

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AGRONOMIA

REVISÃO: USO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE
MILHO HIDROPÔNICO PARA FORRAGEM

AILTON MOSANIEL DE ALBUQUERQUE



Ailton Mosaniel de Albuquerque

**REVISÃO: USO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MILHO
HIDROPÔNICO PARA FORRAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Cândido Alves da Costa

Montes Claros - MG
ICA - UFMG
2022

Ailton Mosaniel de Albuquerque.

REVISÃO: USO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MILHO
HIDROPÔNICO PARA FORRAGEM

Aprovado pela banca examinadora constituída por:

Prof. Dr. Luiz Arnaldo Fernandes – ICA/UFMG

Caroline Batista Gonçalves Dias – Doutoranda ICA/UFMG



Prof. Dr. Cândido Alves da Costa – Orientador ICA-UFMG

Montes Claros, 13 de julho de 2022.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
SECRETARIA DO COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA / TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Aos 13 dias do mês de julho de 2022, às 14 h 00 min, o/a estudante AILTON MOSANIEL DE ALBUQUERQUE, matrícula 2017094786, defendeu o Trabalho intitulado "USO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MILHO HIDROPÔNICO PARA FORRAGEM" tendo obtido a média (90,00) noventa.

Participaram da banca examinadora os abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar; assinam eletronicamente a presente ata.

Nota: 90,00 (noventa)

Orientador(a): CÂNDIDO ALVES DA COSTA

Nota: 90,00 (noventa)

Examinador(a): LUIZ ARNALDO FERNANDES

Nota: 90,00 (noventa)

Examinador(a): CAROLINE BATISTA GONÇALVES DIAS



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Arnaldo Fernandes, Servidor(a)**, em 15/07/2022, às 11:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Candido Alves da Costa, Professor do Magistério Superior**, em 16/07/2022, às 13:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Caroline Batista Gonçalves Dias, Usuário Externo**, em 19/07/2022, às 13:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1608260** e o código CRC **43A37683**.

Este documento deve ser editado apenas pelo Orientador e deve ser assinado eletronicamente por todos os membros da banca.

RESUMO

A pecuária necessita de um aporte para fornecer aos animais alimentos com qualidade nutricional eficiente, seja para produção de carnes, leite ou reprodução. As forrageiras verdes podem ser utilizadas para atender as demandas nutricionais de vários animais, entre elas, o milho se destaca, por ser uma cultura produzida mundialmente, além de apresentar boa palatabilidade e digestibilidade. Nem sempre produzir forrageira de qualidade é possível, pois demanda de terras agricultáveis, água, fertilizantes e condições climáticas favoráveis. Uma opção alternativa para produzir forragem de qualidade é a hidroponia, uma técnica rentável e econômica, que permite retorno rápido ao produtor, a técnica que não precisa de solos para produzir alimentos pode ser feita em pequenas áreas utilizando substratos orgânicos a partir de materiais que estejam disponíveis nas propriedades ou sejam de fácil acesso de obtenção. Desta forma, o objetivo desta revisão de literatura foi identificar os principais trabalhos realizados que demonstram o uso de diferentes substratos orgânicos para a produção de milho hidropônico para forragem. Foram encontrados seis principais trabalhos sobre a temática entre os anos de 2005 e 2021, dos quais pode-se constatar que a produção do milho em sistema hidropônico para forragem foi testado com diferentes substratos orgânicos, entre eles a utilização do bagaço da cana-de-açúcar foi o que predominou. Conclui-se que a técnica da hidroponia propicia a produção de forragem verde durante todas as estações do ano, utiliza pequena quantidade de sementes, é um sistema acessível ao produtor que em média 15 a 20 dias após plantio terá forragem pronta para colheita e fornecimento aos animais,

Palavras-chave: Agricultura sustentável. Forragicultura. Hidroponia. *Zea Mays*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação dos substratos orgânicos utilizados para produção de milho hidropônico -----21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cv. – cultivar

DFT - *Deep Film Technique*

FDA – Fibra em Detergente Ácido

FDN – Fibra em Detergente Neutro

ICA – Instituto de Ciências Agrárias

MS – Matéria Seca

NFT - *Nutrient Filme Technique*

PB – Proteína Bruta

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	09
2. METODOLOGIA.....	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1 Aspectos gerais sobre a cultura do milho.....	12
3.2 Hidroponia.....	14
3.3 Forragem hidropônica.....	17
3.4 Diferentes substratos para a produção de milho hidropônico....	17
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

1. INTRODUÇÃO

As atividades econômicas voltadas para a criação de animais, ou seja a pecuária, exercem um papel de elevada importância na alimentação do mundo, apesar disso, muitos fatores como alterações climáticas e uso excessivos de solos interferem de forma negativa na produção de recursos para alimentação do gado. Desta forma, vem surgindo ao longo dos anos, alternativas para produção desses alimentos que são essenciais para que a pecuária se mantenha sempre ativa no mercado, contribuindo com a alimentação global, obtendo lucro com a atividade e realizando-as de forma sustentável (MOORBY; FRASER, 2021).

As plantas forrageiras representam importante fonte de alimento para a nutrição animal na pecuária, em regiões que as estações do ano são bem definidas, alguns produtores precisam investir em suplementações e rações para permanecer fornecendo ao animal um alimento de qualidade. Quando surge o período da seca a quantidade e a qualidade de forrageiras verdes reduz drasticamente, pois muitos dependem dos fatores climáticos para fornecimento do volumoso para o rebanho (BARROS, 2012).

Em meio as adversidades para produção de forragem de qualidade, a produção hidropônica mostra-se como alternativa. A forragem hidropônica é o cultivo de plantas produzidas em substratos e soluções nutritivas, ou até mesmo sem a utilização de substratos. Esta opção pode ser utilizada também quando não há áreas disponíveis para produção da forrageira, assim como a baixa disponibilidade hídrica e de fertilizantes (GUTIÉRREZ; CAMACHO, 2019).

