Journal of Essential Oil Research

ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: www.tandfonline.com/journals/tjeo20

Chemical diversity of essential oil from mint species in South of Brazil

Ariadne Waureck, Cícero Deschamps & Roger Raupp Cipriano

To cite this article: Ariadne Waureck, Cícero Deschamps & Roger Raupp Cipriano (07 Mar 2025): Chemical diversity of essential oil from mint species in South of Brazil, Journal of Essential Oil Research, DOI: 10.1080/10412905.2025.2470787

To link to this article: https://doi.org/10.1080/10412905.2025.2470787

Published online: 07 Mar 2025.

Submit your article to this journal

View related articles

View Crossmark data

Full Terms & Conditions of access and use can be found at
https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=tjeo20

JOURNAL OF ESSENTIAL OIL RESEARCH
https://doi.org/10.1080/10412905.2025.2470787

Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

Check for updates

Chemical diversity of essential oil from mint species in South of Brazil

Ariadne Waureck, Cícero Deschamps and Roger Raupp Cipriano

Department of Plant Science and Plant Health, Federal University of Parana - UFPR, Curitiba, Parana, Brazil

ABSTRACT

Essential oils obtained from Mentha L. plants have various important economic uses. Our objective was to evaluate the content and chemical diversity of essential oils from different species of *Mentha* L. The study was carried out with 37 genotypes of *Mentha* from Southern Brazil (Parana state). The essential oils were obtained by hydrodistillation, and the components of the samples were identified and quantified using gas chromatography and mass spectrometry. The essential oil content data were submitted to analysis of variance using the Scott–Knott test, hierarchical cluster analysis and principal component analysis (PCA) to determine the chemical diversity of mint species. *Mentha canadensis* L. 'Japanese Field Mint' had the highest essential oil yield. The main constituents we found in the *Mentha* L. genotypes in our study were linalool, menthone, pulegone, carvone, piperitone oxide and menthol.

ARTICLE HISTORY
Received 26 August 2024
Accepted 15 February 2025

KEYWORDS
Carvone; essential oil; menthol; mint; piperitone oxide

1. Introduction

The Lamiaceae family has many aromatic plant species; they produce volatile compounds (1), including the *Mentha* L. genus, popularly known as mints. The plants are traditionally used for medicinal and cosmetic purposes mostly due to their anti-inflammatory, antimicrobial, spasmodic, antioxidant, antifungal, antiviral, allergenic and antioxidant properties (2). Mint species are very well known for producing the monoterpene (-)-menthol (3,4) which is used in the pharmaceutical, food and cosmetics industries (5–7). The plants are also used as condiments or for therapeutic in traditional medicine in China, Korea and other countries (2,8). They are useful for treating wounds, coughs, colds, fever, asthma, indigestion and the flu. Essential oils of *Mentha* are also widely used in toothpastes, facial lotions and gastrointestinal spasmolytics (9). In Brazil, the species *Mentha pulegium*, *M. crispa*, *M.* x *piperita* and *M. villosa* are in the national list of plants of interest to the Brazilian Unified Health System (SUS), supporting their use in promoting human health (10).

The essential oils of aromatic plants are made up of a complex mixture of monoterpenes (C10) and sesquiterpenes (C15) are also sometimes present. A variety of low molecular weight aliphatic hydrocarbons, alcohols, acids, aldehydes, acyclic esters or lactones may also be present, and, exceptionally, containing nitrogen (N) and sulphur (S) (11–13). In *Mentha* species, the biosynthesis and storage of volatiles occur specifically in the peltate glandular trichomes, which are distributed along the leaf surface, flowers and, in lower densities, stems (14).

Many chemical compounds have also been observed in specific *Mentha* species s, such as menthone, isomenthone, carvone, limonene, pulegone, piperitone oxide and linalool, which are important components for use in industry (8,15). Some of these compounds have been shown to have antifungal and antibacterial activity, such as pulegone, D-carvone, limonene, piperitenone oxide, menthol, menthone (16–18) and *iso*-menthone (19–21). Others, such as piperitone oxide, have antioxidant properties (16), while linalool and carvone have acaricidal properties (22) and properties for human use (23). The genotypic variability of the *Mentha* genus is favored by cytomixis and consequent polyploidy, transgressive segregation and ease of hybridization, resulting in significant chemical polymorphism in both the genetics and morphology of species and subspecies (24). This is partly due to interspecific hybridization and asexual reproduction (8). Thus, there are great variations in the content and composition of essential oil among species, differing according to geographical locations and growing seasons (16,25–29).

Bhat et al. (30) found the following essential oil yields with major compounds: 0.8% in *Mentha aquatica* (40% menthofuran and 28% menthol); 1.3 to 1.6% in *M. arvensis* (70 to 80% menthol); 0.5 to 0.8% in *M. citrata* (45 to 50% linalool and 35 to 40% linalyl acetate); 1.2% in *M. longifolia* (50% piperidine oxide and 20% piperitone); 0.3 to 1% in *Mentha* x *piperita* (50 to 55% menthol); 1 to 2% in *M. pulegium* (85 to 95% pulegone); 0.06 to 0.1% in *M. rotundifolia* (51%

CONTACT Cícero Deschamps cicero@ufpr.br
© 2025 Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group

piperitone oxide); and 0.2 to 0.5% in *M. spicata* (58% carvone).

The cultivation of mint in Brazil for the production of menthol was significant in the past, when the country was the world's largest mint producer. Currently, planting areas have been reduced, mainly due to the occurrence of mint rust (*Puccinia menthae* Pers). However, due to genetic variability, it is possible to obtain materials that are tolerant to this disease (31). It is also relevant to seek the cultivation of other species for the production of different compounds in order to meet the industry demands. Therefore, our study aimed to evaluate the content and phytochemical diversity of the essential oil of different species in the *Mentha* genus at the South Brazil environmental conditions.

2. Materials and methods

The 37 genotypes of the species *Mentha aquatica* L., *M. arvensis* L., *M. canadensis* L., *M. longifolia* (L.) Huds., *M.* x *piperita* L., *M.* sp., *M. spicata* L., *M. suaveolens* Ehrh., *M.* x *gracilis* Sole, *M.* x *villosa* Huds. and *M.* x *villosa* Huds. *nothovar. alopecuroides* (Hull) Briq. were obtained from 'Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia' (Brasilia, DF) and multiplied by *in vitro* micropropagation using Murashing and Skoog – MS medium. Media prepared as per composition given in distilled water. The dehydrated media was added into the water and stirred to dissolve the media completely. Agar was added into according to requirement. The media was boiled for some time to dissolve the agar and other components completely and make it transparent. The pH of the media was adjusted to 5.8. The media is autoclaved at 121°C for 15 minutes. After autoclaving, the medium was distributed in test tubes. The responding explants were reintroduced in Petri dishes where they remained for 60 days (32). They were then acclimatized in a greenhouse in tubes with a peat, lime, vermiculite, charcoal, and pine bark (BASAPLANT®) substrate during 60 days. After this period, we multiplied the plants by stem cutting propagation for 30 days. The field experiment was carried out in southern Brazil (Parana State), located at 25°25'South latitude and 49°08' West longitude, with an altitude of 930 meters. The region's climate is classified by the Koeppen classification as 'Cfb': a humid mesothermal climate without a defined dry season, with frequent frosts in winter and an average temperature of less than 22°C in the warmest month. Average annual rainfall in the region ranges from 1.400 to 1.500 mm, with April and May being the driest months, averaging 75 to 100 mm. The average annual relative humidity is between 80 and 85%, and the average sunshine is 1800 hours per year^{-1}.

Soil samples were collected at a depth of 0–20 cm for analysis of the chemical characteristics (Table 1). For fertilization, we followed recommendations made by the Soil Fertility Manual of the State of Parana (PR) for mint crops, using 100 kg ha^{-1} of 20-20-20 fertilizer formulation. Additional nitrogen (50 kg ha^{-1}) was applied 30 days after transplanting the cuttings. Weed control was manual in the rows.

The experimental design was in completely randomized block with 37 treatments (Table 2 and 3) replications, each one with 10 plants, at a spacing of 0.60 m between rows and 0.20 m between plants.

The aerial part of the plants was harvested in the morning, approximately 90 days after planting. The essential oil was obtained by hydrodistillation in a graduated Clevenger apparatus for four hours in three repetitions, each with 100 g of leaves in 1,000 mL of distilled water. The samples were then stored at –20°C until analysis.

The essential oil content was determined on a dry basis and expressed as a percentage (% m m^{-1}). The samples were diluted in hexane at a concentration of 1%, and 1 µL aliquot of this solution was injected into a Shimadzu gas chromatograph coupled to a mass spectrometer (GC/MS) (2010 Plus). The injector was kept at 250°C, and the constituents were separated on a HP-5 MS capillary column (30 m × 0.25 mm × 0.25 µm) using helium gas as a carrier (1 mL min^{-1}). The oven temperature was programmed to rise incrementally from 60 to 240°C at a rate of 3°C min^{-1}. The identification of the chemical constituents was obtained by comparing their mass spectra with the database (NIST) and their linear retention indices, calculated from the injection of a homologous series of n-alkanes (33) and compared with data from the literature (34). To quantify the compounds, we used a GC with flame ioniztion detector (FID) under the same conditions described above, but with hydrogen at 1.5 mL min^{-1} as a carrier gas. The percentage composition was obtained by electronically integrating the FID signal and dividing the area of each

Table 1. Results of the Soil Analysis of the Experimental Area, Collected at a Depth of 0–20 Cm, Pinhais – PR.

Phosphorus	O. M.	pH	H+Al	Potassium	Calcium	Magnesium	SB	CTC	V
(mg/dm^3)	(g/dm^3)	(1)	(mmol/dm^3)						(%)
351	53	5.7	45	6.9	123	38	167.9	212.9	79

Table 2. Yield in Dried Basis of Essential Oil Content of *Mentha* Genotypes Produced in South of Brazil.

ID	Species	Origin (City/State/Country)	Common name	Average (%)	
1	*Mentha canadensis* L.	Brasília/DF/Brazil	"Japanese Field Mint"	4.4	a
2	*Mentha* x *piperita* L.	Campinas/SP/Brazil	"Hortelã 498"	2.6	b
3	*Mentha arvensis* L.	Dourados/MS/Brazil	"Dourados 2"	2.5	b
4	*Mentha longifolia*	Brasília/DF/Brazil	"Himalayan Silver Mint"	2.5	b
5	*Mentha arvensis* L.	Brasília/DF/Brazil	"Ginger Mint"	2.4	b
6	*Mentha* x *piperita* L.	Fortaleza/CE/Brazil	"UFC 3"	2.4	b
7	*Mentha aquatica*	Campinas/SP/Brazil	"IAC 8"	2.3	b
8	*Mentha* x *piperita* L.	Brasília/DF/Brazil	"Persian Mint Field"	2.2	b
9	*Mentha* x *piperita* L.	Campinas/SP/Brazil	"IAC 9"	1.9	c
10	*Mentha suaveolens*	Medeiros/MG/Brazil	"Medeiros 2"	1.9	c
11	*Mentha spicata*	Campinas/SP/Brazil	"IAC 2"	1.8	c
12	*Mentha* x *villosa* Huds. nothovar *alopecuroides* (Hull) Briq.	Brasília/DF/Brazil	"Pepper Mint"	1.8	c
13	*Mentha* x *villosa* Ehrh	Brasília/DF/Brazil	"Egyptian Mint"	1.7	c
14	*Mentha* x *piperita* L.	Brasília/DF/Brazil	"Chocolate Mint"	1.7	c
15	*Mentha suaveolens*	Campinas/SP/Brazil	"IAC 3"	1.6	c
16	*Mentha suaveolens*	Campinas/SP/Brazil	"Hortelã vilosa 400"	1.6	c
17	*Mentha* x *piperita* L.	Campinas/SP/Brazil	"Hortelã 560"	1.6	c
18	*Mentha suaveolens*	Campinas/SP/Brazil	"IAC 4"	1.4	c
19	*Mentha suaveolens*	Brasília/DF/Brazil	"Pineapple Mint"	1.4	c
20	*Mentha* x *piperita* L.	Brasília/DF/Brazil	"CA 4"	1.4	c
21	*Mentha suaveolens*	Brasília/DF/Brazil	"Orange Mint"	1.3	c
22	*Mentha longifolia*	Brasília/DF/Brazil	"Hortelã branca"	1.3	c
23	*Mentha spicata*	Brasília/DF/Brazil	"Hortelã caseira"	1.2	c
24	*Mentha* x *piperita* L.	Brasília/DF/Brazil	"Hillary's Sweet Lemon Mint"	1.2	c
25	*Mentha spicata*	Brasília/DF/Brazil	"CA 2"	1.2	c
26	*Mentha aquatica*	Brasília/DF/Brazil	"Lime Mint"	1.1	c
27	*Mentha* sp.	Dourados/MS/Brazil	"Dourados 1"	1.1	c
28	*Mentha spicata*	Brasília/DF/Brazil	"Large Leaf Spearmint"	0.8	d
29	*Mentha spicata*	Brasília/DF/Brazil	"Variegated Peppermint"	0.7	d
30	*Mentha* x *piperita* L.	Brasília/DF/Brazil	"Green Curly Mint"	0.7	d
31	*Mentha suaveolens*	London	"Kew 69,652"	0.6	d
32	*Mentha* x *gracilis* Sole	Campinas/SP/Brazil	"IAC 1"	0.6	d
33	*Mentha spicata*	Porteirinha/MG/Brazil	"Porteirinha 1"	0.2	e
34	*Mentha* x *villosa* Ehrh	Fortaleza/CE/Brail	"UFC 1"	0.0	e
35	*Mentha canadensis* L.	São Luis/MA/Brazil	"Vick"	0.0	e
36	*Mentha spicata*	Brasília/DF/Brazil	"Kibe"	0.0	e
37	*Mentha* sp.	Brasília/DF/Brazil	"Vick Vaporub"	0.0	e

DF:Distrito Federal; SP: São Paulo; MS: Mato Grosso do Sul; CE: Ceará; MG: Minas Gerais; MA: Maranhão.
Same letters do not differ statistically by the Scott–Knott test at 5% probability. Coefficient of variation (CV%) = 0,05.

component by the total area (%).The FID (flame ionization detector) temperature was adjusted to 280°C, ensuring accurate analysis of the compounds present in the sample. The split ratio used for injection was 1:20, which allows for a controlled introduction of sample vapor into the system. The transfer line temperature was set to 260°C, ensuring that volatile compounds were transported without decomposition. To ensure efficient ionization, the ionization source was maintained at 220°C, while the analyzer was operated at 150°C. Ionization was performed in electronic ionization (EI) mode, using an ionisation energy of 70 eV, which is suitable for generating ions with high intensity and accuracy in the analysis. The scan rate was set to 3.15 scan. s^{-1}, allowing for high-speed data collection for a more detailed analysis of the peaks in the spectrum.

The normality of the data was tested using the Shapiro–Wilk test. The results of the essential oil content were submitted to analysis of variance (ANOVA), F test ($\alpha = 5\%$) and Scott–Knott test for the significance of differences between the means. Hierarchical cluster analysis and principal component analysis (PCA) were used to determine the chemical similarity of species using R software version 3.4.1 (35).

3. Results

Mentha canadensis L. 'Japanese Field Mint' had an essential oil content of 4.4% and was statistically higher than the others (2). The essential oil content of *M.* x *piperita* L. 'Hortelã 498', *M. arvensis* L. 'Dourados 2', *M. longifolia* (L.) Huds. 'Himalayan Silver Mint', *M.a arvensis* L. 'Ginger Mint', *M.* x *piperita* L. 'UFC 3', *M. aquatica* L. 'IAC 8' and *M.* x *piperita* L. 'Persian Mint Field' had contents of 2.6%, 2.5%, 2.5%, 2.4%, 2.4%, 2.3% and 2.2%, respectively. The other plant materials had lower content than 2%.

Among the monoterpenes found in the studied *Mentha* species, carvone was found in higher quantities,

Table 3. Average of the Three Repetitions of the Chemical Compounds of the 37 Genotypes of *Mentha*..

			M. canadensis		*M. arvensis*		*M. aquatica*		*M. x gracilis*	*M. longifolia*		*M. x piperita*							
Compound	Lit RI	ARI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
α-pinene	932	931	0.37					0.09	0.46			0.21		1.01	0.46	0.52	0.62			0.42
sabinene	969	970	0.18			0.13		0.12	0.42			0.23		1.22	0.34	0.39	0.67		0.12	0.49
β-pinene	974	974	0.46	0.41		0.26	0.18	0.17	0.81	0.14		0.30	0.12	2.38	0.70	0.86	1.40		0.46	1.15
myrcene	988	989	0.41	0.47	1.05	1.16	1.31	0.84	1.82	1.48	0.81	1.37	0.61	1.02	0.33	0.23	1.32	0.68	0.69	0.92
3-octanol	988	993	0.62	0.28				0.19	1.55		0.20	0.79	0.14	0.19	0.30	0.34	0.16		0.48	0.63
limonene	1024	1026	4.50		0.31	0.45	0.33	2.15	9.50	0.44	2.05	5.10	0.16	1.29	1.02	1.75	10.70	0.17	0.20	5.00
1.8-cineole	1026	1028		1.28	0.15	1.86	0.22		2.28	0.20		0.47	0.13	**22.77**	2.93	4.12	6.43	0.14	2.83	6.93
(Z)-β-ocimene	1032	1034		0.25	1.78	0.64	2.62	0.15	1.82	2.32		0.17	1.35	2.19	0.39	0.29	0.75	1.00	0.39	2.98
(*E*)-β-ocimene	1044	1044			1.14	0.85	1.49		0.20	1.43			0.79	0.47			0.23	0.75	0.52	1.29
linalool	1095	1099	0.33		**47.52**	**61.70**	**47.32**		0.36	**47.24**			**47.91**				0.14	**43.60**	**61.51**	0.92
menthone	1148	1151	**32.99**												**52.37**	**17.59**				9.72
iso-menthone	1158	1161	3.73					0.86	0.59		0.72	0.11		**34.87**	**14.22**	**22.65**	0.62			3.38
menthol	1167	1170	**50.42**		0.19	0.20	0.32			0.20	3.19		0.18	0.15	10.93	**34.65**		0.11		3.14
terpinen-4-ol	1174	1173		0.49				3.22	0.12			0.84		0.49	0.74	0.60	0.10			0.57
dihydro carveol	1192	1193										1.38		0.11			0.77			0.65
trans-carveol	1215	1217										1.63					1.25			1.22
cis-carveol	1226	1226			1.05	0.84	1.22			1.00			1.02	0.10				1.18	0.84	0.34
pulegone	1233	1235	0.52	0.24				**39.49**	0.18		**38.79**			**19.06**	7.99	4.42			0.18	0.20
carvone	1239	1244										**78.58**					**66.68**			**34.83**
piperitone	1249	1249	2.41	0.66				0.18			0.09				0.41	0.32				1.26
linalool acetate	1254	1256			**24.28**	**20.42**	**21.77**			**24.65**			**20.83**					**27.59**	**16.68**	
menthyl acetate	1294	1291	0.28	0.45										0.21	2.75	5.37			0.13	2.00
piperitenone	1340	1335		0.47				**40.72**	0.52		**40.11**			0.19			0.17			
neryl acetate	1359	1364			1.26	1.07	1.53			1.22			1.27					1.54	0.95	
piperitenone oxide	1366	1367		**35.91**					**55.82**											
β-bourbonene	1387	1379		0.32				0.14	0.17		0.19	0.79					0.58			1.08
geranyl acetate	1379	1383			2.64	2.06	3.00			2.46			2.50					2.99	1.99	
(*E*)-jasmone	1390	1395		1.12	0.09	0.16	0.10	0.46	1.22		0.47	0.35	0.14				0.15		0.15	0.59
(*E*)-caryophyllene	1417	1412	0.50	10.46	1.52		1.42	0.43	2.46	1.39	0.54	0.47	2.19	5.41	0.76	0.44	1.49	1.87		4.95
germacrene D	1480	1474	0.22	18.04	0.93	0.59	0.77	2.46	9.57	0.90	3.25	0.68	1.25	2.05	1.14	0.70	1.71	1.22	0.98	2.51
bicyclogermacrene	1500	1489	0.12	5.53		0.21		0.77	0.96		1.01			0.40	0.10					0.72
elemol	1548	1543			2.55		2.83			2.28			3.72					2.85		
globulol	1590	1582		0.15	3.17	0.58	2.28			2.95		0.54	3.90		0.19	0.29	0.53	3.44	1.18	2.10
α-cadinol	1652	1646	1.38	0.10				0.39				0.13					0.10		0.22	0.30
Total			99.18	84.46	90.01	93.39	89.14	95.04	93.05	90.54	93.87	96.33	89.10	96.11	98.07	96.83	96.75	89.71	91.84	92.79

			Mentha sp.		*Mentha spicata*							*Mentha suaveolens* Ehrh.							*Mentha x villosa* H.		*Mentha x villosa* H. n. *alopecuroides*
Compound	Lit RI	ARI	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
α-pinene	932	931	0.39	1.02	0.30		0.76	0.12		0.32		0.32	0.16	0.49	0.22	0.50		0.21	0.54		0.27
β-pinene	974	974	0.67	1.57	0.68	0.39	1.33	0.40		1.34	0.15	0.46	0.25	1.13	0.26	1.14	0.31	0.83	0.78	0.42	0.54
myrcene	988	989	1.04	2.45	2.48	0.31	4.43	0.32	0.73	0.61	0.3	0.32	1.17	1.08	1.10	1.22	0.60	0.34	0.79		0.56
3-octanol	988	993	0.31	2.1	0.26		1.01	0.53			1.19	0.50	0.22	0.16	0.24	0.15	0.40	0.22	0.45		0.40
limonene	1024	1026	11.09	**20.48**	0.67	8.53	0.65	4.69	2.59	1.26	0.34	0.93	2.80	8.92	3.15	8.38	0.15	1.23	17.98		12.41
1.8-cineole	1026	1028	1.63	3.4	6.35		5.51	2.87	2.13					5.46		6.07	2.86		3.31		2.23
(Z)-β-ocimene	1032	1034	0.92	2.61	0.64	0.21	2.43	0.18	0.44	1.09	0.42	2.02	0.21	0.69	0.20	0.77	0.36	0.51	0.76		0.67

(*Continued*)

Table 3. (Continued).

