



Centro Universitário de Brasília – CEUB

Faculdade de Ciências da Educação e Saúde - FACES

GUILHERME RAFAEL DE ARAÚJO FREITAS ALVES

**PRODUÇÃO DE FORRAGEM VERDE HIDROPÔNICA DE MILHO NO SISTEMA
*INDOOR***

Brasília – DF
Dezembro – 2023

GUILHERME RAFAEL DE ARAÚJO FREITAS ALVES

**PRODUÇÃO DE FORRAGEM VERDE HIDROPÔNICA DE MILHO NO SISTEMA
*INDOOR***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Ciências da Educação e Saúde (FACES) do Centro Universitário de Brasília (CEUB) com objetivo da obtenção o grau de bacharel em Medicina Veterinária. Orientador Prof. Dr. Emanuel Elzo Leal de Barros

Brasília - DF
Dezembro - 2023

GUILHERME RAFAEL DE ARAÚJO FREITAS ALVES

**PRODUÇÃO DE FORRAGEM VERDE HIDROPÔNICA DE MILHO NO SISTEMA
*INDOOR***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Faculdade de Ciências da
Educação e Saúde para a obtenção o grau
de bacharel em Medicina Veterinária.
Orientador Prof. Dr. Emanuel Elzo Leal de
Barros

Brasília, 05 de DEZEMBRO de 2023.

Banca examinadora

Prof. Dr. Emanuel Elzo Leal de Barros (Orientador)

Prof. MSc Cristiane Quitéria Caldeira (Examinador Externo/ BIOFEED)

Prof. MSc. Lucas Edel Donato (Examinador Interno CEUB)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a toda a minha família, Pai (Wallace Rafael), Mãe (Mônica), Vinicius, Lara, Taynara, Giovanna e Vó Nazaré. Vocês foram imprescindíveis nesse ciclo de novos desafios e aprendizados chamado de faculdade.

Agradeço também aqueles que são minha família dentro da profissão. Thomás, Rafael, Roberto, Fernando, Renato e principalmente a Cristiane, minha mãe na Medicina Veterinária. Essa que constantemente me mostra o caminho das pedras, a realidade e que independente do quanto a vida te vai derrubar, o importante é seguir em frente, aprender com os erros, ser humilde e correto em todas as instâncias da vida.

Aos meus irmãos de outras mães: João Lima, Marco Antônio, Caio Laube, Brenda Martinelli, Joaneto e Tiago Bezerra; aos queridos amigos que fiz durante esse período e que venho mantendo desde a época de colégio, obrigado pela compreensão, auxílio educacional e emocional nesse período conturbado.

Ao corpo docente do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário de Brasília.

Ao meu orientador e amigo, Dr. Emanuel Barros, por ter me ajudado e incentivado nessa etapa final da minha vida acadêmica.

RESUMO

O cultivo de milho hidropônico em sistema *indoor* é uma técnica de produção interessante e vantajosa, uma vez que, diminui a incidência de variáveis como: clima e escassez pluviométrica. Objetiva-se com a presente revisão de literatura abordar a aspectos de produção, condições climáticas e análises bromatológicas da forragem de milho hidropônica *indoor*, produzida sem uso de aditivos ou fertilizantes. O trabalho foi elaborado a partir de pesquisa em artigos de periódicos, dissertações e manuais entre anos de publicação de 2013 e 2023, além de trabalhos clássicos relacionados ao tema de anos anteriores. Para que ocorra um desenvolvimento adequado da Forragem Verde Hidropônica (FVH) de milho *indoor*, os grãos são submetidos a um sistema controlado de temperatura, água, luz e umidade que permitem a “colheita” de rolos de FVH em apenas 7 dias. A qualidade bromatológica da forragem verde hidropônica de milho *indoor* apresenta valores satisfatórios para o uso na alimentação animal, principalmente pelo teor de proteína bruta. É cabível abordar a facilidade em produzir esta forragem em qualquer clima e em larga escala e em tão curto prazo de tempo. De acordo com o que foi observado, é possível concluir que a FVH é mais uma solução bastante interessante para o produtor rural.

