254_Producao_e_qualidade_bromatologica_de_gramineas_em_sistema_hidroponico). Acesso em: 26 de Junho de 2025.

NETO, E. B. et al. **Hidroponia.** Cadernos do Semiárido: riquezas & oportunidades / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco – v. 6, n. 6 (jul./ago. 2017. Disponível em: <http://www.ipa.br/novo/pdf/cadernos-do-semiarido/6---hidroponia.pdf>. Acesso em 23 de Junho de 2025.

NETO, E. B; BARRETO, L.P. **As técnicas de hidroponia.** Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, vols. 8 e 9, p.107-137, 2011/2012. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/228884069.pdf>. Acesso em: 23 de junho de 2025.

NETO, L. de A. F. **Proteína bruta de forragem hidropônica de milho.** TCC (Graduação em Bacharelado em Zootecnia) - Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/4473/1/TC%20Lucas%20Alvarenga%20Final.pdf>. Acesso em 25 de Junho de 2025.

NEVES, A. L. A. **Cultivo de Milho Hidropônico para Alimentação Animal.** Viçosa: CPT, 2009.

OBEID, J. A. *et al.* **Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo, digestibilidade e desempenho produtivo.** R. Bras. Zootec., v.35, n.6, p.2434-2442, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/LVzk7MCRNgW4M753vtvVZjH/?lang=pt>. Acesso em 29 de Junho de 2025.

PAULA, L. de *et al.* **Crescimento e nutrição mineral de milho forrageiro em cultivo hidropônico com soro de leite bovino.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 9, p. 931–939, 2011.

PÍCCOLO, M. A. **REVISÃO: Forragem Verde Hidropônica de Milho Produzida em Substratos Orgânicos Residuais Utilizando Água Residuária de Bovino.** Tese, Universidade Estadual do NorteFluminenseDarcyRibeiro,Campos dosGoytacazes-RJ, 2012.Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/producaovegetal/content/uploads/sites/10/2014/08/Marco-.pdf>. Acesso em 29 de Junho de 2025.

RECH, A. F.; FÁVARO, V.R.; CÓRDOVA, U.A. **Interpretação de análises bromatológicas para alimentação de ruminantes**. Florianópolis: Epagri, 2024. 32p. (Epagri.BoletimDidático,176).Disponível em:<https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/BD/article/view/1828>. Acesso em 30 de Junho de 2025.

RODRIGUES, B. H. N. *et al.* **Teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido de cinco gramíneas tropicais irrigadas e adubadas em Parnaíba, Piauí**. 20 p.; 21 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa MeioNorte, ISSN 14131455;100).2011.Disponível em<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/958561/1/Boletim100Teoresdeproteina brutafibra.pdf>. Acesso em 10 de Julho de 2025.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. – Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005 p.166-168.Disponível em:<https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/4383/material/tabela%20brasileira%20exigencias%20nutricionais%20aves%20e%20suinos.pdf>. Acesso em 29 de Junho de 2025.

SANDIA. Sandia Nacional Laboratorios para New México y el Caribe. **Producción de forraje verde hidropónico**.2003.Online.Disponível em:[www.sandia.gov/water/USMBpress/gallegosagricultura.pdf](http://www.sandia.gov/water/USMBpress/gallegosagricultura.pdf)

SANTOS, O.S. *et al.* **Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros**. Santa Maria: UFSM/CCR, 2004. 8p. (Informe Técnico 04/2004).

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR. **Produção de Forragem Verde Hidropônica para Alimentação Animal**. Brasília, DF. 2024. *E-book* 1º ed (19p.). 2024.

SILVA, F.T. **Milho**. 2021. Agência Embrapa de Informações Tecnológicas. Disponível em:<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacaotecnologica/cultivos/milho/pos-producao/agroindustria-do-milho/alimentacao>. Acesso em: 23 de junho de 2025.

SILVA, I. T. **Produção e qualidade de forragem hidropônica de milho em diferentes substratos e soluções nutritivas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2017. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2017/10/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Ingrid-Trancoso-da-Silva1.pdf>. Acesso em 29 de Junho de 2025.

WATTIAUX, MICHEL A. **Composição e análise de alimentos**. Universidade do Leite: Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional/University of Wisconsin-Madison, 2015. Disponível em: <https://kb.wisc.edu/dairynutrient/page.php?id=52752>. Acesso em 30 de Junho de 2025.

ZEN, H.D *et al.* **O Sistema de Inovação Tecnológica da Hidroponia no Brasil: uma revisão de literatura**. Exten. Rur., Santa Maria, v.28, n. 2,e7,p. 1-26, abr./jun. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/66372/47834>. Acesso em 23 de Junho de 2025.