

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

GUILHERME MARTINS HONORATO

CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DA PIMENTA-DO-REINO
(Piper nigrum L.) **CULTIVADA EM DIFERENTES SISTEMAS DE**
TUTORAMENTO

Colatina- ES

2021

GUILHERME MARTINS HONORATO

CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DA PIMENTA-DO-REINO
(Piper nigrum L.) **CULTIVADA EM DIFERENTES SISTEMAS DE**
TUTORAMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do curso de Agronomia do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina, como requisito parcial para obtenção do título de graduação em Agronomia.

Orientador: D.Sc Evandro Chaves de Oliveira.

Co-orientador: D. Sc. Wylson Zancanella Quartezi.

Colatina- ES

2021

(Biblioteca Professor Elias Minassa do Instituto Federal do Espírito Santo – Bibliotecária Débora do Carmo de Souza)

H774c Honorato, Guilherme Martins

Características morfofisiológicas da pimenta do reino (*piper nigrum L.*) cultivadas em diferentes sistemas de tutoramento / Guilherme Martins Honorato – 2021.

32 f.; il. ; 30 cm

Orientador: Evandro Chaves de Oliveira.

TCC (graduação) – Instituto Federal do Espírito Santo, Curso Superior Bacharel em Agronomia.

1. Tutor vivo. 2. Nim. 3. Azadirachta indica. 4. Morfologia.
I. Honorato, Guilherme Martins. II. Oliveira, Evandro Chaves de.
III. Instituto Federal do Espírito Santo. IV. Título

CDD 633.84

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: Guilherme Martins Honorato

ORIENTADOR: Evandro Chaves de Oliveira

Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências do componente curricular de Trabalho de Conclusão de Curso, para obtenção do grau de Agrônomo pelo Instituto Federal do Espírito Santo, *Campus Itapina*.



Evandro Chaves de Oliveira
Presidente da Banca Examinadora



(Res. 1/2020, Art. 19, § 3º)

Wylson Zancanella Quarteza
Membro



(Res. 1/2020, Art. 19, § 3º)

Jadier de Oliveira Cunha Junior
Membro

Colatina (ES), 03 de setembro de 2021.

RESUMO

O sistema de tutoramento na implantação da pipericultura é um dos fatores mais desafiadores e onerosos da atividade, dado o alto investimento de capital. Nos últimos anos, tem-se observado tentativas de substituição dos tutores convencionais (estacas tratadas), por tutores vivos, nos quais as pimenteiras crescem aderidas em seu tronco. Nisso, o presente trabalho propõe avaliar o desenvolvimento vegetativo da pimenta-do-reino na fase inicial, comparando o desempenho das plantas no tutor vivo (nim) e no tutor convencional (estaca de madeira tratada). Para tanto, plantas de pimenta-do-reino cv. Bragantina, foram conduzidas em condições de campo, em dois tipos de tutores, em delineamento de blocos casualizados, composto por 3 repetições de 50 plantas por parcela experimental. Cada unidade foi avaliada quanto ao índice de clorofila *a,b* e total pelo aparelho Clorofilog®, e também quanto as características morfológicas (altura, diâmetro de caule e número de folhas) nos intervalos de 60, 120, 180, 240 e 300 dias após o transplântio. Os resultados mostraram que a condução da pimenta-do-reino em tutor vivo de nim comparado ao tutor convencional proporcionou a cultura um maior acúmulo de pigmentos ao longo de seu desenvolvimento, e em resposta a esse ganho fisiológico, as plantas também se desenvolveram mais morfológicamente. Entretanto é importante ponderar que o crescimento inicial no tutor vivo foi limitado, indicando uma possível competição entre o tutor e a cultura, e a necessidade de estudos que abordem o melhor estágio de desenvolvimento de ambos para adoção do sistema.

Palavras-chave: Tutor vivo, Nim, *Azadirachta indica*, Morfologia.

ABSTRACT

The mentoring system in the implantation of the pipericulture is one of the most challenging and costly factors of the activity, given the high investment of capital. In recent years, attempts have been made to replace conventional tutors (treated stakes) by living tutors, in which the peppermints grow attached to their trunk. In this, the present work proposes to evaluate the vegetative development of the black pepper in the initial phase, comparing the performance of the plants in the living tutor (nim) and the conventional tutor (treated wood cutting). For this purpose, black pepper plants cv. Bragantina, were conducted in field conditions, in two types of tutors, in a randomized block design, composed of 3 replicates of 50 plants per experimental plot. Each unit was evaluated for chlorophyll a, b and total Clorofilog®, as well as morphological characteristics (height, stem diameter and number of leaves) at the intervals of 60, 120, 180, 240 and 300 days after transplanting. The results showed that the conduction of black pepper in a living tutor of neem compared to the conventional tutor gave the culture a greater accumulation of pigments throughout its development, and in response to this physiological gain, the plants also developed more morphologically. However, it is important to consider that the initial growth in the living tutor was limited, indicating a possible competition between the tutor and the culture, and the need for studies that address the better stage of development of both for adoption of the system.

Keywords: Living tutor, Neem, *Azadirachta indica*, Morphology

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivo Específico	10
3. REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 A Cultura da Pimenta-do-Reino (<i>Piper nigrum L.</i>) no Brasil	11
3.2 Sistemas de Produção Para Pimenta-do-Reino.....	13
3.3 Mercado da Pimenta-do-Reino	16
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
6. CONCLUSÃO.....	27
7. REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A pimenta-do-reino (*Piper nigrum L.*), originária da Índia e comumente conhecida como “rainha das especiarias”, é uma cultura voltada para exportação e tipicamente cultivada em países tropicais (UMADEIR et al., 2018). No Brasil, o censo agropecuário de 2017 apresenta uma produção nacional da especiaria de 52.721,619 toneladas, sendo o Pará responsável por aproximadamente 55% desse volume, e o Espírito Santo com 40%, no qual o município de São Mateus lidera a produção estadual com 8.690,530 ton. (IBGE, 2017).

Essa boa produtividade fez com que o cultivo se expandisse no Brasil, conquistando espaço nas bolsas de valores e tornando-se uma *commodity* agrícola devido a demanda mundial e o considerável preço pago ao longo do período (CARNEIRO JUNIOR et al., 2017). No Espírito Santo, quando relacionada à agricultura familiar, a pipericultura é caracterizada economicamente como um banco verde, devido a geração de renda, absorção da mão-de-obra no setor e melhoria da qualidade de vida no meio rural (QUARTEZANI, 2008; RODRIGUES et al., 2019).

A pimenta-do-reino, de acordo com Duarte (2004), é uma planta trepadeira, dotada de raízes adventícias emitidas da região dos entrenós as quais permitem sua fixação e crescimento num tutor. Ishizuka et al. (2004) abordam que no passado, os cultivos do Brasil adotaram fortemente os tutores mortos (estacões) de madeiras nobres ou de valor comercial, que inicialmente facilitaram o trabalho com a atividade, contudo contribuíram também para o avanço do desmatamento e inviabilidade da agricultura, já que para cada hectare de pimenta-do-reino derrubavam-se cerca de 25 a 30 árvores.

Com o passar dos anos, os impactos da degradação atrelados a mudanças nas exigências da legislação ambiental, dificultaram a aquisição de estacões de madeiras nativas, levando a necessidade de reutilização do material usado e limitação dos cultivos (DE MORAES, 2018). Além disso, a ocorrência de fusariose reduziu drasticamente o ciclo vital produtivo da cultura, de 18 a 20 anos para 6 a 8 anos, levando a necessidade de inovação de tutores mais baratos e que inclusive pudessem ser produzidos na propriedade, para reduzir os custos da atividade (KATO et al., 2001).

