



Environments and substrates for “pimenta-de-cheiro” (*Capsicum chinense* Jacq.) seedling production in the Amazon savana

Ambientes e substratos para produção de mudas de pimenta-de-cheiro (Capsicum chinense Jacq.) na savana amazônica

João Luiz Lopes Monteiro Neto*¹, José de Anchieta Alves de Albuquerque², Anderson Tiago de Oliveira³, Roberto Tadashi Sakazaki⁴, Edgley Soares da Silva⁵, Sonicley da Silva Maia⁵, Luiz Guilherme Carvalho Zborowski⁶, Breno Jorge Zeferino Monteiro⁷, Ignácio Lund Gabriel da Silva Carmo⁵, Jorge Zamir Erazo Amaya⁸

Abstract: Quality seedlings production is one of the most important steps in the cultivation of vegetable species. In this sense, the objective was to evaluate the influence of different environments and substrates on the production of “pimenta-de-cheiro” (*Capsicum chinense* Jacq.) seedlings in Boa Vista, Roraima. An experiment was installed in a completely randomized design (CRD), with treatments arranged in subdivided plots. Five environments were evaluated: AG - agricultural greenhouse; TV35 - red shading net with 35% shading (red ChromatiNet®); TV50 - red shading net with 50% shading (red ChromatiNet®); TP35 - silver shading net with 35% shading (ChromatiNet® silver) and TP50 - silver shading net with 50% shading (ChromatiNet® silver) and four substrates: O - OrganoAmazon®; OP - OrganoAmazon® and PuroHumus®; OPSE (OrganoAmazon®, PuroHumus®, soil and manure) and OPSEC (OrganoAmazon®, PuroHumus®, soil, manure and carbonized rice husk). On the TP35 and TP50 shading nets, the *C. Chinense* grown on the OP substrate showed high Dickson’s quality index (DQI). The combination agricultural greenhouse (EA) and OPSE substrate promoted superior quality *Capsicum chinense* seedlings. The substrates OPSEC and OPSE are more affordable alternatives for the production of *Capsicum chinense* seedlings. Shading nets, associated with the alternative substrates, do not favor the production of quality *Capsicum chinense* seedlings under Amazon savanna conditions.

Key words: Shading nets. Quality seedlings. Photosynthetic radiation.

Resumo: A produção de mudas de qualidade é uma das etapas de maior relevância no cultivo de espécies olerícolas. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a influência de diferentes ambientes e substratos na produção de mudas de pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacq.) em Boa Vista, Roraima. Para isso, um experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com tratamentos arranjados em parcelas subdivididas. Foram avaliados cinco ambientes: EA - estufa agrícola; TV35 - telado vermelho com 35% de sombreamento (ChromatiNet® vermelha); TV50 - telado vermelho com 50% de sombreamento (ChromatiNet® vermelha); TP35 - telado prata com 35% de sombreamento (ChromatiNet® silver) e TP50 - telado prata com 50% de sombreamento (ChromatiNet® silver) e quatro substratos: O - OrganoAmazon®; OP - OrganoAmazon® e PuroHumus®; OPSE (OrganoAmazon®, PuroHumus®, solo e esterco) e OPSEC (OrganoAmazon®, PuroHumus®, solo, esterco e casca de arroz carbonizada). Nas malhas fotoconversoras TP35 e TP50, as mudas de pimenta-de-cheiro cultivadas no substrato OP aprestaram alto IQD. A combinação estufa agrícola (EA) e substrato OPSE promovem mudas de pimenta-de-cheiro de qualidade superior. Os substratos OPSEC e OPSE são alternativas mais acessíveis à produção de mudas de pimenta-de-cheiro. As telas fotoconversoras, associadas aos substratos alternativos, não favorecem a produção de mudas de pimenta-de-cheiro de qualidade nas condições da savana amazônica.

Palavras-chave: Malhas fotoconversoras. Mudas de qualidade. Radiação fotossintética.

*Corresponding author

Submitted for publication on 20/07/2022, approved on 25/08/2022 and published on 06/11/2022

¹Professor do Curso de Gestão Territorial Indígena, INSIKIRAN/UFRR, Boa Vista, RR, Brasil, 69307-725. Email: joao.monteiro.neto@hotmail.com

²Professor do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Roraima, CCA/UFRR, Boa Vista, RR, Brasil, 69.300-00. Email: anchietaufr@gmail.br

³Discente do Curso de Agronomia do Instituto de Educação e Inovação de Roraima, IEDI, Boa Vista, RR, Brasil, 69307-725. Email: anderson-ato@hotmail.com

⁴Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia, POSAGRO/UFRR, Boa Vista, RR, Brasil, 68.300-00. Email: sakazakitadashi@gmail.com

⁵Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, POSAGRO/UFRR, Boa Vista, RR, Brasil, 68.300-00 Email: edgley_agro2008@hotmail.com, ignacio.carmo@yahoo.com.br, sony_maia@hotmail.com

⁶Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Roraima, CCA/UFRR, Boa Vista, RR, Brasil, 68.300-00. Email: guilhermeluiz023@hotmail.com

⁷Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Belém, PA, Brasil, 66.077-830. Email: bzeferino@hotmail.com

⁸Professor da Universidade Nacional de Agricultura, Faculdade de Ciência Agrárias, Catacamas, Olancho, Honduras. Email: eorgezamir@yahoo.com

INTRODUÇÃO

The “*Pimenta-de-cheiro*” (*Capsicum chinense* Jacq.) is a vegetable of the Solanaceae family widely cultivated and consumed in the North and Northeast regions of Brazil (BARBOZA *et al.*, 2019; ASSIS *et al.*, 2020), due to its pleasant aroma and flavor. This plant together with other species, is part of small and medium producers source of income (MACIEL *et al.*, 2019; PERALTA-CRUZ *et al.*, 2021). According to Domenico *et al.* (2012), although some genotypes present similarity to other peppers with high pungency, *C. chinense* pepper is characterized by being a *Capsicum* species with mild or absent pungency and significant nutritional value.

In the production process of *C. chinense*, as in other commercial solanaceous plants, quality seedlings production is one of the most important steps. The final performance of plants in the field will depend on it, nutritionally, phytosanitary, as well as productive (COSTA *et al.*, 2011; ZUFFO *et al.*, 2020). Environments that provide favorable conditions of temperature, humidity and solar radiation should be chosen in this process. (BECKMANN *et al.*, 2006). On the other hand, adverse conditions of these factors negatively affect vital plant functions, such as photosynthesis, respiration, evapotranspiration, water relations and the stability of cell membranes, besides influencing the hormonal and metabolic apparatus of the plants (WAHID *et al.*, 2007).

The protected environments used in the propagation of these plants are, in general, covered with low density polyethylene films (agricultural greenhouses). However, the use of shading nets of different colors and shading levels (Aluminet® and Chromatinet®) and in monofilament (Sombrite®) is an alternative that is expanding (COSTA *et al.*, 2010). These meshes, by modifying the quantity and quality of transmitted solar radiation, determine the dispersion and reflectance of light, which affects the morphological and productive variations of plants (CHAGAS *et al.*, 2013).

Researches show the positive effect of these environments on the development of seedlings of some commercial species, such as: bell pepper - *Capsicum annuum* (MONTEIRO NETO *et al.*, 2016), tomato - *Solanum lycopersicum* (MONTEIRO NETO *et al.*, 2018) and sugar apple - *Annona squamosa* (SAKAZAKI *et al.*, 2019).