Palavras-chave: Alto valor nutricional, milho hidropônico, proteína bruta.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tambor para higienização das sementes.....	14
Figura 2 – Peneira usada para retirada das impurezas.....	14
Figura 3 – Reagentes utilizados na higienização dos grãos.....	15
Figura 4 - Desinfecção dos grãos.....	16
Figura 5 - Drenagem dos grãos.....	16
Figura 6 - Caixa de pré germinação.....	17
Figura 7 - Sementes em caixa para germinação.....	17
Figura 8 - Grãos na bandeja.....	18
Figura 9 - Germinação em ambiente <i>indoor</i>	18
Figura 10 - Bicos do sistema de gotejamento.....	19
Figura 11 - Sistema de iluminação por led controlada.....	19
Figura 12 - Climatização controlada.....	20
Figura 13 - Vista de parcelas experimentais no armário denominado “rack”	21
Figura 14 - Sistema Radicular aparente.....	21
Figura 15 - Rolo de milho hidropônico <i>indoor</i> enrolado na bandeja.....	23
Figura 16 - Enraizamento do milho hidropônico <i>indoor</i>	23
Figura 17 - Análise bromatológica completa.....	25

LISTA DE ABREVIações

- FVH-** Forragem Verde Hidropônica
- PB-** Proteína Bruta
- NDT-** Nutrientes Digestíveis Totais
- pH-** potencial Hidrogeniônico
- C-** Carbono
- O-** Oxigênio
- H-** Hidrogênio
- N-** Nitrogênio
- P-** Fósforo
- K-** Potássio
- Ca-** Cálcio
- Mg-** Magnésio
- S-** Enxofre
- B-** Boro
- Cl-** Cloro
- Cu-** Cobre
- Fe-** Ferro
- Mn-** Manganês
- Mo-** Molibdênio
- Zn-** Zinco
- FDA-** Fibra detergente ácida
- MST-** Matéria seca total
- FT-** Fibra total
- MM-** Matéria mineral
- EE-** Extrato etéreo
- ENN-** Extrato não oxigenado
- FDN-** Fibra em detergente neutro livre de cinzas
- MS-** Matéria seca
- UR-** Umidade relativa

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	6
2.	OBJETIVO	8
3.	METODOLOGIA	9
4.	REVISÃO DE BIBLIOGRÁFICA.....	10
4.1.	Histórico da hidroponia	10
4.2.	Vantagens e desvantagens do cultivo hidropônico <i>indoor</i>	11
4.3.	A utilização da hidroponia no cultivo de forragem para nutrição animal.....	12
4.4.	Nutrição da planta: macro e micronutrientes	12
5.	TÉCNICAS/ETAPAS/MÉTODOS DE PRODUÇÃO	14
5.1.	Materiais e insumos utilizados na pré-germinação e germinação	14
5.2.	Procedimentos necessários.....	15
5.3.	Desenvolvimento da forragem verde hidropônica <i>indoor</i>	20
6.	DESENVOLVIMENTO	24
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o agronegócio juntamente com a pecuária, vem sofrendo com as grandes modificações nos recursos naturais e, conseqüentemente, diminuindo a eficiência no seu uso para a nutrição animal. Com isso, diversos avanços tecnológicos vêm sendo desenvolvidos para garantir a sustentabilidade no setor. (MULLER et.al., 2006).

É possível obter a produção de forragem em um curto prazo de tempo e com ótima qualidade, controlando algumas variáveis como, climática, pluviosidade e iluminação, conhecido como Forragem Hidropônica, onde é possível cultivar vários tipos de cultivar em diversos tipos de região o ano todo. A forragem verde hidropônica (FVH) é considerada um alimento fresco e natural, no qual é fornecido aos animais em pleno estado vegetativo, altura (15cm) em que a forragem apresenta maior teor de enzimas e nutrientes, pois coincide igualmente com maior absorção de energia solar, que é transformada em energia química, processo pelo qual é designado fotossíntese (FREIRE, 2013).

Diante desse cenário, métodos como a hidroponia, principalmente a produção no sistema vertical e climatizado, mais conhecido como sistema *indoor*, podem contribuir para uma melhor utilização dos recursos naturais e com maior eficiência e produtividade. De acordo com Muller et.al., (2006), esse método vem ganhando destaque na agricultura, uma vez que, não depende diretamente de algumas variáveis, como o clima, incidência da luz e o uso abundante de água, utilizando este recurso de forma sustentável.

A adoção do sistema de cultivo hidropônico de forragem *indoor*, impacta benéficamente, melhorando a produção sem necessitar do uso do cultivo tradicional, onde este requer grande quantidade de espaço, maquinários e depende do clima quando comparado a produção hidropônica, que possui fácil manejo, ciclos curtos, necessita de poucos espaços para produção e possui menor incidência de doenças e pragas. Todos esses fatores fazem com que este seja uma opção de excelente custo-benefício para os produtores. (Madeira & Sobreira, 2014).

De acordo com Flores, Urdaneta e Montes (2004), dentre as diversas formas de produzir alimentos, a forragem hidropônica *indoor* é um grande avanço tecnológico na alimentação animal, pois pode ser produzida durante todo o ano e ofertada aos animais em qualquer fase de desenvolvimento. No Brasil, é utilizada principalmente

na bovinocultura, ovinocultura e caprinocultura como suplemento da dieta animal, principalmente nos períodos de seca, onde há escassez de alimento volumoso verde.