Nesse contexto uma alternativa que tem ganhado espaço e discussões como solução tecnológica na pipericultura, são os tutores vivos. Notados nas propriedades de pequenos e médios produtores, com predomínio de áreas inferiores a cinco hectares (DE MORAIS et al. 2018), a técnica propõe o cultivo de pimenta-do-reino próximo aos troncos de gliricídia (*Gliricidia sepium* L.), e a medida que a primeira for crescendo, procede-se o amarrio até acontecer a fixação, sendo priorizado também a poda do componente arbóreo para evitar sombreamento excessivo na cultura de interesse, manutenção da altura da copa e redução do vigor do tutor (MENEZES et al., 2016).

Neste sistema, mesmo com a desvantagem de custos de manutenção dos tutores e redução na produção devido a competição das raízes, são descritos benefícios econômicos, ambientais e técnicos, a citar: redução do custo de implantação da lavoura e do manejo de plantas invasoras, aumento do teor de matéria orgânica, acréscimo da diversidade de microrganismos do solo, aumento da vida útil do pimental e facilidade em adequar a área ao sistema agroflorestal após o término do ciclo produtivo econômico (MENEZES et al., 2013; RODRIGUES et al., 2019).

Além da gliricídia, outras plantas também podem ser usadas como tutor vivo, como por exemplo, o nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), muito comum nos cultivos de pimenta-do-reino sombreados na República Dominicana (ISHIZUKA et al., 2004). A planta na fase adulta, é robusta, possui madeira resistente a ação de cupim (VILELA, 2008) e suas substâncias possuem propriedades inseticidas, antibacterianas e antifúngicas (BRASIL, 2013), que podem contribuir positivamente no manejo fitossanitário da lavoura.

Entretanto, mesmo com as características potenciais, são encontrados poucos estudos que demonstrem a eficiência do nim no tutoramento de cultivos, nisso, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo da pimenta-do-reino na fase inicial, comparando o desempenho das plantas no tutor vivo (nim) e no tutor convencional (estaca de madeira tratada).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- ✓ Avaliar o desenvolvimento da pimenta-do-reino em tutor vivo nim em comparação com o sistema de tutoramento convencional.

2.2 Objetivo Específico

- ✓ Eficiência do “tutor vivo nim” nas plantas e crescimento vegetativo.
- ✓ Avaliar o ganho obtido do sistema com “tutor vivo nim” em relação ao desenvolvimento da planta
- ✓ Análise de clorofila e Potencial do “tutor vivo nim” na cultura

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A Cultura da Pimenta-do-Reino (*Piper nigrum L.*) no Brasil

A pimenta-do-reino (*Piper nigrum L.*) é uma planta que pertence à família *Piperaceae*, originária na Índia, considerada uma das mais importantes das especiarias. Foi introduzida no Brasil no século XVII e explorada comercialmente a partir de 1933 no estado do Pará. As características botânicas desta espécie se trata de uma espécie vegetal perene, arbustiva e trepadeira. As folhas são sempre inteiras com disposição alternadas, O caule é frequentemente articulado e a inflorescência geralmente é do tipo espiga. A produção de frutos se dá na forma de pimenta preta, pimenta branca e pimenta verde (TURNER, 2004).

O principal uso da pimenta-do-reino é como tempero de alimentos industrializados; na indústria farmacêutica, de cosméticos, perfumaria e como inseticida natural (SERRANO *et al.*, 2006). O Brasil é um dos maiores produtores de pimenta-do-reino, oscilando entre a segunda e terceira posição no mercado mundial. Das 50 mil toneladas por ano, o país exporta 45 mil, principalmente para a Europa e para os Estados Unidos. O Estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor de pimenta-do-reino do Brasil, responsável por 18% da produção nacional. O cultivo capixaba do produto é concentrado essencialmente no município de São Mateus, região norte, que responde por 73,5% da produção (SECUNDINO, 2003).

Existiam, 30 mil hectares plantados em 2004, no estado do Pará, que chegavam a produzir até 30 mil toneladas de pimenta-do-reino seca, o que corresponde a cerca de 85% da produção nacional. Os estados responsáveis pelo restante da produção, são Espírito Santo (8,5%) e na Bahia (5,5%). Sendo que Maranhão, Ceará e Paraíba responderam por apenas 1% da produção que corresponde a 0,5 tonelada anual (IBGE, 2003).

As condições climáticas para produção de pimenta-do-reino é o quente e úmido, e 1500 mm à 3000mm de precipitação pluvial anual bem distribuídos na maior parte do ano. A umidade relativa do ar deve situar-se entre 80% e 88%, a temperatura média, entre 23 °C e 28 °C. A pimenta-do-reino adapta-se e cresce bem em diversos tipos de solo,

especialmente os bem drenados e com teor de argila suficiente para reter umidade durante o período mais seco do ano. Áreas de terra firme são preferíveis, não sendo recomendados os solos de várzeas que, embora de boa fertilidade, são encharcados e úmidos, o que os torna impróprios para o cultivo, pela deficiência de oxigênio que prejudica o desenvolvimento do sistema radicular da planta, favorecendo o aparecimento de fungos patogênicos ou oportunistas (DUARTE et al.; 2006; DUARTE, 2004).

Existem sete cultivares utilizadas para produção, são elas: Apra, Bragantina, Cingapura, Iaçará-1, Kottanadan-1, Kuthiravally e Guajarina, sendo que todas essas cultivares são suscetíveis à podridão-das-raízes (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*), ao mosaico (CMV-Pn), ao mosqueado-amarelo (PYMV) e à queima-do-fio (*Koleroga noxia*) (DUARTE et al., 2006).

Esta espécie se tornou um importante produto agrícola para o Brasil desde 1930 (IBGE, 2015). Na década de 80, o estado do Pará tornou-se o maior polo de produção, permitindo ao Brasil alcançar a posição de maior produtor mundial. Na fase, a pimenta do reino, precisa de tutor, transforma-se em um arbusto e é necessário que tenha apoio para fixação das raízes adventícias. A comercialização da pimenta-do-reino é realizada na forma de grãos secos (preta e branca), verde em conserva e em pó, um dos temperos industrializados mais essenciais da culinária brasileira, além de contribuir para o desenvolvimento de diversos fármacos com importantes aplicações terapêuticas, na medicina moderna (CALIXTO et al., 2005; EMBRAPA, 2014).

Entre os principais exportadores de pimenta-do-reino do mundo, estão Brasil, Vietnã, Indonésia, Índia e Malásia (FAO, 2017) e se destacando como maior produtor nacional, graças as condições edafoclimáticas, temos o Pará. Mas alguns fatores têm colaborado para a redução da produção, o principal é o aspecto fitossanitário, especialmente em por causa da fusariose, a doença que mais afeta a pipericultura no Estado do Pará (EMBRAPA, 2014).

Esta doença foi introduzida 1957, responsável por atacar o sistema radicular, conhecida também como podridão das raízes. Esta fitossanidade, causada pelo fungo *Fusarium solani* f. sp. *Piperis*, causa a perda de milhares de pimenteiras, resultando em grandes perdas de produção e redução do ciclo produtivo da cultura (MAGEVSKI et al., 2011).