			M. canadensis			*M. arvensis*			*M. aquatica*		*M. x gracilis*	*M. longifolia*		*M. x piperita*								
Compound	Lit RI	ARI	1		2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
cis-sabinene hydrate	1065	1063			0.57	2.08	0.41	2.24	0.50	8.61	2.31	6.02	1.72		2.01					7.11		
linalool	1095	1099	0.37	0.56		0.24	0.14	0.30	0.13	0.19	0.55			0.14		0.14	**59.96**					
menthone	1148	1151	0.18		**27.95**				9.34			4.46										
iso-menthone	1158	1161	0.37	0.54	11.22	0.27		1.54	**32.45**			3.19	0.76	0.67	0.77	0.65						
menthol	1167	1170	0.08						**31.11**				3.36									
terpinen-4-ol	1174	1173		0.1	1.27	0.88	0.19	0.91	0.51	3.67	1.5	3.78			3.22					4.43		
dihydro carveol	1192	1193	1.48			0.86		0.89						0.59		0.88			5.50	0.45		0.60
trans-carveol	1215	1217	1.84			1.01		1.00						0.75		0.96			0.86			1.34
cis-carveol	1226	1226					1.46		0.20								0.81	0.57				
pulegone	1233	1235		0.25	**36.87**		0.21	0.30	7.82	0.14	0.1	**67.26**	**38.72**		**39.86**		0.17			0.14		
carvone	1239	1244	**68.96**			**75.66**		**75.09**						**70.50**		**69.78**			**60.04**			**71.50**
piperitone	1249	1249			1.14				1.07			0.10	0.09						0.42	0.09		1.01
linalool acetate	1254	1256					**59.90**										18.01	**60.84**				
menthyl acetate	1294	1291					0.42		5.80						0.10		0.14	0.41		0.24		
piperitenone	1340	1335	0.22	0.46	1.45				0.11	0.24	0.45	1.27	**40.20**	0.16	**38.33**	0.13		0.20	0.10	0.42		0.21
neryl acetate	1359	1364					12.07										0.94					
piperitenone oxide	1366	1367		**42.30**						**62.85**	**66.24**							**19.64**		**56.07**		
β-bourbonene	1387	1379	0.82	0.23		1.06		1.20			0.25		0.14	0.67	0.13	0.66			0.55	0.11		0.70
geranyl acetate	1379	1383															1.98					
(*E*)-jasmone	1390	1395	0.16	0.53		0.29	0.20	0.14		2.10	0.66	0.18	0.47	0.17	0.49	0.14	0.20	1.05	0.13	3.93		0.19
(*E*)-caryophyllene	1417	1412	1.06	2.51	1.40	1.65	0.38	0.71	0.87	0.50	3.43	1.71	0.53	1.58	0.54	1.48	0.11	0.38	1.13	0.60		0.80
germacrene D	1480	1474	2.09	7.92	1.99	1.14	1.07	0.83	0.73	5.08	8.78	3.01	2.88	1.80	2.78	1.71	1.07	3.08	2.02	9.01		1.27
bicyclogermacrene	1500	1489	0.26	0.77	1.52		0.44	0.27	0.20	0.12	0.24		0.99		0.85		0.10	0.19	0.18	0.16		0.12
globulol	1590	1582	0.07						0.18		0.17			0.53		0.51	1.35	1.13	0.28	0.29		0.33
1.10-di-*epi*-cubenol	1618	1606	0.31	0.25		0.18				0.53								0.37		1.46		
α-cadinol	1652	1646	0.4						0.49	0.42							0.40	0.11	1.12	0.12		
shyobunol	1688	1679	0.53			0.11		0.16	0.42	1.2						0.21	0.93		0.50			
Total			96.88	92.81	97.27	95.50	94.15	95.12	98.01	93.77	88.57	96.87	95.17	96.41	94.76	96.49	92.50	92.73	98.41	90.69		95.87

[1] "Japanese Field Mint"; [2] "Vick"; [3] "Dourados 2" [4] "Ginger Mint"; [5] "IAC 8"; [6] "Lime Mint"; [7] "IAC 1"; [8] "Himalayan Silver Mint"; [9] "Hortelã branca"; [10] "Hortelã 498"; [11] "UFC 3"; [12] "Persian Mint Field" [13]; "IAC 9" [14]; "Chocolate Min" [15]; "Hortelã 560" [16]; "CA 4" [17]; "Hillary's Sweet Lemon Mint"; [18] "Green Curly Min"; [19] "Dourados 1"; [20] "Vick Vaporub"; [21] "IAC 2"; [22] "Hortelã caseira"; [23] "CA 2"; [24] "Large Leaf Spearmint"; [25] "Variegated Peppermint"; [26] "Porteirinha 1"; [27] "Kibe"; [28] "Medeiros 2"; [29] "IAC 3"; [30] "Hortelã vilosa 400"; [31] "IAC 4"; [32] "Pineapple Mint"; [33] "Orange Mint"; [34] "Kew 69,652"; [35] "Egyptian Mint"; [36] "UFC 1"; [37] "Pepper Mint". Lit RI= tabulated retention index; ARI - Arithmetic Retention Index [34].

ranging from 34.8% in *M.* x *piperita* L. 'Green Curly Mint' to 78.5% in *M.* x *piperita* L. 'Hortelã 498'. Piperitone oxide ranged from 19.6% in *M. suaveolens* 'Kew 69,652' to 66.2% in *M. spicata* 'Kibe'. Linalool acetate ranged from 16.6% in *M.* x *piperita* 'Hillar's Sweet Lemon Mint' to 60.8% *M. suaveolens* 'Kew 69,652', and in *M. arvensis* 'Ginger Mint' linalool was found at 61.7%. Menthol was found at 50.4% in *M. canadensis* 'Japanese Field Mint'. Some of these compounds were not found in some of the *Mentha* species analyzed in our study. This is likely due to the variation in species production as influenced by genotype and environmental conditions (3).

Oxygenated monoterpenes including limonene, linalool, menthone, *iso*-menthone, menthol, pulegone and carvone along with sesquiterpenes were found as the main essential oil constituents among the mint species in our study. Piperitone oxide was exclusively identified in the species *M. canadensis* L., *Mentha* sp., *M. spicata* L., *M. suaveolens* Ehrh., *Mentha* x *gracilis* S. and *Mentha* x *villosa* Huds. However, the different *Mentha* genotypes used in our study represent a wide variation in the content of these constituents.

Mentha species have numerous and vary greatly in essential oil composition. This can be seen in the results obtained through PCA, separated into five groups (Figures 1, 2 and 3). In our analysis, the species indicated within the circles have similar characteristics, i.e. they are part of the same group.

Dimensions 1 and 2 (Figure 1) show that the groups with the *Mentha* x *piperita L.* 'UFC 3', *Mentha* x *piperita* 'Mint 498', *M. spicata* 'CA 2', *M. spicata* 'IAC 2', *M. spicata* 'Kibe', *Mentha* x *piperita* 'Green Curly Mint' and *M. canadensis* 'Vick' showed higher amounts of menthol, menthone, *iso*-menthone, menthyl acetate, limonene and α-terpineol and lower values of linalool, linalool acetate, neryl acetate, α-terpineol and myrcene in their essential oils.

Dimension 3 and 4 (Figure 2) opposes of *M. suaveolens* Ehrh. 'Medeiros' (on the right of the graph, characterized by a strongly positive coordinate on the axis) to individuals such as *M. suaveolens* Ehrh. 'IAC 4', *Mentha* x *villosa* Huds. 'UFC 1', *Mentha* x *villosa* Huds. 'Egyptian Mint', e *Mentha* x *villosa* Huds. *nothovar. alopecuroides* (Hull) Briq. The group of *M. suaveolens* Ehrh. 'Medeiros 2' had a higher amount of pulegone, terpinen-4-ol, *cis*-sabinene hydrate, *iso*-menthone, piperitenone and menthone, and a lower amount of the carvone, limonene and 1.8-cineole.

The group containing *M. suaveolens* Ehrh. 'IAC 4', *Mentha* x *villosa* Huds. 'UFC 1', *Mentha* x *villosa* Huds. 'Egyptian Mint', *Mentha* x *villosa* Huds. *nothovar. alopecuroides* (Hull) Briq. 'Pepper Mint' and *Mentha* sp. 'Dourados 1' stood out in the production of the carvone, limonene and α-terpineol, whereas the synthesis of germacrene D, (*E*)-caryophyllene, bicyclogermacrene, terpinen-4-ol, pulegone, piperitenone oxide, *cis*-sabinene hydrate, carvone and piperitenone was less.

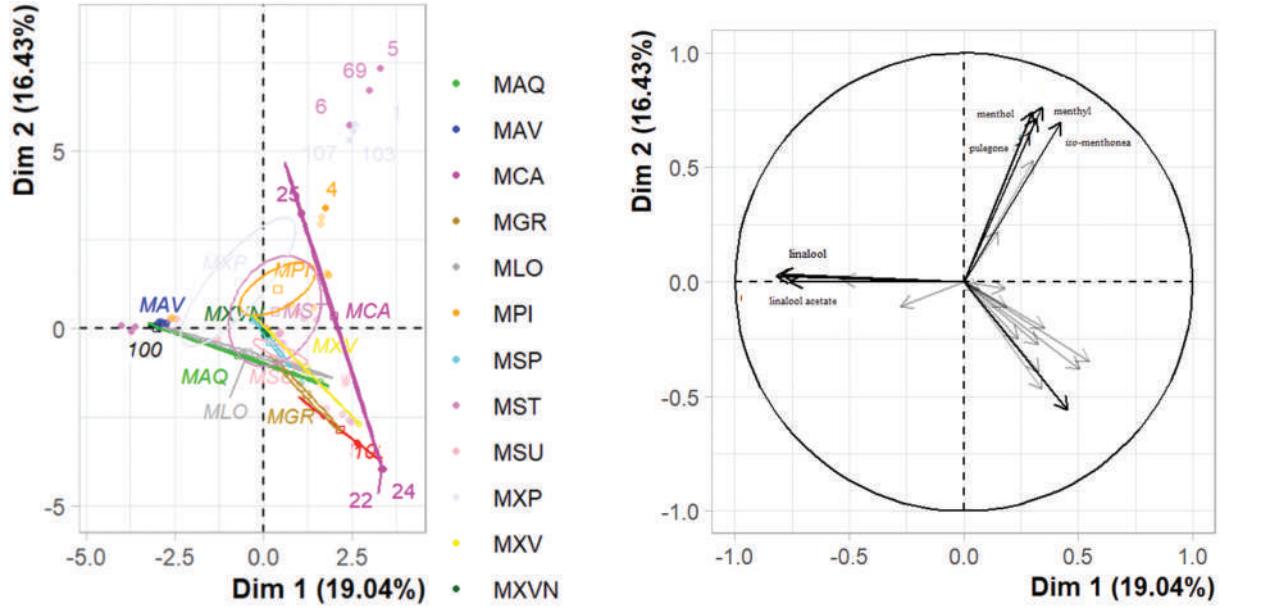


Figure 1. Principal Component Analysis (PCA) of *Mentha* in Dimensions 1 and 2. MCA = *Mentha canadensis* L.; MAV = *Mentha arvensis* L.; MAQ = *Mentha aquatica* L.; MGR = *Mentha x gracilis* Sole; MLO = Mentha longifolia (L.) Huds.; MPI = *Mentha* x *piperita* L.; MSP = *Mentha* sp.; MST = *Mentha spicata* L.; MSU = *Mentha suaveolens* Ehrh.; MXV = *Mentha* x *villosa* Huds.; MXVN= *Mentha* x *villosa* Huds. *nothovar. alopecuroides* (Hull).

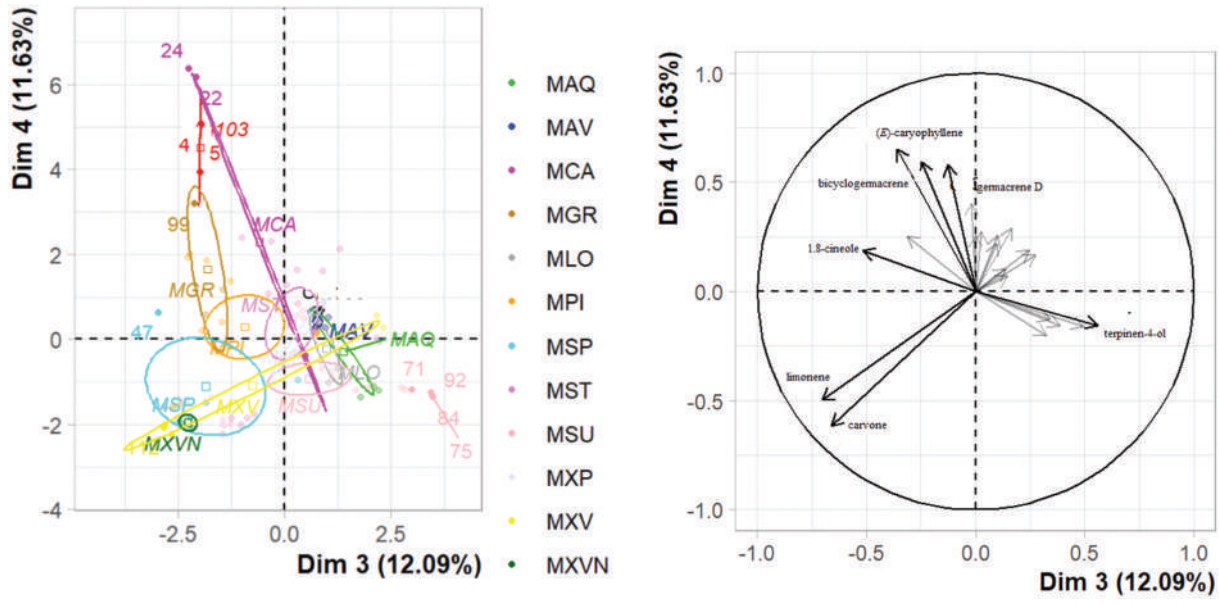


Figure 2. Principal Component Analysis (PCA) of *Mentha* Species from Dimensions 3 and 4. MCA = *Mentha canadensis* L.; MAV = *Mentha arvensis* L.; MAQ = *Mentha aquatica* L.; MGR = *Mentha* x *gracilis* Sole; MLO = *Mentha longifolia* (L.) Huds.; MPI = *Mentha* x *piperita* L.; MSP = *Mentha* sp.; MST = *Mentha spicata* L.; MSU = *Mentha suaveolens* Ehrh.; MXV = *Mentha* x *villosa* Huds.; MXVN= *Mentha* x *villosa* Huds. *nothovar. alopecuroides* (Hull).

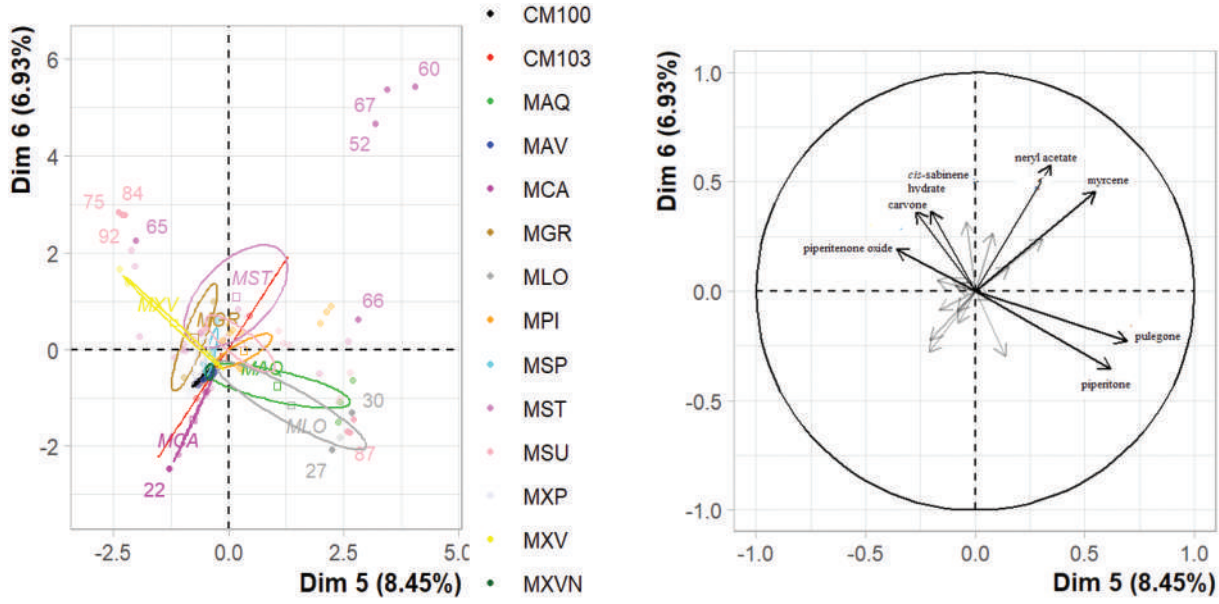


Figure 3. Principal Component Analysis (PCA) of *Mentha* Species from Dimensions 5 and 6. MCA = *Mentha canadensis* L.; MAV = *Mentha arvensis* L.; MAQ = *Mentha aquatica* L.; MGR = *Mentha* x *gracilis* Sole; MLO = *Mentha longifolia* (L.) Huds.; MPI = *Mentha* x *piperita* L.; MSP = *Mentha* sp.; MST = *Mentha spicata* L.; MSU = *Mentha suaveolens* Ehrh.; MXV = *Mentha* x *villosa* Huds.; MXVN= *Mentha* x *villosa* Huds. *nothovar. alopecuroides* (Hull).