O milho é uma cultura importante e como gramínea é comumente utilizado como forragem na alimentação do gado. A produção do milho de forma hidropônica é uma alternativa para ofertar ao animal um volumoso de qualidade e com bons níveis de proteínas, atuando de forma essencial na dieta.

A produção hidropônica pode contemplar a utilização de diferentes substratos orgânicos, como o capim picado, a casca de arroz, bagaço de cana-de-açúcar e até mesmo sementes, sendo incrementados no resultado final da biomassa produzida. E estes substratos podem interferir de forma positiva ou negativa na composição bromatológica do alimento e em sua digestibilidade.

Diante da importância de se adequar a produção da forragem hidropônica para novas alternativas, objetivou-se por meio desta revisão de literatura realizar um levantamento de dados dos principais trabalhos realizados em torno da utilização de substratos orgânicos na técnica da hidroponia para a produção de milho para uso como forragem.

2. METODOLOGIA

Para esta revisão de literatura, a metodologia baseou-se em informações de cunho científico relacionadas ao uso de diferentes substratos na produção de milho hidropônico para forragem. A pesquisa bibliográfica foi descritiva, explorou-se conteúdos que envolveram experimentações e ensaios com a técnica da hidroponia e a utilização de diferentes substratos orgânicos para a produção do milho, a fim de obter uma relação de quais substratos vem sendo utilizados para produzir forragem de milho em tempo hábil. As informações foram coletadas por meio de portais eletrônicos, entre eles Google acadêmico, periódico Capes, *Web of Science*, *Scielo*, *Sci-Hub*, além de livros sobre a temática. Os artigos utilizados foram publicados nos anos de 2005 até 2021.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos gerais sobre a cultura do milho

De origem americana, encontrado no México a mais de 7.300 anos, o milho (*Zea Mays* L.) pertence à família botânica poaceae, ordem *Poales*, da subfamília *Panicoideae*, tribo *Maydeae*, gênero *Zea* e da espécie *Zea Mays*. O milho se caracteriza como uma planta herbácea, alógama de ciclo anual completo, apresenta o metabolismo C4 com alta taxa de atividade fotossintética. A espécie é monóica e suas inflorescências femininas saem nas axilas das folhas, sendo denominadas de espigas, e a inflorescência masculina surge na extremidade superior, chamadas de pendão (TOLEDO, 1980; MAGALHÃES et al., 2002; GARCIA; MATOSSO; DUARTE, 2006).

O caule das plantas de milho é do tipo colmo, composto por nós e entrenós onde, de forma alternada surgem as folhas. O sistema radicular é fasciculado, podendo atingir uma profundidade de até três metros de comprimento (FORNASIERI FILHO, 2007; MAGALHÃES; DURÃES; PAIVA, 1994). As plantas do milho produzem considerável quantidade de grãos, que são boas fontes de carboidrato devido a presença de amido, possuem lipídeos, vitamina D, cálcio, lisina, riboflavina e niacina (MAGALHÃES *et al.*, 2002).

O milho é o cereal mais produzido, ficando à frente de outros cereais de importância mundial, como o arroz e o trigo. Pode-se considerar que a alta produção do milho esteja relacionada ao melhoramento genético, o que confere características de tolerância a pragas e doenças, além de ser adaptável a diferentes condições ambientais (GARCÍA-LARA; SÉRNA-SALVIDAR, 2019).

O milho é uma cultura versátil, tornou-se importante na alimentação humana, na alimentação animal, sendo consumido no mundo, de diversas maneiras (SÉRNA-SALVIDAR, 2010). Os grãos de milho e o milho verde fazem parte da dieta humana, é processado como ração para animais, além de ser utilizado como matéria prima destinada a muitas finalidades, pois representa um seguimento para diferentes cadeias produtivas, como produção de alimento, carne, leite e combustível (CHAUDHARY *et al.*, 2016).

Na alimentação animal o milho é uma cultura de elevada importância, desde o pequeno ao grande produtor. Em muitos países o milho é o principal componente na dieta de gado de corte e de leite. Como forragem verde é uma opção pois, é uma cultura que cresce relativamente rápido, produz biomassa de boa qualidade. É bem digestível e com alta palatabilidade, contribuindo para desempenho corporal e ganho de peso dos animais (IQBAL *et al.*, 2006; CHAUDHARY *et al.*, 2016).

O milho é uma das *commodity* com valor de grão considerado barato em relação ao alto custo de sua logística de transporte, sua produção mundial nos anos 2019/2020 atingiu o total de 1,11 bilhão de toneladas. Os principais produtores da cultura são os Estados Unidos, China e o Brasil, ocupando o terceiro lugar o Brasil produziu 101 milhões de toneladas no ano agrícola referido acima (USDA, 2020; MIRANDA *et al.*, 2021).

De acordo com Miranda *et al.* (2021), no Brasil o milho representa um ingrediente principal para formulação de rações fornecidas para o setor de avicultura, suinocultura e pecuária de corte, mas também é utilizado para silagem na pecuária produtora de leite. Embora seja destinado a alimentação animal não há registros e nem levantamento de dados sobre a utilização do milho para fabricação de forragem, pois a Companhia Nacional de Abastecimento – Conab e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, só apresenta dados coletados em relação a esta *commodity* referente apenas a produção de grãos.

Uma preocupação constante de pecuaristas é a indisponibilidade de alimentos com bom valor nutricional para fornecer aos animais durante todas as estações do ano. A quantidade de chuvas no decorrer do ano, acaba interferindo na produção das forragens, pois na maioria das regiões, o período da seca é bem definido e o déficit hídrico afeta a produtividade de culturas como o milho (NEUMANN *et al.*, 2017).