Segundo o IBGE (2017) a área de produção do Pará tem enfraquecido em razão desta doença. Carência e falta de investimento, assistência técnica e pesquisa não tem desestimulado os produtores, fazendo com que a atividade não tenha um bom retorno, assim como o baixo índice de assistência técnica e incentivo aos pequenos produtores (VEIGA et al., 2018; FILGUEIRAS et al. 2009).

Em vista das limitações e falta de incentivo das instituições governamentais e privadas, é necessárias mais pesquisas para que chamem atenção dos setores envolvidos, para que não percamos nossa capacidade produtiva e nem o alcance de mercado. Assim, investir em novas tecnologias, e em desenvolvimento de variedades resistentes, assistência técnica aos produtores são fatores que cooperarão para que o país produza com mais eficácia e continue a se destacar no panorama internacional.

3.2 Sistemas de Produção Para Pimenta-do-Reino

A pimenta-do-reino é uma cultura de grande relevância econômica e social no Estado do Espírito Santo, e as plantas da pimenta-do-reino apresentam hábito de crescimento tipo trepador, e são caracterizadas por germinar e se manter enraizada no solo, porém demandam de um suporte para se manterem eretas, e para isso são utilizados tutores, que podem ser vivos ou mortos. Estando no seu habitat natural, elas crescem apoiadas e escoradas em troncos de árvores, que funcionam como tutor (COSTA E MEDEIROS, 2000).

Menezes et al. 2013, indicam que existem duas alternativas quanto ao modo de produção que são aplicados pelos principais países produtores, que são o cultivo intensivo e o extensivo. No cultivo intensivo a pimenta-do-reino é cultivada a pleno sol apoiada a tutores de madeira morta, e são utilizadas altas doses de insumos químicos, porém esse modelo apresenta algumas limitações, pois o uso de estacas de madeira morta tem colaborado para colocar em risco de extinção algumas madeiras de lei que são proibidas de corte. Ishizuka et al. (2004), afirmaram que para cada hectare cultivado de pimenta-do-reino é necessário derrubar de 25 a 30 árvores de madeira-de-lei para a produção de estacas.

O outro caminho é utilizar eucalipto tratado, porém o alto custo da madeira acarreta cerca de 50% do total dos custos de implantação da lavoura. Outro ponto importante desse sistema de cultivo é o esgotamento nutricional e degradação do solo devido a altas doses de inseticidas, herbicidas e adubação química que acabam destruindo a diversidade de insetos e microrganismos do solo, que são primordiais para o controle biológico de pragas e doenças e também na ciclagem de nutrientes (MENEZES et al, 2013).

O sistema de produção intensivo e comercial de pimenta-do-reino no Brasil e no Espírito Santo foi copiado e adaptado do modelo japonês, e nesse sistema as plantas de pimenta são cultivadas a pleno sol, aderidas a tutores de madeira morta e com utilização de altas doses de insumos químicos. Nesse sistema alguns fatores são limitantes como estacas de madeira morta, doenças e alto custo de implantação (MARTINS, 2018).

No cultivo extensivo a pimenta-do-reino é cultivada em tutor vivo, ou seja, a mesma cresce aderida a troncos de árvores e é um sistema muito utilizado na Índia, Indonésia, Madagascar e República Dominicana. E aqui no Brasil, a Embrapa oriental tem feito publicado e feito experiências no Estado do Pará com a utilização de Gliricídia (*Gliricidia sepium*) como tutor vivo, mostrando algumas vantagens, como o aumento de matéria orgânica e maior diversificação de microrganismos no solo.

Esse modelo de plantio dificulta a ocorrência de erosão por gota de chuva, pode-se ter fixação de nitrogênio quando o tutor utilizado for uma leguminosa e além disso ainda se tem redução dos custos de implantação em cerca de 50%. A cobertura do solo reduz o número de plantas infestantes e com isso reduz a capina, otimiza o uso da água pois diminui a evapotranspiração e os custos com irrigação.

Há redução no uso de fertilizantes, pois, os microrganismos presentes na matéria orgânica realizam a ciclagem de nutrientes, em razão do aumento da biodiversidade e com isso diminui a incidência de pragas e doenças, podendo aumentar a vida útil do plantio, que pode chegar até 20 a 25 anos. Apesar de todos os benefícios há o aumento dos custos de manutenção com a realização da poda dos tutores vivos, pode haver atraso na floração e redução da produtividade (MENEZES et al, 2013).

Com o objetivo de reduzir os custos de implantação do sistema na Região Norte do Espírito Santo, um grupo de agricultores do município de Jaguaré tem adotado tutores vivos de Nim indiano (*Azadirachta indica*) para a produção de pimenta-do-reino (ESPÍRITO SANTO, 2014). Os agroecossistemas que usam espécies agrícolas de interesse econômico consorciadas com espécies florestais são chamados de SAFs ou agroflorestal (AITIERI, 2012). E sendo assim a pipericultura utilizando tutor vivo pode ser classificada como uma possibilidade de cultivo em SAF por ser ecologicamente e economicamente mais viável do que com a utilização de madeira de lei, tornando-se uma forma de produção agroecológica.

Quando o Nim é utilizado, pode ser diminuído a incidência de pragas e doenças por ser considerado um inseticida e fungicida natural, e assim, além de todas vantagens da utilização de um sistema agroflorestal, o mesmo tem potencial para controlar insetos e fungos que podem ser nocivos à planta. De acordo com TREMACOLDI (2011), a matéria orgânica resultante das podas, quando incorporada ao solo, controla a fusariose e melhora o enraizamento das plantas, com isso pode haver diminuição do custo de produção através de agroecossistemas mais sustentáveis (ESPÍRITO SANTO, 2014).

Comparando os custos de implantação nos dois tipos de cultivo, Menezes et al. (2016), observaram uma redução de 21% no primeiro ano de cultivo devido aos custos mais baixos para a aquisição dos tutores vivos e um acréscimo de mão de obra nos anos subsequentes, devido aos tratos culturais que precisam ser realizados na cultura do tutor vivo. Para o cultivo da pimenta-do-reino é indispensável a escolha de uma área adequada, pois a cultura permanece no campo geralmente por mais de cinco anos. A pimenta-do-reino necessita também de grandes quantidades de nutrientes para crescimento e alta produtividade, por isso é necessário que se faça análise de solo para suprir a demanda de adubação e calagem da forma adequada (LEMOS et al, 2014).

Para a produção de mudas de pimenta-do-reino de qualidade, é muito importante escolher plantas saudáveis, livres de pragas e doenças e que tenham um bom desenvolvimento vegetativo, e a produção de mudas para comercialização deve obedecer às normas e padrões estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, da Pecuária e Abastecimento (LEMOS et al, 2014).

Para manter o vigor e bom estado sanitário das mudas é necessário a realização dos tratamentos culturais como capina, rega diária, adubação foliar, controle de doenças como antracnose e mofo branco e de pragas como pulgões e cochonilhas que são transmissores de vírus. Quando as plantas atingem 1,20m de altura, são cortadas em estacas contendo 2 nós e uma folha (POLTRONIERE et al, 2014).

As mudas de pimenta-do-reino são plantadas próximas aos tutores, com cerca de 20 cm. Como a pimenteira é uma planta trepadeira, se não for orientada a planta crescerá no sentido horizontal e não desenvolverá os ramos plagiotrópicos ou de frutificação, por isso, após o plantio os ramos ortotrópicos ou de crescimento devem ser amarrados ao tutor para facilitar a fixação da pimenteira (DUARTE e ALBUQUERQUE, 2005).