INTRODUÇÃO

A pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacq.) é uma hortaliça da família Solanaceae amplamente cultivada e consumida nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (BARBOZA *et al.*, 2019; ASSIS *et al.*, 2020), em razão do seu aroma e sabor agradável. Essa oleícola, com outras espécies, compõe a fonte de renda de pequenos e médios produtores (MACIEL *et al.*, 2019; PERALTA-CRUZ *et al.*, 2021). Segundo Domenico *et al.* (2012), embora alguns genótipos apresentem semelhança às demais pimentas com alta pungência, a pimenta-de-cheiro caracteriza-se por ser uma espécie de *Capsicum* com suave pungência, ou nenhuma, e significativo valor nutricional.

No processo produtivo da pimenta-de-cheiro, assim como nas demais solanáceas comerciais, a produção de mudas de qualidade é uma das etapas mais importantes, pois dela dependerá o desempenho final das plantas em campo, tanto nutricional e fitossanitário quanto produtivo (COSTA *et al.*, 2011; ZUFFO *et al.*, 2020). Nesse processo, deve-se escolher ambientes que forneçam condições favoráveis de temperatura, umidade e radiação solar (BECKMANN *et al.*, 2006). Por outro lado, as condições adversas desses fatores incidem negativamente em funções vitais da planta, como fotossíntese, respiração, evapotranspiração, relações hídricas e estabilidade das membranas celulares, além de influenciar nos aparatos hormonal e metabólico das plantas (WAHID *et al.*, 2007).

Em geral, os ambientes protegidos, utilizados na propagação dessas plantas, são cobertos por filmes de polietileno de baixa densidade (estufas agrícolas). No entanto, o uso de telas fotoconversoras de diferentes cores e níveis de sombreamento (Aluminet® e Chromatinet®) e em monofilamento (Sombrite®) é uma alternativa em expansão (COSTA *et al.*, 2010). Essas malhas, por modificarem a quantidade e a qualidade da radiação solar transmitida, determinam a dispersão e a reflectância da luz, incidindo sobre as variações morfológicas e produtivas das plantas (CHAGAS *et al.*, 2013).

Pesquisas têm demonstrado o efeito positivo desses ambientes no desenvolvimento de mudas de algumas espécies comerciais, como: pimentão - *Capsicum annuum* (MONTEIRO NETO *et al.*, 2016), tomate - *Solanum lycopersicum* (MONTEIRO NETO *et al.*, 2018) e ata - *Annona squamosa* (SAKAZAKI *et al.*, 2019).

Besides ambience, seedlings production requires substrates that guarantee the mechanical maintenance of the root system and ensure the optimal supply of water, nutrients, oxygen, and the transport of CO₂ between the roots and the external environment (CAMPANHARO *et al.*, 2006; PELIZZA *et al.*, 2013; JAEGGI *et al.*, 2019).

The commercial substrates OrganoAmazon® and PuroHumus® have been widely studied and used in the production of vegetable seedlings (MONTEIRO NETO *et al.*, 2016; MONTEIRO NETO *et al.*, 2018). Due to the costs of commercial substrates, there is a need for research that stimulates the formulation of substrates, employing materials accessible to each region, with physical, chemical, and biological characteristics desirable for the development of seedlings. For rice growing regions, Monteiro Neto *et al.* (2018) suggest the use of rice husk due to its high availability, easy handling, and efficiency when mixed with other materials.

The use of alternative material in mixture with commercial substrate was studied by Zuffo *et al.* (2020). Therefore, for the production of *C. chinense* seedlings, the authors obtained satisfactory results in four of the six substrates tested, recommending, mainly, the one from 100% alternative material, due to lower production cost and better accessibility to the local producer.

In this sense, the objective of this work was to evaluate the influence of protected environments with shading nets and substrates on the production of "pimenta-de-cheiro" (*Capsicum chinense* Jacq.) seedlings under the conditions of Boa Vista, Roraima.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted on the Center for Agricultural Sciences experimental area of the Federal University of Roraima - CCA/UFRR, in Boa Vista-RR, whose geographic reference coordinates are 2°49'11" N, 60°40'24" W and 90 m altitude.

A produção de mudas, além da ambiência, requer substratos que garantam a manutenção mecânica do sistema radicular e assegurem o suprimento ideal de água, nutrientes e oxigênio, bem como o transporte de CO₂ entre as raízes e o meio externo (CAMPANHARO *et al.*, 2006; PELIZZA *et al.*, 2013; JAEGGI *et al.*, 2019).

Os substratos comerciais OrganoAmazon® e PuroHumus têm sido amplamente utilizados na produção de mudas de hortaliças e estudados em pesquisas (MONTEIRO NETO *et al.*, 2016; MONTEIRO NETO *et al.*, 2018). Os resultados dessas pesquisas consideram que, em razão dos custos dos substratos comerciais, existe a necessidade de pesquisas que estimulem a formulação de substratos, empregando materiais acessíveis para cada região, com características físicas, químicas e biológicas desejáveis ao desenvolvimento das mudas. Para regiões arroyeiras, Monteiro Neto *et al.* (2018) sugerem o uso da casca em razão da alta disponibilidade, fácil manuseio e eficiência na mistura com outros materiais.

O uso de material alternativo em mistura com substrato comercial foi estudado por Zuffo *et al.* (2020). Assim, para a produção de mudas de pimenta-de-cheiro, os autores obtiveram resultados satisfatórios em quatro dos seis substratos testados, recomendando, principalmente, aquele proveniente de 100% de material alternativo, por reduzir custo de produção e ser mais acessível ao produtor local.

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência de ambientes protegidos com malhas fotoconversoras e de substratos na produção de mudas de pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacq.) nas condições de Boa Vista, Roraima.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima – CCA/UFRR, em Boa Vista-RR, cujas coordenadas geográficas de referência são registradas a 2°49'11" N, 60°40'24" W e altitude de 90 m.

The experimental design used was completely randomized design (CRD), with treatments arranged in subdivided plots and subjected to five replications, each experimental unit consisting of five *C. chinense* seedlings, one per container. The plots were composed of five types of protected environments: AG - agricultural greenhouse, arch type, covered with low density polyethylene (LDPE); TV35 - red shading nets with 35% shading (ChromatiNet® Red); TV50 - red shading nets with 50% shading (ChromatiNet® Red); TP35 - silver shading nets with 35% shading (ChromatiNet® Silver) and TP50 - silver shading nets with 50% shading (ChromatiNet® Silver). In the subplots the substrates were randomized, being: O - OrganoAmazon®, OP - OrganoAmazon® e PuroHumus® (1:1 v/v); OPSE - OrganoAmazon®, PuroHumus®, soil and manure (1:1:1:1 v/v) and OPSEC - OrganoAmazon®, PuroHumus®, soil, manure and carbonized rice husk (CRH) (1:1:1:1:1 v/v).

The cultivation environments consisted of an agricultural greenhouse and four shading nets. The arc-type greenhouse, arranged in the east-west direction, surrounded by Sombrite® with 50% shading on the sides, built with wood and covered with 150 µm thick transparent LDPE plastic, with the following dimensions: 3.4 m wide by 6 m long and ceiling height of 2.4 m. The shading nets were standardized in their dimensions: 17 m long, 4 m wide, and 2.5 m high. All the environments had benches to hold the containers that received the seedlings.