Quando produzido pelo sistema convencional em solos, o milho demanda em média de precipitação entre 300 a 5000 mm, em boas condições produz elevada quantidade de biomassa, sem contar que em locais em que a precipitação se estende, pode ser produzido quase durante todo ano (MAGALHÃES *et al.*, 2002; NEUMANN *et al.*, 2017).

Dessa forma, vê-se que novas tecnologias precisam ser aplicadas visando a promoção de uma agricultura mais sustentável no fornecimento de alimentos com boa qualidade nutricional para animais. É necessário as tecnologias atendam a princípios, como reduzir o uso de terras até o seu total esgotamento fértil, diminuir o uso exacerbado de água e manter a segurança sanitária do solo e das culturas produzidas. A exemplo tem-se a produção de alimentos por meio da hidroponia, uma técnica que se encaixa bem como forma de agricultura sustentável.

3.2 Hidroponia

Considerada uma tecnologia agrícola de uso intensivo que apresenta alto rendimento, a hidroponia pode atender diversas demandas de produção de alimentos, com menor utilização de recursos e de forma sustentável (VELÁZQUEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2022).

O termo *hidroponia* deriva do grego *hydro* que significa água e *ponos* que significa trabalho, ou seja “trabalhar com água”. Na hidroponia além da possibilidade de utilizar a água como meio produtivo, as soluções nutritivas compostas por diferentes quantidades de nutrientes dão condições de desenvolvimento das plantas sem contato com o solo (DOUGLAS, 1987; AQUINO, 2014). A técnica denominada hidroponia surgiu na Inglaterra, em um experimento do pesquisador John Woodward no ano 1699. Ele desejava descobrir como as plantas da *Mentha spicata* conseguiam captar os nutrientes que necessitavam para seu desenvolvimento (DOUGLAS, 1987; FURLANI, 2004).

No ano de 1804 foi publicado que os minerais eram substâncias essenciais para que as plantas pudessem crescer. Logo após no ano de 1860, com a elaboração de fórmulas de soluções nutritivas, Sachs e Knop acabaram desenvolvendo a tecnologia para o cultivo de plantas por meio dessas soluções (BETAGLIA, 2003). Já para a utilização do termo hidroponia, o primeiro a utilizá-lo foi William Frederick Gericke no final da década de 1920, ele utilizou ainda de conhecimentos adquiridos de pesquisas laboratoriais para fins comerciais. A técnica da hidroponia foi impulsionada com a Segunda Guerra Mundial quando o exército instalou o sistema em bases militares para produção de alimentos como verduras e legumes (DOUGLAS, 1987; FILGUEIRA, 2007; AQUINO, 2014).

A hidroponia é uma técnica bastante difundida em países como Holanda, Espanha e Estados Unidos na produção de hortaliças folhosas e com frutos, como de plantas ornamentais. No Brasil vem sendo praticada principalmente para a produção de hortaliças como alface, agrião, couves, chicória, cebolinha verde, morango, tomates dentre outras culturas (JAIGOBIND *et al.*, 2021).

A tecnologia apresenta rentabilidade na produção, otimiza espaço, reduz gastos com fertilizantes, herbicidas e inseticidas, as culturas apresentam ciclos mais curtos e não necessita de rotação, reduz a incidência de doenças de solo, tem-se menor gasto com mão de obra e pode ser feita em pequenos espaços se comparado aos plantios convencionais em solo. Além disso, uma das principais características é o uso eficiente da água, pois quando a hidroponia é feita em circuitos fechados a água é reaproveitada, assim como as soluções nutritivas que são apenas corrigidas nutricionalmente, sem contar que pode atender regiões onde terras cultiváveis e água estão cada vez mais escassas (BEZERRA-NETO; BARRETO, 2000).

Apesar de incontáveis benefícios que a hidroponia representa na produção sustentável de alimentos, algumas desvantagens podem ser apontadas como por exemplo: custo inicial elevado, necessita-se de conhecimento das culturas e a necessidade nutricional, ou seja, mão de obra especializada, requer frequente manutenção de instalações, assim como das soluções nutritivas. Além do mais, as soluções nutritivas quando não forem mais utilizadas devem ser descartadas de forma adequada para evitar problemas ambientais decorrentes de contaminações com fósforos e nitratos (AQUINO, 2014; VELÁZQUEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2022).

Potencialmente os sistemas instalados para a produção de alimentos de forma hidropônica podem variar de ambientes simples a mais sofisticados, sendo a maior parte realizada em estufas, com condições climáticas controladas assim como sistemas de irrigação automática e a iluminação. Com os avanços da tecnologia e com maior aptidão agrícola até sistemas avançados dependentes da inteligência artificial podem ser encontrados (VELÁZQUEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2022).

Os sistemas de produção hidropônica mais utilizados são o NFT (*Nutrient Film Technique*) ou 'Técnica de Película Nutriente' caracteriza-se como um sistema versátil que bombeia uma fina película de água contendo a solução nutritiva, que passam pelas raízes da planta por meio de calhas ou outras estruturas semelhantes. E o DFT (*Deep Film Technique*) 'Técnica de Fluxo Profundo' que recicla a água, também recebe o nome de *floating*. Tem-se também a aeroponia, nesta as raízes das plantas ficam suspensas em uma neblina composta pela solução nutritiva (CARRIJO; MAKISHIMA, 2000; JAIGOBIND *et al.*, 2021).

Como os solos não fazem parte da produção hidropônica, opções orgânicas e artificiais podem ser utilizadas como substratos. Os substratos desempenham papel importante para a planta que irá se desenvolver sobre ele, como a sustentação, auxílio no crescimento dando condições para que ela consiga desenvolver as raízes, captar os nutrientes presentes no substrato e na solução nutritiva (OLLE, NGOUAJIO; SIOMOS, 2012; VELÁZQUEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2022; RESH, 2022).