O terreno precisa ser plano a levemente inclinado pois auxilia na conservação do solo, facilita o plantio, os tratamentos culturais e a colheita. Os solos de textura média são os mais indicados, pois mantêm a umidade por mais tempo, os mesmos devem ser bem drenados, evitando áreas com o lençol freático próximo da superfície (LEMOS et al, 2014).

É muito importante monitorar a fertilidade do solo e a nutrição das plantas pela realização periódica de análises de solo e de planta, pois caso seja detectada alguma deficiência nutricional, uma nova adubação deverá ser realizada, e se a deficiência for de micronutrientes é recomendado que seja feita a adubação foliar (OLIVEIRA et al, 2010).

3.3 Mercado da Pimenta-do-Reino

Segundo a FAO (2020), em 2018, o Vietnã representou 36% da produção e por 37% do mercado global de pimenta do reino, sendo considerado o maior produtor mundial. Em 2018 o Brasil alcançou o 14% da produção mundial, ficando atrás somente do Vietnã, como maior produtor e exportador do produto, que possui a terceira maior área colhida além de possuir alta produtividade.

Apesar da Indonésia possuir a maior área mundial colhida com pimenta-do-reino (32%), em razão do seu baixo rendimento por hectare sua produção foi inferior à obtida pelo Vietnã e Brasil, sendo o Brasil representou 6% da área colhida, colocando a Indonésia no

terceiro lugar em produção no ano de 2018. A área colhida da Índia, chega a 22,3% é a segunda maior área colhida no mundo, mas ocupa a quarta colocação em termos de produção e exportação mundiais. As exportações não são efetivadas como as importações globais de pimenta do reino, que em 2018, 188 países importaram o produto (VIDAL, 2020; FAO, 2020).

A maior demanda pelo produto pertence aos Estados Unidos que recebeu 18% das exportações mundiais em 2018. Alguns países atuam como entrepostos, que é significativa que importam e revendem o produto para outros países, como é o caso da Alemanha. O País não aparece nos dados da FAO (2020) como produtor, no entanto, em 2018 foi o sexto maior exportador de pimenta-do-reino, para tanto, foi responsável por 7,4% das importações mundiais do produto, ocupando a terceira colocação em termos de volume importado no mundo (AGROSTAT, 2020).

O consumo mundial de pimenta do reino, não acompanhou a produção que foi elevada no Brasil e Vietnã de 2015 à 2018, isso resultou numa queda dos preços internacionais do produto. A gravidade da pandemia da Covid-19 nos Estados Unidos e na Europa, que são os maiores mercados mundiais para pimenta-do-reino no mundo, deverá manter baixa a demanda pelo produto em 2021, assim, os preços deverão se manter pressionados (CONAB, 2020).

No Brasil, o cultivo da pimenta-do-reino é realizado sobretudo por produtores familiares. Segundo IBGE (2017) existiam 32.799 propriedades agropecuárias com pimenta-do-reino no Brasil; sendo 83% agricultura familiar. O estado do Espírito Santo contava 11.725 estabelecimentos rurais com a cultura dos quais, 76% familiares e na Bahia, dos 2.923 estabelecimentos que cultivavam a especiaria, 79%. Portanto, a pimenta do reino é uma cultura que pode ser cultivada em pequenas áreas sendo também importante na diversificação das atividades na propriedade.

Os estados Espírito Santo e Pará são responsáveis por quase 90% da área plantada de pimenta-do-reino no Brasil, posições em 2019, de 45,6% e 43,8%, respectivamente. Enquanto a cultura enfrenta problemas fitossanitários no Pará e que têm provocado redução da vida útil das plantas e queda na produção. O Espírito Santo e Bahia, tem ocorrido expansão da produção. O cultivo tecnificado nesses estados, principalmente no

Espírito Santo, com grande parte da área irrigada, proporcionando maior produtividade e, também, crescimento da área plantada (VIDAL, 2020, CONAB, 2020).

Em 2018 Espírito Santo e Bahia, ultrapassaram o Pará na produção de pimenta-do-reino. O que resultou em incremento de 19% da área colhida com pimenta-do-reino no Brasil, com a melhora na produtividade elevou para 28% na produção nacional. Em 2019, a área, produtividade e produção brasileiras da especiaria continuaram crescendo e o Sudeste foi responsável por 58% da produção nacional (CONAB, 2020).

O principal mercado para a pimenta-do-reino produzida no Brasil é o externo, com exceção de 2016, mais de 70% da produção nacional da especiaria foi para exportação entre 2015 e 2019. Vietnã, Alemanha e Estados Unidos são os principais destinos das exportações brasileiras de pimenta-do-reino produzida no Brasil. Porém, em 2018 e 2019, houve forte redução do faturamento com as exportações de pimenta-do-reino no Brasil, embora o volume enviado ao exterior tenha aumentado (AGROSTAT, 2020).

Apesar de 2018 ter sido negativo em termos de exportações quando comparado com 2017, reduzindo 29%. Em 2019, o valor exportado pelo Espírito Santo cresceu 4% e o Pará permanece diminuindo; desta forma o resultado nacional foi -8% em comparação a 2018. Mas a diminuição do valor exportado nesta ocasião foi acompanhada de aumento no volume embarcado, demonstrando que queda no faturamento foi em virtude da forte retração no preço internacional do produto. A máxima produtividade mundial de pimenta-do-reino e a queda exponencial do consumo derivaram a redução no preço mundial da especiaria (FAO, 2020).

A oferta mundial de pimenta-do-reino nos últimos anos permanece em meio a economia retraída no mundo devido à pandemia da Covid 19, os especialistas não contam com o crescimento de consumo, assim, os preços da pimenta do reino no mercado internacional deve continuar pressionado. Além disso, em condições adequadas de armazenamento, a pimenta-do-reino pode ser estocada por mais de um ano, o que confere vantagem para os produtores mais estruturados e consolidados que podem esperar um pouco a reação do preço para comercializar a produção (VIDAL, 2020).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em numa área situada no município de São Mateus, na região litoral norte do Espírito Santo. Nesse local, predomina o solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com média a baixa fertilidade (EMBRAPA, 2006), e o clima de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Aw com estação seca no inverno e verão chuvoso.

A implantação da pimenta-do-reino foi realizada em uma área preparada com tutores vivos de nim, com 9 meses de idade e tutores convencionais de eucalipto tratado com 10 cm de diâmetro e 3 m de altura e foram enterrados a profundidade entre 50 a 60 cm, ambos dispostos ao espaçamento de 3,0 m entre fileiras e 2,0 m entre plantas. Próximo aos tutores foram abertas covas de 40 x 40 x 40 cm e com cerca de 15 cm de distância do tutor. O transplântio das mudas de pimenta-do-reino foi realizado no mês de setembro com mudas de pimenta-do-reino adquiridas em viveiro certificado, da cultivar kottanadan, a qual apresenta folhas largas, brotos novos dos ramos de crescimento de cor verde claro e flores 100% hermafroditas, sendo este fator determinante no enchimento das espigas, as quais são longas e possuem frutos graúdos que podem culminar numa produtividade média de 3 kg pl⁻¹ e rendimento próximo de 4,8 toneladas por hectare (SECUNDINO, 2012).