In order to formulate the substrates, OrganoAmazon® commercial compost, PuroHumus® commercial organic fertilizer, soil, carbonized rice husk (CRH) and bovine manure were used. The compost and the organic fertilizer were purchased from the local specialized shop. On the Latossolo Amarelo distrocoeso (Oxisol) (LAdx) was collected 1 m³ in the 0-20 cm depth layer, air dried and passed through a 6 mm mesh sieve. To correct its active acidity a dose proportional to 1.9 t ha⁻¹ of dolomitic limestone (100% PRNT) was used, according to Ribeiro *et al.* (1999).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com tratamentos arranjados em parcelas subdivididas e submetidos a cinco repetições, sendo cada unidade experimental constituída de cinco mudas de pimenta-de-cheiro, uma por recipiente. As parcelas foram compostas por cinco tipos ambientes protegidos: EA - estufa agrícola, tipo arco, coberta com polietileno de baixa densidade (PEBD); TV35 - telado com malha fotoconversora vermelha com 35% de sombreamento (ChromatiNet® Vermelha); TV50 - telado com malha fotoconversora vermelha com 50% de sombreamento (ChromatiNet® Vermelha); TP35 - telado com malha fotoconversora prateada com 35% de sombreamento (ChromatiNet® Silver) e TP50 - telado com malha fotoconversora prateada com 50% de sombreamento (ChromatiNet® Silver). Nas subparcelas foram aleatorizados os substratos, sendo: O - OrganoAmazon®, OP - OrganoAmazon® e PuroHumus® (1:1 v/v); OPSE - OrganoAmazon®, PuroHumus®, solo e esterco (1:1:1:1 v/v) e OPSEC - OrganoAmazon®, PuroHumus®, solo, esterco e casca de arroz carbonizada (CAC) (1:1:1:1:1 v/v).

Os ambientes de cultivo consistiram em uma estufa agrícola e quatro telados. A estufa tipo arco, disposta no sentido Leste-Oeste, circundada por Sombrite® com 50% de sombreamento nas laterais, construída com madeira e cobertas com plástico transparente de polietileno de baixa densidade (PEBD), de 150 µm de espessura, com as seguintes dimensões: 3,4 m de largura por 6 m de comprimento e pé direito de 2,4 m. Os telados foram padronizados quanto às suas dimensões em: 17 m de comprimento, 4 m de largura e 2,5 m de pé direito. Todos os ambientes apresentavam bancadas para comportar os recipientes que receberam as mudas.

Para a formulação dos substratos, foram utilizados: composto comercial OrganoAmazon®, adubo orgânico comercial PuroHumus®, solo, casca de arroz carbonizada (CAC) e esterco bovino. O composto e o adubo orgânico foram adquiridos no comércio local especializado. No solo, classe Latossolo Amarelo distrocoeso típico (LAdx), foi coletado 1 m³ na camada de 0-20 cm de profundidade, seco ao ar e passado em peneira de 6 mm de malha. Para a correção da sua acidez ativa foi empregada a dose proporcional a 1,9 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (100% PRNT), conforme Ribeiro *et al.* (1999).

The carbonization of rice husk was performed according to Ortega *et al.* (2015). The bovine manure was acquired from extensively raised animals, being cured (wet and turned over for 21 days) and after this process, it was left in the shade for drying and sieving. After preparation of the substrates, a sample was collected and sent for determination of the chemical and physical characteristics (Table 1).

A carbonização da casca de arroz foi realizada conforme Ortega *et al.* (2015). O esterco bovino foi adquirido de animais criados extensivamente, sendo curado (molhado e revirado por 21 dias) e, após esse processo, deixado à sombra para secagem e peneiração. Após a elaboração dos substratos, uma amostra foi coletada e encaminhada para determinação das características químicas e físicas (Tabela 1).

Table 1 - Chemical and physical characteristics of the substrates studied for the production of *C. chinense* seedlings in different environments

Tabela 1 - Características químicas e físicas dos substratos estudados para produção de mudas de pimenta-de-cheiro, em diferentes ambientes

Parameters		O	OP	OPSE	OPSEC
pH H ₂ O		7,70	7,10	7,20	7,20
Total N	mg kg ⁻¹	48,00	81,10	41,60	43,10
P		0,58	0,97	0,74	0,66
K		1,00	2,00	1,21	1,47
Ca	mmol. dm ⁻³	0,83	1,05	1,09	0,98
Mg		0,27	0,69	0,66	0,48
S		0,91	1,19	1,10	1,17
Organic C	%	14,45	18,83	18,16	11,40
Humidity	%	2,30	3,20	1,60	1,50
Density	g cm ⁻³	0,687	0,620	0,889	0,782
C/N Relation	-	21,23	15,88	31,2	18,90
EC	dS cm ⁻¹	0,229	0,690	0,460	0,490

* O (OrganoAmazon[®]), OP (OrganoAmazon[®] + PuroHumus), OPSE (OrganoAmazon[®], PuroHumus[®], soil e manure) e OPSEC (OrganoAmazon[®], PuroHumus[®], soil, manure e CRH). EC = electrical conductivity.

* O (OrganoAmazon[®]), OP (OrganoAmazon[®] + PuroHumus), OPSE (OrganoAmazon[®] + PuroHumus[®] + solo + esterco) e OPSEC (OrganoAmazon[®] + PuroHumus[®] + solo + esterco + CAC). CE = condutividade elétrica.

The light incidence characterization in the environments (outdoor and indoor) was defined by the accumulated daily records of global solar radiation (GR) average, photosynthetically active radiation (PAR) and PAR/GR ratio, already reported by Monteiro Neto *et al.* (2016) and Monteiro Neto *et al.* (2018). The seeds were sown in 180 cm³ plastic cups, using five seeds per container, containing the substrates, perforated at the bottom and filled in their bases with type 0 gravel (4.8 to 9.5 mm). After germination, when the seedlings presented two fully expanded leaves, they were thinned, leaving only one per container. The seedlings were irrigated daily by a micro-sprinkler system with a flow rate of 8 L h⁻¹, in two 20 minutes shifts (morning and afternoon) until the end of the experiment.

A caracterização da incidência luminosa nos ambientes (externos e internos) foi definida pela média do acumulado de registros diários de radiação solar global (RG), radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e relação RFA/RG, já reportadas por Monteiro Neto *et al.* (2016) e Monteiro Neto *et al.* (2018). A semeadura da pimenta-de-cheiro foi feita em copos plásticos de 180 cm³, contendo os substratos, perfurados no fundo e preenchidos em suas bases com brita tipo 0 (4,8 a 9,5 mm), utilizando cinco sementes por recipiente. Após a germinação, quando as plântulas apresentavam duas folhas totalmente expandidas, fez-se o desbaste, deixando apenas uma por recipiente. As mudas foram irrigadas diariamente por um sistema de microaspersão com vazão de 8 L h⁻¹, em dois turnos (manhã e tarde) de 20 minutos, até ao final do experimento.

At 25 days after emergence (DAE), the following variables were evaluated: number of leaves (NL), plant height (PH), stem diameter (SD), aboveground dry matter mass (ADMM), dry root matter mass (DRM), PH/SD ratio and Dickson's quality index (DQI), determined by: $DQI = \text{TotalDM} / (\text{PH}/\text{SD} + \text{ADMM}/\text{DRM})$.

The NL was determined by counting the fully expanded leaves. The PH was evaluated using a graduated ruler, expressed in centimeters (cm), measuring from the neck to the apex of the seedling. The SD, expressed in millimeters (mm), was determined using a precision digital pachymeter. The ADMM and DRM variables, expressed in grams (g), were determined using a precision analytical balance. After weighing, these variables were dried in an oven with forced air circulation at a temperature of 60 to 70 °C for 72 h, determining the ADMM and DRM, expressed in grams (g).