Os substratos orgânicos utilizados na hidroponia são: a serragem, considerada um substrato antigo nos sistemas hidropônicos, o musgo, a fibra de coco, produtos a partir de espumas, madeira processada, polímeros de gel e casca de arroz carbonizada (JAIGOBIND *et al.*, 2021). A utilização de cada substrato varia em relação

a cultura do país e a viabilidade econômica, a disponibilidade do material e a aderência da cultura ao produto, tanto que muitos podem entrar em desuso por não apresentar resultados potenciais na produção.

Apesar de toda sofisticação, é possível fazer instalações hidropônicas que atendam a produtores que não dispõem de tanta tecnologia, com o uso de lonas plásticas, bandejas, bombonas, tambores plásticos, dentre outros. Também podem ser utilizadas opções alternativas de substratos, como materiais orgânicos de fácil obtenção como palhas e bagaços (BARBOSA, 2019).

3.3 Forragem hidropônica

De forma geral a forragem é todo o alimento consumido pelos animais. A produção de boa forragem depende de uma série de fatores, os quais podemos destacar inicialmente; o planejamento da quantidade de animais a se alimentar, o tamanho da área destinada a produção de forragens, as condições climáticas viáveis para a produção e o nível tecnológico do produtor (LENDE *et al.*, 2021; BRANCO; PRATES JUNIOR, 2022).

Na pecuária uma alimentação completa nutricionalmente corresponderá ao bom desempenho dos animais, seja para a produção de carne, como para a produção de leite ou reprodução (CHIKHALIKAR; KHILLARE, 2021). Sabe-se que alguns obstáculos podem afetar a produção da forragem, como a indisponibilidade de áreas cultiváveis e condições climáticas como estiagem prolongada, estes podem ser fatores que impactaram a produtividade de culturas forrageiras e o produtor necessitará investir em suplementação animal, rações e procurar meios alternativos para produzir.

A produção de forragem por meio da hidroponia pode-se apresentar como uma solução alternativa bastante rentável, em termos de alta produtividade em pequenas áreas assim como produção fora da época, o que permite a disponibilidade de uma forragem verde ao longo do ano (NAIK; SWAIN; SINGH, 2015). A forragem verde produzida por hidroponia poderá ser conduzida e colhida em ciclos rápidos, o que torna a tecnologia vantajosa e sustentável.

Culturas como o milho e o sorgo plantados em solo podem ser cultivados na hidroponia que se inicia com a germinação das sementes, neste plantio sem solo, o

sistema de suporte a planta pode se dar por substratos orgânicos e inorgânicos e sistemas com bombeamento da água. A colheita pode ser feita em duas semanas após semeadura. A vantagem de utilizar substratos orgânicos é que se eles apresentarem boa composição bromatológica e digestibilidade, podem sem incrementados á forragem e fornecido ao animal (CAMPÊLO, 2007).

3.4 Diferentes substratos para produção do milho hidropônico

Com as vantagens apresentadas pela produção por meio hidropônico, viu-se que a produção de milho também poderia ter êxito, mesmo a espécie apresentando um tamanho consideravelmente superior as culturas tradicionais produzidas por meio da hidroponia, e é colhido em curto tempo após semeadura. Despertou-se o interesse dos pesquisadores para testar gramíneas como o milho por meio da hidroponia.

A viabilidade da hidroponia com a utilização do substrato é que o fornecimento dos nutrientes pode estar contidos no substrato, mas em sua maioria são fornecidos pelas soluções nutritivas, levando em conta a necessidade nutricional de cada cultura (RESH, 2022). Isso permite que diferentes substratos sejam testados, com a opção de substratos orgânicos e a produção de alimentos para forragens, permite que até mesmo o substrato utilizado possa fazer parte desta composição alimentar.

Com as diferentes possibilidades na hidroponia, Müller *et al.* (2005), sob o sistema de túnel alto, em canteiros nivelados sob o solo com filme plástico preto, ao testar a produção e qualidade bromatológica de três gramíneas, sendo elas: o arroz, milheto e milho, obteve resultados superiores para o milho em comparação com as demais.

Como substrato utilizou-se o capim elefante seco e triturado em espessura de 3 cm para a semeadura, neste experimento os autores testaram também a melhor densidade de semeadura das diferentes gramíneas que variaram entre 0,5; 1,0; 1,5 e 2 kg m⁻². A Cultura do milho mostrou os seguintes resultados em relação as variáveis bromatológicas, com maior teor de proteína bruta (PB) que foi de 18,26%, a fibra em detergente neutro (FDN) de 68,05% e fibra em detergente ácido (FDA) de 43,02%, estas características de FDN e FDA foram menores em relação aos valores obtidos no arroz e milheto. A colheita do milho quando chegou aos 10 dias após a semeadura, apresentou tamanho estimado de 19,54 cm sendo maior em comparação as outras

gramíneas, em relação a fitomassa fresca o valor foi de 13,6 kg m⁻² (MÜLLER *et al.*, 2005).

No final do experimento os autores concluíram que a produção do milho em sistema hidropônico é viável, além de que apresentou maior tamanho em comparação com outras gramíneas como o arroz e o milheto (MÜLLER *et al.*, 2005).

Já no trabalho realizado por Campêlo *et al.* (2007), a utilização de dois substratos orgânicos impulsionou diferença em relação ao resultado final da forragem hidropônica de milho. Os substratos foram a casca de arroz e capim elefante picado desidratado, a densidade de sementes de milho utilizada foi de 2,5 kg m⁻², a semeadura utilizando os substratos com espessura de 4 cm e após plantios foram cobertos com mais 2 cm de substrato. O cultivo foi feito em uma lona preta de polietileno, a irrigação foi feita por meio de fertirrigação com solução nutritiva já elaborada comercializada na região com macro e micronutrientes.