Os tutores vivos foram conduzidos com uma haste, nim (estaca *Azadirachta indica* A. Juss), com 2 m de altura. Quando os tutores emitiram as brotações, foram podados periodicamente os ramos laterais até 2,5 m de altura. As podas procederam retirando os ramos e brotos, deixando 3 ou 4 ramos acima do tronco, pois controla o excesso de ramificações originadas por podas totais, além de o excesso de sombreamento pelo tutor vivo reduzir o rendimento da pimenteira-do-reino, os ramos podados servem de cobertura do solo, foram depositados nas entre linhas do plantio da pimenteira-do-reino com tutor vivo, essa cobertura morta protege o solo e repõe nutrientes em virtude da quantidade de folhas e ramos decompostos (MENEZES et al., 2013), sendo que suas substâncias possuem propriedades inseticidas, antibacterianos e antifúngicas (BRASIL, 2013).

O experimento foi conduzido no delineamento de blocos casualizados, com 3 repetições de 2 tratamentos, sendo estes constituídos por plantas de pimenta-do-reino conduzidas

em tutor vivo de nim (TV) e outro em tutor convencional (TC). Cada parcela experimental foi constituída por 50 plantas, totalizando a população de 300 plantas.

As avaliações morfológicas foram realizadas aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias após o plantio, sendo mensurados: diâmetro do caule (DC), utilizando-se o paquímetro digital de 300 mm, realizando a primeira medida do caule na região de 5 a 7 cm acima do solo, a segunda medida na região mediana da altura e a terceira logo abaixo da última folha completamente expandida; Diâmetro da copa (DCP), determinado com uma fita métrica, colocada transversalmente aos ramos ortotrópicos em dois sentidos (linha e entrelinha), onde se mediu a distância entre o primeiro par de folhas presentes nos ramos plagiotrópicos opostos; Altura da planta (AP), determinada com uma fita métrica, posicionada paralelamente ao caule da planta, medindo-se a distância da base do caule a partir do solo até a gema apical do ramo ortotrópico; Número de folhas (NF), através da contagem do número de folhas completamente expandidas.

Os teores de clorofila *a*, *b* e total foram determinados a partir de leituras instantâneas do aparelho Clorofilog® modelo CFL 1030 da marca FALKER® Automação Agrícola Ltda. Para cada leitura (expressa em unidade adimensional), foi selecionada aleatoriamente em cada planta, 1 folha completamente expandida, situada na parte intermediária, em boas condições fitossanitárias, perfazendo ao longo do limbo, uma leitura na extremidade inferior (próxima ao pecíolo), uma mediana e outra superior, de forma cuidadosa, evitando partes da nervura principal.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e havendo significância para os dados qualitativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. As análises quantitativas por regressão foram realizadas afim de obter as equações de ajustes dos modelos matemáticos das características de crescimentos das plantas de pimenta-do-reino ao longo do tempo em cada tratamento. Para estas análises foi utilizado o programa estatístico R (R *core team*, 2016).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de clorofilas avaliados tanto aos 60 quanto aos 300 dias após o plantio das mudas de pimenta-do-reino em campo, evidenciaram que o tipo de tutor pode influenciar

significativamente no conteúdo desses pigmentos ao longo do desenvolvimento da planta, acrescentando índices de clorofila *a*, *b* e total (Tabela 1). Silva (2014) aborda que devido a participação no processo de conversão da luz solar em energia química na forma de ATP e NADPH, a clorofila é decisiva na eficiência fotossintética do vegetal, portanto, considera-se que o incremento desta promovido nas pimenteiras em tutor vivo podem ter reflexos na adaptabilidade, especialmente na fase inicial, em que o estresse devido a exposição solar e condições adversas é mitigado, e também no crescimento, já que o metabolismo dispõe de mais energia para os processos de multiplicação celular e desenvolvimento vegetal.

Desta maneira, evidências apontam que o sombreamento ocasionado pelo tutor vivo pode otimizar a fotossíntese da pimenteira-do-reino e não o contrário. Oliveira et al. (2018) trabalhando com a mesma cultivar deste estudo em consórcio com seringueira (*Hevea brasiliensis*), observaram incrementos nas taxas de fotossíntese líquida, condutância estomática ao vapor de água, manutenção da transpiração, eficiência de uso da água e preservação fotoquímica. Além disso, os valores inferiores do tutor convencional podem estar atrelados a situação de estresse já que nesse sistema a planta é mais exposta à variações do ambiente, facilitando o que Tausz, Hietz e Briones (2001) denominam de efeitos fotodestrutivos, em que as taxas de degradação e redução dos pigmentos são maiores que as taxas de biossíntese.

Tabela 1. Índices médios de clorofilas *a*, *b* e *total* em pimenteira-do-reino, em diferentes tutores aos 60 e 300 dias após o plantio (DAP).

Tratamentos	60 DAP			
	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila <i>total</i>	Razão clorofila <i>a/b</i>
Tutor vivo	38,84 a	16,76 a	55,60 a	2,41 b
Tutor convencional	34,33 b	12,71 b	47,04 b	2,93 a
300 DAP				
	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila <i>total</i>	Razão clorofila <i>a/b</i>
Tutor vivo	44,90 a	29,48 a	74,38 a	1,55 b
Tutor convencional	42,65 b	22,51 b	65,15 b	1,95 a

*Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem estatisticamente ao nível de 1% de significância pelo teste de Tukey.

Na tabela anterior verifica-se que embora os índices de clorofila tenham sido significativamente maiores para as plantas em tutor vivo, a razão entre clorofila *a* e *b* foram superiores para o tratamento com tutor convencional. É importante notar que o fato tem relação direta com o índice de clorofila *b*, acrescentada nas duas fases de avaliação em 32 e 31% respectivamente. Esse dado evidencia que as plantas submetidas ao primeiro tratamento podem apresentar este resultado como um mecanismo importante na realização da fotossíntese e produção dos fotoassimilados no decorrer do ciclo da cultura, já que a clorofila *b* realiza a captura de energia de outros comprimentos de ondas, aumentando o rendimento quântico da via metabólica (WHATLEY e WHATLEY, 1982; SCALON et al., 2002).

Esse acúmulo de clorofila *b* é mais discrepante quando analisados os índices de clorofila da cultivar Bragantina, sem considerar os tratamentos (Tabela 1), percebendo-se um aumento considerável do pigmento da fase inicial de desenvolvimento da cultura para o estágio mais avançado, com aumento próximo de 88%.

Tabela 2. Índices médios de clorofilas *a*, *b* e total de folhas pimenta-do-reino cv. Bragantina nos dois períodos de avaliação

Tratamentos	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila <i>total</i>
60 DAP	36,59 a	14,56 a	51,15 a
300 DAP	44,23 b	27,40 b	71,63 b

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem estatisticamente ao nível de 1% de significância pelo teste de Tukey.

Com relação ao diâmetro de caule, é perceptível a mudança de comportamento de crescimento das plantas conduzidas nos diferentes tutores ao longo das avaliações (Figura 1). As pimenteiras-do-reino aderidas ao tutor vivo, aos 60 DAP apresentaram valor estimado de 5,36 mm, enquanto, no mesmo período, o tutor convencional apresentou 5,91 mm, já fase intermediária, as medidas foram menos distantes, sendo 6,59 mm para o primeiro e 6,61 mm para o segundo, até chegar na última avaliação com 7,83 e 7,31 mm respectivamente.