Para a produção da FVH, são utilizados principalmente os seguintes grãos para o cultivo: milho, cevada, sorgo, trigo, milheto e aveia. Dentre eles, o milho colhido da espiga diretamente do sabugo, sem passar por nenhum processo de secagem ou quebra, se destaca no quesito rendimento na produção de forragem hidropônica devido ao alto índice de germinação do grão (MATOS; TEIXEIRA, 2016). A colheita ocorre em até sete dias e apresenta um alto valor nutricional.

No milho, observa-se um bom rendimento, uma vez que é possível obter através de 1 kg de grão um tapete de FVH de até 5 kg, sendo assim tem-se um rendimento de 500%. No que concerne a nutrição, é possível obter os melhores índices nutricionais, uma vez que alguns tapetes apresentam cerca de 20% de proteína bruta (PB) e até 80% de nutrientes digestíveis totais (NDT) tornando uma ótima solução para nutrição animal (SMITH, 2005). É possível perceber as vantagens do sistema *indoor* para o sistema convencional, já que por sua vez, o sistema convencional é necessário o uso de mão de obra humana para todos os tipos de ações, o tempo de colheita é maior e o desperdício de água é recorrente, tornando-se inviável para o produtor.

Pesquisas voltadas para a produção de forragem hidropônica no sistema *indoor* compreendendo o seu desenvolvimento e os efeitos na produtividade animal são necessários, uma vez que esse sistema no Brasil ainda é muito recente.

2. OBJETIVO

Objetiva-se com a elaboração deste trabalho fazer uma revisão de literatura descritiva de um método de produção da forragem de milho hidropônica no sistema *indoor*, produzida sem uso de aditivos ou fertilizantes e seus benefícios quanto a qualidade bromatológica.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado a partir de artigos de periódicos, dissertações e manuais publicados entre os anos de 2000 e 2016, além de trabalhos clássicos de anos anteriores. Para fins de busca foram utilizadas as plataformas "Pubmed", "Google Acadêmico", "SciELO" (Scientific Electronic Library Online) e livros didáticos de nível superior na área de forragicultura. Na busca dos artigos foram utilizadas as seguintes palavras chaves: alto valor nutricional, análise bromatológica, milho hidropônico, produção de forragem, proteína bruta, germinação. Foi utilizado também um manual de produção de forragem verde hidropônica elaborado pela Empresa "BIOFEED BRASIL", como fonte de dados e local para montagem das etapas de produção, que atua neste segmento no Distrito Federal. As publicações aceitas para essa revisão estavam em língua portuguesa e inglesa e os critérios de inclusão foram: data de publicação, conteúdo relacionados às análises bromatológicas, qualidade de forragem. Os critérios de exclusão foram publicações fora do período definido anteriormente e que não apresentavam relação a produção de forragem hidropônica.

4. REVISÃO DE BIBLIOGRÁFICA

4.1. Histórico da hidroponia

Com base na etimologia, o conceito de hidroponia (do grego: *hydro* = água e *ponos* = trabalho) significa trabalho com água, no entanto, na prática é o conjunto de técnicas empregadas para cultivar plantas sem o uso do solo, de forma que os nutrientes e energia residual seja extraído do próprio grão (NETO; BARRETO, 2011).

Essa técnica teve início no século XVII, com o pesquisador John Woodward, no qual cultivou uma planta da família da menta (*Mentha arvensis* L.) em águas obtidas de diversas fontes: chuva, rio, enxurrada e água e um pouco de terra (CARMELLO, 1997). Segundo Douglas (1987), John Woodward não obteve resultados satisfatórios devido a limitação de falta de equipamento adequado, até que durante os anos de 1859 e 1865, Julius e Von Sachs verificaram que era possível criar plantas na falta total de terra ou esterco sob condições cuidadosamente controladas.

A partir dessa descoberta diversos pesquisadores iniciaram o processo da técnica do cultivo sem solo em laboratório. Ainda segundo Douglas (1987), Willian F. Gericke, professor da Universidade da Califórnia, foi o responsável por transformar a técnica do cultivo sem solo em uma técnica de campo e a “batizou” de hidroponia. Após os avanços de Gericke, há relatos que o exército norte-americano realizou a técnica para produção de alimentos no ano de 1939 (SCHUBERT, 1981; DOUGLAS, 1987) e, desde então, com novas pesquisas e avanços diversos países, inclusive o Brasil, passaram a possuir utilização comercial da técnica de hidroponia.