M. canadensis L. 'Vick', *M. canadensis* L. 'Japanese Field Mint' and *Mentha* x *gracilis* Sole 'IAC 1' showed higher amounts of germacrene D, piperitenone oxide, bicyclogermacrene, (*E*)-caryophyllene, carvone and pulegone, but synthesis of limonene. On the other hand, the species *Mentha spicata* L. 'CA 2', *M. spicata*

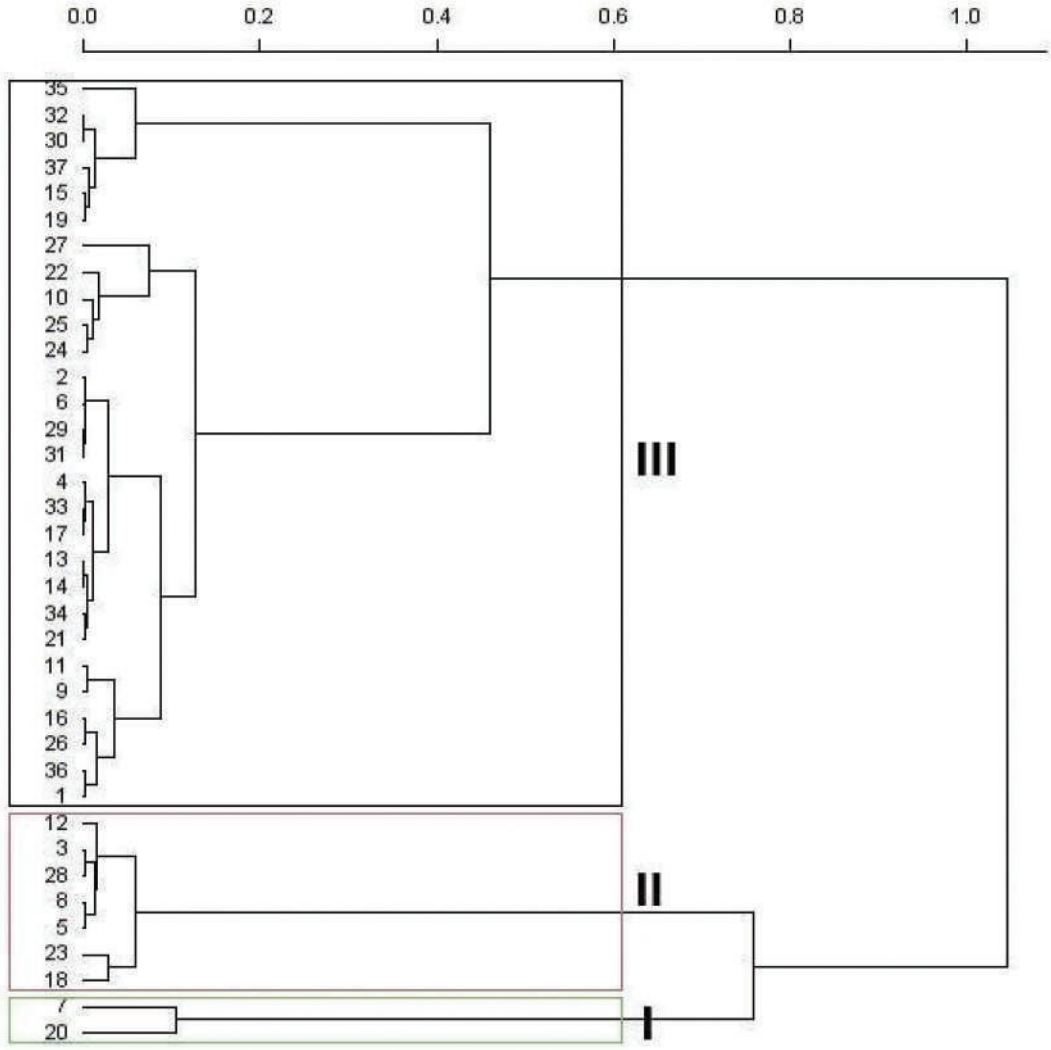


Figure 4. Dendrogram of *Mentha* Species Groups. (1) 'Japanese Field Mint'; (2) 'Vick'; (3) 'Dourados 2' (4) 'Ginger Mint'; (5) 'IAC 8'; (6) 'Lime Mint';(7) 'IAC 1'; (8) 'Himalayan Silver Mint'; (9) 'Hortelã branca'; (10) 'Hortelã 498'; (11) 'UFC 3'; (12) 'Persian Mint Field' (13); 'IAC 9' (14); 'Chocolate Mint' (15); 'Hortelã 560' (16); 'CA 4' (17); 'Hillary's Sweet Lemon Mint'; (18) 'Green Curly Mint'; (19) 'Dourados 1'; (20) 'Vick Vaporub'; (21) 'IAC 2'; (22) 'Hortelã caseira'; (23) 'CA 2'; (24) 'Large Leaf Spearmint'; (25) 'Variegated Peppermint'; (26) 'Porteirinha 1'; (27) 'Kibe'; (28) 'Medeiros 2'; (29) 'IAC 3'; (30) 'Hortelã vilosa 400'; (31) 'IAC 4'; (32) 'Pineapple Mint'; (33) 'Orange Mint'; (34) Kew 69,652"; (35) 'Egyptian Mint'; (36) 'UFC 1'; (37) 'Pepper Mint'.

L. 'IAC 2', and *M. spicata* L. 'Kibe' had higher amounts of neryl acetate, linalool acetate, menthyl acetate, myrcene, pulegone and 1,8-cineole in their essential oil (Figure 3).

The group of *M. suaveolens* Ehrh. 'Orange Mint', *M. suaveolens* Ehrh. 'IAC 4', *M. suaveolens* Ehrh. 'Medeiros 2', *M. longifolia* (L.) Huds. 'Hortelã branca', *M. longifolia* (L.) Huds. 'Himalayan Silver Mint', and *M. spicata* L. 'Kibe' essential oils showed higher amounts of pulegone, bicyclogermacrene, piperitenone, limonene and menthol, and lower amounts of pulegone, piperitenone oxide, *cis*-sabinene hydrate, linalool acetate, menthyl acetate, α-terpineol and neryl acetate (Figure 3). The group of *M. spicata L.* 'CA 2', *M. suaveolens* Ehrh. 'Orange Mint', *M. suaveolens* Ehrh. 'IAC 4' and *M. suaveolens* Ehrh. 'Medeiros 2' had higher amounts of *cis*-sabinene hydrate, piperitenone oxide, germacrene D, (*E*)-caryophyllene, terpinen-4-ol and carvone; and lower amounts of the bicyclogermacrene, pulegone, piperitenone, myrcene, limonene, menthol and 1,8-cineole. The results revealed that different of *Mentha* species showed differences between the major components, and it can be separated into three main groups in the dendrogram (Figure 4).

Group I included the species with the highest concentration of piperitone oxide, represented by *M. gracilis* Sole 'IAC 1' and *Mentha sp.* 'Vick Vaporub', at 55.8% and 42.3% concentration,

respectively. Group II comprises with major components such as linalool acetate (47.2–47.5%), linalool acetate (59.9%) represented by *M. spicata* 'CA 2', *iso*-menthone in *M. longifolia* 'Persian Mint Field' (34.8%), pulegone 67.2% in *M. spicata* 'Medeiros 2' and carvone (34.8%) represented by *M.* sp. 'Green Curly mint' (-19.06–67.26%), piperitone (1.29–40.72%) and carvone (34.83–78.58%). Group III encompasses the other species.

4. Discussions

Gracindo et al. (3) obtained similar results, observing an essential oil content of 4.17% in *Mentha canadensis* L. 'Japanese Field Mint'. There were significant differences between the *Mentha* of the same species. As the synthesis and storage of essential oils in species of the Lamiaceae family occur in peltate glandular trichomes, these differences may be related to both the density and the level of gene expression in these structures (31,36). These factors are influenced by genotype and environmental conditions (25–27). Based on the main components of the essential oils, a series is divided between the different species of *Mentha*, or even within the same species (8).

The main constituents of the essential oils obtained from different genetic materials were linalool, menthone, pulegone, carvone, piperitone oxide and menthol. These constituents have also been observed in the species *M. viridis* (9), *M. arvensis* (37), *M. suaveolens* (38), *M.* x *piperita* (39), *M. spicata* (40), and *M. longifolia* (41). The differences in the percentages may be related to the different cultivation conditions, which demonstrates the need for local evaluation as carried out in this experiment.

The species of *Mentha* sp. 'Dourados 1', *M.* x *piperita* L. 'Hortelã 498', *M. suaveolens* Ehrh. 'Hortelã villosa 400', *M.* x *villosa* Huds 'Egyptian Mint', *M.* x *villosa* Huds. *nothovar. alopecuroides* (Hull) Briq. 'Pepper Mint', *M. spicata* L. 'Hortelã caseira', *M. suaveolens* Ehrh. 'Medeiros 2', *M. suaveolens* Ehrh 'Pineapple Mint', *M. spicata* L. and 'Large Leaf Spearmint' showed more than 60% carvone under our study conditions. Due to their commercial importance, species with carvone are cultivated for the commercial production of essential oils in several countries (8,15). Although the carvone-rich oil was mainly observed in *M. spicata*, this compound was also found in other species of the genus, as evidenced in our study. These results are consistent with those found by Gracindo et al. (3), who analyzed the essential oil of the *M.* x *villosa* Huds. 'Egyptian Mint', 'Large Leaf Hortelã' and 'Hortelã' genotypes in the Federal District and found values of 57.8%, 64.0%, and 70.9% of carvone in the essential oils, respectively. For the same, the values were 64.77%, 75.09% and 75.66%, respectively.

Snoussi et al. (40), evaluating the essential oil content of *M. spicata* genotypes in Tunisia, found higher amounts of carvone (40.8% ± 1.23%) and limonene (20.8% ± 1.12%). We considered carvone as a major component in only two studied species: *Mentha spicata* L., Large Leaf Spearmint, at 75.09%, and 'Hortelã caseira', at 75.66%. Carvone-rich essential oils are found in several species of *Mentha* (42) and widely used in the pharmaceutical industry for their antifungal (43) acaricidal, botanical (22), and for human use (23).

Piperitone oxide was found in higher quantities in the essential oils of *M. spicata* L. 'Porteirinha 1' (62.8%), *Mentha* sp. 'Vick Vaporub' (42.3%), *M.* x *gracilis* Sole 'IAC 1' (55.8%), *M. spicata* L. 'Kibe' (66.2%), *M.* x *villosa* Huds. 'UFC 1' (56.0%) and *M. canadensis* L. 'Vick' (35.9%). It has antioxidant properties due to its ability to eliminate free radicals from cells, as demonstrated by Barros et al. (16), who obtained higher antioxidant activities from essential oils in *M. longifolia*, followed by *M. spicata*, *M. canadensis*, *Mentha* x *piperita* and *M. aquatica*.

Linalool was the major component of *M. arvensis* L. 'Ginger Mint' (61.7%), *Mentha* x *piperita* L. 'Hillary's Sweet Lemon Mint' (61.5%) and *M. suaveolens* Ehrh. 'Orange Mint' (59.9%). Gracindo et al. (3) also observed a higher amount of linalool (35%) in 'Orange Mint'. Linalool was the major component in the varieties of *Mentha arvensis* L. 'Dourados 2' (47.5%), *Mentha* x *piperita* L. 'UFC 3' (47.9%), *M. spicata* L. (50.1%), *M. longifolia* (L.) Huds. 'Himalayan Silver Mint' (47.2%), *Mentha* x *piperita* L. 'CA 4' (43.6%) and *M. arvensis* L. 'Ginger Mint' (56.9%). Kofidis, Bosabalidis and Kokkini (44) observed a predominance of linalool in a *M. spicata* genotype in Greece. Linalool acetate was the major component of *M. suaveolens* Ehrh. 'Kew 69,652', found at 60.8% in the essential oil of this variety, and *M. spicata* L. 'CA 2' at 59.9%. It was also found in a range of 18 to 28% in other varieties of *Mentha*.

The highest amount of menthol was found in the *Mentha* x *piperita* 'Chocolate Mint' (34.6%), *M. canadensis* L. 'Japanese Field Mint' (50.4%) and *M. spicata* L. 'Variegated Peppermint' (31.1%). These results with those found by Gracindo et al. (3), who found a higher amount of menthol in the *Mentha* x *piperita* 'Chocolate Mint' (38.0%), 'Variegated Peppermint' (43.2%), 'Peppermint' (43.0%) and *M. canadensis* 'Japanese Field Mint' (65.0%). Menthol is the most common found in most *Mentha* species and is important to the industry due to its anesthetic, antiviral, and anti-inflammatory properties, as well as its food and cosmetic properties (5–7). The *Mentha*

x *piperita* L. 'IAC 9' and *M. spicata* L. 'IAC 2' varieties had little to no menthol, but showed variations in the percentage of menthone of 52.3 and 27.9%, respectively. Menthol and menthone are oxygenate monoterpenes that are in the same metabolic pathway (36), with menthone being the precursor to menthol synthesis. Therefore, the lower synthesis of menthol and accumulation of menthone may be related to regulatory mechanisms inhibiting the transcription or translation processes of menthone reductase.

Pulegone was the major component of the *M. spicata* L. 'IAC 2' (36.8%), *M. suaveolens* Ehrh. 'Medeiros 2' (67.2%), *M. aquatica* L. 'Lime Mint' (39.4%), *M. longifolia* (L.) Huds. 'White mint' (38.7%), and *M. suaveolens* Ehrh. 'IAC 3' (38.7%). Pulegone was also the major component of *M. spicata* L. 'IAC 2' essential oil, at 36.8%. The regulatory mechanisms involving the lower activity of the enzymes menthofuran synthase or pulegone reductase may result on the greater accumulation of pulegone in the essential oils of these genetic materials. Pulegone, like menthol and menthone, has important antifungal and antibacterial properties for use in the pharmaceutical industry (23, 24Some varieties of *M. spicata* showed antifungal activity against *Tetranychus* sp. and *Candida* sp., and that this ability is directly related to the higher production of pulegone in the essential oil of this species, emphasising the importance of this constituent (16). In our research, the *M. spicata* genotypes grouped according to carvone varied between the species studied, unlike what was observed by Zhao et al (8), in which the *M. spicata* genotypes were relatively similar.

5. Conclusions

M canadensis L. 'Japanese Field Mint' shows the highest yield of essential oil compared to the other species, with menthol as the main component, at 50.4%, under the conditions of the experiment. The main chemical compounds found in *Mentha* species under the conditions of our experiment are linalool, menthone, pulegone, menthol, carvone and piperitone oxide, which are important components for use in industry. Our study on *Mentha* species shows a great variability in the compounds between the different species and also within chemical compounds of the same species.

Acknowledgments

The authors would like to thank Embrapa Genetic Resources and Biotechnology EMBRAPA/CENARGEN and the Academic Publishing Advisory Center (*Centro de Assessoria de Publicação Acadêmica*, CAPA – http://www.capa.ufpr.br) of the Federal University of Parana (UFPR).

Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the author(s).

ORCID

Roger Raupp Cipriano http://orcid.org/0000-0002-3896-9074

References

1. K.H.C. Baser, M. Kürkçüoglu, G. Tarimcilar and G. Kaynak, *Essential oils of mentha species from Northern Turkey*. Journal of Essential Oil Research, **11** (5), 579–588 (1999). doi: 10.1080/10412905.1999.9701218
2. D. Stanisavljević, S. Đorđević, M. Milenković, M. Lazić, D. Veličković, N. Ranđelović and B. Zlatković, Antimicrobial and antioxidant activity of the essential oils obtained from Mentha longifolia L. Hudson, dried by three different techniques. Records of Natural Products, 8(1), 61–65 (2014).
3. L.A.M.B. Gracindo, M.C.M. Grisi, D.B. Silva, R.B. N. Alves, H.R. Bizzo and R.F. Vieira, Chemical characterization of mint (mentha spp.) germplasm at Federal District, Brazil. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 8 (esp.), 5–9 (2006).
4. I.H.N. Bassolé, A. Laminen-Meda, S. Tirogo, J.N. Franz, R.C. Nebié and M.H. Dicko, *Composition and antimicrobial activities of Lippia multiflora moldenke, Mentha x piperita L. and ocimum basilicum L. essential oils and their major monoterpene alcohols alone and in combination*. Molecules, 15(11), 7825–7839 (2010). doi: 10.3390/molecules15117825
5. S.R. Kanatt, R. Chander and A. Sharma, *Antioxidant potential of mint (Mentha spicata L.) in radiation-processed Lamb meat*. Food Chemistry, **100** (2), 451–458 (2007). doi: 10.1016/j.foodchem.2005.09.066
6. O.T. Asekun, D.S. Grierson and A.J. Afolayan, *Effects of drying methods on the quality and quantity of the essential oil of mentha longifolia L. subsp*. Capensis. Food Chemistry, **101**(3), 995–998 (2007). doi: 10.1016/j.foodchem.2006.02.052
7. D. Kalemba and A. Synowiec, *Agrobiological interactions of essential oils of two menthol mints: mentha piperita and mentha arvensis*. Molecules, **25**(1), 59 (2020). doi: 10.3390/molecules25010059
8. D. Zhao, Y.W. Xu, G.L. Yang, A.M. Husaini and W. Wu, *Variation of essential oil of mentha haplocalyx briq. And Mentha spicata L. from China*. Industrial Crops and Products, **42**, 251–260 (2013). doi: 10.1016/j.indcrop.2012.06.010
9. M. Mkaddem, J. Bouajila, M. Ennajar, A. Lebrihi, F. Mathieu and M. Romdhane, *Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of mentha*

(longifolia L. and viridis) essential oils. Journal of Food Science, **74**(7), M358–63 (2009). doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01272.x
10. D.J. Marmitt, S. Bitencourt, A.C. Silva, C. Rempel and M.I. Goettert, Scientific production of plant species included in the Brazilian national list of medicinal plants of interest to the unified health system (RENISUS) from 2010 to 2013. Journal of Chemical Pharmacology Research, **8**(2), 123–132 (2016).
11. H.J.D. Dorman and S.G. Deans, *Antibacterial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils*. Journal of Applied Microbiology, **88**(2), 308–316 (2000). doi: 10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x
12. P. Goswami, A. Chauhan, R.S. Verma, R.C. Padalia and C.S. Chanotiya, *Characterization of essential oil of a novel menthofuran rich variant of peppermint (mentha × piperita L.) from India using gas chromatography coupled with mass spectrometry*. Journal of Essential Oil Research, **27**(4), 329–336 (2015). doi: 10.1080/10412905.2015.1043401
13. J. Sharifi-Rad, A. Sureda, G.C. Tenore, M. Daglia, M. Sharifi-Rad, M. Valussi, R. Tundis, M. Sharifi-Rad, M.R. Loizzo, A.O. Ademiluyi, R. Sharifi-Rad, S.A. A. Atatollahi and M. Iriti, *Biological activities of essential oils: from plant chemoecology to traditional healing systems*. Molecules, **22**(1), 70 (2017). doi: 10.3390/molecules22010070
14. J. Gershenzon, M.E. Mcconkey and R.B. Croteau, *Regulation of monoterpene accumulation in leaves of peppermint*. Plant Physiology, **122**(1), 205–214 (2000). doi: 10.1104/pp.122.1.205
15. N.S. Sangwan, A.H.A. Farooqi, F. Shabih and R. S. Sangwan, *Regulation of essential oil production in plants*. Plant Growth Regulation, **34**(1), 3–21 (2001). doi: 10.1023/A:1013386921596
16. A. de Sousa Barros, S.M. Morais, P.A.T. Ferreira, I.G. P. Vieira, A.A. Craveiro, R.O.S. Fontenelle, J.E.S. A. Menezes, F.W.F. Silva and H.A. Sousa, *Chemical composition and functional properties of essential oils from mentha species*. Industrial Crops and Products, **76**, 557–564 (2015). doi: 10.1016/j.indcrop.2015.07.004
17. G. Işcan, N. Kirimer, M. Kürkcüoğlu, K.H.C. Başer and F. Demirci, *Antimicrobial screening of mentha piperita essential oils*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, **50**(14), 3943–3946 (2002). doi: 10.1021/jf011476k
18. H. Oumzil, S. Ghoulami, M. Rhajaoui, A. Ilidrissi, S. Fkih-Tetouani, M. Faid and A. Benjouad, *Antibacterial and antifungal activity of essential oils of mentha suaveolens*. Phytotherapy Research, **16**(8), 727–731 (2002). doi: 10.1002/ptr.1045
19. J.G. Lopez-Reyes, D. Spadaro, A. Prelle, A. Garibaldi and M.L. Gullino, *Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rot caused by fungi on four cultivars of apples in vivo*. Flavour & Fragrance Journal, **25**(3), 171–177 (2010). doi: 10.1002/ffj.1989
20. K. de Oliveira, R. Árabe, L.R.R. Berger, S.A. de Araújo, M.P.S. Câmara and E.L.D. Souza, *Synergistic mixtures of chitosan and mentha piperita L. essential oil to inhibit colletotrichum species and anthracnose development in mango cultivar Tommy Atkins*. Food Microbiology, **66**, 96–103 (2017). doi: 10.1016/j.fm.2017.04.012
21. D.N. Reddy, A.J. Al-Rajab, M. Sharma, M.M. Moses, G. R. Reddy and M. Albratty, *Chemical constituents, in vitro antibacterial and antifungal activity of mentha piperita L. (peppermint) essential oils*. Journal of King Saud University – Science, **31**(4), 528–533 (2017). doi: 10.1016/j.jksus.2017.07.013
22. R. Pavela, E. Stepanycheva, A. Shchenikova, T. Chermenskaya and M. Petrova, *Essential oils as prospective fumigants against tetranychus urticae Koch*. Industrial Crops and Products, **94**, 755–761 (2016). doi: 10.1016/j.indcrop.2016.09.050
23. M. Wichtl, *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals*, third ed. Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart, Germany (2004).
24. A.O. Tucker and R.F.C. Naczi, *Mint: the genus mentha*. In: Mentha: An Overview of Its Classification and Relationship. Eds B.M. Lawrence, pp. 3–41, CRC Press, Boca Raton FL (2006).
25. A. Orav, A. Raal and E. Arak, *Comparative chemical composition of the essential oil of mentha piperita L. from various geographical sources*. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences Chemistry, **53**(4), 174–181 (2004). doi: 10.3176/chem.2004.4.03
26. A.O. Oyedeji and A.J. Afolayan, *Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil isolated from South African mentha longifolia (L.) L. subsp. capensis (thunb.) briq*. Journal of Essential Oil Research, **18**(1), 57–59 (2019). doi: 10.1080/10412905.2006.12067122
27. H. Hajlaoui, M. Snoussi, H. Ben Jannet, Z. Mighri and A. Bakhrouf, *Comparison of chemical composition and antimicrobial activities of mentha longifolia L. ssp. longifolia essential oil from two Tunisian localities (gabes and Sidi Bouzid)*. Annals of Microbiology, **58**(3), 513–520 (2008). doi: 10.1007/BF03175551
28. V.M.S. Santos, M.A.S. Pinto, H. Bizzo and C. Deschamps, *Seasonal variation of vegetative growth, essential oil yield and composition of menthol mint genotypes at Southern Brazil*. Bioscience Journal, **28**(5), 790–798 (2012).
29. A.K. Gupta, R. Mishra, A.K. Singh, A. Srivastava and R. K. Lal, *Genetic variability and correlations of essential oil yield with agro-economic traits in mentha species and identification of promising cultivars*. Industrial Crops and Products, **95**, 726–732 (2016). doi: 10.1016/j.indcrop.2016.11.041
30. S. Bhat, P. Maheshwari, S. Kumar and A. Kumar, *Mentha species: in vitro regeneration and genetic transformation*. Molecular Biology Today, 2002, **3**(1), 11–23.
31. C. Deschamps, D. Ggang, N. Dudareva and J. Simon, *Developmental regulation of phenylpropanoid biosynthesis in leaves and glandular trichomes of basil (ocimum basilicum L.)*. International Journal Plant Science, Chicago, **167**(3), 447–454 (2006). doi: 10.1086/500987
32. T. Murashige and F. Skoog, *A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures*. Physiologia plantarum, **15**(3), 473–497 (1962). doi: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x
33. H. Van Den Dool and P.D. Kratz, *A generalisation of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid chromatography*. Journal of