A evolução das medidas de caule na fase inicial das plantas em tutor vivo pode ser atribuída a dois fatores, o primeiro se deve a condição fisiológica das plantas, as quais ainda se encontram susceptíveis as variações bióticas e abióticas do meio mesmo passada

a aclimação. No decorrer do crescimento, após o transplante, estes vegetais desencadeiam mecanismos bioquímicos que lhes permitem enfrentar as perturbações fisiológicas (TAIZ et al. 2017). Um segundo fator está ligado a competição por recursos (água, oxigênio, nutrientes, etc...) entre a cultura e o tutor vivo, em função da proximidade das raízes, especialmente, da zona pilífera responsável pela absorção. Entretanto, conforme segue o desenvolvimento das plantas, as raízes do nim, por serem pivotantes, alcançam maiores profundidades, ao passo que a pimenteira, embora expanda a quantidade e volume de raízes, seu sistema radicular é mais restrito às camadas superficiais, de modo que ao passar dos dias, potencializa-se o influxo de substâncias, aumentando a rusticidade e reduzindo a competição, com reflexos na morfologia.

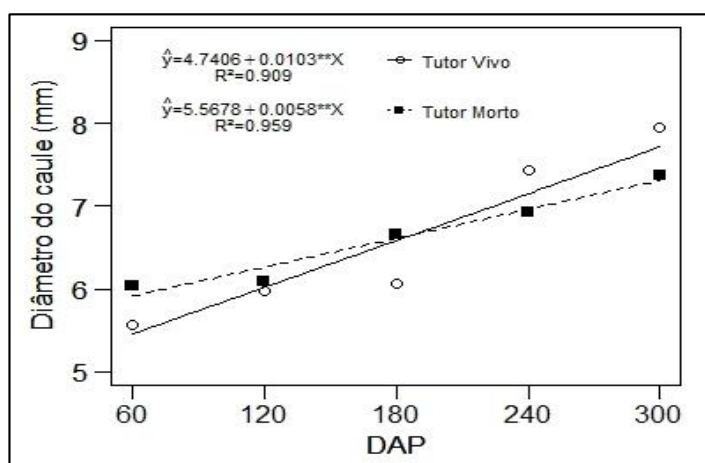


Figura 1. Diâmetro de caule da pimenta-do-reino cv. Bragantina conduzida em tutor vivo de nim e tutor convencional.

A variável altura de plantas da pimenta-do-reino apresentou regressão com ajuste ao modelo quadrático para o tratamento com tutor vivo, e ajuste ao modelo linear para o tratamento com tutor convencional (Figura 1). É notável a ocorrência similar do comportamento desta variável ao desenvolvimento em diâmetro do caule de plantas aderidas ao tutor vivo, em que o crescimento foi mais expressivo após os 180 dias, sendo similar e até inferior antes do período.

É evidente que houve uma forte inclinação da curva no modelo quadrático do tratamento com o tutor vivo depois dos 120 DAP, que pode ser matematicamente explicado pelo valor do β_1 do modelo (0,34), superior ao β_1 do modelo matemático do tratamento com

tutor convencional (0,0058), além de que o tutor vivo possui uma adição do β_2 (Figura 2).

Esse comportamento dar-se por fatores, como a integração da cultura com uma espécie arbórea, já que o sombreamento é capaz de provocar mudanças microclimáticas na lavoura em que a o cultivo é realizado próximas das árvores, culminando em alterações fisiológicas e de crescimento (Oliosí et al., 2016).

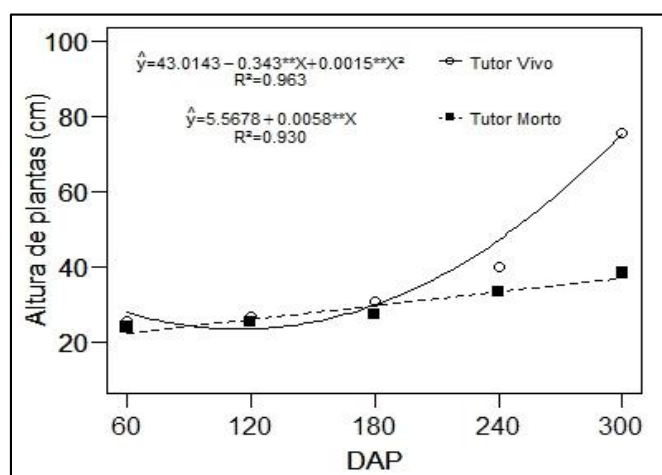


Figura 2. Crescimento em altura de pimenta-do-reino cv. Bragantina em tutor vivo e tutor convencional.

Rodrigues et al. (2019) ao avaliarem genótipos de pimenta-do-reino em tutores vivos de gliricídia (*Gliricidia sepium*), também descrevem um desenvolvimento elevado das pimenteiras-do-reino em tutor convencional na fase inicial devido a ausência de competição, e que isso influencia fortemente no pegamento e sobrevivência das mudas após o transplante. Entretanto os autores salientam que, para minimizar os efeitos negativos do tutor vivo no estabelecimento da lavoura, deve-se preconizar a inserção da espécie arbórea na área de cultivo 2 anos antes da cultura, além do mais, após o crescimento radicular e minimização da competição, a pimenta-do-reino é beneficiada com o aumento de nitrogênio na solução do solo, dada que a espécie utilizada como tutor é uma leguminosa.

No caso do nim, por não ser uma leguminosa, os efeitos positivos estão relacionados a elevada deposição de biomassa no solo pelas folhagens e ramos eliminados na prática da poda, com resultados interessantes do ponto de vista nutricional. Santhi,

Palaniappan e Purushothaman (1986) sugerem que os produtos das folhas do nim podem ter efeitos em algumas espécies da microflora edáfica, reduzindo a nitrificação e melhorando a eficiência do uso de nitrogênio de fertilizantes onde as folhas se acumulam. Já Moyn-Jsu (2014) mostra que com o uso do nim, aumenta-se a produção e a qualidade de frutos sem deterioração das propriedades do solo associadas ao uso contínuo de fertilizantes (acidificação, aumento da condutividade elétrica, etc...).

A matéria orgânica do nim, enquanto cobertura do solo contribui na supressão de espécies espontâneas, redução dos custos do manejo destas plantas, com reflexos na diminuição da perda de solo por erosividade da chuva, aumento da infiltração de água no perfil, contribuição da manutenção da umidade do solo e devido a riqueza de compostos químicos, inibe o estabelecimento de microrganismos patógenos, bem como no surgimento de insetos pragas.

Estas últimas observações corroboram com vários estudos que ao incorporarem folhas de nim ao solo ou utilizarem o extrato aquoso de partes da planta, concluem que a integração da espécie nas práticas fitossanitária é uma alternativa promissora ao controle de doenças de plantas causadas por patógenos, visto que obtiveram resultados satisfatórios em relação ao controle de *Meloidogyne incógnita* e *Fusarium oxysporum* (SILVA E PEREIRA, 2008; ADEGBITE et al., 2011), e também no controle de pragas, devido a concentração de uma gama de metabólitos secundários, entre os principais, a azadiractina, que tem propriedades inseticidas no que diz respeito a regulação na alimentação, regulação no crescimento, regulação na fecundidade, antiovopositora e redução da aptidão física do inseto (BITTENCOURT, 2006).