De acordo com Resh (1997), a hidroponia comercial é uma ciência não muito antiga, sendo utilizada como atividade comercial há apenas 50 anos. Nesse curto período de tempo a técnica foi adaptada a diversas situações, como o sistema fechado (*indoor*), onde há o controle de das variáveis através de um sistema automatizado, sendo possível plantar alguns tipos de grãos em absolutamente qualquer região desejada, independente do clima ou pluviometria.

No Brasil, o cultivo hidropônico *indoor* vem crescendo em escala comercial de forma rápida, destacando-se em: São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Atualmente, a produção comercial já atinge grandes escalas de forma que é relativamente fácil encontrar alimentos hidropônicos para rebanhos em propriedades.

4.2. Vantagens e desvantagens do cultivo hidropônico *indoor*

O cultivo hidropônico é bastante promissor, devido a uma série de benefícios que apresenta em relação ao cultivo tradicional a campo e mesmo ao cultivo protegido, no solo (FAGUIN; FURLANI, 1999). Atualmente, já é uma realidade com diversos sistemas já implementados em fazendas no Brasil.

Dentre as diversas vantagens do cultivo hidropônico *indoor*, Faquin e Furlani (1999) destacam o uso de pequenas áreas para produção, obtenção de elevadas produtividades em uma pequena área, possibilidade do cultivo durante todo o ano, independente do clima e pluviometria, produção de forragem de boa qualidade com melhores preços do mercado, nenhuma exigência de defensivos agrícolas, uso eficiente e econômico de água, nenhum fertilizante, ausência de salinização e contaminação por patógenos, ausência da necessidade de rotação de culturas e controle de plantas daninhas.

Bezerra Neto e Barreto (2012) acrescentam que a hidroponia traz um melhor controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos pelas plantas, redução no ciclo da cultura e maior produtividade, redução de riscos climáticos uma vez que se controla todas as variantes, e rápido retorno do capital. Segundo Brito Neto et al. (2015) os sistemas mais modernos de hidroponia *indoor* automatizados podem apresentar uma economia de 70% de uso de água em relação aos cultivos de hidroponia convencional, além do fato que a entrega do alimento pronto ocorre em pelo menos metade dos dias, ou seja sete dias.

Algumas desvantagens do cultivo hidropônico *indoor* são: o custo inicial de implantação elevado, a exigência de um alto grau de tecnologia e acompanhamento permanente do sistema, a dependência de energia elétrica (de rede ou solar), a necessidade de um espaço adequado para a produção do sistema vertical e uma equipe qualificada para a produção.

Bezerra Neto e Barreto (2012) apontam também o custo técnico de nível elevado, a exigência de conhecimento técnico mais efetivo, com a exigência de mão de obra especializada com o devido treinamento, o risco de perdas por falta de energia sendo que o sistema não pode ficar mais de 48 horas com a ausência da energia, e neste caso seria necessário o uso de um gerador.

4.3. A utilização da hidroponia no cultivo de forragem para nutrição animal.

Uma das técnicas de hidroponia mais utilizadas no Brasil consiste na produção de Forragem Verde Hidropônica (FVH). Esta técnica permite obtenção de uma biomassa vegetal de forma rápida, com baixo custo e de forma sustentável, com sanidade, limpa e de alto valor nutritivo para a nutrição animal (FAO, 2001). A produção de forragem verde hidropônica para nutrição animal vem tendo uma aplicação cada vez mais crescente e uma boa aceitação dos pecuaristas no Brasil, devido as seguintes vantagens: o ciclo é curto, independe das condições agroclimáticas de cada região, apresenta alta produtividade, dispensa o uso de agrotóxicos, e dispensa os investimentos para a ensilagem, fenação ou armazenamento (ANDRADE NETO et al., 2002).

A técnica foi adaptada para a produção em larga escala, para servir de alimento à espécie bovina, na época da seca (ARAUJO et al., 2008). Segundo Campêlo (2007), a técnica consiste no plantio da cultivar em sistema de hidroponia *indoor*, preparados de forma vertical, com o caimento das bandejas de forma correta para retorno da água para o reservatório. Segundo Piccolo et al. (2013), o sistema de água por inundação da hidroponia tem como objetivo principal a fixação do sistema radicular para ingestão de água da planta, mas precisa apresentar características importantes como: baixo custo, disponibilidade na propriedade, pH entre 5,6 e 7,0, baixa concentração de sais e volume estável.