A colheita foi feita 15 dias após a semeadura, avaliou-se a porcentagem da matéria seca (MS), FDN, FDA, PB e cinzas, as avaliações foram feitas comparando a forragem produzidas em relação aos substratos orgânicos. Comparando os seguintes materiais: a forragem completa sendo a junção do substrato e o milho, o substrato com as raízes e os substratos com a parte aérea das plantas, o substrato a partir da casca de arroz apresentou maiores resultados de MS, FDN, FDA e cinzas, o substrato feito com o capim elefante apresentou maior taxa para a PB (CAMPÊLO *et al.*, 2007).

A produção da forragem natural ficou em torno de 21,6 kg m⁻² para o substrato capim elefante e 24,5 kg m⁻² para a casca de arroz. O teor de MS foi superior para o capim elefante, já no incremento de MS foi menor em comparação a casca de arroz com 241%. Para a PB da forragem completa, obteve-se valor acima de 12% independente do substrato, para a amostra que compreendia o substrato mais as raízes de milho a PB foi de 7, 59% no substrato da casca de arroz. A MS no substrato casca de arroz foi maior e o substrato mais as raízes apresentaram FDN de 73,66%, quanto mais alto for o valor da FDN, menor é a degradação do alimento no rúmen do animal (CAMPÊLO *et al.*, 2007).

No entanto os dois substratos utilizados influenciaram nos resultados, sendo a casca de arroz a que apresentou uma forragem com menor qualidade com teores

elevados de fibras e cinzas e o capim elefante que aparentou baixo teor de MS em comparação a casca de arroz (CAMPÊLO *et al.*, 2007).

O bagaço da cana-de-açúcar como substrato para produção do milho hidropônico também vem sendo utilizado associado a soluções nutritivas alternativas, como o vinhoto. Araújo *et al.* (2008), testaram o substrato do bagaço da cana-de-açúcar com diferentes densidades de sementes sendo: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 kg m⁻² e como solução nutritiva testaram o vinhoto, sendo este um subproduto resultante da produção de açúcar e álcool das usinas. A solução nutritiva padrão para milho em hidroponia foi comparada com a solução composta pelo vinhoto diluído.

A semeadura foi realizada sobre lona de plástico contendo uma camada de 2 cm de substrato e após a semeadura foram cobertas por mais 2 cm. Após o plantio, duas colheitas foram realizadas aos 10 e 20 dias após semeadura. Ao comparar o vinhoto com o tratamento da solução nutritiva padrão, para as seguintes variáveis não foram encontradas diferenças: para as densidades de semeadura 1,5 e 2,5 kg m⁻² não teve diferença para o comprimento das raízes. Nas outras densidades houve um aumento médio no comprimento das raízes de 5,9 cm. A altura das plantas em relação as soluções nutritivas nas densidades de 1,5 e 2,0 kg m⁻² apresentaram plantas de milho com maior tamanho (ARAÚJO *et al.*, 2008).

Em relação a proteína bruta da forragem constatou-se que a densidade de sementes entre 1,0 e 2,5 kg m⁻² resultou em um teor de 11,88%, sendo maior em comparação as demais densidades. Com a solução nutritiva do vinhoto diluído e a colheita realizada aos 20 dias, pode-se constatar que a densidade de 2,0 kg m⁻² é o ideal para obtenção de maior quantidade de matéria fresca. E os maiores pesos da matéria seca foram obtidos com 2,0 e 2,5 kg m⁻² de sementes, aos 10 e 20 dias após a semeadura, para produção de forragem hidropônica de milho o bagaço da cana-de-açúcar e o vinhoto podem ser dois produtos alternativos (ARAÚJO *et al.*, 2008).

Piccolo *et al.* (2013), testaram a produção de milho para forragem com diferentes substratos e soluções nutritivas. Os substratos orgânicos foram: bagaço de cana-de-açúcar picado, casca de café, capim elefante cv. Napier picado e um tratamento não recebeu substrato, já a solução nutritiva foi composta pela testemunha que foi a solução nutritiva padrão para hidroponia de milho e água residuária de bovinos com diferentes concentrações de nitrogênio.

A densidade de plantio de semeadura foi 2,5 kg m⁻² sobre bandejas de polietileno, com a camada do substrato de 2 cm e após cobriu-se a semente com 2 cm do substrato, no tratamento sem o substrato as sementes foram apenas colocadas na bandeja. O milho produzido nos substratos foi colhido no décimo quinto dia após semeadura, e avaliou-se a produção de matéria seca da parte aérea, matéria seca da base (composta por raízes mais as sementes não germinadas mais o substrato orgânico) e matéria seca de toda a planta (PÍCCOLO *et al.*, 2013).

Após avaliações pode-se observar que houve efeito significativo dos substratos sobre a matéria seca da parte aérea, matéria seca da base e matéria seca de toda a planta. Os substratos compostos pelo bagaço da cana-de-açúcar e o capim Napier mostraram resultados melhores em comparação ao substrato da casca de café, apesar de não ter apresentado diferença significativa entre eles. Para o bagaço da cana-de-açúcar a média da produção de matéria seca da parte aérea e a produtividade de forragem verde hidropônica de milho demonstrou um potencial de produção de 2,5 a 3,0 t ha⁻¹ e também para o capim Napier (PÍCCOLO *et al.*, 2013).

O tratamento sem o substrato apresentou baixa produtividade, pois em alguns casos as raízes não obtiverem oxigenação suficiente no ambiente, o que inviabiliza o desenvolvimento da raiz. Outro resultado obtido foi que a utilização da água residuária pode ser um substituto a solução nutritiva convencional. Os substratos compostos pelo capim Napier e o bagaço de cana-de-açúcar promoveram melhor desempenho e maior incremento na produção da matéria seca da parte aérea da forragem produzida pelo milho cultivado de forma hidropônica (PÍCCOLO *et al.*, 2013).