Dentre as variáveis morfológicas, o número de folhas foi mais responsivo aos tratamentos, podendo observar maiores emissões de folhas no tratamento com tutor vivo por todo o período de avaliação, mesmo observando-se que os valores estimados para a emissão de folhas nos dois tipos de manejo de tutoramento, sofreram uma forte inclinação na linha de estimativa após os 180 DAP, no qual a diferença entre os manejos fica mais evidente.

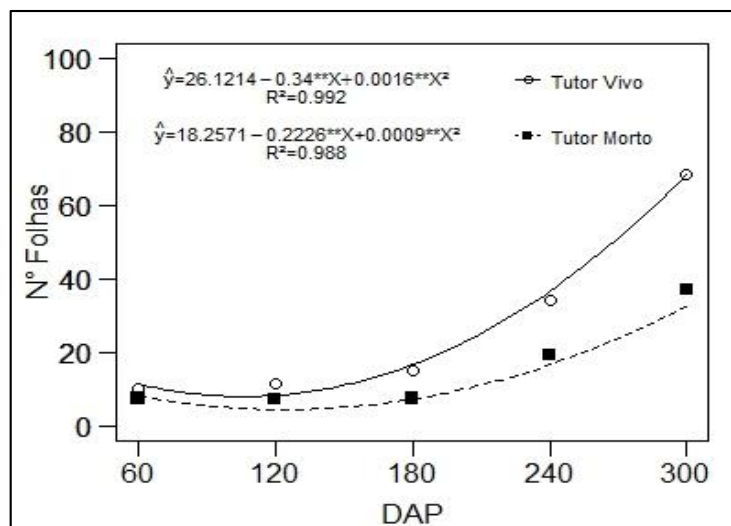


Figura 3. Número de folhas de pimenta-do-reino cv. Bragantina conduzida em diferentes tutores.

Sabe-se que de acordo a disponibilidade de água e nutrientes vai se tornando mais facilmente disponível, mais as plantas vão investir seus fotoassimilados principalmente na maquinaria fotossintética, e as folhas são os principais responsáveis pela fotossíntese, gerando energia para a planta (SALES et al. 2017), de modo que, conforme o vegetal for aumentando sua quantidade de folhas e área foliar, aumenta-se também a superfície de interceptação da radiação solar e posterior produção de carboidratos (TAIZ et al., 2017), resultando em plantas mais desenvolvidas conforme descrito nas variáveis anteriores.

6. CONCLUSÃO

A condução da pimenta-do-reino em tutor vivo de nim comparado ao tutor convencional proporcionou a cultura um maior acúmulo de clorofila *a*, *b* e total ao longo de seu desenvolvimento, sendo mais expressiva aos 180 dias após o transplântio das mudas.

Em resposta a esse ganho fisiológico, as plantas aderidas ao nim se desenvolveram mais em altura, diâmetro de caule e número de folhas, entretanto estudos em relação à fase ideal de plantio das mudas na área com tutores vivos devem ser realizados, em busca de definir o período de plantio que minimize a competição entre as plantas.

7. REFERÊNCIAS

ADEGBITE, Ayodele Adesina et al. Effects of some indigenous plant extracts as inhibitors of egg hatch in root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* race 2). **American Journal of Experimental Agriculture**. v. 1, n. 3, p. 96-100, 2011.

ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases Científicas para uma Agricultura Sustentável**, 3^a ed, São Paulo, Expressão Popular, 2012.

BITTENCOURT, A.M. **O cultivo do Nim Indiano (*Azadirachta indica* A. Juss): Uma Visão Econômica**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em ciências florestais). 147 p. Programa de Pós-Graduação em Engenharia florestal. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

BRASIL, Roseane Barros. Aspectos botânicos, usos tradicionais e potencialidades de *Azadirachta indica* (NEEM). **Enciclopédia Biosfera, Goiânia**, v. 9, n. 17, p. 3252-3258, 2013.

CARVALHO JUNIOR, João Francisco Costa et al. Análise de mercado da pimenta do reino no período de 1990 a 2015. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.11, n. 6, p. 139-145. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONAB. **Preços agropecuários. Preços de mercado. Preços médios mensais**. Base de dados. Disponível em: Acesso em 14 de agosto 2021.

COSTA, R. S. C.; MEDEIROS, I. M. **Pimenta-do-reino**. São Paulo: EMBRAPA, 2000.
DE MORAES, Aldecy José Garcia et al. Avaliação dos impactos econômico, social e ambiental do cultivo da pimenteira-do-reino com tutor vivo de gliricídia no estado do Pará. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 7, p. 3696-3715, 2018.

DUARTE, M. de L. R.; POLTRONIERI, M. C.; CHU, E. Y.; OLIVEIRA, R. F. de; LEMOS, O. F. de; BENCHIMOL, R. L.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; SOUZA, G. F. (2006) **Pimenta do Reino**. Coleção Plantar. 2ª ed. Embrapa, rev. e ampl., 73 p.

DUARTE, M. L. R. (2004) Cultivo da Pimenta do Reino na Região Norte. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, .185p

DUARTE, M. L. R. **Cultivo da pimenteira-do-reino na Região Norte**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004.

DUARTE, M. L. R.; ALBUQUERQUE, F.C. **Sistema de Produção da Pimenteira-do-reino**, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

EMBRAPA. **Boas práticas agrícolas para aumento da produtividade e qualidade da pimenta-do-reino no Estado do Pará**. 2014.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p.

ESTADO DO ESPIRITO SANTO, **Uma experiência agroecológica**, Junho 2014. Disponível em < <http://www.es.gov.br/Noticias/170554/uma-experiencia-agroecologicaagricultor-de-jaguare-realiza-plantio-de-pimentadoreino> > Acesso em 14 de agosto 2021.

FILGUEIRAS, G.C.; HOMMA, A.K.O.; SANTOS, M.A.S.dos. **Conjuntura do mercado da pimenta-do-reino no Brasil e no mundo**. In: WORKSHOP DA PIMENTA DO REINO DO ESTADO DO PARÁ, 1., 2009, Belém. Anais... Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. p. 1 - 22.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>

IBGE, CENSO AGROPECUÁRIO. Resultados preliminares. IBGE. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/24/76693?ano=2017-preliminar> > Acesso em 14 de agosto 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE.
<http://www2.sidra.ibge.gov.br/>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: Acesso em 14 de agosto 2021

ISHIZUKA, Y.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; DUARTE, M. de L. R. **Cultivo da pimenteira-do-reino com tutor vivo de gliricídia**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 27 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 182).

ISHIZUKA, Y.; KATO, A. K.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; DUARTE, M. de L. R.
ISHIZUKA, Yukihisa et al. Sistema de cultivo sombreado. In: DUARTE, M. de L. R. **Cultivo da pimenteira-do-reino na Região Norte**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. Sistemas de produção, v. 1, p. 83-89, 2004.

KATO, A. K. et al. **Cultivo da pimenta-do-reino sob sistema sombreado**. Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2001.

LEMONS, O. F. de; TREMACOLDI, C. R.; POLTRONIERI, M. C. (Ed.). **Boas práticas agrícolas para aumento da produtividade e qualidade da pimenta-do-reino no estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 52 p.

MAGEVSKI, G.C.; CZEPAK, M.P.; SCHMILDT, E.R.; ALEXANDRE, R.S.; FERNANDES, A.A. **Propagação vegetativa de espécies silvestres do gênero Piper, com potencial para uso como porta enxertos em pimenta-do-reino (Piper nigrum)**. Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.13, especial, p.559-563, 2011.