To determine the seedling growth quality indices, Dickson's equation (1960) was used. Thus, the following ratios were evaluated: plant height/ stem diameter (PH/SD), aboveground dry matter mass/root dry matter mass (ADMM/DRM) and Dickson's quality index (DQI), determined by: $DQI = \text{TDM} / (\text{PH}/\text{SD} + \text{ADMM}/\text{DRM})$.

The data was submitted to the Shapiro-Wilk normality test. Once the normal distribution was met, the analysis of variance was performed. If significant effects were observed, the means were grouped and compared by the Scott-Knott test at 5% probability, using the SISVAR 5.1 software (FERREIRA, 2011).

RESULTS AND DISCUSSION

The evaluated environments presented a variation between the average values of global radiation (GR) and photosynthetically active radiation (PAR) (Table 2). In general, the GR was lower in the late afternoon and inside the environments, with higher efficiency in TV50. According to Monteiro Neto *et al.* (2016) and Monteiro Neto *et al.* (2018) the agricultural greenhouse cover (AG) and the 35% shading nets (TV35 and TP35) promote higher GR and PAR transmittance, elevating the development of bell pepper and tomato seedlings, respectively. These results reinforce the hypothesis that the type of cover of the plant growth environments promotes variations in the growth of the *C. chinense* seedlings evaluated here.

Aos 25 dias após a emergência (DAE), foram avaliadas as seguintes variáveis: número de folhas (NF), altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), massa da matéria seca de raiz (MSR), Relação AP/DC e o índice de qualidade de Dickson (IQD), determinado por: $IQD = \text{MSTotal} / (\text{AP}/\text{DC} + \text{MSPA}/\text{MSR})$.

O NF foi determinado pela contagem das folhas completamente expandidas. A AP foi avaliada com a utilização de régua graduada, expressa em centímetros (cm), medindo do colo ao ápice da muda. O DC, expresso em milímetros (mm), foi determinado por meio de um paquímetro digital de precisão. As variáveis MFPA e MSR, expressas em gramas (g), determinadas com o auxílio de balança analítica de precisão. Após a pesagem, essas variáveis foram secas em estufa com circulação de ar forçada, à temperatura de 60 a 70 °C por 72 h, determinando-se MSPA e MSR, expressas em gramas (g).

Para determinar os índices de qualidade de crescimento das mudas, empregou-se a equação de Dickson (1960). Assim, foram avaliadas as relações: altura da planta/diâmetro do colo (AP/DC), massa da matéria seca da parte aérea/massa da matéria seca de raiz (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), determinado por: $IQD = \text{MST} / (\text{AP}/\text{DC} + \text{MSPA}/\text{MSR})$.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Atendida a distribuição normal, procedeu-se a análise de variância, em que, observado efeito significativo, as médias foram agrupadas e comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade com o auxílio do software SISVAR 5.1 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ambientes avaliados apresentam variação entre os valores médios de radiação global (RG) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (Tabela 2). De modo geral, a RG foi menor no final da tarde e no interior dos ambientes, com maior eficiência no TV50. A cobertura da estufa agrícola (EA) e os telados com 35% de sombreamento (TV35 e TP35) promovem maior transmitância de RG e RFA, elevando o desenvolvimento de mudas de pimentão e de tomate, respectivamente, conforme Monteiro Neto *et al.* (2016) e Monteiro Neto *et al.* (2018). Esses resultados reforçam a hipótese segundo a qual o tipo de cobertura dos ambientes de crescimento das plantas promove variações no crescimento das mudas de pimenta-de-cheiro aqui avaliadas.

Table 2 - Average values of global solar radiation (GR), photosynthetically active radiation (PAR) and PAR/GR ratio (%), at three times of the day, and maximum and minimum temperatures in environments of *C. chinense* seedling production**Tabela 2** - Valores médios de radiação solar global (RG), fotossinteticamente ativa (RFA) e relação RFA/RG (%), em três horários, e temperaturas máxima e mínima em ambientes de produção de mudas de pimenta-de-cheiro

	Solar Radiation ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$)									Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	
	Data Collection Times										
08:00 h.....		12:00 h.....		17:00 h.....		08:00 h.....	
**	GR	PAR	PAR/GR	GR	PAR	PAR/GR	GR	PAR	PAR/GR	Max.	Min.
EE	2071,6	726,8	35,1%	3649,9	1594	43,6%	350,4	235,6	67,5%	32,9	24,4
AG	1066,9	439,7	41,2%	2062,5	870,7	42,2%	275,1	138,8	50,6%	37,3	22,1
TV35	1188,3	477,1	40,2%	2236,1	897,2	40,1%	218,5	102,1	47,1%	42,3	24,3
TV50	863,9	364,4	42,2%	1731,3	723,9	41,8%	92,8	56,0	60,4%	41,2	23,1
TP35	1159,4	431,9	37,3%	2233,9	863,4	38,7%	184,6	90,4	49,4%	40,1	22,3
TP50	954,1	387,5	35,1%	1879,5	775,5	41,3%	101,7	51,1	50,6%	39,2	23,6

** EE = External Environment (open sky), AG = Agricultural Greenhouse, TV35 = red shading net with 35% shading, TV50 = red shading net with 50% shading, TP35 = silver shading net with 35% shading, TP50 = - silver shading net with 50% shading.

** AE = Ambiente Externo (céu aberto), EA = Estufa com cobertura plástica, TV35 = Tela fotoconversora vermelha com 35% de sombreamento, TV50 = Tela fotoconversora vermelha com 50% de sombreamento, TP35 = Tela fotoconversora prateada com 35% de sombreamento, TP50 = Tela fotoconversora prateada com 50% de sombreamento.

The highest temperature was observed in the red shading net with 35% shading. Similar results were also found by Silva *et al.* (2013) for temperature in environments consisting of red screens and, according to the authors, excessive temperature increase caused by these screens can negatively influence seedling production.

As for the environments and substrates effect, an interaction between the factors was observed on the quantitative (NL, PH, SD, ADMM and MRS - CV ranged from 6.5 to 10.3%) and qualitative (PH/SD and DQI - CV ranged from 9.8 to 19.3%) growth of *C. chinense* seedlings. It was then proceeded to the unfolding of the evaluated factors, by which the best combinations between environments and substrates were indicated in the respective variables analyzed (Table 3).

For NL, plants grown in the greenhouse (AG) had the highest growth with the use of substrates O and OPSE; on TV35, substrates OP and OPSE were the most efficient; on TV50, substrates OP and OPSEC stood out; on TP35, OP and OPSE were the most efficient; and on TP50, OP was the one that promoted the highest NL.

Foi observado maior temperatura no telado com malha fotoconversora de cor vermelha com 35% de sombreamento. Resultado similar também foi encontrado por Silva *et al.* (2013) para temperatura em ambientes constituídos por telas vermelhas e, segundo os autores, a produção de mudas pode ser negativamente influenciada pelo aumento excessivo da temperatura ocasionado por esses telados.

Quanto ao efeito dos ambientes e substratos, de modo geral, observou-se interação entre os fatores sobre o crescimento quantitativo (NF, AP, DC, MSPA e MRS - CV variou de 6,5 a 10,3%) e qualitativo (AP/DC e IQD - CV variou de 9,8 a 19,3%) de mudas de pimenta-de-cheiro. Devido a isso, procedeu-se o desdobramento dos fatores avaliados, pelo qual foram indicadas as melhores combinações entre ambientes e substratos nas respectivas variáveis analisadas (Tabela 3).