Chaves *et al.* (2020), testaram o bagaço da cana-de-açúcar e a palha de milho como substratos orgânicos para produzir milho por hidroponia. Além dos diferentes substratos, a taxa de semeadura também foi testada em cinco diferentes densidades por m⁻² sendo elas: 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, e 2,5 kg, o milho pré-germinado foi plantado sobre a camada do substrato, irrigado e adubado com solução nutritiva, e a colheita foi realizada no décimo dia após a semeadura.

Com as avaliações os autores constataram que a densidade da semeadura influenciou nos resultados, com relação ao bagaço da cana-de-açúcar o peso por kg m² foi de 34 e para a palha de milho de 18,73. O que demonstra que o bagaço de cana-de-açúcar é capaz de propiciar melhores condições para o desenvolvimento da

planta por reter maior quantidade de água e nutrientes. A altura das plantas foi de 23,8 cm para o bagaço da cana-de-açúcar e 38,8 para a palha de milho (CHAVES *et al.*, 2020).

Os valores de proteína bruta não diferiram entre os dois substratos ficando em torno de 25,1 e 33,71%, mas se diferiram quanto a taxa de semeadura sendo o tratamento de 1,0 kg com maior taxa. Com relação ao FDN e FDA, os valores foram proporcionais a taxa de semeadura, quanto maior a taxa de semeadura maior a o FDN e FDA. Concluiu-se que os substratos e as soluções nutritivas utilizadas interferem no desenvolvimento da forrageira (CHAVES *et al.*, 2020).

Fonseca *et al.* (2021), testaram a qualidade da forragem de milho hidropônico com quatro substratos, sendo eles: sementes de açaí inteiras fermentadas, sementes de açaí trituradas, bagaço de cana-de-açúcar e feno de capim Tifton moído. O milho foi plantado sobre lona plástica com a densidade de sementes de 2,5 kg m⁻² com camada do substrato de 2 cm e após plantio outra camada de 2 cm foi aplicada sobre as sementes. Foi aplicado fertilizante diluído em água, duas vezes utilizando formulas comerciais de NPK 4-14-8 e 20-0-20, a irrigação foi diária no período da manhã e tarde, sempre que se apresentava necessário.

A colheita foi realizada 15 dias após a semeadura, foram avaliados o comprimento das raízes, o comprimento da parte aérea, o teor de matéria seca da biomassa, o rendimento da biomassa seca, a produtividade da massa seca da forragem, a proteína bruta (PB) e o teor de cinzas (FONSECA *et al.*, 2021).

Ao final do experimento pode-se observar que em relação ao comprimento da parte aérea das plantas, em relação ao substrato de sementes de açaí inteiras fermentadas o resultado foi maior do que no substrato do bagaço de cana-de-açúcar. A biomassa que compreende a forragem mais o substrato foram analisados, a PB mostrou-se de forma semelhante entre os quatro tratamentos variando de 11,17 a 13,50% (FONSECA *et al.*, 2021).

Em relação a produção de cinza, observou-se que a forragem com as sementes inteiras de açaí apresentaram resultado superior ao bagaço de cana-de-açúcar, mas em relação aos outros tratamentos não houve diferença, sendo 5,79 para as sementes inteira e 2,95 para o bagaço. De acordo com os autores, a maior produção de cinzas pode significar que há um nível de nutrientes benéficos nas plantas, isso pode ser

explicado pelo aumento em partes da planta, como por exemplo o comprimento do caule (FONSECA *et al.*, 2021).

Os substratos estudados neste experimento apresentaram bom desempenho ao conduzir as sementes do milho. Todos os substratos encaixam-se como subprodutos agroindustriais de fácil obtenção (FONSECA *et al.*, 2021).

Dentre os trabalhos encontrados nesta revisão de literatura pode-se observar que os autores testaram diferentes substratos para a condução do milho no sistema hidropônico, na (tabela 1), tem-se a relação resumida do substrato e os principais resultados encontrados.

Tabela 1 - Relação dos substratos orgânicos utilizados para produção de milho hidropônico.

Referências	Substratos utilizados	Resultados
MÜLLER <i>et al.</i> , 2005	Capim elefante	A produção do milho em sistema hidropônico é viável; A Cultura do milho, apresentou teor de PB de 18,26%, (FDN) de 68,05% e (FDA) de 43,02%.
CAMPÊLO <i>et al.</i> , 2007	Casca de arroz e capim elefante.	Os 2 substratos influenciaram nos resultados, a casca de arroz uma forragem com menor qualidade com teores elevados de fibras e cinzas; O capim elefante apresentou baixo teor de MS; A PB da forragem completa, foi de 12% independente do substrato, para a amostra que compreendia o substrato mais as raízes de milho a PB foi de 7,59% no substrato da casca de arroz. A MS no substrato casca de arroz foi maior e o substrato mais as raízes apresentaram FDN de 73,66%.
ARAÚJO <i>et al.</i> , 2008	Bagaço da cana-de-açúcar.	A PB da forragem contatou-se que a densidade de sementes entre 1,0 e 2,5 kg m ⁻² resultou em um teor de 11,88%, Com o vinhoto e a colheita realizada aos 20 dias, pode-se