Chromatography A, **11**, 463–471 (1963). doi: 10.1016/S0021-9673(01)80947-X
34. R.P. Adams, *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry, 4th*. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, IL (2005).
35. R Core Team, *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (2014).
36. R.B. Croteau, E.M. Davis, K.L. Ringer and E. M. Wildung, *(-)-menthol biosynthesis and molecular genetics*. Naturwissenschaften, **92**(12), 562–577 (2005). doi: 10.1007/s00114-005-0055-0
37. V. Sharma, N. Sharma, H. Singh, D.K. Srivastava, V. Pathania, B. Singh and R.C. Gupta, *Comparative account on GC-MS analysis of mentha arvensis L. corn mint. From three different locations of North India*. International Journal of Drug Development and Research, **21**, 1–9 (2009).
38. G. Koliopoulos, D. Pitarokili, E. Kioulos, A. Michaelakis and O. Tzakou, *Chemical composition and larvicidal evaluation of Mentha, Salvia, and Melissa essential oils against the West Nile virus mosquito Culex pipiens*. Parasitology Research, **107**(2), 327–335 (2010). doi: 10.1007/s00436-010-1865-3
39. Z. Sun, H. Wang, J. Wang, L. Zhou and P. Yang, *Chemical composition and anti-inflammatory, cytotoxic and antioxidant activities of essential oil from leaves of mentha piperita grown in China*. PLoS One, **9**(12), e114767 (2014). doi: 10.1371/journal.pone.0114767
40. M. Snoussi, E. Noumi, N. Trabelsi, G. Flamini, A. Papetti and V. de Feo, *Mentha spicata essential oil: chemical composition, antioxidant and antibacterial activities against planktonic and biofilm cultures of vibrio spp. Strains*. Molecules, **20**(8), 14402–14424 (2015). doi: 10.3390/molecules200814402
41. S.M. Diop, G.T. Guèye, I. Ndiaye, E.B. Ndiaye, M. B. Diop, S. Heuskin, M.L. Fauconnier and G. Lognay, *Chemical composition of essential oils and floral waters of mentha longifolia (L.) huds. From Senegal*. American Journal of Essential Oils and Natural Products, **4**(1), 46–49 (2016). doi: 10.1080/0972060X.2018.1425640
42. İ. Telci, O. Kacar, E. Bayram, O. Arabacı, İ. Demirtas, G. Yılmaz, İ. Özcan, Ç. Sönmez and E. Göksu, *The effect of ecological conditions on yield and quality traits of selected peppermint (mentha piperita L.) clones*. Industrial Crops and Products, **34**(1), 1193–1197 (2011). doi: 10.1016/j.indcrop.2011.04.010
43. M.A. Saleh, M.H. Belal and G. El-Baroty, *Fungicidal activity of artemisia herba alba asso (asteraceae)*. Journal of Environmental Science and Health: Part B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, **41**(3), 237–244 (2006). doi: 10.1080/03601230500354774
44. G. Kofidis, A. Bosabalidis and S. Kokkini, *Seasonal variation of essential oils in a linalool-rich chemotype of Mentha spicata grown wild in Greece*. Journal of Essential Oil Research, **16**(5), 469–472 (2004). doi: 10.1080/10412905.2004.9698773

RELAÇÃO DA QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA COM DIFERENTES PERCENTUAIS DE DANOS MECÂNICOS

RELATIONSHIP OF THE SANITARY QUALITY OF SOYBEAN SEEDS WITH DIFFERENT PERCENTAGES OF MECHANICAL DAMAGE

Jéssica Heloisa Lopes da Luz[1] e Ariadne Waureck[2]

Resumo: A qualidade da semente de soja pode ser afetada por vários fatores que ocorrem durante o processo de produção das sementes, principalmente os fatores sanitários, relacionados pela presença de doenças nas sementes. Portanto, o trabalho tem como objetivo avaliar os parâmetros fisiológicos e sanitários da semente de soja com diferentes percentuais de dano mecânico 2%,4%,6%,8%,10%,12% da cultivar 5801 I2X na safra 2023/2024. O trabalho foi realizado em uma das áreas destinadas a produção de sementes da empresa Frísia Cooperativa Agroindustrial localizada na cidade de Tibagi- Paraná. Foram avaliados a germinação, vigor e umidade, juntamente com o dano mecânico e as doenças. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições para a avaliação de germinação, vigor e umidade, já para a avaliação da sanidade das sementes foram usados 6 tratamentos e 20 repetições. O programa utilizado para analisar os dados foi o RStudio, usando a análise de variância e teste de regressão. Os resultados obtidos indicaram que não houve diferença estatística significativa nas variáveis analisadas. Os patógenos *Alternaria* sp.*; Colletotrichum truncatum; Fusarium* sp.*; Macrophomina faseolina* e *Phomophis* sp. que foram identificados nas sementes. Contudo, a ausência dessas diferenças estatísticas não significa que não haja variações práticas relevantes.

Palavras-Chave: Germinação. Vigor. Sanidade. Umidade.

Abstract: Soybean seed quality can be affected by several factors that occur during the production process. This study aims to evaluate the physiological and health parameters of soybean seed with different percentages of mechanical damage 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12% of cultivar 5801 I2X in the 2023/2024 harvest. The work was carried out in one of the areas intended for seed production of the company Frísia Cooperativa Agroindustrial located in the city of Tibagi- Paraná. Germination, vigor and moisture were evaluated, together with mechanical damage and diseases. The experimental design used was completely randomized with 6 treatments and 4 replicates for the evaluation of germination, vigor and moisture, while for the evaluation of seed health, 6 treatments and 20 replicates were used. The program used to analyze the data was RStudio, using analysis of variance and regression test. The results obtained indicated that there was no statistically significant difference in the variables analyzed. The pathogens *Alternaria* sp.*; Colletotrichum truncatum; Fusarium* sp.*; Macrophomina phaseolina* and *Phomophis* sp. that were identified in the seeds. However, the absence of these statistical differences does not mean that there are no relevant practical variations.

Keywords: Germination, Vigor, Health. Seed moisture.

1 Pós Graduanda em Fitossanidade, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba – PR, jessicalopestbg@hotmail.com
2* Eng. Agr., Professora Doutora da Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR - Brasil, E-mail: ariadne.waureck@cescage.edu.br.
* autora para correspondência

INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*) está entre as principais commodities agrícolas do mundo. Com o consumo muito amplo na sociedade moderna, passou a ser cultivada em extensas áreas, tornando-se um produto cada vez mais consumida e produzida no mundo. Segundo a EMBRAPA (2024) o Brasil é o maior produtor mundial de soja, seguido pelos Estados Unidos. Na safra 2022/2023, a cultura ocupou uma área de 44.062,6 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 154.566,3 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira foi de 3.508 kg. ha^{-1}.

Vários fatores são considerados determinantes para uma boa produtividade, uma delas é a semente de qualidade, pois o sucesso do estabelecimento e desempenho de uma cultura depende da qualidade das suas sementes, fator que está diretamente relacionado com altas taxas de germinação, de vigor e de sanidade, bem como a garantia da pureza física e genética (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Segundo a Embrapa (2016) a qualidade da semente de soja é composta por quatro pilares sendo eles a qualidade fisiológica, representando uma semente com altos vigor e germinação e que resulte em adequada emergência de plântulas em campo; qualidade genética, sendo geneticamente pura, representando a cultivar que se deseja semear, sem misturas varietais; qualidade sanitária, compreendendo semente livre de outras sementes de plantas daninhas e de patógenos, sejam eles fungos, vírus, nematoides ou bactérias; qualidade física, composta por uma semente pura, livre de material inerte, como contaminantes, fragmentos de plantas, insetos, torrões e outras impurezas. Assim, os lotes de qualidade são sementes com atributos fisiológicos capazes de destacar, os mais importantes são o alto vigor, o grande potencial germinativo, as ótimas condições físicas, a pureza e a resistência às principais pragas e doenças.

No sistema de produção de sementes de soja, as mesmas são submetidas a uma série de etapas, para a obtenção de lotes de alta qualidade. A produção de sementes de soja de alta qualidade requer cuidados especiais, pois a desatenção durante as diversas fases de sua obtenção pode acarretar recusa de lotes ou mesmo de toda a produção (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977).

Dentro de diversos fatores, a colheita, o transporte, a movimentação e o beneficiamento podem proporcionar às sementes impactos eventualmente causadores de danos mecânicos. As sementes de soja são muito sensíveis à danos mecânicos, uma vez que o eixo embrionário está situado sobre um tegumento pouco espesso, que praticamente não oferece proteção (COSTA et al., 1979; FRANÇA NETO, 1984). Cada dano mecânico que afeta a semente, por pequeno que seja, é cumulativo e é parte integral do dano total da semente, podendo reduzir seu poder de germinação, vigor inicial e rendimentos na produção total (JIJON; BARROS, 1983). A maioria dos danos mecânicos não visíveis também ocorre durante o processo de colheita. O sistema de trilha, o transporte mecânico e a passagem das sementes por outros mecanismos internos das colhedoras e das máquinas de beneficiamento são as principais causas de danos às sementes.

Segundo a Embrapa, (2005) um dos fatores que influencia na colheita, é a umidade do grão, deste modo são recomendadas serem feitas as colheitas com a umidade entre 13% e 15%, que diminuem os problemas dos danos mecânicos e perdas. As sementes colhidas com umidade superior a 15%, ficam sujeitas a danos mecânicos não aparentes, já quando colhidas com teor abaixo de 12% ficam sujeitas ao dano imediato chamado de quebra.

Além disso, a falta de qualidade, juntamente com o dano mecânico e outros fatores, afetam negativamente as sementes tornando-as facilmente suscetíveis a doenças. A intensidade de danos que os patógenos podem causar as sementes, acontecem de acordo com a intensidade, infestação, infecção, danos mecânicos durante a colheita, secagem e as condições de armazenamento. Os baixos vigores apresentados pelas sementes podem ser decorrentes de

fatores não infecciosos, podendo intensificar a ação de patógenos. A transmissão de patógenos através das sementes pode ocorrer pela presença de esporos, estruturas de sobrevivência, ou resíduos de colheita contendo inoculo junto à semente (NASH; SNYDER, 1964; BAKER, 1972; NEERGAARD, 1977; SCOTT; EVANS, 1984).

Dentre os patógenos de solo, os gêneros *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. e *Phytophthora* sp., são exemplos de organismos que causam grandes perdas à cultura da soja, devido a estes provocarem falhas no stand de plantas, podendo atacá-las em qualquer estádio de desenvolvimento, além, de não haver muitas cultivares resistentes e os manejos inadequados do solo favorecerem seu desenvolvimento (ITO, 2013; COSTAMILAN; BERTAGNOLLI; MORAES, 2007; HENNING et al., 2005).

Na soja o início do surgimento das manchas na área foliar da lavoura é cada vez mais precoce, causada por patógenos necrotróficos, tem como um dos pontos fundamentais a transmissibilidade pela semente contaminada. Importante reforçar que a semente é o insumo mais importante da lavoura e é nela que estarão contidas características genéticas determinantes para resistência às doenças, pragas e outros atributos.

No caso específico do gênero *Alternaria* sp., que ocorre em diversos hospedeiros, as características morfológicas mais importantes para a caracterização e a consequente identificação das espécies são as dimensões dos conídios e dos bicos dos conídios que cada uma apresenta (RODRIGUES et al., 2010; ALHUSSAEN, 2012; VASCONCELOS et al., 2014). Um grande número de espécies de *Alternaria* sp*.,* tem sido relatado causando manchas foliares em diversas plantas cultivadas e não cultivadas, é considerado um parasita fraco ou saprófita, que tem como característica não interferir na qualidade de sementes de soja. Normalmente a *Alternaria spp*. é mais severa em plantas com deficiência nutricional, ou seja mal nutridas, por isso é importante que seja feito o manejo correto, desde o início da produção de sementes de soja, o estresse é outro fator que deixa a planta mais suscetível a doença.

Segundo a Embrapa (2018) uma das doenças que tem grande importância nas sementes de soja é a Antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum*. É responsável por causar deterioração de sementes, além da facilidade de se propagar pelas sementes, esse patógeno sobrevive ao período da entressafra no campo e no resto de cultura. A fonte do inoculo da doença pode ser resultado da safra anterior ou das sementes contaminadas. As sementes já infectadas quando plantadas podem chegar a apodrecer antes da emergência no solo, ou apresentarem necrose em cotilédones que é onde ocorre essa produção de conídios do fungo.

Ainda segundo a Embrapa (2018) dentre as espécies de *Fusarium*, a mais frequente (98% ou mais) em sementes de soja é o *Fusarium semitectum*. É considerado como fungo patogênico, por causar problemas de germinação em laboratório, de maneira semelhante a *Phytophthora sojae*. O fungo *F. semitectum* está frequentemente associado a sementes que sofreram atraso de colheita ou deterioração por umidade no campo; entretanto, não existem evidências de transmissão por sementes. Semelhantemente ao que ocorre com *P. sojae*, este patógeno perde viabilidade rapidamente durante a armazenagem em condição ambiente.

Outro fungo importante para sementes é a *Macrophomina faseolina*, é habitante do solo e pode infectar a soja em todos os estádios de desenvolvimento da planta, mas os sintomas da podridão do carvão geralmente aparecem quando a soja se aproxima da fase reprodutiva (SEDIYAMA et al., 2015). A podridão de carvão, causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., afeta raízes e caule de soja, é uma doença que podem manifestar-se em qualquer fase da cultura, mas principalmente no final do ciclo, levando a danos expressivos. Segundo Almeida et al. 2005) a transmissão acontece por sementes onde o micélio e microescleródios se desenvolvem no endosperma.

Além disso, também *Phomopsis* sp. também é um patógeno que afeta a qualidade da semente. A infecção acontece em maior quantidade quando a colheita é tardia, em cultivares

precoces, ou quando a semeadura é feita em regiões ou épocas em que as condições que antecedem a colheita são quentes e úmidas.

Existem alguns fungos ditos contaminantes ou de importância secundaria que são normalmente são encontrados em teste de sanidade, porém pode causar danos ou não a sementes de soja, destacando-se o *Cladosporium* sp. e o *Penicillium* sp. O primeiro é frequentemente encontrado, porém não causa nenhum dano as sementes. Os sintomas deste fungo nas sementes é a presença de conídios escuros que apresentam até três septos, que variam de forma e tamanho, ovoides e cilindros irregulares, formando cadeias ramificas. Já *Cladosporium* sp. apresenta baixa incidência e por esse motivo é classificado como uma doença secundaria na soja.

Assim, o trabalho desenvolvido tem como objetivo avaliar os parâmetros fisiológicos e sanitários da semente de soja com diferentes percentuais de dano mecânico 2%,4%,6%,8%,10%,12% da cultivar 5801 I2X na safra 2023/2024.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no campo de sementes da Frísia Cooperativa Agroindustrial, a localidade escolhida para o experimento foi a fazenda Campina de Pedra que fica localizada na área rural da cidade de Tibagi- Paraná, latitude -24º27’21.2” e longitude -50º30’60.0”. No dia 09/02/2024, uma amostra de um quilo da cultivar 5801 I2X foi coletado manualmente pelo responsável técnico em vários pontos do campo, a coleta consiste basicamente na retirada (arranquio) de plantas em vários locais da área para que ocorra homogeneidade das sementes.

Essa amostra foi conduzida para o laboratório de análise da Cooperativa Frísia (LAS) onde as sementes foram submetidas ao teste de tetrazólio. Para esse teste é recomendado a utilização de 100 sementes (2 sub amostras com 50 sementes cada), conforme sugerido pela AOSA (1983), Moore (1973), França Neto (1981) e França Neto et al. (1985; 1988). Para isso, as sementes foram embaladas em papel de germinação umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco e mantidas nestas condições por um período de 16 horas, à temperatura de 25 ºC. Após esse período, as sementes foram embebidas em solução 2,3,5-cloreto de trifeniltetrazólio à concentração de 0,075% e acondicionadas em estufa de demanda bioquímica de oxigênio no escuro, à temperatura de 40 ºC, durante três horas.

Posteriormente as sementes foram seccionadas cuidadosamente para expor o embrião, avaliadas, observando a coloração do embrião, onde as células vivas são coradas em tons de vermelho ou rosa, enquanto as células mortas permanecerão incolores ou com coloração esbranquiçada. Posteriormente foram avaliadas a intensidade e a extensão da coloração em cada embrião, sementes com embriões totalmente corados e vigorosos são consideradas viáveis e com alto vigor, sementes com coloração fraca ou áreas incolores indicam baixo vigor ou viabilidade reduzida, assim, obtendo resultados referentes ao vigor e viabilidade (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI; DA COSTA, 1998).

No dia 10/02/2024, realizou-se a colheita do campo de sementes com as seguintes coordenadas geográficas: latitude -24º27'21.2" e longitude -50º30'60.0" na cidade de Tibagi-Paraná. A colheita iniciou às 10:40 da manhã e contou com o uso de duas colhedoras, case modelos 2688 e 2388, equipadas com 30 e 35 pés, a regulagem utilizada nas máquinas foram 380 rpm e 400 rpm no rotor. Para abertura de côncavo foi utilizada 34 mm, e a média de velocidade da colheita foi em torno de 6 km por hora.

O descarregamento das máquinas era realizado diretamente nos caminhões, e as amostras foram retiradas pela porta de acesso do tanque graneleiro da colhedora, que se encontra localizado ao lado esquerdo da cabine do motorista. Essa amostragem era realizada antes do descarregamento para que não houvesse a contabilidade de danos mecânicos posteriores. As amostras de sementes de cada carga eram coletadas da colhedora e retiradas 100

sementes aleatórias, para que fossem submetidas ao teste de hipoclorito de sódio, de acordo com Krzyzanowski, França Neto e Costa (2004).