Os estados do Nordeste e Centro-oeste do Brasil têm como características climáticas, extensos períodos de seca. Segundo Campêlo (2007), neste cenário a pecuária perde competitividade tornando impossível mantê-la dependente do crescimento natural das pastagens. A produção de forragens usando a hidroponia constitui alternativa para o uso em pequenas, médias e grandes propriedades rurais que têm dificuldade com a produção e fornecimento de volumosos de forma regular ao longo do ano (AMORIM et al., 2000).

4.4. Nutrição da planta: macro e micronutrientes

A análise elementar da matéria seca da planta corresponde a cerca de 90% do total de elementos corresponde ao Carbono (C), Oxigênio (O) e Hidrogênio, o restante, aos minerais (FAQUIN, 2005). A presença dos nutrientes na análise química

não é o bastante para demonstrar a sua essencialidade, uma vez que as plantas podem absorver elementos essenciais, benéficos e tóxicos. De acordo com Arnon e Stout (1939), para determinar a essencialidade dos elementos é necessário atender aos seguintes critérios:

- Na ausência do elemento, a planta não completa a fase vegetativa ou reprodutiva do seu ciclo de vida.

- Um elemento não consegue ser substituído por outro na prevenção ou na correção da deficiência porque ele é específico.

- O elemento precisa estar envolvido diretamente na nutrição da planta e não ter efetuado a neutralização de alguma condição química ou microbiológica desfavorável do solo ou de algum meio de cultivo.

De acordo com Faquin (2005) além do C, O e H (orgânicos), treze elementos (minerais) são considerados essenciais no quesito desenvolvimento das plantas, onde são divididos em dois grupos de acordo com aspecto quantitativos:

- Macronutrientes: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S).

- Micronutrientes: Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo) e Zinco (Zn).

Alguns outros elementos podem ser importados para o desenvolvimento das plantas, porém não há na literatura formas para caracterizá-los como essenciais, Marschner (1986) agrega nessa categoria o sódio, silício, cobalto, níquel, alumínio e selênio.

5. TÉCNICAS/ETAPAS/MÉTODOS DE PRODUÇÃO

5.1. Materiais e insumos utilizados na pré-germinação e germinação

Dentre os materiais necessários para a produção da FVH são utilizados para manuseio da semente: tambor, balde ou caixa plástica, peneiras, reagentes (Figuras 1, 2 e 3), sementes, saco para drenagem, balança e medidores.

Figura 1 – Tambor para higienização das sementes



Fonte: Biofeed Brasil

Figura 2 – Peneira usada para retirada das impurezas



Fonte: Biofeed Brasil

Figura 3 – Reagentes utilizados para a quebra de dormência



Fonte: Biofeed Brasil

5.2. Procedimentos necessários

Antes de iniciar todo o processo de pré-germinação é necessário fazer uma limpeza criteriosa das sementes para retirar todas as sujidades. A desinfecção (Figura 4) é realizada com água e peróxido de hidrogênio a 3% (água oxigenada), e as sementes devem ser deixadas de molho por 30 minutos nesta solução (Figura 4). Decorrido este tempo, é necessário lavar novamente as sementes e drenar a água. Após a desinfecção as sementes, elas são deixadas de molho por 24 horas com reagente específico denominado “cal virgem”, cada variedade de grão possui seu reagente específico para a quebra de dormência. Para cada 2 kg de milho é necessário diluir 200 g de cal virgem em 10 a 15 litros de água.

Figura 4 - Desinfecção dos grãos



Fonte: Biofeed Brasil

Após o processo de quebra de dormência realiza-se a drenagem da água das sementes por meio de um saco de linhagem. O tempo médio de drenagem varia de acordo com a característica de cada grão, no caso do milho o tempo de drenagem é de 24 horas (Figura 5).

Figura 5 - Drenagem dos grãos



Fonte: Biofeed Brasil

Após a drenagem deve-se proceder a transferência das sementes para as caixas de pré-germinação. Caso esteja germinando outros tipos de variedades diferentes de grãos, é necessário identificar corretamente as caixas, a fim de acertar o tempo de germinação adequado (Figura 6).

Figura 6 - Caixa de pré germinação



Fonte: Biofeed Brasil

As sementes devem ser deixadas nas caixas de pré-germinação por até 48h, a depender do tipo de semente (Figura 7). É necessário observar o teor de umidade das sementes para se certificar que esteja com uma umidade relativa (UR) entre 20%UR a 35%UR.

Figura 7 - Sementes em caixa para germinação



Fonte: Biofeed Brasil

Após a pré-germinação, as sementes devem ser colocadas na bandeja com uma altura em torno de 3 centímetros e espalhadas uniformemente sobre ela (Figura 8). Após a disposição, as sementes devem ser cobertas com sombrite (tela de

sombreamento) e colocadas as bandejas na rack própria para o sistema *indoor* (Figura 9).