MARTINS, J. S. **Custo de implantação de lavoura de pimenta-do-reino (Piper nigrum L.) em diferentes sistemas de produção no Norte do Espírito Santo**. Dissertação de Mestrado Profissional em Agroecossistemas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

MENEZES, A. J. E. A. de; HOMMA, A. K. O.; ISHIZUKA, Y.; KODAMA, N. R.; KODAMA, E. E. **Gliricídia como tutor vivo para pimenteira-do-reino**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2013. 31 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 393).

MENEZES, A. J. E. A. de; HOMMA, A. K. O.; ISHIZUKA, Y.; KODAMA, N. R.; KODAMA, E. E. **Cultivo da pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.) com tutor vivo de gliricídia (*Gliricidia sepium* L.) para produção no Estado do Pará**. **Agrofoco**, v. 2, n. 3, p. 22-23, fev. 2016.

MENEZES, A. J. E. A. et al. **Cultivo da pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.) com tutor vivo de gliricídia (*Gliricidia sepium* L.) para produção no Estado do Pará**. **Agrofoco**, v. 2, n. 3, p. 22-23, fev. 2016.

MENEZES, A. J. E. A. et al. **Gliricídia como tutor vivo para pimenteira-do-reino**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2013.

MOYIN-JESU, Emmanuel Ibukunoluwa. Effects of water extracts of neem (*Azadirachta indica* L.) leaf, wood ash and their mixture on soil chemical Composition and growth and yield of plantain (*Musa sapientum* L.). **American Journal of Experimental Agriculture**, v. 4, n. 7, p. 836, 2014.

OLIOSI, G. et al. Microclima e desenvolvimento de *Coffea canephora* cv. Conilon sob diferentes níveis de sombreamento promovidos pelo cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem. Var. Australis). **Revista australiana da ciência da colheita**, 10 (4): 528-538, 2016.

OLIVEIRA, Marcos Góes et al. Physiological responses of photosynthesis in black pepper plants under different shade levels promoted by intercropping with rubber trees. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 5, p.513-526, set. 2018.

OLIVEIRA, R. F. de; NAKAYAMA, L. H. I. Pimenta-do-reino. In: CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem**

para o Estado do Pará. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010, pt. 3, cap. 4, p.175-177.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. FAO. FAOSTAT. Data. Production. Crops. 2020. Disponível em: Acesso em: 15 de agosto 2021.

PEREIRA, EOL et al. Avaliação de cultivares de pimenta-do-reino em sistema de cultivo "semi-intensivo". In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: Seminário de Iniciação Científica da Fcap, 12.; Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental, 6., 2002, Belém, PA. **Anais**. Belém, PA: FCAP, 2002. 4 f., 2002.

POLTRONIERI, M. C. LEMOS, O. F. **Cultivares**. In: Boas práticas agrícolas para aumento da produtividade e qualidade da pimenta-do-reino no Estado do Pará. Brasília, DF: Embrapa, v. 52 p. 2014. ISBN 978-85-7035-305-4.

QUARTEZANI, Waylson Zancanella. **Geoestatística no estudo da variabilidade espacial de atributos químicos e físicos do solo e a produtividade da pimenta-do-reino**. 2008, 112 P. Dissertação (Mestrado em produção vegetal). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre- ES. 2008.

R, CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: < <https://www.R-project.org/>> 2016.

RODRIGUES, Simone de Miranda et al. **Avaliação de cultivares de pimenteira-do-reino (*Piper nigrum*) em dois tipos de tutores no município de Igarapé-Açu, Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2019.

SALES, Ramon Amaro et al. **Influência de diferentes fontes de matéria orgânica na propagação da *Schinus Terebinthifolius Raddi***. Scientia Agraria, v. 18, n. 4, p. 99106, 2017.

SANTHI, S. R.; PALANIAPPAN, S. P.; PURUSHOTHAMAN, D. Influence of neem leaf on nitrification in a lowland rice soil. **Plant and soil**, v. 93, n. 1, p. 133-135, 1986.

SANTOS, M.A.S.; HOMMA A.K.O. **Modernização da Agricultura nos municípios do Nordeste Paraense: determinantes e Hierarquização no ano de 2006**. Revista de Economia e Agronegócio, Viçosa, v. 9, n. 2. P. 209-231, 2011.

SCALON, S. de P. Q. et al. **Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento**. Revista Árvore, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2002.

SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR/MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO. MDIC/MAPA/AGROSTAT. Acesso em: 15 de agosto 2021.

SECUNDINO, W. (COORD.). 2003. **Pimenta-do-reino**. São Mateus. INCAPER, 2003. Disponível em: <www.incaper.es.gov.br/pedeag/pimenta-seminario.htm>. Acesso em: 16 de agosto 2021.

SECUNDINO, W. **Propagação vegetativa da pimenteira-do-reino: avaliação de cultivares, níveis de AIB e substratos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus- ES. 2012.

SERRANO, L.A.L.; LIMA, I.D; MARTINS, M.V.V. **A cultura da pimenta-do-reino do Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: Incaper, 2006. 36 p. (Incaper. Documentos, 146)

SILVA, D. V. **Métodos não destrutivos para estimativas de clorofilas como indicadores da qualidade de mudas de espécies florestais**. 2014, 62p. Dissertação (Mestre em Produção Vegetal), Ilhéus, Universidade Estadual de Santa Cruz, 2014.

SILVA, Gilson Soares; PEREIRA, Aurenice Lucena. Efeito da Incorporação de Folhas de Nim ao Solo sobre o Complexo *Fusarium x Meloidogyne* em Quiabeiro. **Summa phytopathol.**, v. 34, n. 4, 2008.

Sistema de cultivo sombreado. In: DUARTE, M. de L. R. Cultivo da pimenteira-do-reino na Região Norte. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. Sistemas de produção, v. 1, p. 83-89, 2004. ISSN 1983-0513.

TAIZ, Lincoln et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** Artmed Editora, 2017.

TAUSZ, Michael; HIETZ, Peter; BRIONES, Oscar. The significance of carotenoids and tocopherols in photoprotection of seven epiphytic fern species of a Mexican cloud forest. **Functional Plant Biology**, v. 28, n. 8, p. 775-783, 2001.

TREMACOLDI, C. R. **Tecnologia para o Controle da Podridão de Raízes em Mudanças de Pimenta-do-Reino, Belém,** Comunicado técnico 226, Embrapa,2011.

TURNER, JACK (2004). **spice: the history of a temptation. london: vintage books.** ISBN 0375707050. OCLC 61213802

UMADEIR, Palaniyandi et al. *Trichoderma harzianum* MTCC 5179 impacts the population and functional dynamics of microbial community in the rhizosphere of black pepper (*Piper nigrum* L.). **Brazilian Journal Of Microbiology**, [s.l.], v. 49, n. 3, p.463-470, jul. 2018.

VEIGA, R.S; MARCUCCI, M.C. **Atividades terapêuticas da pimenta vermelha (capsicum sp.- solanaceae) e pimenta do reino (piper nigrum l.- piperaceae).** Brazilian Journal of Natural Sciences. Ed 1. vol. 2 , 2018.

VIDAL, F. (2020) **evolução do cultivo de pimenta-do-reino na área de atuação do bnb. Caderno Setorial Etene.** Ano 5. Nº 146. Dezembro | 2020.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas.** São Paulo: EPU-EDUSP, 1982. 101 p.