Segundo Krzyzanowski (2004), para a realização do teste em campo, é necessário um recipiente plástico (copo) com furos que caibam 100 sementes, assim coloca-se as sementes no recipiente juntamente com a solução de hipoclorito de sódio 5,25% e adicionando água ao restante, até que as mesmas, estejam emergidas totalmente, após estarem cobertas são deixadas por 5 minutos, e em seguida são colocadas sobre um papel toalha, para que seja realizada a avaliação dos danos mecânicos na amostra. Esse procedimento repetiu-se várias vezes até que fossem coletados os dados desejados, que originaram os percentuais de danos mecânicos de 12%,10%,8%,6%,4%,2%.

Após a assistência na colheita de campo, as cargas foram levadas para a cooperativa para a classificação geral da semente de soja. Segundo a normativa do Mapa (2007) a classificação de grãos é o ato de determinar as qualidades extrínsecas e intrínsecas de um produto vegetal, de seus subprodutos e resíduos de valor econômico, com base em padrões oficiais do Mapa, ou seja, é a identificação de um produto em grupo, classe e tipo, de acordo com a qualidade.

Para a determinação dos defeitos, uma amostra de 1 kg (um quilograma), foi submetida ao processo de quarteamento, uma sub amostra destinada à determinação da umidade, da qual foram retiradas as matérias estranhas e impurezas. Também foram aferidos o peso da amostra isenta de matérias estranhas e impurezas, anotando o peso obtido no laudo de classificação, o qual foi utilizado posteriormente para o cálculo do percentual de defeitos. Posteriormente, procedeu à separação dos grãos avariados, queimados, ardidos, mofados, fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos, esverdeados, quebrados, partidos e amassados, observando-se os seguintes critérios descritos, e por fim foram registrados no laudo de classificação de soja.

Segundo o manual de análise sanitária de sementes, descrito pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009), as sementes de soja devem ser submetidas ao teste de sanidade, sendo assim, 400 sementes da amostra foram semeadas em placas de Petri, as sementes são dispostas individualmente sobre camada de papel de filtro umedecido (3 discos sobrepostos ou 2 folhas de papel mata borrão), mantendo se distanciadas 1-2 cm uma das outras, contendo duas folhas de papel de filtro previamente esterilizadas, embebidas numa solução de sal 2,4-D (2,4 - diclorofenóxiacetato de sódio), a 0,02% do produto comercial (1.000 ml de água destilada esterilizada + 2 ml do herbicida 2,4-D) e em ágar diluído (10 g de ágar/1.000 ml de água) para facilitar a fixação das sementes no substrato. As placas, ou outros recipientes, devem conter tampas transparentes que permitem a passagem integral de luz incidente, as sementes são dispostas em número de 20, por recipiente, as sementes são dispostas em uma camada uniforme sobre um papel de filtro umedecido e são incubados por um período de 7 dias, em ambiente controlado, com temperatura entre 20 °C à 22 °C, sob regime de 12 horas de luz negra ou branca fluorescente, tipo luz do dia e 12 horas de escuro. Durante o período de incubação, os patógenos presentes nas sementes geram estruturas visíveis, como micélios ou colônias, que podem ser identificadas e quantificadas, as sementes são examinadas individualmente com auxílio de um estereomicroscópio a resolução de 30-80X, os resultados foram expressos em percentual de ocorrência dos fungos com duas casas decimais.

Para este trabalho foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições para a avaliação de germinação, vigor e umidade, já para o teste sanitário foram usados 6 tratamentos e 20 repetições

O programa utilizado para analisar os dados foi o RStudio, usando a análise de variância e teste de médias de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os dados de germinação, vigor e umidade analisados na amostra de sementes. Com base nos resultados apresentados na Tabela 1 não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas variáveis avaliadas, como germinação, vigor e umidade. Isso significa que, de acordo com os resultados dos testes não há evidências suficientes para afirmar que existem diferenças significativas entre as condições analisadas em relação a esses fatores. Mas em trabalhos realizados por outros autores podemos verificar que esses fatores têm ligação durante os processos de produção e também que ambos resultam na qualidade do produto final.

Tabela 1 – Resultado da germinação, vigor e umidade em diferentes percentuais de danos mecânicos.

Dano mecânico (%)	Germinação (%)	Vigor (%)	Umidade (%)
2	97 ns	97 ns	11,80 ns
4	97	97	11,80
6	97	97	11,80
8	97	97	11,80
10	97	97	11,80
12	97	97	11,80

*ns = não significativo

Lembrando que o dano por umidade, é um dos fatores mais importantes que afetam a qualidade de sementes de soja, e o teor de umidade limita a execução da colheita, tendo que permanecer até o ponto ideal para serem colhidas, para evitar perdas na qualidade do produto, a colheita deve ser iniciada tão logo a soja atinja o estádio R8, correspondente ao ponto de maturação fisiológica (EMBRAPA, 2005). Nesse período de maturação a semente fica exposta a alterações físicas, fisiológicas e sanitárias.

A germinação de sementes está relacionada diretamente com o vigor, de acordo com Floss (2006), o vigor das sementes é uma característica fundamental que está relacionada à capacidade de germinação e produção de plântulas saudáveis. É um parâmetro que indica a qualidade das sementes e sua capacidade de se desenvolverem adequadamente. Diversos fatores podem afetar o vigor das sementes, como os danos causados durante as operações de colheita, beneficiamento e transporte também podem afetar o vigor das sementes.

O dano mecânico é apontado como um dos mais sérios problemas da produção de sementes, sendo consequência da mecanização das atividades agrícolas.

As sementes de soja são muito sensíveis à danificação mecânica, uma vez que o eixo embrionário está situado sobre um tegumento pouco espesso, que praticamente não oferece proteção (COSTA et al., 1979; FRANÇA NETO, 1984).

Conforme França Neto e Henning (1984), a deterioração das sementes no campo envolve alterações físicas, fisiológicas e sanitárias. A deterioração por umidade resulta da exposição das sementes de soja aos ciclos alternados, tendo baixa e elevada umidade antes da colheita, devido a ocorrência de chuvas e também a umidade relativa do ar que pode variar durante o dia.

Segundo França Neto; Henning (1984) as sementes que são colhidas com umidade menor que 12% estão vulneráveis ao dano mecânico imediato e quebra visível, já as sementes com umidade acima de 15% % estão sujeitas a danos mecânicos latentes, ou seja, não perceptíveis. Os danos mecânicos imediatos apresentam tegumentos quebrados e cotilédones separados ou danificados perceptíveis a olho nu, enquanto nos latentes os danos são microscópicos, com injúrias internas no embrião, reduzindo vigor, potencial de armazenamento, desempenho da semente no campo e, mesmo que não imediatamente, a germinação também é afetada.

O dano mecânico não afeta a germinação de modo imediato, mas o vigor, o potencial de armazenamento e o desempenho da semente no campo são reduzidos (FRANÇA NETO; HENNING, 1984). Estas injúrias não podem ser totalmente evitadas, mas sua extensão e sua severidade podem ser atenuadas em função do manuseio durante a colheita e operação de pré colheita. Evans et al. (1990), que concluíram que o grau de umidade e a velocidade de impacto são fatores importantes que definem a intensidade das injúrias mecânicas nas sementes de soja.

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise de sanidade nas amostras de sementes de soja. Os resultados da Tabela 2 indicam que não foram encontradas diferenças estatísticas na relação de danos mecânicos e os patógenos encontrados nas amostras de sementes de soja. É importante ressaltar que a ausência de diferenças estatisticamente significativas não implica necessariamente na ausência de diferenças práticas ou biologicamente relevantes.

Tabela 2 – Incidência de patógenos encontrados nas sementes de soja, em diferentes percentuais de danos mecânicos.

Dano mecânico (%)	*Alternaria* sp. (%)	*Colletotrichum truncatum*	*Fusarium* sp.	Macrophomina phafaseolina	*Phomophis* sp.
2	1.00	0.20	0.65	0.00	0.30
4	0.70	0.20	0.15	0.00	0.20
6	0.85	0.45	0.80	0.05	0.40
8	0.80	0.15	0.45	0.00	0.15
10	0.70	0.10	0.60	0.05	0.20
12	1.05	0.20	0.40	0.00	0.30

*ns = não significativo

Pereira (2005) relata que os fungos *Colletotrichum truncatum, Phomopsis sojae* sp*., Fusarium* sp*., Cercospora kikuchii* sp*., Alternaria alternata, Penicillium* sp*.*, *Aspergillus* sp. e *Fusarium semitectum* foram os mais frequentes em sementes de soja colhidas em campos de produção de sementes. Mertz, Henning e Zimmer (2009) afirmam que, no cultivo de soja, existem inúmeras doenças de importância econômica, causadas ou transmitidas, via sementes infectadas por fungos patogênicos, que se associam a ela no campo ou até mesmo no período em que fica armazenada. Essas doenças causam prejuízos no rendimento e, principalmente, na qualidade das sementes. Vale destacar que para o desenvolvimento das doenças na semente é necessárias condições favoráveis, ou seja, presença dos patógenos não quer dizer que eles serão capazes de se desenvolver, pois são dependentes de outros fatores como a temperatura, umidade e tempo de molhamento favoráveis

É importante ressaltar que o dano mecânico em soja é um dos principais fatores limitantes para a produção de sementes de soja de alta qualidade, os prejuízos por si já causam grandes danos a integridade física da semente podem reduzir consideravelmente sua qualidade fisiológica, sem precisar necessariamente da relação com outros fatores. O processo de produção de sementes mesmo que seja feita uma perfeita regulagem das máquinas, podem acontecer danos em intensidades variáveis, ou seja, a sua ocorrência é inevitável dentro de um processo. Além disto, no caso da soja, a própria espécie possui características que propiciam a alta incidência de danos mecânicos, uma vez que as partes vitais do eixo embrionário, como

radícula, hipocótilo e plúmula, estão situadas sob tegumento pouco espesso, o qual, praticamente, não lhe oferece proteção (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

Poucas informações se têm sobre a relação do dano mecânico com doenças nas sementes, se realmente existe essa associação, mas todo o organismo vivo menos vigoroso é afetado mais facilmente que aquele mais vigoroso; as sementes com baixo vigor, são mais suscetíveis às danificações mecânicas, sendo que os danos em pontos internos (latentes) são cumulativos até refletirem-se externamente. Deste modo, qualquer que seja a lesão mecânica, esta reduzirá a qualidade da semente, e quanto maior a sua intensidade maior será a redução. A intensidade, número e local de impactos na semente, têm muita influência sobre o grau de dano, embora o local de impacto seja um fator sobre o qual não se pode exercer nenhum controle (JIJÓN; BARROS, 1983).

Altas porcentagens de tegumento rachado contribuem para o aumento do crescimento de fungos, reduzem o período de estocagem, aumentam a suscetibilidade à quebra durante o manuseio da semente (PAULSEN; NAVE, 1977). Segundo Mason et al. (1982), a ocorrência de fungos em sementes pode predispor as sementes de soja a uma maior suscetibilidade ao dano mecânico.

A detecção do nível de semente com tegumento rachado em soja é importante devido ao fato destas não serem retiradas por processos de beneficiamento. Separando-se estas sementes, observa-se que em média 50% produzem plântulas anormais em teste padrão de germinação. Logo, nos lotes contendo 18% de sementes com tegumento rachado, após o beneficiamento, a germinação poderá cair 9% diretamente como resultado do dano mecânico (DELOUCHE, 1972).

Alguns estudos realizados por Costa et al. (2001) e Mesquita et al. (1999) têm mostrado que apesar de toda tecnologia disponível, a qualidade da semente proveniente de algumas regiões tem sido severamente comprometida em função dos elevados índices deterioração por umidade, de lesões de percevejos, de quebras, de ruptura de tegumento e de danos mecânicos.

CONCLUSÕES

Os resultados indicaram que não houve nenhuma diferença estatística nas variáveis, germinação, vigor e umidade e nos fatores observadas como o dano mecânico em relação com os patógenos encontrados nas amostras.

Importante ressaltar que a ausência de diferenças estatísticas significativas, não denota nas diferenças práticas, devendo ambas andarem juntas, para obtenção de uma semente de boa qualidade.

REFERÊNCIAS

AGUILA, L. S. H. D.; AGUILA, J. S. D.; THEISEN, G. **Perdas na colheita na cultura da soja.** Pelotas, Embrapa, 2011.

ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N. de; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; COSTA, J. M. da; GAUDÊNCIO, C. de A. ***Macrophomina phaseolina*** **em soja.** Londrina, Embrapa, 2014.

CARBONELL, S. A. M. **Análise genética da reação da semente de soja ao dano mecânico avaliada em um dialelo do ciclo precoce**. 1995. 159 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Usp, Piracicaba, 1995. Cap. 5-8.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivos***:* Soja. Embrapa Soja. Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1. Acesso em: 15 julho 2024.

FRANÇA-NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C**. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja.** Londrina, Embrapa Soja, 2018.

FRANÇA-NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade.** Londrina, Embrapa Soja, 2016.

GALLI, J. A.; PANIZI, R. de C.; VIEIRA, R. D. Sobrevivência de patógenos associados a sementes de soja armazenadas durante seis meses. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 205–213, 2007.

GOULART, A. C. P**. Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle.** 2. ed. Brasília, Embrapa, 2018.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais.** Londrina, Embrapa, 2004.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; DA COSTA, N. P. **Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja.** Londrina, Embrapa Soja, 2004.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção de soja.** Londrina, Embrapa, 2018.

LOPES, M. de M.; PRADO, M. O. D.; SADER, R.; BARBOSA, R. M. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 230–238, 2011.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Manual de análise sanitária de sementes.** Brasília, 2009.

PINTO, T. L. F.; MONDO, V. H. V.; GOMES-JÚNIOR, F. G.; CÍCERO, S. M. Análise de imagens na avaliação de danos mecânicos em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** v. 42, n. 3, p. 310–316, 2012.

REIS, L. V. **Colheita, beneficiamento e tratamento de sementes de soja visando a alta qualidade,** 2022. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2022.

ROSSI, R. F.; CAVARIANI, C.; FRANÇA-NETO, J. de B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agronômico de soja. **Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences,** v. 60, n. 3, p. 215–222, 2017. Editora Cubo Multimídia.

SARZI, J. S. **Efeito de diferentes espécies de *Trichoderma* no controle de patógenos habitantes do solo na cultura da soja,** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2016.

SENAR - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Grãos: classificação de soja e milho.** Brasília, 2017.

EFEITO DA APLICAÇÃO DE REDUTOR DE CRESCIMENTO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DO TRIGO

EFFECT OF GROWTH RETARDANT APPLICATION AT DIFFERENT STAGES OF WHEAT

Alana Barausse[1]; Alexandre Appelt Seliger[2]; Ariadne Waureck[3]

Resumo: Buscando evidenciar os efeitos da aplicação do redutor de crescimento trinexapac-ethyl, em diferentes estádios fenológicos do trigo, realizou-se um experimento em Palmeira-PR, no delineamento em blocos aleatorizados, sendo 4 tratamentos x 4 repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de 250 ml. ha^{-1} de trinexapac-ethyl no primeiro, no segundo e terceiro nó visível, e uma testemunha sem aplicação, sendo a primeira aplicação realizada aos 38 dias após o plantio, a segunda aos 48 e a terceira aos 56. Foram avaliados altura de plantas, número de grãos por espigueta, massa de mil grãos e produtividade em Mg. ha^{-1}. O trinexapac-ethyl reduziu a altura das plantas quando compradas a testemunha, gerou maior número de grãos por espigueta e um incremento na produtividade. Não foram verificados efeitos na massa de mil grãos. Com base nos dados obtidos, verificou-se que o melhor efeito do redutor de crescimento ocorreu na aplicação junto ao 1°nó visível da planta, mas a produtividade mais expressiva foi observada na aplicação do redutor de crescimento junto ao 3° nó visível da planta.

Palavras-Chave: trinexapac-ethyl, redutor, altura, produtividade.

Abstract: In order to highlight the effects of applying the growth regulator trinexapac-ethyl at different phenological stages of wheat, an experiment was conducted in Palmeira-PR. The experimental design was a randomized block design with 4 treatments and 4 replications. The treatments involved the application of 250 ml. ha^{-1} of trinexapac-ethyl at the first, second, and third visible nodes, with a control group receiving no application. The first application was performed 38 days after planting, the second at 48 days, and the third at 56 days. Plant height, number of grains per panicle, thousand grain weight, and yield in Mg. ha^{-1} were evaluated. Trinexapac-ethyl reduced plant height compared to the control, resulted in a higher number of grains per panicle, and increased overall yield. No significant effects were observed on thousand grain weight. Based on the data obtained, the most effective growth reduction occurred when the regulator was applied at the 1st visible node, but the most significant increase in productivity was observed when applied at the 3rd visible node of the plant.

Keywords: trinexapac-ethyl, growth regulator, height, productivity.

1 Aluna do Curso de Engenharia Agronômica, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Ponta Grossa, PR – Brasil, Email: baraussepgaat@gmail.com
2 Aluno do Curso de Engenharia Agronômica, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Ponta Grossa, PR – Brasil., Email: tec.alexandreseliger@gmail.com
3 Professora Doutora da Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR – Brasil, E-mail: ariadne.waureck@cescage.edu.br

INTRODUÇÃO

A cultura do trigo possui uma longa história, remontando a milhares de anos. Acredita-se que o trigo tenha sido domesticado pela primeira vez na região do Crescente Fértil, abrangendo partes do atual Iraque, Síria, Turquia e Irã, por volta de 10.000 a.C. (ANTUNES, 2023). Porém os primeiros registros da cultura do trigo como conhecemos hoje datam de cerca de 550 a.C. (SCHEEREN, 2015).

O trigo desempenhou um papel crucial no desenvolvimento das primeiras civilizações, permitindo a transição da vida nômade para assentamentos permanentes, devido à sua capacidade de fornecer uma fonte estável de alimento e à habilidade dos agricultores de armazenar sementes para plantações futuras. Os antigos egípcios foram pioneiros na produção de pão a partir do trigo e consideravam o cereal como um alimento sagrado. Na Europa, o trigo era um dos principais cultivos da Idade Média, desempenhando um papel importante no sistema feudal (HARARI, 2015).

Ao longo dos séculos, o cultivo do trigo se expandiu por diferentes regiões do mundo. Durante as Grandes Navegações e a Era dos Descobrimentos, o trigo foi introduzido nas Américas e em outras partes do mundo pelos exploradores europeus. O trigo se adaptou a diferentes climas e solos, resultando em variedades regionais específicas. A Revolução Industrial trouxe avanços significativos na agricultura, incluindo mecanização, uso de fertilizantes e pesticidas, além de programas de melhoramento genético (GOODMAN, 2008).

Atualmente, o trigo é uma das culturas mais importantes e amplamente cultivadas em todo o mundo. Sua produção é vital para a segurança alimentar global, uma vez que o trigo é utilizado em uma ampla variedade de produtos alimentícios, como pães, massas e cereais (CONAB, 2017). No entanto, apesar da sua importância, a obtenção de rendimentos elevados e estáveis na produção de trigo ainda apresentam um desafio para os agricultores.

No mundo, os maiores produtores de trigo, são a China em 1° lugar, com produção de 140 Mg. ha^{-1}, em 2° lugar a União Europeia, com produção de 139 milhões de $Mg.ha^{-1}$, seguida pela India, com produção de 110 milhões de $Mg.ha^{-1}$, e o Brasil alcança a colocação de 14ª posição, com produção estimada de 10,4 milhões de $Mg.ha^{-1}$ para a safra 23/24 (CONAB, 2023). A produção de trigo no Brasil é concentrada nos estados do sul do país, PR, SC e RS, sendo estes responsáveis por 90% da produção nacional (IPEA, 2020).

Contudo, a produção de trigo nestes estados enfrenta safra após safra, grandes adversidades climáticas e preços de venda abaixo do necessário para o pagamento dos custos da cultura, que acabam levando a baixa adesão dos produtores rurais, isto somado a questão de que boa parte do trigo nacional não apresenta as qualificações necessárias para a indústria, tornando o trigo produzido no exterior mais atrativo, além de acordos comercias com Argentina e Estados Unidos, que resultam na necessidade de importação de trigo para abastecimento do mercado interno (JESUS *et al.*, 2011).