Figura 8 - Grãos na bandeja



Fonte: Biofeed Brasil

Figura 9 - Germinação em ambiente *indoor*



Fonte: Biofeed Brasil

Após aproximadamente 4 horas, pode ser realizada a primeira rega. Os bicos do sistema de gotejamento devem ser verificados individualmente para assegurar seu perfeito funcionamento. O período de rega deve durar em média 3 minutos, e ser acionado a cada 4 horas (Figura 10). Essa programação é realizada diretamente no

sistema de controle, não sendo necessário contato/manejo direto de um técnico a cada ciclo.

Figura 10 - Bicos do sistema de gotejamento



Fonte: Biofeed Brasil

Assim como o ciclo de rega é programado, a também luz é acionada automaticamente todos os dias, e deve permanecer ativada das 6 horas da manhã até às 23 horas. Estas são refletores de led (Figura 11), de cor branca.

Figura 11 - Sistema de iluminação por led controlada



Fonte: Biofeed Brasil

O ar-condicionado também deve ser programado para que fique ligado 24 horas por dia, em temperatura controlada de 20° C a 25° C (Figura 12).

Figura 12 - Climatização controlada



Fonte: Biofeed Brasil

5.3. Desenvolvimento da forragem verde hidropônica *indoor*

Para que ocorra um desenvolvimento adequado da Forragem Verde Hidropônica (FVH), o material é acondicionado em locais climatizados com ar-condicionado e com armário em ferro denominado “rack”, com 7 andares, 7 bandejas de acrílico em cada andar de 0,20 cm de largura por 2 m de comprimento com leve declividade de 5 graus para não ocorrer o acúmulo de água nas bandejas e iluminação de 4 refletores de led por andar do armário (Figura 13).

Para cada bandeja são utilizados 2 kg de grão de milho, ou seja, em 0,20 cm de largura por 2,0 m de comprimento. Espalhados de forma gradual na bandeja para que toda superfície da bandeja esteja coberta (Figura 13).

Figura 13 - Vista de parcelas experimentais no armário denominado “rack”



Fonte: Biofeed Brasil

A cobertura com o sombrite após o plantio garante que o grão expresse o máximo do seu sistema radicular e absorva água (Figura 14).

Figura 14 - Sistema Radicular aparente



Fonte: Biofeed Brasil

A manutenção da temperatura média no ambiente de produção e o registro diariamente, garantem que o sistema esteja em conformidade com as condições ideais, que em torno de 23° C e UR em torno de 25%.

As irrigações são iniciadas as 6hs00 horas da manhã e se repetem de 4 em 4 horas até às 22hs00, totalizando 5 irrigações diárias com escoamento de 5 graus até as calhas de recebimento de água e recolhimento através dos canos para o reservatório de água.

Após todos esses processos estarem de forma adequada e calibrada, com apenas 7 dias obtém-se os rolos de tapete da forragem de milho (Figuras 15 e 16).



Fonte: Biofeed Brasil

Figura 15 - Rolo de milho hidropônico *indoor* enrolado na bandeja



Figura 16 - Enraizamento do milho hidropônico *indoor*

6. DESENVOLVIMENTO

É possível notar nos rolos de forragem o enraizamento dos grãos entre si, com alto teor de enzimas prebióticas. A produção dessas enzimas é um sistema de defesa da própria planta, as raízes que deveriam estar no chão em contato com a terra cresceriam e protegeriam a planta dos componentes e organismos danosos do solo, mas na FVH elas ficam “livres”. Como os alimentos ricos em enzimas são geralmente de natureza alcalina, a alimentação com forragem hidropônica melhora a produtividade dos animais, desenvolvendo um sistema imunológico mais forte devido à neutralização das condições ácidas (NAIK et. al., 2015). Esses grãos enraizados também são consumidos pelos animais, garantindo o aproveitamento completo dos nutrientes da FVH (PANDEY; PATHAK, 1991 *apud* NAIK et. al., 2015).

A realização de análise da composição bromatológica esporadicamente é importante para que se tenha informações corretas em relação ao valor nutritivo dos alimentos que serão fornecidos aos animais, incluindo as forragens, para que se proceda um balanceamento adequado da dieta dos animais. Além disso, quando é realizada a comparação entre alimentos é de suma importância levar em consideração seus respectivos teores de matéria seca (MS), pois para efeito de cálculo essa comparação deve ser feita como se os alimentos apresentassem 100% de MS (SILVA; QUEIROZ, 2002).