Para o NF, as plantas cultivadas na estufa (EA) tiveram o maior crescimento com o uso dos substratos O e OPSE; no TV35, os substratos OP e OPSE foram os mais eficientes; no TV50, destacaram-se os substratos OP e OPSEC; no TP35, o OP e o OPSE foram os mais eficientes; e no TP50, o OP foi o que promoveu o maior NF.

Table 3 - Mean values of number of leafs (NL), plant height (PH) and stem diameter (SD) of *C. chinense* seedlings grown in different environments and substrates

Tabela 3 - Valores médios de número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de pimenta-de-cheiro cultivadas em diferentes ambientes e substratos

Number of Leafs					
	O	OP	OPSE	OPSEC	m
AG	7,22 Aa	6,70 Bb	7,24 Aa	6,30 Bb	6,87
TV35	4,76 Cb	6,98 Ba	6,56 Ba	4,78 Db	5,77
TV50	6,39 Bb	7,73 Aa	6,96 Ab	7,40 Aa	7,12
TP35	6,70 Ba	7,20 Ba	7,30 Aa	5,64 Cb	6,71
TP50	6,42 Bb	7,92 Aa	6,38 Bb	6,16 Bb	6,72
<i>m</i>	6,30	7,31	6,89	6,10	
Plant Height (cm)					
	O	OP	OPSE	OPSEC	m
AG	5,82 Ab	3,78 Cc	7,82 Aa	7,58 Aa	6,25
TV35	2,78 Dd	4,68 Bb	5,30 Ba	3,58 Cc	4,09
TV50	3,82 Cc	6,48 Aa	4,53 Cb	5,97 Ba	5,20
TP35	5,24 Aa	4,25 Bb	5,42 Ba	3,70 Cb	4,65
TP50	4,62 Bb	5,90 Aa	5,02 Bb	3,50 Cc	4,76
<i>m</i>	4,46	5,02	5,62	4,87	
Stem Diameter (mm)					
	O	OP	OPSE	OPSEC	m
EA	1,86 Ac	1,51 Cd	2,43 Aa	2,21 Ab	2,00
TV35	1,20 Cc	1,71 Ba	1,85 Ba	1,55 Cb	1,58
TV50	1,12 Cc	1,71 Bb	1,63 Cb	1,90 Ba	1,59
TP35	1,83 Ab	2,08 Aa	1,88 Bb	1,42 Cc	1,80
TP50	1,53 Bb	1,80 Ba	1,60 Cb	1,26 Dc	1,55
<i>m</i>	1,51	1,76	1,88	1,67	

Values followed by the same letter, lower case in the rows and upper case in the columns, do not differ by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$); ** AG = Agricultural Greenhouse with plastic cover, TV35 = Red shading nets (35%), TV50 = Red shading nets (50%), TP35 = Silver shading nets (35%), TP50 = Silver shading nets (50%); O = Commercial organic compost (CO); OP = CO + Humus; OPSE = CO + Humus + Soil + Manure and OPSEC = CO + Humus + Soil + Manure + CAC. m = average.

Valores seguidos de mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$); ** EA = Estufa com cobertura plástica, TV35 = Tela fotoconversora vermelha (35%), TV50 = Tela fotoconversora vermelha (50%), TP35 = Tela fotoconversora prateada (35%), TP50 = Tela fotoconversora prateada (50%); O = Composto orgânico comercial (CO); OP = CO + Húmus; OPSE = CO + Húmus + Solo + Esterco e OPSEC = CO + Húmus + Solo + Esterco + CAC. m = média.

For the PH and SD variables, the combination of the OPSE substrate and the AG environment was more efficient, while the combination of the OP substrate and the TP50 environment provided greater NL.

Para as variáveis AP e DC, a combinação do substrato OPSE e do ambiente EA foi mais eficiente, enquanto a combinação do substrato OP e do ambiente TP50 propiciou maior NF.

These results indicate that the growth of the seedlings was favored by the greater shading, either in the greenhouse or in the shaded area (Table 3), which favors the reduction of the maximum temperature (37.3 °C in AG).

Table 4 shows the seedling dry matter biomass (ADMM and DRM) values. For the ADMM, the substrate that best expressed the action of environments TV50, TP35 and TP50, was OPSE, indicating its potential for use in the production of *C. chinense* seedlings. Among the environments within each substrate level, the agricultural greenhouse (AG) was the one that most favored the increase in biomass of the seedlings, except in the OP.

Esses resultados indicam que o crescimento das mudas foi favorecido pelo maior sombreamento, seja na estufa ou no telado (Tabela 3), que favorece a redução da temperatura máxima (37,3 °C na EA).

A Tabela 4 mostra os valores de biomassa da matéria seca das mudas (MSPA e MSR). Para a MSPA, o OPSE, particularmente, foi o substrato que melhor expressou a ação dos ambientes TV50, TP35 e TP50, indicando seu potencial para uso na produção de mudas de pimenta-de-cheiro. Já entre os ambientes dentro de cada nível de substrato, a estufa agrícola (EA), exceto no OP, foi o que mais favoreceu o incremento de biomassa das mudas.

Table 4 - Average values of aboveground dry matter mass (ADMM) and root dry matter mass (DRM) of *C. chinense* seedlings grown in different environments and substrates

Tabela 4 - Valores médios de massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e massa da matéria seca da raiz (MSR) de mudas de pimenta-de-cheiro cultivadas em diferentes ambientes e substratos

ADMM (g)					
	O	OP	OPSE	OPSEC	m
AG	0,18 Ac	0,08 Cd	0,33 Aa	0,26 Ab	0,21
TV35	0,03 Ed	0,11 Bb	0,13 Da	0,06 Dc	0,08
TV50	0,06 Dc	0,16 Aa	0,11 Eb	0,16 Ba	0,12
TP35	0,15 Bb	0,09 Cc	0,20 Ba	0,09 Cc	0,13
TP50	0,11 Cb	0,17 Aa	0,16 Ca	0,06 Dc	0,12
<i>m</i>	0,11	0,12	0,19	0,13	
DRM (g)					
	O	OP	OPSE	OPSEC	m
EA	0,07 Ac	0,05 Ed	0,17 Aa	0,11 Ab	0,10
TV35	0,02 Dd	0,07 Da	0,05 Cb	0,03 Dc	0,04
TV50	0,03 Cc	0,08 Ca	0,05 Cb	0,08 Ba	0,06
TP35	0,07 Ac	0,12 Aa	0,09 Bb	0,04 Cd	0,08
TP50	0,05 Bb	0,10 Ba	0,05 Cb	0,04 Cc	0,06
<i>m</i>	0,05	0,08	0,08	0,06	

Values followed by the same letter, lower case in the rows and upper case in the columns, do not differ by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$); ** AG = Agricultural Greenhouse with plastic cover, TV35 = Red shading nets (35%), TV50 = Red shading nets (50%), TP35 = Silver shading nets (35%), TP50 = Silver shading nets (50%); O = Commercial organic compost (CO); OP = CO + Humus; OPSE = CO + Humus + Soil + Manure and OPSEC = CO + Humus + Soil + Manure + CAC. m = average.