Um fator que afeta a produtividade do trigo é a questão do grau de exigência da cultura, que depende de um solo fértil, com altos teores de matéria orgânica, além das questões climáticas limitantes a produção, como temperatura e regime hídrico. (MORAES *et al.*, 2011).

Portanto, para aumentar a produtividade do trigo nacional juntamente do ganho de qualidade, a fim de diminuir ou cessar essa dependência do trigo importado, investe-se cada vez mais em tecnologia para esta cultura, tanto na indústria quanto no campo para vencer as adversidades enfrentadas pela cultura. Uma destas tecnologias é o uso de

redutores de crescimento para a cultura, pois o ganho de altura descontrolado do trigo pode ser um fator limitante para a sua produtividade (PENCKOWSKI *et al.* 2012).

O rápido crescimento vegetativo resulta em plantas altas e frágeis, podendo deixar as plantas suscetíveis a doenças, acamamento e perdas de produção (PENCKOWSKI *et al.* 2012). Nesse contexto, os redutores de crescimento surgem como uma estratégia promissora para o manejo do crescimento excessivo do trigo.

No trigo, plantas que apenas se deitam no solo, mas não dobram, ainda conseguem manter potencial produtivo, tendo em vista que a distribuição de foto assimilados não é afetada bruscamente com isso, no entanto, quando as plantas dobram, a distribuição destes foto assimilados é interrompida, o que prejudica bruscamente o processo de enchimento de grãos e posteriormente, a produtividade, além de dificultar os processos de mecanização. (ZANATTA; OERLECKE, 1991). Portanto, a escolha de cultivares resistentes ao acamamento passa a ser uma das peças-chaves na toma de decisão para escolha de cultivar de trigo. Outra peça-chave, é a escolha de usar ou não redutores de crescimento na cultura.

Os redutores de crescimento são substâncias químicas que inibem a ação dos hormônios vegetais, como o ácido giberélico, responsáveis pelo crescimento longitudinal das plantas (ZAGONEL, 2009). Eles podem ser aplicados via foliar ou no solo e são amplamente estudados em culturas como o trigo. Seu principal objetivo no trigo é controlar a altura das plantas, tornando-as mais compactas e resistentes. Isso resulta em benefícios como maior resistência a ventos fortes, redução do risco de acamamento e menor perda de produtividade. Além disso, esses redutores de crescimento podem melhorar a eficiência na absorção de nutrientes e água pelas plantas (MELO, 2002).

Em um estudo realizado por Penckowski *et al.* (2009), foi notado que a estatura das plantas nas cultivares Avante e BRS 177 diminuiu quando o redutor de crescimento trinexapac-ethyl foi aplicado, independentemente da época de aplicação. No entanto, a redução foi mais pronunciada quando a aplicação ocorreu entre o segundo e o terceiro nó das plantas. Por outro lado, Zagonel e Fernandes (2007), ao aplicarem o trinexapac-ethyl entre o primeiro e o segundo nó ou entre o segundo e o terceiro nó, observaram uma diminuição na altura das plantas das cultivares de trigo OR-1, CD-104 e CEP-24.

Já Munbach (2015), conduziu uma pesquisa para investigar os efeitos da aplicação de redutores de crescimento e nitrogênio no cultivo de trigo. Nesse estudo, foi notado que a utilização de trinexapac-ethyl resultou em uma redução significativa na altura das plantas. Além disso, foi constatado que doses mais elevadas de nitrogênio estiveram associadas a plantas de maior porte.

Vale ressaltar que a relação entre a altura da planta de trigo e o potencial produtivo pode variar entre variedades de trigo, ambientes de cultivo e práticas de manejo. Por exemplo, em áreas com estresse hídrico, variedades de trigo mais baixas e mais resistentes ao acamamento podem ser preferíveis para maximizar a produtividade (BATTENFIELD, 2016).

Apesar dos benefícios potenciais, o uso de redutores de crescimento no trigo ainda é uma prática que requer estudos mais aprofundados. Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho é investigar os efeitos da aplicação de redutores de crescimento no trigo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido a campo, durante a safra de 2023, nas dependências da Fazenda Barausse, que está situada na Localidade Guaraúna de Tocas, no município de Palmeira – PR, Latitude 25°25´31,62"S e longitude 50°16´20,31".

O delineamento experimental adotado foi o de blocos aleatorizados, com 4 tratamentos sendo 1 testemunha e 3 estádios fenológicos (testemunha, onde não houve aplicação, 38 dias após o plantio (onde ao menos 75% das plantas apresentavam primeiro nó visível, 48 dias após o plantio (onde ao menos 75% das plantas apresentavam 2° nó visível e 56 dias após o plantio (onde ao menos 75% das plantas apresentavam 3° nó visível), seguindo a escala decimal de Zadoks (Zadoks. (1974) e 4 repetições.

O solo da região é classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico e a análise de solo é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise de solo.

Profundidade	pH	M.O	V	CTC	K	Ca	Mg
	$CaCl_2$	g. dm^{-3}	%	mmol. dm^{-3}			
0-20 cm	4,8	46,66	50,31	7,4	0,37	5,26	1,66

As aplicações do regulador de crescimento foram realizadas em três estádios fenológicos distintos, correspondentes ao momento em que o primeiro, o segundo e o terceiro nós perceptíveis foram observados nas plantas. Esses estádios foram escolhidos de acordo com critérios técnicos que consideram o desenvolvimento fisiológico da cultura e a potencial resposta ao regulador. Durante a execução, foi garantida a uniformidade na aplicação, respeitando as condições climáticas e as características do solo, assegurando a padronização dos tratamentos.

No estudo, foram avaliadas variáveis importantes para compreender o efeito do regulador no desempenho da cultura. A estatura das plantas foi medida desde a base, na superfície do solo, até o ápice da parte aérea, utilizando-se uma amostragem de 10 plantas por repetição para assegurar a representatividade dos dados. O número de grãos por espigueta foi contabilizado para indicar o potencial produtivo das plantas. A massa de mil grãos, determinada pela pesagem de uma amostra seca ao teor padrão de 13% de umidade, refletiu a qualidade e o peso dos grãos produzidos. Por fim, a produtividade foi expressa em $Mg.ha^{-1}$, também corrigida para 13% de umidade, representando o rendimento final das plantas submetidas aos diferentes tratamentos.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente para identificar diferenças significativas entre os tratamentos. Inicialmente, foi realizada uma análise de variância (ANOVA), que permitiu avaliar a influência dos estádios fenológicos na resposta da cultura ao regulador de crescimento. Em seguida, aplicou-se uma análise de regressão polinomial para investigar possíveis tendências nos dados, modelando o comportamento das variáveis em função dos tratamentos aplicados.

Para a análise estatística, utilizou-se o software Sisvar®, que facilitou a organização e interpretação dos dados, além da apresentação dos resultados em formatos gráficos e tabulares. Esse processo analítico possibilitou uma compreensão detalhada dos efeitos do regulador de crescimento em diferentes estádios fenológicos, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de manejo que maximizem a produtividade e otimizem os recursos agrícolas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a permanência do experimento no campo, ocorreram alguns eventos climáticos atípicos na região, como precipitações muito acima da média histórica da região (Figura 1), temperaturas máximas e mínimas, (Figura 2), que aliadas a alta umidade favoreceram doenças de final de ciclo, e radiação solar abaixo da média histórica no estádio final da cultura (Figura 3).

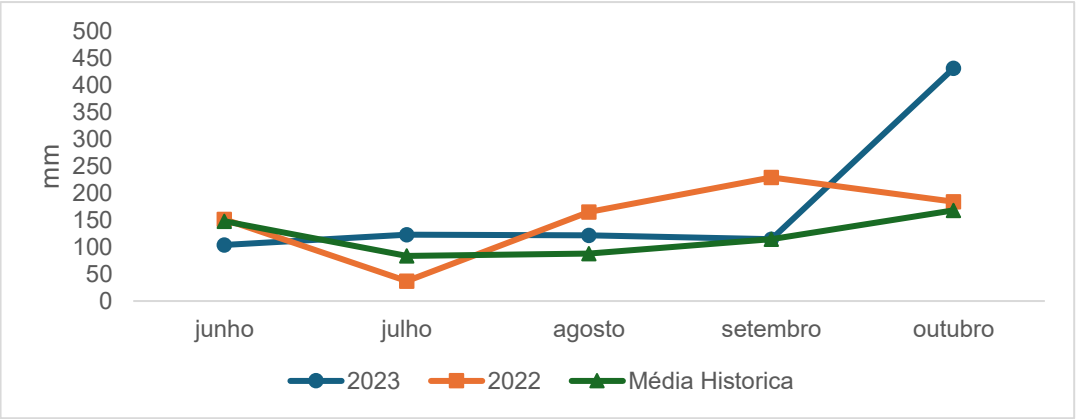


Figura 1 - Precipitações medias para os anos de 2022, 2023 e média histórica de Ponta Grossa e região.

As chuvas que ocorreram ao final do ciclo da cultura são ocasionadas pelo fenômeno "El Niño", que aquece as águas do oceano pacífico, fazendo que grandes acumulados de chuva atravessem a cordilheira dos andes e cheguem ao sul e sudeste do país, atingindo principalmente os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Já os dados de temperaturas são acompanhados na Figura 2.

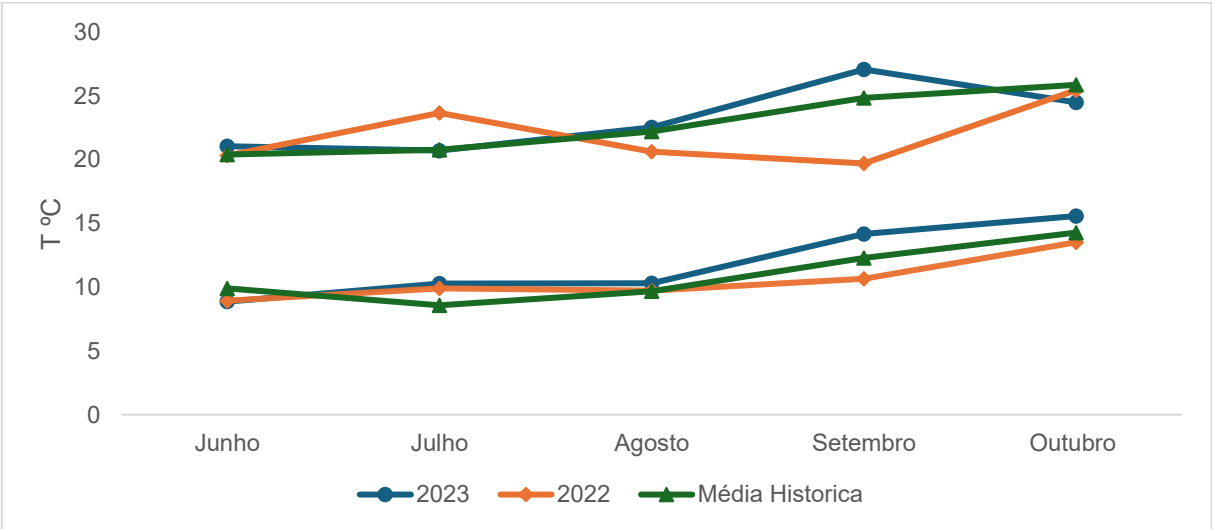


Figura 2 - Temperaturas mínimas, máximas e média histórica média histórica de Ponta Grossa e região.

Estas precipitações foram prejudiciais a cultura devido ao seu volume excessivo aliado a queda de granizo e fortes vendavais. Estas condições são desfavoráveis a cultura

devido a sua estrutura de principal interesse econômico, a espigueta, ser extremamente frágil, sendo uma das partes da planta que fica mais exposta a estas condições.

As temperaturas (Figura 2), por mais que suas médias, em comparação a anos anteriores, não tenha sido tão alarmante, junto do excesso de umidade criou um ambiente muito favorável ao surgimento de doenças de final de ciclo para a cultura do trigo, como a Brusone (*Pyricularia grisea*) e Giberela (*Gibberella zeae*). Doenças estas que atingem diretamente a espigueta, fazendo com que os grãos de trigo percam qualidade e reduzindo o potencial produtivo da cultura.

A baixa incidência de radiação solar durante os últimos estádios de desenvolvimento da cultura pode ter trazido consequências para a produtividade da cultura (Figura 3), pois a radiação solar é um dos elementos chaves para a produção de foto assimilados, que neste período da cultura são responsáveis pelo ganho de massa dos grãos (OVIEDO *et al.*, 2001).

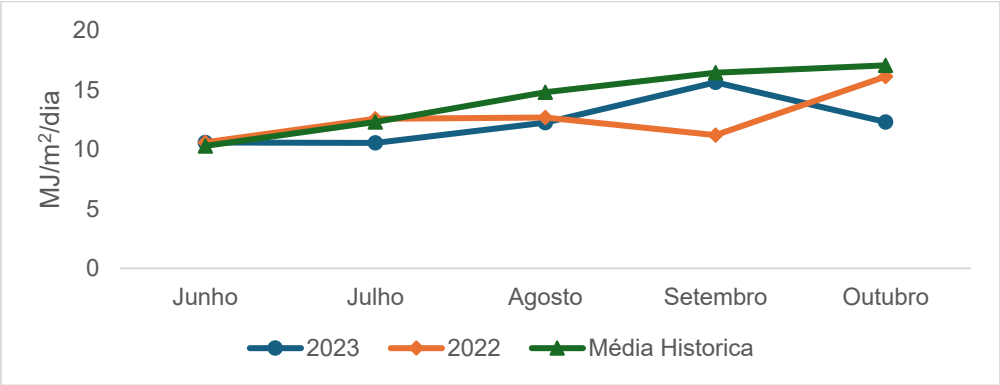


Figura 3 - Radiação média, em MJ/m^2/dia, para os anos de 2023, 2022 e média histórica para o município de Ponta Grossa e região.

Partindo disto, deu-se início as análises dos dados. O resultado do teste de ANAVA para a variável altura de plantas demonstrou que Pr>Fc foi inferior a 0,000, o que prova que um dos tratamentos foi estatisticamente diferente dos demais, portanto, seguiu-se com a regressão para verificar qual dos tratamentos apresentou diferença dos demais. Os resultados ficam ainda mais evidentes quando vistos na Figura 4, ilustrando de maneira clara a diferença entre os tratamentos (Figura 4).

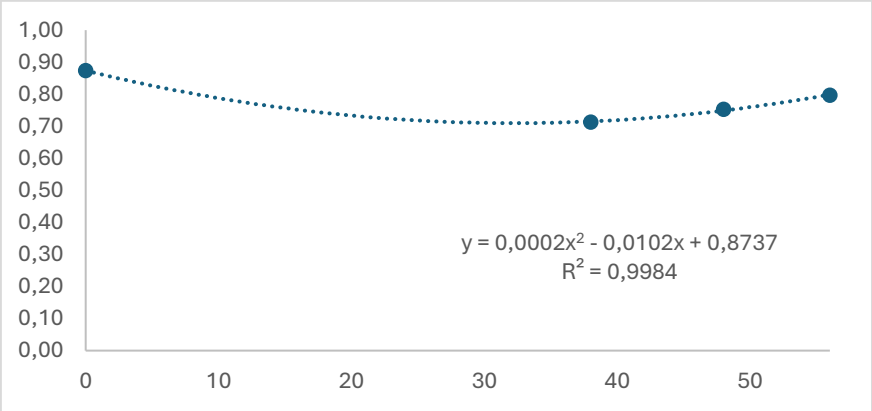


Figura 4 - Análise de Regressão para altura de plantas por tratamento, onde testemunha (0 DAP),1° nó visível (38 DAP), 2° nó visível (48 DAP), 3° nó visível (56 DAP).

Ao analisar a equação da reta, levanta-se a hipótese de que, a aplicação de trinexapac-ethyl, no 1° nó visível (38 DAP), acarretou uma menor estatura média observada, quando comparado com os outros dados obtidos das aplicações posteriores (48 DAP e 56 DAP). Também é possível observar através da figura 4 que as maiores medias estão localizadas na testemunha e na última aplicação do redutor de crescimento (56 DAP), o que nos mostra a possibilidade de que a aplicação tardia do redutor de crescimento e a não aplicação geram efeito semelhante na planta de trigo. Reafirmando assim os estudos realizados por Penckowski *et al.* (2012).

Para o número de grãos por espigueta (Figura 5), o procedimento realizado foi o mesmo, sendo que o resultado de Pr>Fc foi inferior a 0,000, o que prova que um dos tratamentos apresentou diferença estatística dos demais. Portanto, realizou-se a análise de regressão.

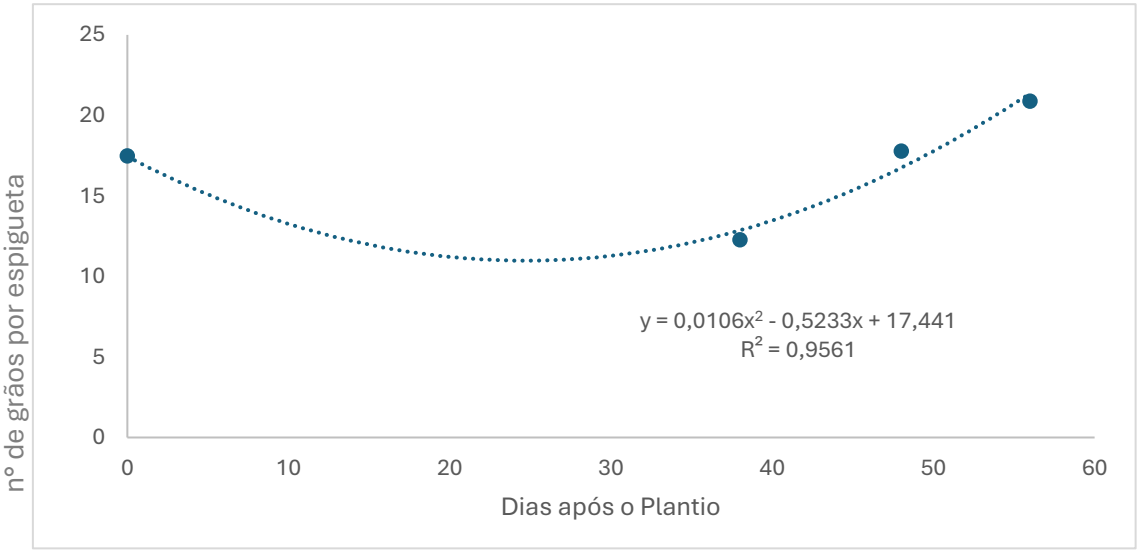


Figura 5 - Análise de regressão para números de grãos por espigueta, onde Testemunha (0 DAP), 1° nó visível (38 DAP), 2° nó visível (48 DAP) e 3° nó visível (56DAP).

Neste teste, ao analisar a equação da reta e os dados obtidos, é possível observar que a maior média encontrasse no momento da última aplicação (56 DAP), a aplicação de trinexapac-ethyl com 48 DAP e a não aplicação do redutor geraram efeito semelhante no número de grãos por espigueta, enquanto a primeira aplicação (38 DAP) é a responsável pela menor média observada, o que levanta a hipótese de que a aplicação do redutor de crescimento neste momento foi responsável, em conjunto com as questões clima, pelo resultado obtido, o que consequentemente pode levar a uma produção menor de $Mg.ha^{-1}$. Contrastando com os resultados obtidos por Chavarria (2015), onde as diferenças estatísticas encontradas foram não significativas para esta mesma avaliação.

Partindo para a análise dos dados de massa de mil Grãos (MMG), ao realizar o teste de Anava, verificou-se que Pr>Fc foi superior a 0,15, portanto fica evidente que não houve diferença estatística entre os dados obtidos de MMG, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Massa de Mil Grãos (MMG) de trigo em função da aplicação de regulador de crescimento trinexapac-ethyl.

Tratamento	MMG
	g
Controle	34,4^{ns}
1º nó visível	34,5
2º nó visível	32,8
3º nó visível	36,9

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram obtidos nos estudos de Chavarria (2015), que além de não encontrar diferença estatística entre os tratamentos com aplicação de redutor de crescimento e a testemunha onde não houve aplicação, para MMG, também não encontrou diferença entre o número de grãos por espigueta, diferindo do presente trabalho onde nota-se a diferença entre os tratamentos (Figura 5).

Já Zagonel (2002), obteve uma diferença significativa estatisticamente entre os tratamentos, onde a não aplicação de redutor de crescimento gerou uma média de MMG maior (43,7 gramas) que onde houve aplicação de redutor de crescimento (40,6 gramas). Em contrapartida, Penckowski. (2012) não encontraram diferença significativa para MMG quando aplicado redutor de crescimento, o que gera a hipótese de que o redutor de crescimento não exerce efeito nesta variável.