A fibra bruta (FB) é a parte dos carboidratos encontrados após a digestão do alimento em uma solução ácida, seguido por digestão básica. A análise da FB não gera valores muito confiáveis para cálculos nas formulações de dietas, por ter drásticos métodos de digestões (SALMAN ET AL., 2010)

Os dados de Material Mineral (MM) são utilizados para indicar valores médios dos elementos minerais que contém na amostra. Os teores de MM não apresentam valores importantes quando se trata de produtos vegetais, pois os valores encontrados fornecem poucas informações de suas composições (SILVA; QUEIROZ, 2002). Conforme esses valores é possível fazer um valor estimado da quantidade média de matéria orgânica presente na amostra, e a parti das cinzas, os teores de cálcio e fósforo. O teor de MM se dá por conta dos resíduos existentes, após a amostra ser submetida a um alto aquecimento.

O valor de Proteína Bruta (PB) é determinado indiretamente a partir dos valores encontrados de nitrogênio total (N) da amostra, onde há um valor de conversão de N

A cevada apresenta o recorde de PB dentre todas as outras forrageiras, chegando a incríveis 26% de PB, contudo, os grãos da cevada estão monopolizados pelas cervejarias, o que causa grande disputa por essa matéria prima. Já o trigo, apresenta o melhor rendimento no quesito de FB, porém, tem um agravante no seu cultivo, é endêmico dele o mofo, e ele já é recolhido das fazendas com esse problema, (Freire, 2013).

De acordo com Medeiros (2006), o milho, por sua vez, consegue entregar um ótimo resultado de PB e FB por um custo benefício bem menor do que as demais, sendo mais viável no quesito financeiro para o produtor, já que outros tipos de forrageiras demandam muito mais mão de obra, maquinários e espaço de área destinada ao cultivo, fatores que por sua vez possuem altos custos. Ademais, nos aspectos nutricionais, comparados a outros tipos de alimentos, como: silagem de milho, silagem de capiaçu apresentam valores bem altos nos quesitos nutricionais, uma vez que, é possível fazer desde o plantio até a colheita em 7 dias, enquanto os demais demoram no mínimo 5 meses.

Segundo Andrade Neto (2002), a produtividade de forragem de milho hidropônico depende diretamente da qualidade das sementes utilizadas, que devem apresentar germinação superior a 80%. O rendimento encontrado na amostra pode ter sido influenciado pela qualidade das sementes, uma vez que foram utilizados grãos de milho diretamente do produtor. O uso de sementes de milho acarretaria um alto custo, o que não seria viável para o produtor, já o próprio grão do milho é mais viável e podendo ser obtido diretamente de fazendas produtoras onde o grão não passou por nenhum processo de secagem, ensilagem.

Portanto, comparando a outros tipos de forragens nos quesitos: proteína bruta, fibra bruta, material mineral e matéria seca mais utilizadas na alimentação animal, pode-se compará-los com a forragem de milho hidropônico *indoor* a qual se mostra superior a maioria dessas forragens, tornando esta opção bastante interessante para alimentação animal, seja pelo valor nutricional, já que se mostra superior em quesitos nutricionais, baixo custo e rapidez de disponibilidade (SMITH et al., 2005).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão de literatura apresentada, destinou-se a aprofundar teórica e empiricamente a produção de FVH, como uma técnica fundamental e inovadora na produção de alimento animal.

A qualidade bromatológica da forragem verde hidropônica de milho no sistema *indoor* apresenta uma condição incrível para o uso na alimentação animal, principalmente pelo teor de proteína. É cabível abordar a facilidade em produzir esta forragem em qualquer clima e em larga escala e em tão curto prazo de tempo. Sendo assim, se apresenta como mais uma solução bastante interessante para o produtor rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, A.C.; RESENDE, K.T.; MEDEIROS, A.N. et al. **Produção de milho (Zeamays) para forragem, através de sistema hidropônico**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2000, Viçosa, MG. Anais. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, 2000. (CDROM).

ANDRADE NETO, C. O., MELO FILHO, C. P., MOURA, L. R. B., MIRANDA, R. J. A., PEREIRA, M. G., MELO, H. N. S., LUCAS FILHO, M. 2002. **Hidroponia com Esgoto Tratado – Forragem Hidropônica de Milho**. 8p. In: VI SIMPÓSIO ITALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2002, Vitória. Anais do VI Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vitória, ES: ABES/ANDIS, (CD ROM, Trab. II-081). Disponível em: <https://docplayer.com.br/28277929-li-081-hidroponia-com-esgoto-tratado-forragem-hidroponica-de-milho.html>. Acesso em 20 de novembro de 2023.

ARAÚJO, V. S., COELHO, F.C., CUNHA, R.C.V., LOMBARDI, C.T. (2008). **Forragem Hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana e vinhoto**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 7(3): 251-264.