Valores seguidos de mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$); ** EA = Estufa com cobertura plástica, TV35 = Tela fotoconversora vermelha (35%), TV50 = Tela fotoconversora vermelha (50%), TP35 = Tela fotoconversora prateada (35%), TP50 = Tela fotoconversora prateada (50%); O = Composto orgânico comercial (CO); OP = CO + Húmus; OPSE = CO + Húmus + Solo + Esterco e OPSEC = CO + Húmus + Solo + Esterco + CAC. m = média.

The results obtained for ADMM and DRM, in AG were superior to the others, when associated with OPSE substrate. This substrate has in its composition, besides commercial organic compost, soil and manure, providing the producer a reduction in the final cost of the substrate and giving utility to a waste obtained on the property. These results were also identified by Monteiro Neto *et al.* (2016) in the production of bell pepper seedlings, which reinforces its potential as a viable alternative to commercial composts for the production of seedlings of various vegetable species.

The OPSEC, associated with the AG environment also provided good performance in the development of the seedlings. According to Monteiro Neto *et al.* (2018), substrates containing rice husk are suggested for seedling production in regions with availability of this material, due to easy handling, improved physical conditions, and efficiency in mixing with other materials.

Among the evaluated environments, the agricultural greenhouse (AG) was the most efficient, for containing the excessive increase in maximum temperature and good transmissibility (MONTEIRO NETO *et al.* 2016), both in quantity and proportion of photosynthetically active radiation (PAR). These conditions found in the AG, were likely determinant in the best development of the seedlings. They favored vital plant functions, such as: photosynthesis, respiration, evapotranspiration, water relations and in the stability of cell membranes, besides influencing the hormonal and metabolic apparatus of the plants (WAHID *et al.*, 2007). This partially explains the low productive performance of seedlings under shading nets.

The isolated use of the commercial substrate OrganoAmazon® (O), composed, according to the manufacturer, of a mixture of cattle, horse, chicken and sheep manure, sawdust, aged and carbonized rice straw, peat, sugar cane bagasse, grass clippings, branches and foliage, did not offer good growth conditions to the *C. chinense* seedlings, probably due to the low nutrient contribution offered to the plants (Table 1). In studies with desert rose (*Adenium obesum*), tomato, bell pepper and yellow passion-fruit (*Passiflora edulis*) seedlings in Roraima, the use of OrganoAmazon® associated with PuroHumus® was more efficient than its isolated use, due to its low contribution of nutrients. This is due to the fact that PuroHumus® has a higher nutrient contribution, however, it has the characteristic of retaining high humidity (Table 1), which prevents the greater development of seedlings when grown in this isolated substrate (MONTEIRO NETO *et al.*, 2016; 2018; 2019; SIQUEIRA *et al.*, 2020).

Para MSPA e MSR, os resultados obtidos em EA foram superiores aos demais, quando associado ao substrato OPSE. Esse substrato tem em sua composição, além de composto orgânico comercial, solo e esterco, propiciando ao produtor a redução no custo final do substrato e dando utilidade a um resíduo obtido na propriedade. Esses resultados também foram identificados por Monteiro Neto *et al.* (2016) na produção de mudas de pimentão, o que reforça seu potencial como alternativa viável aos compostos comerciais à produção de mudas de várias espécies olerícolas.

O OPSEC, associado ao ambiente EA, também proporcionou bom desempenho no desenvolvimento das mudas. Conforme Monteiro Neto *et al.* (2018), substratos que contém casca de arroz são sugeridos para a produção de mudas em regiões com disponibilidade desse material, em razão do fácil manuseio, melhoria das condições físicas e eficiência na mistura com outros materiais.

Entre os ambientes avaliados, a estufa agrícola (EA) foi a mais eficiente, por conter o aumento excessivo da temperatura máxima e a boa transmissibilidade (MONTEIRO NETO *et al.* 2016), tanto em quantidade, quanto em proporção de radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Essas condições encontradas na EA, provavelmente, foram determinantes no melhor desenvolvimento das mudas, por favorecer funções vitais da planta, como: fotossíntese, respiração, evapotranspiração, relações hídricas e estabilidade das membranas celulares, além de influenciar nos aparatos hormonal e metabólico das plantas (WAHID *et al.*, 2007). Isso explica, em parte, o baixo desempenho produtivo de mudas sob as telas fotoconversoras.

O uso isolado do substrato comercial OrganoAmazon® (O), composto formado, conforme o fabricante, pela mistura de esterco de gado, cavalo, galinha e carneiro, pó de serra, palha de arroz envelhecida e carbonizada, turfa, bagaço de cana, aparado de gramas, galhas e folhagens, não ofereceu boas condições de crescimento às mudas de pimenta-de-cheiro, provavelmente, devido ao baixo aporte de nutrientes oferecido às plantas (Tabela 1). Em estudos realizados com mudas de rosa-do-deserto (*Adenium obesum*), tomate, pimentão e maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*) em Roraima, o uso do OrganoAmazon® associado ao PuroHumus® foi mais eficiente do que seu uso isolado, em razão do seu baixo aporte de nutrientes. Isso se deve ao fato de que o PuroHumus® possui maior aporte nutricional, contudo, possui a característica de reter elevada umidade (Tabela 1), o que impede o maior desenvolvimento das mudas quando cultivadas neste substrato isolado (MONTEIRO NETO *et al.*, 2016; 2018; 2019; SIQUEIRA *et al.*, 2020).

The qualitative results of the seedlings (PH/SD and DQI) are presented in Table 5. The PH/SD ratio was higher when using the combination of substrate O and environment TV50. High values of this ratio may indicate the possibility of lodging, in some cultures. According to Fonseca *et al.* (2002), the non-adoption of these quality indices in the evaluation of seedlings may result in the selection of taller but weaker seedlings, discarding the smaller ones, but with greater vigor.

Os resultados qualitativos das mudas (AP/DC e IQD) são apresentados na Tabela 5. A relação AP/DC foi superior ao se utilizar a combinação dos fatores substrato O e ambiente TV50. Valores altos dessa relação podem indicar, em algumas culturas, possibilidade de acamamento. De acordo com Fonseca *et al.* (2002), a não adoção desses índices de qualidade na avaliação de mudas pode resultar na seleção de mudas mais altas, porém fracas, descartando as menores, mas com maior vigor.

Table 5 - Average values of plant height/ stem diameter ratio (PH/SD) and Dickson quality index (DQI) of *C. chinense* seedlings grown in different environments and substrates

Tabela 5 - Valores médios da relação altura de planta/diâmetro do colo (AP/DC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de pimenta-de-cheiro cultivadas em diferentes ambientes e substratos

	PH/SD				
	O	OP	OPSE	OPSEC	m
EA	31,30 Ba	24,96 Bb	32,15 Aa	34,24 Aa	30,66
TV35	23,30 Ba	27,36 Ba	28,63 Aa	23,26 Ba	25,64
TV50	39,48 Aa	37,85 Aa	27,82 Ab	31,45 Ab	34,15
TP35	28,64 Ba	20,46 Bb	28,82 Aa	26,04 Ba	26,00
TP50	30,38 Ba	32,85 Aa	31,39 Aa	27,89 Ba	30,62
m	30,62	28,69	29,76	28,57	
	DQI				
	O	OP	OPSE	OPSEC	m
EA	0,75 Ac	0,48 Dd	1,46 Aa	1,00 Ab	0,92
TV35	0,20 Cc	0,60 Ca	0,60 Ca	0,35 Db	0,44
TV50	0,26 Cc	0,61 Cb	0,55 Cb	0,72 Ba	0,54
TP35	0,72 Ab	0,97 Aa	0,93 Ba	0,45 Cc	0,77
TP50	0,49 Bc	0,79 Ba	0,63 Cb	0,34 Dd	0,56
m	0,49	0,69	0,83	0,57	

Values followed by the same letter, lower case in the rows and upper case in the columns, do not differ by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$); ** AG = Agricultural Greenhouse with plastic cover, TV35 = Red shading net (35%), TV50 = Red shading net (50%), TP35 = Silver shading net (35%), TP50 = Silver shading net (50%); O = Commercial organic compost (CO); OP = CO + Humus; OPSE = CO + Humus + Soil + Manure and OPSEC = CO + Humus + Soil + Manure + CAC. m = average.