Para produtividade, foram obtidos os seguintes resultados representados Figura 6.

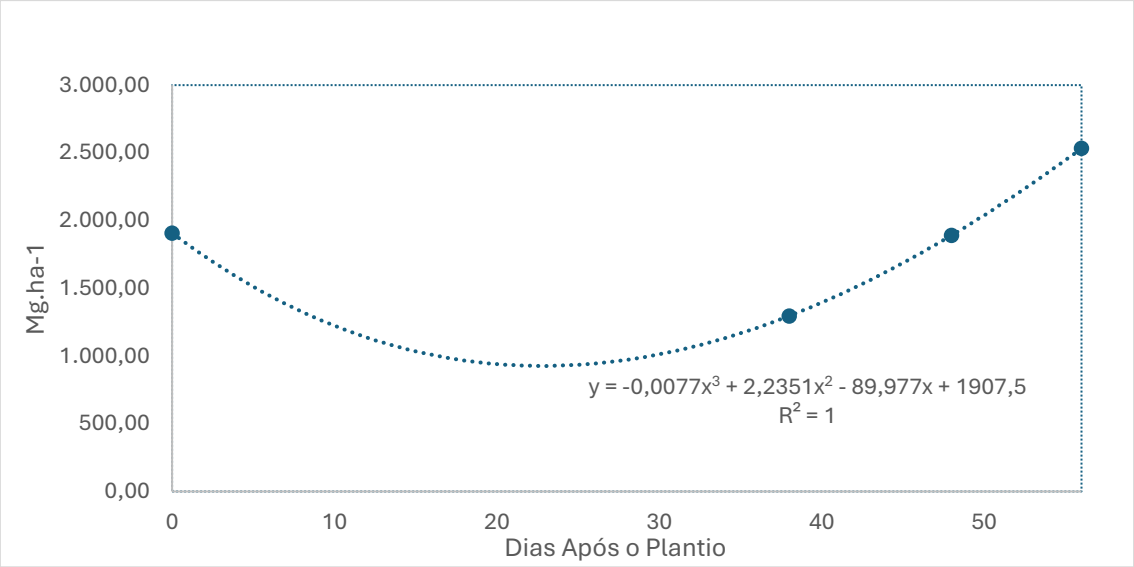


Figura 6 - Análise de Regressão para produtividade em Mg. ha^{-1}, onde Testemunha (0 DAP), 1° nó visível (38 DAP), 2° nó visível (48 DAP) e 3° nó visível (56 DAP). Linha azul retrata a testemunha, linha vermelha retrata as produtividades de cada tratamento.

Analisando os resultados expressados na Figura 6, percebe-se que a aplicação de trinexapac-ethyl aos 56 DAP, foi a que apresentou a maior média de produtividade, atingindo a média de 2532,87 Mg. ha^{-1}, percebe-se também que a testemunha, onde não

houve aplicação e a aplicação aos 46 DAP, apresentam efeito semelhante, e a aplicação do redutor de crescimento no 1° nó visível (38 DAP), foi o que apresentou a menor média de produtividade.

Estes resultados coincidem com os resultados obtidos por Zagonel (2002), que observou um aumento da produtividade quando houve a aplicação do redutor de crescimento.

Em contrapartida, Penckowski *et al.* (2012) não encontrou diferença estatística tanto para a aplicação entre o 1° e 2° nó visível, quanto para a aplicação entre o 2° e 3° nó visível mesmo em condições climáticas tidas como ideais pelo próprio autor do estudo. Resultados que quando comparados ao obtidos neste experimento geram a hipótese que as questões climáticas atípicas que ocorreram durante o decorrer do experimento foram responsáveis pelas alterações de produtividade.

CONCLUSÕES

Para estatura de plantas, o melhor tratamento foi a aplicação no 1° nó perceptível, pois foi o tratamento que apresentou menor estatura média nas plantas de trigo. No entanto não foi o tratamento mais produtivo, o que se deve levar em consideração para tomada de decisão de quando aplicar o redutor, que neste experimento, para estas condições climáticas, a aplicação do redutor de crescimento no momento em que temos o 3° nó visível foi o tratamento com maior produtividade.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. Brasil em 50 Alimentos**:** Embrapa 50 anos. 364. ed. Brasília, DF: **Teixeira Gráfica e Editora**. p. 303-305. 2023.

BATTENFIELD, S.D. Genetic gains in winter wheat yields in the Great Plains. **Crop Science**, v.56, n.6, p. 2822-2832, 2016.

BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapacethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 127-134, 2007.

BRASIL. EMBRAPA. (org.). Informações Técnicas para TRIGO E TRITICALE SAFRA 2023: **15ª reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticale**. Brasília, Df: Embrapa, 2023. 142 p.

CHAVARRIA, G.; ROSA, W. P.; HOFFMANN, L.; DURIGON, M. R. Regulador de crescimento em plantas de trigo: reflexos sobre o desenvolvimento vegetativo, rendimento e qualidade de grãos. **Revista Ceres**, [S.L.], v. 62, n. 6, p. 583-588, dez. 2015.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 9° levantamento, junho 2023. Disponível em **https://www.conab.gov.br/.** Acesso em: 20 out. 2023.

DE MARCO JUNIOR, J; CORREA, D.; NAKAI, E. H. Efeito do regulador de crescimento trinexapac-ethyl na produtividade de trigo. **Acta Iguazu**, v. 2, n. 1, p. 14-19, 2013.

ESPINDULA, M. C. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

JESUS JUNIOR, C. DE; RODRIGUES, L. S.; MORAES, V. E. G. DE. Panorama das importações de trigo no Brasil. **web.bndes.gov.br**, 1 set. 2011.

FUNDAÇÃO ABC (Brasil). Sigma ABC. 2019. Disponível em: https://sma.fundacaoabc.org/monitoramento/grafico/mensal. Acesso em: 20 out. 2023.
GOODMAN, D., SORJ, B., e WILKINSON, J. Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional. Rio de Janeiro: **Centro Edelstein de Pesquisas Sociais**, 2008. 204 p.

HARARI, Y. N. Sapiens – Uma Breve História Da Humanidade. 1. ed. Porto Alegre, RS: **L&PM**, 2015.

KHAN, N.A. Reguladores de crescimento de plantas na agricultura e horticultura: seu papel e usos comerciais. In: Anjum, N.A. Reguladores de crescimento de plantas na agricultura e horticultura: seu papel e usos comerciais. **Springer, Cham** (2018).

MELO, N. F. de. Introdução aos Hormônios e Reguladores de Crescimento Vegetal: i seminário coda de nutrição vegetal. Embrapa Semi-Arido. Petrolina-Pe., v. 1, n. 1, p. 37-54, 04 dez. 2002. **https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/135451/1/HormonioseReguladoresdeCrescimentoVegetal.pdf.** Acesso em: 20 set. 2023.

MUMBACH, J. C. L. Uso de regulador de crescimento na cultura de trigo e seus efeitos sob diferentes doses de nitrogênio. (Trabalho de conclusão de curso). 38p. Cerro Largo – RS. **Universidade Federal da Fronteira Sul**, 2015.

OVIEDO, A. F. P.; HERZ, R.; RUDORFF, B., F. T. Efeito do estresse hídrico e da densidade de plantio no uso da radiação e produtividade da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.). **Revista Biociências**. Taubaté, v. 7, n. 1, p. 23- 33, 2001

PAGLIOSA, E. E. Trinexapac-ethyl e adubação nitrogenada na cultura do trigo. Planta Daninha, v. 31, p. 623-630, 2013.

PAULETTI, V.. Manual de Adubação e calagem para o estado do Paraná. 2. ed. Curitiba: **SBCS**, 2019, 289 p.

PAVINATO, P. S. Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná.. Curitiba: **SBCS/NEPAR**. Acesso em: 25 set. 2023., 2017.

PENCKOWSKI, L. H. Nitrogênio e redutor de crescimento em trigo de alta produtividade. **Acta Scientiarum**.: Agronomy, Maringa, v. 31, n. 3, p. 473-479, 2012.

PENCKOWSKI, L. H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Nitrogênio e redutor de crescimento em trigo de alta produtividade. **Acta Scientiarum**. Agronomy. Maringá, v. 31, n. 3, p. 473-479, 2009.

SCHEEREN, P. L. Informações sobre o trigo (Triticum spp.). Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1986. 34 p. (Série Documentos, 2).

SCHEEREN, A. B. E. P. L. TRIGO do Plantio à Colheita. 1. ed. Viçosa, MG: Editora **UFV**, 2015. p. 35-54.

STEFEN, D. L. V. Adubação nitrogenada associada ao emprego de reguladores de crescimento em trigo cv. Mirante. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 13, n. 1, p. 30-39, 2014.

TRITICALE, COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E (ORG.). Informações Técnicas para Trigo e Triticale. Londrina, PR: Fundação Meridional, 2014. E-book (242p.) color. **ISBN**: 978-85-67899-00-8. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355291/1729833/Livro+Trigo+e+Triticale+-+21-05-14.pdf/3be16e3a-1136-47bd-95ba-7439b09c23d7. Acesso em: 18 jun. 2023.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Production, supply and distribution. 2023. Disponível em: https://bit.ly/36zim4G. Acesso em: 18 de junho 2023.

ZADOKS, J. C.; GHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v. 14, n. 6, p. 415-421, 1974.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. Planta Daninha, v.25, n.2, p. 331-339, 2007.

ZAGONEL, J.; VENACIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR1. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.25-29, 2002.

ZIVIANI, A. C. Efeito da aplicação do redutor de crescimento (trinexapac-ethyl) em genótipos de trigo sob diferentes lâminas de irrigação. 2014.

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE SEMEADURA NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE SOJA

INFLUENCE OF SEEDING DENSITY ON AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF SOYBEAN CULTIVARS

Thainara Gomes de Araujo[1], Krysthian Leonardo Harms[2] Ariadne Waureck[3]

Resumo: A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é considerada uma aleuro-oleaginosa, sendo uma das principais commodities internacionais. A densidade de semeadura, é extremamente importante, pois esta interfere em diversas características no desenvolvimento e produtividade. O objeto deste trabalho foi analisar as características agronômicas e a produtividade das cultivares de soja em relação às diferentes densidades de semeadura para a região de Carambeí - PR. O delineamento experimental utilizado foi de cultivo em faixas, em esquema fatorial, com os tratamentos de 8, 11, 14, 17 e 20 plantas por metro linear, utilizando duas cultivares de soja, sendo a cultivar BMX ZEUS 55I57 RSF IPRO e a cultivar BMX LANÇA 58I60 RSF IPRO, com quatro repetições. Foram realizadas avaliações de altura de planta, diâmetro de caule, número de vagem por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos, inserção de primeira e última vagem e produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de SNK a 5% de probabilidade com o auxílio do software R-Studio. Nas primeiras avaliações de altura a cultivar BMX Zeus apresentou maior altura, sendo ultrapassada pela cultivar BMX Lança a partir de 21 dias após a semeadura. A altura de plantas e diâmetro de caule variou em função da densidade de semeadura. O número de vagem por planta da cultivar Lança diminuiu em relação ao aumento da densidade. A cultivar BMX Zeus apresentou o maior peso de mil grãos. A altura de inserção de primeira e última vagem foi maior na cultivar BMX Lança. Não houve diferença para o número de grãos por vagem e produtividade.

Palavras-Chave: *Glycine max* (L.) Merrill. Arranjo populacional. Plasticidade. Componentes de rendimento.

Abstract: Soybean (Glycine max (L.) Merrill) is considered an oilseed and is one of the main international commodities. Sowing density is extremely important, as it affects several characteristics in development and productivity. The object of this work was to analyze the agronomic characteristics and productivity of soybean cultivars in relation to different sowing densities for the Carambeí - PR region. The experimental design used was strip cultivation, in a factorial scheme, with treatments of 8, 11, 14, 17 and 20 plants per linear meter, using two soybean cultivars, the BMX ZEUS 55I57 RSF IPRO cultivar and the cultivar BMX LANCE 58I60 RSF IPRO, with four replications. Evaluations were carried out on plant height, stem diameter, number of pods per plant, number of grains per pod, weight of a thousand grains, insertion of the first and last pod and productivity. The data were subjected to analysis of variance and SNK test at 5% probability with the aid of the R-Studio software. In the first height assessments, the BMX Zeus cultivar showed greater height, being surpassed by the BMX Spear cultivar 21 days after sowing. Plant height and stem diameter varied depending on sowing density. The number of pods per plant of the Lance cultivar decreased in relation to the increase in density. The cultivar BMX Zeus presented the highest weight of one thousand grains. The insertion height of the first and last pod was greater in the BMX Lance cultivar. There were no differences for the number of grains per pod and productivity.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill. Population arrangement. Plasticity. Income components.

[1] Discente do Curso de Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE Ponta Grossa – PR Brasil. E-mail: thainaragaraujo@gmail.com.

[2] Discente do Curso de Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE Ponta Grossa – PR Brasil. E-mail: krysthianleonardo@gmail.com.

[3] Eng.Agr., Professora Doutora da Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR - Brasil, E-mail: ariadne.waureck@cescage.edu.br.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é considerada uma aleuro-oleaginosa, sendo uma das principais commodities internacionais, onde na composição do grão há em média cerca de 34% de proteínas, 17 % de lipídeos e cerca de 18% de carboidratos, sendo muito utilizada para extração de óleo e alimentação seja de animais ou humanos (SILVA; FERREIRA, 2017).

A soja apresenta dentre suas características alta plasticidade, que consiste na capacidade adaptativa a diferentes ambientes e manejos empregados, a qual é expressa em diferenças morfológicas e em componentes de rendimento, pois a planta visa adequar-se ao arranjo espacial disponível para alcançar um melhor rendimento possível (CRUZ et al., 2015).

O comportamento das características agronômicas e produtividade da cultura da soja variam conforme a cultivar, podendo citar a ramificação do caule, estatura de planta, inserção das vagens, entre outras. Devido este comportamento cada cultivar terá uma resposta diferente em relação a densidade de semeadura a ser utilizada, na qual podem ter respostas mais positivas ou negativas diante a densidades maiores ou menores (BORGES, 2016).

A densidade de semeadura da cultura, é extremamente importante, pois esta definirá características de desenvolvimento, tais como a altura de planta, diâmetro e ramificação do caule, inserção da primeira e última vagem, número de vagens e também a massa do grão. Assim também pode haver a presença de alguns fatores indesejados em função das variações de densidades de semeadura, como a competitividade interespecífica e intraespecífica, incidência de doenças, estiolamento de plantas, entre outros, fatores esses que podem interferir diretamente na produtividade da cultura (BALBINOT JUNIOR et al., 2015).

Segundo o trabalho de Souza et al. (2009), o qual avaliou as cultivares de soja CD213RR e BRS 255RR, dispostas em diferentes densidades de semeadura, sendo 12, 18, 24, 30 e 36 plantas por m², avaliado na região de Campos de Cima da Serra no Rio Grande do Sul, foi observado uma menor ramificação das plantas com o aumento da densidade, porém surgiu um efeito compensatório na produção pois em maiores densidades, o maior número de plantas na área compensou a baixa ramificação destas.

Conforme o estudo de Busanello et al. (2013), onde foi avaliado a cultivar Fundacep 53RR disposta em densidades diferentes de 5, 10, 20, 30, e 40 plantas por m², foi constatado que as plantas apresentaram um maior número de hastes por m² com o aumento da população de plantas.

Segundo o estudo de Gomes et al. (2017), onde a cultivar de soja BRS 8381 foi submetida a diferentes densidades de semeadura, sendo estas de 10, 14, 18, e 22 plantas por metro linear no campo experimental Água Boa da Embrapa Roraima. De acordo com a avaliação, foi constatado uma maior altura e menor diâmetro de caule das plantas com o aumento da densidade de semeadura, sendo justificado pela menor intensidade de luz.

De acordo com o trabalho de Mauad et al. (2010) avaliando a cultivar Coodetec - 219 RR, com as densidades de 10, 12, 14, 16 e 18 plantas por metro linear, no estado do Mato Grosso do Sul, observou-se que a altura das plantas e a inserção da primeira vagem foram maiores com aumento da densidade, já em relação a ramificação do caule e número de vagem por planta, notou-se que quanto maior a densidade maior redução de ramificações e número de vagens.

Conforme o estudo de Ramos Junior et al., (2019), as cultivares testadas pelos autores tiveram aumento produtivo com o aumento da densidade de semeadura de até 380 mil plantas/ha, e em contrapartida as cultivares quando submetidas a menores densidades, apresentaram menor produtividade.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar as características agronômicas e a produtividade das cultivares de soja BMX ZEUS 55I57 RSF IPRO e a cultivar BMX LANÇA 58I60 RSF IPRO, em relação às diferentes densidades de semeadura para a região do estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Carambeí (PR), na propriedade Estância Portal dos Ventos, sob as coordenadas de latitude 24° 57' 59,918" S e longitude 50° 5' 37,044" W, com um clima classificado, segundo Koppen, do tipo Cfb e o solo da área experimental se caracteriza como latossolo de textura média, ocorrendo assim o experimento no período de novembro de 2022 até o mês de março de 2023. Antecedendo a instalação do experimento, foi realizada a amostragem do solo, sendo coletadas 10 subamostras da área experimental, na camada de 0 a 20 centímetros, com intuito de realizar a análise química do solo, como representado a seguir.

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental.

pH	H+Al	Al	Ca	Mg	K	SB	CTC	P	MO	V	Al
	<========mmoldm³=========>							mg/dm³	g/dm³	%	
4,81	36,46	2,88	40,4	13,5	2,46	56,36	92,82	45	25,25	60,72	4,86

Fonte: Interpartner serviços gerais – ISG

De acordo com a interpretação da análise do solo, foi possível identificar a necessidade de corrigir a acidez do solo através da calagem, sendo efetuada três meses antes da semeadura, onde foi realizada a aplicação da dose de 1 Mg ha-¹ a lanço na área do experimento.

Na realização do experimento, foi utilizado o delineamento experimental de cultivo em faixas, em esquema fatorial, onde os tratamentos consistiam em cinco densidades de semeadura, sendo de 8, 11, 14, 17 e 20 plantas por metro linear, utilizando duas cultivares de soja, sendo a cultivar BMX ZEUS 55I57 RSF IPRO e a cultivar BMX LANÇA 58I60 RSF IPRO, com quatro repetições, cada cultivar tinha 20 parcelas, totalizando 40 parcelas acompanhadas durante o experimento.

Assim, cada parcela avaliada apresentava 10 linhas de 6 metros de comprimento, onde o espaçamento utilizado foi de 0,40 metros entre linhas. Dessa forma, a área útil da parcela foi de 4 m² localizada na parte central da parcela, assim eliminando 3 linhas de semeadura das extremidades da parcela, e cerca de 1,75 metros do início e do final da linha.

A semeadura do experimento foi realizada no dia 15 de novembro de 2022, em sistema de plantio direto, no qual a cultura antecedente do plantio da soja era a de aveia preta. As sementes utilizadas foram adquiridas com tratamento de fungicidas e inseticidas advindos da indústria, e estas então foram submetidas à inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* na propriedade antes da semeadura. A adubação de base utilizada na semeadura foi de 160 kg/ha do formulado 11-52-00, de acordo com o recomendado com base na análise de solo. Na adubação de cobertura da soja, foi utilizado o cloreto de potássio (KCl) na dose de 180 $kgha^{-1}$ distribuídos a lanço sobre a área experimental, quando as plantas estavam no estádio V5.

Para realizar a semeadura a semeadora foi regulada para a população de 23 plantas por metro linear, para assim minimizar quaisquer falhas de estande. Após 15 dias da semeadura do experimento, foi realizado o processo de desbaste, onde cada parcela foi submetida a sua respectiva população.

No pré-plantio foi realizada a aplicação do herbicida Heat ® (saflufenacil) na dose de 35 g ha-¹, o herbicida U 46 BR ® (2,4-D) na dose de 1 L ha-¹, também o herbicida Crucial ® (glifosato) na dose de 1,5 L ha-¹ e o adjuvante Assist ® (Hidrocarbonetos alifáticos) na dose de 0,5 L ha-¹ para controle de buva (*Coniza spp*) e aveia (*Avena sativa*) presentes na área**.** Após 15 dias desta aplicação, foi realizada uma nova aplicação do herbicida Trunfo ® (glufosinato),

na dose de 2 L ha-¹, também do adjuvante Áureo ® (Éster metílico de óleo de soja), na dose de 0,35 L ha-¹ e do Ácido bórico ® na dose de 15 Kg ha-¹ para o controle de azevém (*Lolium multiflorum*) e de buva (*Coniza spp*) e o Ácido bórico para incremento de Boro no solo.