		<p>contatar que a densidade de 2,0 kg m⁻² é o ideal para obtenção de maior quantidade de matéria fresca. E os maiores pesos da matéria seca foram obtidos com 2,0 e 2,5 kg m⁻² de sementes, aos 10 e 20 dias após a semeadura, para produção de forragem hidropônica de milho o bagaço da cana-de-açúcar e o vinhoto podem ser 2 produtos alternativos.</p>
<p>PÍCCOLO <i>et al.</i> 2013</p>	<p>Bagaço de cana-de-açúcar, casca de café e capim elefante cv. Napier.</p>	<p>O tratamento sem o substrato apresentou baixa produtividade, pois em alguns casos as raízes não obtiverem oxigenação suficiente no ambiente, o que inviabiliza o desenvolvimento da raiz. Outro resultado obtido foi que a utilização da água residuária pode ser um substituto a solução nutritiva convencional. Os substratos compostos pelo capim Napier e o bagaço de cana-de-açúcar promoveram melhor desempenho e maior incremento na produção da matéria seca da parte aérea da forragem produzida pelo milho cultivado de forma hidropônica</p>
<p>CHAVES <i>et al.</i>, 2020</p>	<p>Bagaço da cana-de-açúcar e palha de milho.</p>	<p>A PB não diferiram entre os 2 substratos ficando em torno de 25,1 e 33,71%, mas se diferiram quanto a taxa de semeadura sendo o tratamento de 1,0 kg com maior taxa. Com relação ao FDN e FDA, os valores foram proporcionais a taxa de semeadura, quanto maior a taxa de semeadura maior a o FDN e FDA.</p>
<p>FONSECA <i>et al.</i>, 2021</p>	<p>Sementes de açaí inteiras fermentadas, sementes de açaí trituradas, bagaço de cana-de-açúcar e feno de capim Tifton.</p>	<p>As sementes inteiras de açaí apresentaram resultado superior ao bagaço de cana-de-açúcar, mas em relação aos outros tratamentos não houve diferença;</p> <p>Os substratos estudados neste experimento apresentaram bom</p>

Fonte: Do autor, 2022.

Dentre os substratos orgânicos citados para a produção hidropônica do milho para a forragem, o mais citado foi o bagaço da cana-de-açúcar. Isso pode ter ocorrido por que em quase todas as regiões do Brasil o cultivo da cana-de-açúcar está presente, tanto em usinas para fabricação de açúcar ou álcool, produção de cachaça e também é uma cultura presente na agricultura familiar e do pequeno produtor, se torna um material de fácil acesso e baixo custo para utilização como substrato no sistema hidropônico.

De acordo com Martinez; Silva Filho (2006), um substrato precisa apresentar características como fácil acesso, ter boa capacidade para fixar o sistema radicular das plantas e permitir a oxigenação das raízes, apresentar pH neutro dentro da faixa de 5,6 a 7,0, ter boa capacidade de drenagem de água e solução nutritiva. É importante salientar ainda que os diferentes substratos apresentam características distintas uns dos outros sendo necessários saber seu comportamento antes de sua aplicação na hidroponia (ARAÚJO *et al.*, 2008; PÍCCOLO *et al.*, 2013).

4.CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos estudos apresentados, foi possível observar que a produção de alimentos com qualidade nutricional para manter a criação de animais durante as diferentes estações do ano, se tornaram um desafio para o produtor. No entanto visando contornar estas adversidades a opção de produzir forragem de qualidade por meio da técnica da hidroponia é uma alternativa vantajosa, pois as culturas se desenvolvem em curto período sem necessidade de rotação de culturas e podem ser feitas em pequenos espaços.

Outro aspecto importante é a pequena quantidade de sementes que pode ser utilizada para a produção da biomassa verde, não gera custos expressivos ao produtor, que em média de 15 a 20 dias terá a forragem verde pronta para colheita e para fornecer aos animais.

5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, M. A. Z. Manual de hidroponia. 2014. Disponível em https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual_de_hidroponia.pdf. Acesso 28 jun 2022.

ARAÚJO, V. da S.; COELHO, F. C.; da CUNHA, R. C. V.; 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.

BARBOSA, A. J. B. Produção de fitomassa e composição bromatológica de milho hidropônico cultivado sob diferentes substratos. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharel em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

BARROS, L. V. Estratégias de suplementação para fêmeas bovinas de corte em diferentes fases do ciclo reprodutivo. Tese (Tese de Doutorado) — Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2012.

BRANCO, J. dos S.; PRATES JÚNIOR, P. Fixação biológica de nitrogênio na produção sustentável de forragem. Revista Edutec, Ariquemes-RO, v.03, n.01, p.101-114, Jan. - Jun. 2022.

BETAGLIA, O. Nutrição mineral de plantas: a contribuição brasileira. O Agrônomo Campinas, v. 55, n. 1, 2003.

BEZERRA-NETO, E.; BARRETO, L. P. Técnicas de cultivo hidropônico. Recife: UFRPE, 2000. 48 p.

CAMPÊLO, J. E. G.; de OLIVEIRA, J. C. G.; ROCHA, A. da S.; de CARVALHO, J. F.; MOURA, G. C.; de OLIVEIRA, M. E.; da SILVA, J. A. L.; JOSÉ WILSON DA SILVA MOURA, J. W. da S.; COSTA, V. M.; LINDOMAR DE MORAIS UCHOA, L. de MORAIS. Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos. R. Bras. Zootec., v.36, n.2, p.276-281, 2007.

CARRIJO, O. A.; MAKISHIMA, N. Princípios de Hidroponia. Embrapa Hortaliças, 2000. Folheto. Disponível em < file:///C:/Users/User/Downloads/CNPH-DOCUMENTOS-22-PRINCIPIOS-DE-HIDROPONIA.pdf>. Acesso 29 jun 2022.

CHAVES, J. da S.; LEAL, M. L. A.; ALVES, R. N.; RODRIGUES, T. G.; de SOUSA, F. G.; JUNIOR, D. L. T. Bromatological quality and productivity of hydroponic maize forage cultivated in different substrates. Research, Society and Development, v. 9, n.10, e 759108216, 2020 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 DOI:<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8216>

CHIKHALIKAR, A. D.; KHILLARE, R. S. Hydroponic Fodder: An Overview. Just agriculture multidisciplinar e-newsletter. Vol.2 Issue-3, NOV 2021 (e-ISSN: 2582-8223).

DOUGLAS, J. S. Hidroponia: cultura sem terra. São Paulo: Nobel, 1987.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. [S.l.]: Universidade Federal de Viçosa, UFV, 2007.