Valores seguidos de mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$); ** EA = Estufa com cobertura plástica, TV35 = Tela fotoconversora vermelha (35%), TV50 = Tela fotoconversora vermelha (50%), TP35 = Tela fotoconversora prateada (35%), TP50 = Tela fotoconversora prateada (50%); O = Composto orgânico comercial (CO); OP= CO + Húmus; OPSE= CO + Húmus + Solo + Esterco e OPSEC = CO + Húmus + Solo + Esterco + CAC. m = média.

Higher plant growth and biomass accumulation are not necessarily indicators of quality seedlings. This fact leads the evaluator of this type of experiment to the need to associate the quantitative parameters of the plants, such as: PH/SD, ADMM/DRM and DQI (MONTEIRO NETO *et al.*, 2016). For Rodrigues *et al.* (2010), the PH/SD ratio determines the adequate growth of seedlings, in which the increase in plant height should be proportionally accompanied by stem thickness. According to Gomes *et al.* (2002), this variable is a determining factor in estimating seedling survival after transplanting. According to the authors, it is expected that the SD should proportionally accompany the PH, that is, the lower the PH/SD ratio, the better the development conditions of the plants in the field.

The isolated interpretation of the PH/SD ratio would induce to affirm that the TV50 environment associated with the OP substrate would promote the best conditions for the development of *C. chinense* seedlings (Table 5). However, when the other analyzed variables are observed, such as the NL and the DRM of the plants, and compared with the best treatments established in related experiments, for example Sakazaki *et al.* (2019), it is verified that this ratio is not a determining parameter for the qualitative development of *C. chinense* seedlings, since some of these treatments promoted low quantitative growth.

By including morphological variables of height, diameter and biomass in its formula, the DQI was a good indicator of the quality standard of *C. chinense* seedlings. According to Gomes *et al.* (2002), the higher the index value, the higher the seedlings quality. With this, the AG environment associated with OPSE and OPSEC substrates were the treatments that best influenced the development of quality seedlings (Table 5), i.e., the seedlings grown showed better vigor and better uniform development between aerial part and root (COSTA *et al.*, 2010; COSTA *et al.*, 2011).

O maior crescimento vegetal e o maior acúmulo de biomassa não são, necessariamente, indicadores de mudas de qualidade. Esse fato remete ao avaliador desse tipo de experimento à necessidade de associar entre si os parâmetros quantitativos das plantas, como: AP/DC, MSPA/MSR e IQD (MONTEIRO NETO *et al.*, 2016). Para Rodrigues *et al.* (2010), a relação AP/DC determina o crescimento adequado das mudas, em que o aumento da altura da planta deve ser proporcionalmente acompanhado pela espessura do caule. Segundo Gomes *et al.* (2002), essa variável é determinante na estimativa de sobrevivência das mudas após ao transplântio. De acordo com os autores, espera-se que o DC acompanhe proporcionalmente a AP, ou seja, quanto menor for a relação AP/DC, melhores serão as condições de desenvolvimento das plantas em campo.

A interpretação isolada da relação AP/DC induziria a afirmar que o ambiente TV50 e associado ao substrato OP promoveria as melhores condições para o desenvolvimento de mudas de pimenta-de-cheiro (Tabela 5). No entanto, quando se observa as demais variáveis analisadas, como o NF e a MMS das plantas, e as comparam com os melhores tratamentos estabelecidos em experimentos afins, a exemplo de Sakazaki *et al.* (2019), verifica-se que essa relação não é um parâmetro determinante ao desenvolvimento qualitativo de mudas de pimenta-de-cheiro, uma vez que alguns desses tratamentos promoveram baixo crescimento quantitativo das mudas.

Já o IQD, por incluir variáveis morfológicas de altura, diâmetro e biomassas em sua fórmula, foi um bom indicador de padrão de qualidade de mudas de pimenta-de-cheiro, pois, segundo Gomes *et al.* (2002), quanto maior o valor do índice, maior é a qualidade das mudas. Com isso, o ambiente EA associado aos substratos OPSE e OPSEC foram os tratamentos que melhor influenciaram o desenvolvimento de mudas de qualidade (Tabela 5), ou seja, as mudas cultivadas apresentaram melhor vigor e melhor desenvolvimento uniforme entre parte aérea e raiz (COSTA *et al.*, 2010; COSTA *et al.*, 2011).

The containment of the excessive increase in temperature and the good transmissibility, both in quantity and proportion of photosynthetically active radiation (PAR), were probably the determining factors in the best development of the seedlings produced in the greenhouse (AG). The adverse conditions of these factors negatively affect vital plant functions, such as photosynthesis, respiration, evapotranspiration, water relations and the stability of cell membranes, besides influencing the hormonal and metabolic apparatus of the plants (WAHID *et al.*, 2007). This explains, in part, the low productive performance of seedlings under shading nets compared to the agricultural greenhouse (AG).

Although literature records on the use of shading nets in the production of seedlings of pepper species are still scarce, especially to the "pimenta-de-cheiro" *C. chinense* crop, there are works (HENRIQUE *et al.*, 2011; SAKAZAKI *et al.*, 2019) that indicate its use for horticultural production.

CONCLUSIONS

The use of an agricultural greenhouse associated with (OPSE) substrate formed by mixing OrganoAmazon®, PuroHumus®, soil and manure (1:1 v/v) promoted higher quality *C. chinense* seedlings under the climatic conditions of Boa Vista-RR;

The OPSEC substrate, formed by OrganoAmazon®, PuroHumus®, soil, bovine manure and carbonized rice husk (v/v), is an alternative to the production of *C. chinense* seedlings;

The shading nets did not favor the production of *C. chinense* seedlings, as those produced in greenhouse, when employing the alternative substrates, in Boa Vista-RR.

A contenção do aumento excessivo da temperatura e a boa transmissibilidade, tanto em quantidade quanto em proporção de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), provavelmente, foram os fatores determinantes no melhor desenvolvimento das mudas produzidas na estufa (EA). As condições adversas desses fatores incidem negativamente em funções vitais da planta, como fotossíntese, respiração, evapotranspiração, relações hídricas e estabilidade das membranas celulares, além de influenciar nos aparatos hormonal e metabólico das plantas (WAHID *et al.*, 2007). Isso explica, em parte, o baixo desempenho produtivo de mudas sob telas fotoconversoras comparadas à estufa agrícola (EA).

Embora os registros na literatura sobre o uso de telas fotoconversoras na produção de mudas de espécies olerícolas ainda sejam escassos, em especial à cultura do pimenta-de-cheiro, há trabalhos (HENRIQUE *et al.*, 2011; SAKAZAKI *et al.*, 2019) que indicam seu uso para produção hortícola.