ARNON, D. I.; STOUT, P. R. The Essentiality of Certain Elements In Minute Quantity for Plants With Special Reference to Copper. **Plant Physiology**, v. 14, n. 2, p. 371-375, 1 abr. 1939. Disponível em: <https://doi.org/10.1104/pp.14.2.371>. Acesso em: 20 novembro 2023.

BEZERRA 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.

BRITO NETO, A. J. B et al. **Monitoramento de um Cultivo Hidropônico através de um Circuito de Automação e Controle**. Ciências exatas e tecnológicas. Maceió. v. 3. n.1. p. 105-116. Novembro 2015.

CAMPÊLO, J.E.G. (2007) **Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos**. Revista Brasileira de Zootecnia, 36 (2):276-281.

CAMPOS, F. P. de; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, [2004]. 135 p.

CARMELLO, Quirino Augusto de Camargo. **Cultivo hidropônico de plantas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 1997. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/biblioteca/file/39/download?token=wHB8euA_. Acesso em: 19 novembro 2023.

DOUGLAS, J. S. **Hidroponia, Cultura sem Terra**. 6 ed., São Paulo, SP, Nobel, 1987.

FAO – Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y la alimentación. (2001) **Manual técnico forrage verde hidropónico**. Santiago, Chile, 55p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de Plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 186 p.

FLORES, Z; URDANETA, G.; MONTES J. 2004. **Densidad de siembra de maíz (Zeamays) para producción de forraje verde hidropónico**. Memorias XII Congreso Ven. Producción e Industria Animal. (Resumo), p.136.

FAQUIM V.; FURLANI P. R. 1999. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC. 52p. (Boletim técnico, 180).

FREIRE, E. (,2012, Abril 2012). "**Forragem em hidroponia sai mais barato que o próprio feno**". Vida Rural, 26-27-28.

MADEIRA, B., & SOBREIRA, C. (2014). Vacas comem erva servida em tabuleiros. Disponível em Agrotec.com. Acesso em 11 de dezembro de 2023

MATOS, D. C.; TEIXEIRA, E. C. AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E DA QUALIDADE BROMATOLÓGICA DA FORRAGEM DE MILHO HIDROPÔNICO PRODUZIDA COM DIFERENTES FERTILIZANTES. Trabalho de graduação (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2016, 28 p. Disponível em https://www.bdm.unb.br/bitstream/10483/16375/1/2016_DaviCaixeta_EricCastro_tcc.pdf. Acesso em 18 de novembro de 2023.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 647p.

MEDEIROS, L. M. (2006). **Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de trigo** (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. Retrieved from http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1600 . Acesso em 11 de dezembro de 2023

MIZUBUTI, I. Y.; PINTO, A. P.; PEREIRA, E. S.; RAMOS, B. M. O. **Métodos Laboratoriais de Avaliação de Alimentos para Animais**. Londrina: EDUEL, 2009. 228p.: Il.; 23cm.

MULLER, Liziany et al. Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Zootecnia Trop.**, v. 24(2), p. 137-152, 2006. Disponível em: <http://www.bioline.org.br/pdf?zt06012>. Acesso em: 19 nov. 2023.

NAIK, P.; SWAIN, B.; SINGH, N. Production and Utilisation of Hydroponics Fodder. **Indian Journal of Animal Nutrition**, v. 32, n. 1, p. 1-9, 19 fev. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Prafulla-Naik/publication/275097452_Review-Production_and_Utilisation_of_Hydroponics_Fodder/links/553240140cf27acb0deacb58/Review-Production-and-Utilisation-of-Hydroponics-Fodder.pdf. Acesso em: 30 nov. 2023.

PICCOLO, M. A. et al. **Produção de forragem verde hidropônica de milho, utilizando substratos orgânicos e água residuária de bovinos**. Revista Ceres, Viçosa, v. 60, n. 4, p. 544-551, Aug. 2013.

RESH, H. (1997) **Hydroponic food productions**. 5. ed. California: Woodbridge Press Publishing Company. 527p.

SALMAN, A. K. D.; FERREIRA, A. C. D.; SOARES, J. P. G.; SOUZA, J. P. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. Embrapa, Porto Velho/RO, Documentos, ISSN – 0103-9865. Maio, 2010.

SMITH, J. et al. "**Hydroponic Forage Production: A Review of Nutritional Benefits and Environmental Considerations.**" Journal of Animal Nutrition (2005).

SCHUBERT, M. **Manual práctico de hidrocultivo.** Barcelona: Omega S.A., 1981.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos.**3. ed. – Viçosa: UFV, 2002. 235p.