FONSECA, G. C.; de ARAÚJO, G. P.; ABREU, N. L.; PANTOHA, R. V. de L.; NASCIMENTO, A. L. da S.; FARIA, L. de A. Qualidade de forragem de milho hidropônico cultivado em diferentes substratos de subproduto. 2021, Ciência Animal Brasileira, v22, e-69834. DOI: 10.1590/1809-6891v22e-69834

FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

FURLANI, A. M. C. **Nutrição mineral**. In: FURLANI, A. M. C. Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. v. 1.

GARCÍA-LARA, S.; SERNA-SALDIVAR, S. O. Corn History and Culture. 2019. Centro de Biotecnología FEMSA, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, Mexico Corn. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00001-2>.

GÁRCIA, J. C.; MATOSSO, M. J.; DUARTE, J. O. Importância do milho em Minas Gerais. Informa agropecuário, Belo Horizonte, v.27, n.233, p.7-12, 2006.

GUTIÉRREZ, S.F, CAMACHO, E.C. Aplicación de abono orgánico líquido aeróbico en la producción de forraje verde hidropónico, en dos variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Centro Experimental de Cota Cota. *Apthapi*. 2019;5(1):1430–40.

HARY, D. P.; KUMAR, A.; KUMAR, R.; SINGODE, A.; MUKRI, G.; SAH, R. P.; TIWANA, U. S.; KUMAR, B. Evaluation of normal and specialty corn for fodder yield and quality traits. *Range Mgmt. & Agroforestry* 37 (1): 79-83, 2016.

IQBAL, A.; AYUB, M. A.; ZAMAN, H. AHMAD, R. Impact of nutrient management and legume association on agro-qualitative traits of maize forage. *Pakistan Journal of Botany* 38: 1079-1084. 2006.

JAIGOBIND, A. G. A.; do AMARAL, L.; JAISINGH, S. Hidroponia. Dossiê técnico. TECPAR 2007, atualizado por MARTINEZ, E. em 2021. Disponível em <<http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Njc>>=> acesso 20 Jun 2022.

LENDE, S.R.; NIPAME, S. F.; NIMJE, P. P.; DHOK, A. P.; KAWITKAR, S. B.; CHOPADE, S. V.; JAWLE, M. R.; BACCHE, P.K.; WERULAKAR, R. L. Potencial of hydroponics fodder production for sustainable livestock production. *The Pharma Innovation Journal* 2021, SP -10(11): 349-351

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. Fisiologia da planta do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1994. 27p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Fisiologia do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 23 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 22).

MARTINEZ, H. E. P.; SILVA FILHO, J. B. Introdução ao cultivo hidropônico de plantas. 111 p. — Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2006.

MIRANDA, R. A. de; DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C.; DURÃES, F. O. M. Sustentabilidade da cadeia produtiva do milho. Embrapa milho e sorgo, Sete Lagoas, MG, 2021. Disponível em <

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223515/1/Doc-261.pdf>> acesso 30 jun. 2022.

MOORBY, J.M. FRASER, M. D. Review: New feeds and new feeding systems in intensive and semi-intensive forage-fed ruminant livestock systems. *Animal*. 2021 Jul 24;100297.

MÜLLER, L.; do SANTOS, O. S.; MANFRON, P. A.; HAUT, V.; FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; DOURADO NETO, D. Produção e qualidade bromatológica de gramíneas em sistema hidropônico. *Revista da FZVA. Uruguaiana*, v.12, n.1, p. 88-97. 2005

NAIK, P. K.; SWAIN, B. K.; SINGH, N. P. Production and Utilisation of Hydroponics Fodder. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 32 (1): 1-9. 2015.

NEUMANN, M.; LEÃO, G. F. M.; COELHO, D. N.; FIGUEIRA, C. A.; SPADA, C. A.; PERUSSOLO, L. F. Aspectos produtivos, nutricionais e bioeconômicos de híbridos de milho para produção de silagem. *Arch. Zootec*. 66 (253): 51-58. 2017.

OLLE, M.; NGOUAJIO, M.; SIOMOS, A. Vegetable quality and productivity as influenced by growing medium: A review. *Zemdirbyste - Agriculture* 2012, 99, 399–408.

PÍCCOLO, A. M.; COELHO, F. C.; GRAVINA, G. do A.; MARCIANO, C. R.; RANGEL, O. J. P. Produção de forragem verde hidropônica de milho, utilizando substratos orgânicos e água residuária de bovinos. *Solos e Nutrição de Plantas, Rev. Ceres* 60 (4) Ago 2013. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000400014>

RESH, H. M. Hydroponic food production. A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower. CRC Press. Taylor e Francis Group. 8^o edition. 2022. Disponível em <<https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=GKNjEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=CROPS+produced+by+hydroponics&ots=liHkfG5v&sig=I9QZO4uvarq0ADf0VVAaKw9V74o#v=onepage&q=COPS%20produced%20by%20hydroponics&f=false>> acesso em 29 jun 2022.

SÉRNA-SALDIVAR, S.O. Physical properties, grading and specialty grains. In: Cereal Grains: Properties, Processing and Nutritional Attributes. CRC Press, Boca Raton, pp. 43–81. 2010.

TOLEDO, F. F. Tecnologia das sementes. In: Melhoramento e produção do milho no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1980. p.571-619.

USDA. United States Department of Agriculture. World agricultural production. Disponível em: <https://www.fas.gov/data/world-agricultural-production>. Acesso em: 30 jun. 2020.

VELÁZQUEZ-GONZÁLEZ, R. S.; GARCIA-GARCIA, A. L.; VENTURA-ZAPATA, E.; BARCEINAS-SANCHEZ, J. D. O.; SOSA-SAVEDRA, J. C. A Review on Hydroponics and the Technologies Associated for Medium- and Small-Scale Operations. *Agriculture* 2022, 12, 646. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050646>