CONCLUSÕES

O uso de estufa agrícola associado ao substrato (OPSE) formado pela mistura de OrganoAmazon®, PuroHumus®, solo e esterco (1:1 v/v) promoveu a obtenção de mudas de pimenta-de-cheiro de maior qualidade sob as condições climáticas de Boa Vista-RR;

O substrato OPSEC, formado por OrganoAmazon®, PuroHumus®, solo, esterco bovino e casca de arroz carbonizada (v/v), é uma alternativa à produção de mudas de pimenta-de-cheiro;

As telas fotoconversoras não favoreceram a produção de mudas de pimenta-de-cheiro, ao empregar os substratos alternativos, em Boa Vista-RR, como as produzidas em estufa.

CITED SCIENTIFIC LITERATURE

- ASSIS, R.; BABA, V. Y.; CINTRA, L. A.; GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; VANZELA, A. L. L. Genome relationships and LTR-retrotransposon diversity in three cultivated *Capsicum* L. (Solanaceae) species. **BMC Genomics**, v. 21, n. 237, p. 1-14, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12864-020-6618-9>.
- BARBOZA, G. E.; GARCÍA, C. C.; GONZÁLEZ, S. L.; SCALDAFERRO, M.; REYES, X. Four new species of *Capsicum* (Solanaceae) from the tropical Andes and an update on the phylogeny of the genus. **PloS One**, v. 14, n. 1, p. 1-26, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0209792>.
- BECKMANN, M. Z.; DUARTE, G. R. B.; PAULA, V. A.; MENDEZ, M. E. G.; PEIL, M. E. G. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 86-92, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000100013>.
- CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.; LIRA JÚNIOR, E.; ESPINDOLA, M. C.; COSTA, J. V. T. Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 2, p. 140-145, 2006. DOI: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/33>
- CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; COSTA, A. G.; JESUS, H. C. R.; ALVES, P. B. Produção, teor e composição química do óleo essencial de hortelã-japonesa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 297-303, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000200020>.
- COSTA, C. M. F.; SEABRA JÚNIOR, S.; ARRUDA, G. R.; SOUZA, S. B. S. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 93-102, 2011. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/3808/7184>.
- COSTA, L. C. B.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E. M.; ALVES, E.; BERTOLUCCI, S. K. V.; ROSAL, L. F. Effects of coloured shade netting on the vegetative development and leaf structure of *Ocimum selloi*. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 349-359, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000200012>.
- DOMENICO, C. I.; COUTINHO, J. P.; GODOY, H. T.; MELO, A. M. T. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 466-472, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300018>.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
- FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZO, E.; FONSECA, N. A. N.; CUTO, L. Padrão de qualidade de *Trema micranta* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000400015>.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000600002>.
- HENRIQUE, P. C.; ALVES, J. D.; DEUNER, S.; GOULART, P. F. P.; LIVRAMENTO, D. E. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 5, p. 458-465, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000500002>.
- JAEGGI, M. E. P. C.; RODRIGUES, R. R.; PEREIRA, I. M.; PARAJARA, M. C.; ROCHA, R. S.; DA CRUZ, D. P.; MONTEIRO, E. C.; DE LIMA, W. L.; BERNARDES, C. O.; GRAVINA, G. A.; DA SILVA, S. F.; CAPETINI, S. A. Vegetative development of radish seedlings in different organic substrates. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 41, n. 6, p. 1-8, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.9734/jeai/2019/v41i630427>.
- MACIEL, G. M.; CARVALHO, F. J.; OLIVEIRA, C. S.; PEREIRA, L. M.; SILVEIRA, A. J.; BELOTI, I. F. Genetic diversity of brazilian pepper based on qualitative reproductive traits. **Ciência Agrícola**, v. 17, n. 3, p. 1-11, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.28998/rca.v17i3.7758>.

- MONTEIRO NETO, J. L. L.; ARAÚJO, W. F.; MAIA, S. S.; SILVA, I. K. A. C.; CHAGAS, E. A.; AMAYA, J. Z. E.; ABANTO-RODRIGUEZ, C. Use of substrates and hydrogel to produce desert rose seedlings. **Ornamental Horticulture**, v. 25, n. 4, p. 336-344, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v25i4.2004>
- MONTEIRO NETO, J. L. L.; ARAÚJO, W. F.; VILARINHO, L. B. O.; NUNES, T. K. O.; SILVA, E. S.; MAIS, S. S.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; CHAGAS, E. A.; SIQUEIRA, R. H. S.; ABANTO-RODRIGUEZ, C. Producción de plántulas de dos cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en diferentes ambientes y sustratos. **Acta Agronómica**, v. 67, n. 2, p. 270-276, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15446/acag.v67n2.67943>.
- MONTEIRO NETO, J. L. L.; ARAÚJO, W. F.; VILARINHO, L. B. O.; SILVA, E. S.; ARAÚJO, W. B. L.; SAKAZAKI, R. T. Produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes ambientes e substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 4, p. 289-297, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v11i4a5395>.
- ORTEGA, G. P.; FRADE JUNIOR, E. F.; MATTAR, E. P. L.; RIBEIRO, I. L. R.; SOUZA, J. F.; MAIA, G. F. N. Carbonização de casca de arroz para agricultura familiar na Amazônia. **Cadernos de Agroecologia**, v.10 n.3, p. 1-7, 2015.
- PELIZZA, T. R.; SILVEIRA, F. N.; MUNIZ, J.; ECHER, A. H. B.; MORSELLI, T. B. G. A. Produção de mudas de meloeiro amarelo, sob cultivo protegido, em diferentes substratos. **Revista Ceres**, v. 60, n. 2, p. 257-261, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000200015>.
- PERALTA-CRUZ, C.; RODRÍGUEZ-BUENFIL, I. M.; CABAL-PRIETO, A.; CUERVO-OSORIO, V. D.; ONEY-MONTALVO, J. E.; HERRERA-CORREDOR, J. A.; RAMÍREZ-SUCRE, M. O.; RAMÍREZ-RIVERA, E. D. J. Modeling consumer satisfaction to identify drivers for liking: An online survey based on images of Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). **Journal of Sensory Studies**, v. 36, n. 6, p. e12696, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/joss.12696>.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARER, V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- RODRIGUES, E. T.; LEAL, P. A. M.; COSTA, E.; PAULA, T. S.; GOMES, V. A. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 483-488, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000400018>.
- SAKAZAKI, T. S.; ARAÚJO, W. F.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; CHAGAS, P. C.; MURGA-ORRILLO, H.; BARDALES-LOZANO, R.M.; ABANTO-RODRÍGUEZ, C. Shade nets and substrates in seedling production of *Annona squamosa* L. in the Roraima Cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 2535-2544, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6p2535>.
- SILVA, C. R.; VASCONCELOS, C. S.; SILVA, V. J.; SOUSA, L. B.; SANCHES, M. C. Crescimento de tomateiro com diferentes telas de sombreamento. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p. 1415-1420, 2013. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/18062/13285>
- SIQUEIRA, R. H. S.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; CHAGAS, E. A.; OLIVEIRA, A. H. C.; SILVA, E. S. Selection of substrates for the production of yellow passion fruit seedlings in Roraima, **Revista de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2020. <https://btcc.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/3242>
- WAHID, A.; GELANI, S.; ASHARAF, M.; FOOLAD, M. Heat tolerance in plants: An overview. **Environmental and Experimental Botany**, v. 61, n. 3, p. 199-223, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.05.011>.
- ZUFFO, A. M.; SOUSA, T. O.; STEINER, F.; OLIVEIRA, A. M.; RATKE, R. F. Substratos alternativo para a produção de mudas de *Capsicum chinense* Jacq. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e. 525985792, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5792>