Após 7 dias da semeadura, foi realizada a aplicação de fertilizante foliar YaraVita Raiz ® (Nitrogênio, Cobalto, Molibdênio), na dose de 50 mL ha-¹, juntamente com o herbicida Xeque Mate ® (glifosato), na dose de 1 L ha-¹ para o controle de aveia (*Avena sativa*).

Com 30 dias após a semeadura, no estádio V5, foi realizada a aplicação de fertilizante foliar com o nome comercial Grap manganês RR ® (manganês), na dose de 1,5 L ha-¹, e outro fertilizante foliar, sendo o YaraVita Raiz ® (Nitrogênio, Cobalto, Molibdênio), na dose de 100 mL ha-¹. Na mesma aplicação foi adicionado o fungicida Battle ®(flutriafol, carbendazim), na dose 0,6 L ha-¹, para o controle de Oídio (*Microsphaera diffusa*) e o herbicida Xeque Mate ® (glifosato), na dose de 1,5 L ha-¹ para o controle de aveia (*Avena sativa*), capim papuã (*Brachiaria plantaginea)* e capim pé de galinha (*Eleusine indica*).

Quando a cultura estava no estádio R2, foi realizada aplicação do fungicida Fox Pro ® (bixafem, proticonazol, trifloxistrobina), na dose de 0,5 L ha-¹, como controle preventivo de mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), cercosporiose (*Cercospora kikuchii*), antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e de oídio (*Microsphaera diffusa*). Nesta mesma aplicação foi utilizado o fungicida Zignal ®(fluazinam) para o controle de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), na dose de 1 L ha-¹, juntamente com o adjuvante Áureo ® (Éster metílico de óleo de soja), na dose de 0,15 L ha-¹.

No estádio R3, foi aplicado um bioestimulante à base de extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*), glicina betaína e ácido salicílico, na dose de 0,25 L ha-¹, juntamente com o fungicida Sumilex ® (procimidona), com a dose de 1 kg ha-¹ para o controle de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*).

Quando as plantas se apresentavam em R4, foi realizada aplicação do inseticida Sperto ® (acetamiprido, bifentrina), na dose de 200 g ha-¹, para o controle de percevejo marrom (*Euschistus heros*). Nesta mesma aplicação foi utilizado o fungicida Absoluto ® (clorotalonil), na dose de 1,5 L ha-¹, para o controle de Míldio (*Peronospora manshurica*) e Mancha -parda (*Septoria glycines*), juntamente com o fungicida Fusão ® (metonomistrobina, tebuconazol), na dose de 0,5 L ha-¹, para o controle preventivo de Ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), Antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e Mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), juntamente com o adjuvante Áureo ® (Éster metílico de óleo de soja), dose de 0,75 mL ha-¹.

Em estádio R5 teve uma nova aplicação de fungicida, sendo utilizado o Aproach prima ®(picoxistrobina, ciproconazol), na dose de 0,3 L ha-1, para o controle preventivo de Ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), cercosporiose (*Cercospora kikuchii*) e mancha parda (*Septoria glycines*), como complemento deste fungicida foi utilizado o fungicida Unizeb Gold ® (mancozeb), para o controle das doenças citadas acima, utilizando a dose de 1,65 kg ha -¹. Nesta mesma aplicação foi adicionado o inseticida Proclaim ® (benzoato de emamectina), na dose de 165 g ha-¹, para o controle de lagartas sendo a Lagarta-falsa medideira (*Chrysodeixis includens*) e (*Rachiplusia nu*), juntamente com o adjuvante Áureo ® (Éster metílico de óleo de soja) e o herbicida Crucial ® (glifosato) na dose de 1,8 L ha-¹, para o controle de para o controle de aveia (*Avena sativa*), capim papuã (*Brachiaria plantaginea)* e capim pé de galinha (*Eleusine indica*).

No estádio R7 foi realizada a última aplicação, utilizando o fungicida Versatilis ®

(fenpropimorfe e cetona), na dose de 0,3 L ha-¹, para controle preventivo de Ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), o fungicida Unizeb Gold ® (mancozeb) na dose de 1,5 kg ha-¹ e o inseticida Proclaim ® (benzoato de emamectina) na dose de 0,15 kg ha -¹, para o controle das pragas citadas na aplicação anterior.

Todas as aplicações foram realizadas com pulverizador autopropelido, juntamente com as aplicações realizadas nas áreas da fazenda.

A colheita do experimento foi realizada de forma manual com a retirada de todas as plantas presentes na área útil de cada parcela, onde as plantas foram acondicionadas em embalagens e identificadas de acordo com o tratamento utilizado.

Durante o cultivo do experimento, foram realizadas avaliações das características agronômicas e produtividade das plantas de soja da área útil de cada parcela, sendo citadas a seguir.

Altura: as medições de altura das plantas foram realizadas quinzenalmente a partir do estádio V4, com auxílio de uma régua, selecionando 10 plantas aleatórias da área útil de cada parcela, dessa forma, a medição era feita da base até o ápice da planta, totalizando seis avaliações.

Diâmetro do caule: a avaliação do diâmetro do caule das plantas de soja foi feita com auxílio de um paquímetro, onde este era posicionado na base da planta a 2,5 centímetros no nível do solo para coleta dos dados, também foram selecionadas de forma aleatória 10 plantas da parte útil da parcela, e juntamente com a avaliação de altura, foi realizada a cada quinze dias a partir do estádio V4, totalizando seis avaliações.

Inserção de primeira e última vagem: a medição da inserção de primeira e última vagem, foi realizada momentos antes da colheita, onde foram escolhidas dez plantas aleatórias na área útil de cada parcela e, com o auxílio da régua, os valores da altura da primeira e da última vagem de cada planta foram coletados.

Número de vagem por planta: para a determinação do número de vagem por planta, foi realizada a coleta de 10 plantas aleatórias presentes na área útil de cada parcela, dessa forma foi realizado o destacamento e contagem das vagens presentes em cada planta.

Número de grãos por vagem: para realização da contagem do número de grãos, as vagens de cada planta foram abertas de forma separada e seus grãos foram contabilizados, sendo assim o número total de grãos de cada planta foi dividido pela quantidade de vagens que a planta apresentava.

Massa de mil grãos: para a determinação da massa de mil grãos, foram coletados da massa de grãos de cada parcela um total de oito amostras contendo 100 sementes cada, as quais foram submetidas a determinação do teor de umidade em estufa, onde foram retiradas duas subamostras de 5 gramas de cada parcela, foram pesadas, submetidas à estufa a 105° C por um período de 24 horas (BRASIL, 2009), e após a retirada as mesmas foram pesadas novamente e, dessa forma, o valor da umidade foi calculado, corrigindo a umidade dos grãos para 13%.

Produtividade: a determinação da produtividade foi realizada após a colheita, onde a massa de grãos obtida de cada parcela foi pesada, corrigindo o valor para 13,0% de umidade, e em seguida o peso foi convertido de quilograma por metro quadrado para quilogramas por hectare.

Os dados obtidos com o experimento, foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk e à análise de variância. Quando significativo para cultivar foi realizado teste SNK a 5% de probabilidade e quando significativo para densidade de plantas, foi realizada a análise de regressão polinomial, com o auxílio do software R-Studio.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Em relação à altura de plantas, houve interação significativa das diferentes densidades em algumas avaliações de altura.

Durante a condução do experimento, foram realizadas um total de seis avaliações de altura nas plantas, onde foi possível observar que na primeira, segunda e terceira avaliação de altura, houve diferença significativa entre as cultivares, sendo que a cultivar BMX Zeus apresentou maior altura em relação a cultivar BMX Lança, sendo perceptível em todas as densidades testadas. Na quarta avaliação de altura das plantas, não foi notável nenhuma diferença significativa entre as cultivares independente da densidade; porém na quinta e sexta avaliação, as cultivares apresentaram diferença apenas nas densidades de 17 plantas por metro linear e 20 plantas por metro linear, onde a cultivar BMX lança ultrapassou a BMX Zeus em altura nas respectivas avaliações, representado na tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Médias de altura de plantas das cultivares BMX Lança e BMX Zeus.

	8 plantas m-¹	11 plantas m-¹	14 plantas m-¹	17 plantas m-¹	20 plantas m-¹
			1° avaliação de altura (cm)		
C.Zeus	15,15a	14,67a	14,47a	14,69a	14,62a
C.Lança	12,33b	12,55b	12,63b	13,47b	12,72b
			2° avaliação de altura (cm)		
C. Zeus	24,3a	27,42a	26,66a	26,97a	30,55a
C. Lança	19,71b	20,52b	21,61b	21,67b	22,88b
			3° avaliação de altura (cm)		
C. Zeus	41,3a	50,17a	50,77a	50,32a	55,25a
C. Lança	30,73b	34,77b	35,07b	37,35b	37,02b
			4° avaliação de altura (cm)		
C. Zeus	54,35a*	63,65a*	63,97a*	61,42a*	68,35a*
C. Lança	48,85a*	56,37a*	57,85a*	62,32a*	63,65a*
			5° avaliação de altura (cm)		
C. Zeus	56,5a*	67,25a*	65,72a*	66,25a	69,3a
C. Lança	63,77a*	73,7a*	73,67a*	81,3b	80,63b
			6° avaliação de altura (cm)		
C. Zeus	55,77a*	64,67a*	64,05a*	61,4a	69,3a
C. Lança	66,8a*	77,5a*	76,05a*	81,45b	81,65b

*Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

Na cultivar BMX lança, na terceira avaliação foi identificado um aumento da altura das plantas em relação ao aumento da densidade, até a população de 17 plantas por metro, onde em seguida houve uma sutil diminuição da média de altura (Figura 1 A). Na quarta avaliação das plantas, houve um aumento constante e polinomial da altura das plantas em função do aumento do número de plantas por metro (Figura 1 B). Na quinta avaliação de altura do experimento, foi notado um aumento da altura das plantas proporcional ao aumento da densidade, porém a partir da população de 17 plantas por metro, a média de altura apresentou uma pequena diminuição (Figura 1 C). Na sexta e última avaliação de altura do experimento, foi percebido que a altura das plantas aumentou até a densidade de 11 plantas por metro, em seguida na densidade de 14 plantas por metro houve um decréscimo da altura, e por fim nas densidades de 17 e 20 plantas por metro a altura continuou a subir (Figura 1 D). Todas as avaliações foram melhores representadas pela resposta cúbica na regressão polinomial.

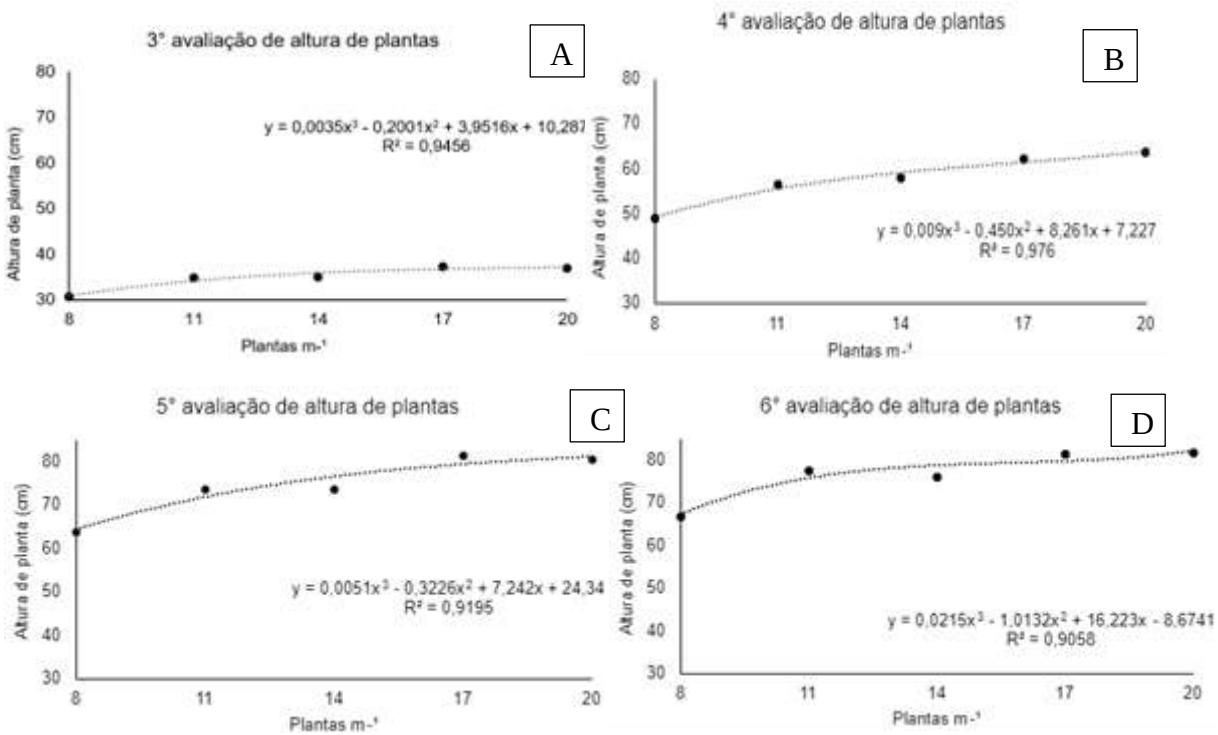


Figura 1 - (A): terceira avaliação de altura de planta da cultivar BMX Lança em função da densidade de semeadura; (B): quarta avaliação de altura de planta da cultivar BMX Lança em função da densidade de semeadura; (C): quinta avaliação de altura de planta da cultivar BMX Lança em função da densidade de semeadura; (D): sexta avaliação de altura de planta da cultivar BMX Lança em função da densidade de semeadura.

Para a cultivar BMX Zeus, em relação ao fator população, também foi identificado diferenças significativas em algumas avaliações. Dessa forma, na segunda avaliação de altura da cultivar, foi visto que a altura aumentou em relação à população até a densidade de 11 plantas por metro, onde em seguida houve uma diminuição da altura na população de 14 plantas por metro, e em seguida a altura voltou a aumentar em relação às densidades de 17 e 20 plantas por metro (Figura 2 A). Na terceira avaliação de altura, foi identificado que a altura das plantas aumentou até a densidade de 14 plantas por metro, em seguida houve uma sutil diminuição da média de altura na densidade de 17 plantas por metro, e, por fim a altura voltou a subir na densidade de 20 plantas por metro (Figura 2 B). Na quarta avaliação de altura das plantas, foi notado que até a densidade de 14 plantas por metro linear a média de altura subiu de forma constante, porém na densidade de 17 plantas por metro houve uma queda na média, e por fim na densidade de 20 plantas por metro a média continuou subindo (Figura 2 C). Na quinta e na sexta avaliação de altura, a média subiu em função da população até a densidade de 11 plantas por metro, em seguida a média decresceu na densidade de 14 plantas por metro, e, por fim a média voltou a subir até as 20 plantas por metro (Figura 2 D e E). Segundo o trabalho de Alba (2021), onde utilizou a cultivar BMX zeus nas populações de 4, 6, 8, 10 e 12 plantas por metro linear, não observou diferenças significativas de altura das plantas entre as populações. Já no trabalho de Mauad (2010) houve diferenças significativas na altura de plantas, aumentando em função da densidade, o autor explica que com o aumento da população, se tem a competição intraespecífica entre as plantas por luz, o que acaba acarretando o estiolamento das plantas.

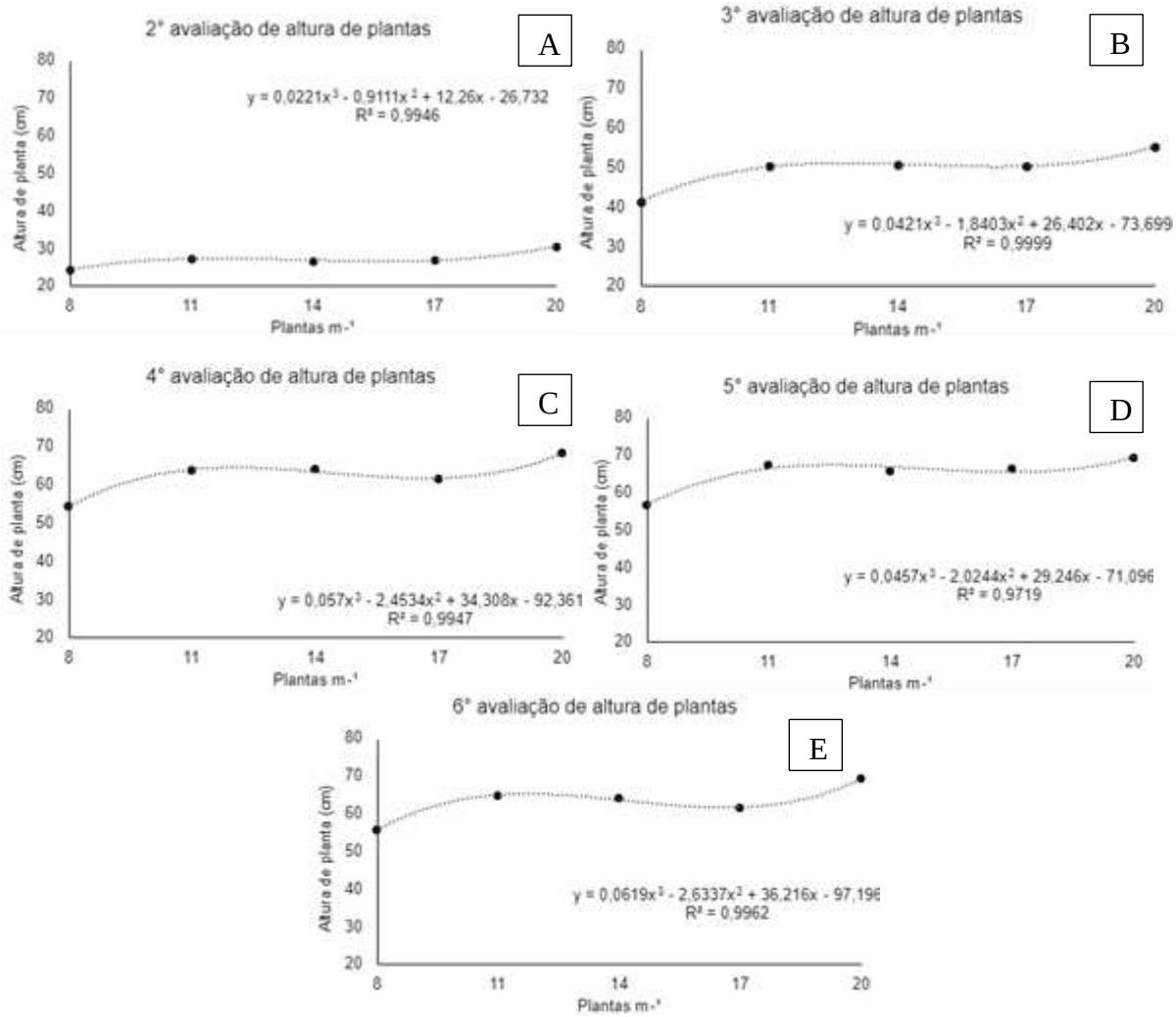


Figura 2 - (A): Segunda avaliação de altura de planta da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura; (B): Terceira avaliação de altura de planta da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura; (C): Quarta avaliação de altura de planta da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura; (D): Quinta avaliação de altura de planta da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura; (E): Sexta avaliação de altura de planta da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura.

Durante a condução do experimento, também foram realizadas 6 avaliações do diâmetro de caule das plantas, tendo sido observado que na primeira, segunda e terceira avaliação de diâmetro, não houve interação significativa entre as cultivares e a densidade de plantas. Sendo assim, na quarta avaliação de diâmetro, foi notado que houve interação entre as cultivares, nas densidades de 14, 17 e 20 plantas por metro linear. Na quinta avaliação de diâmetro de caule, foi constatado interação entre as cultivares nas densidades de 8, 14, 17, 20 plantas por metro linear. Na sexta avaliação de diâmetro, foi percebido que houve interação entre as cultivares em relação a todas as densidades de semeadura com exceção da última de 20 plantas por metro linear (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias de diâmetro de caule das cultivares BMX Lança e BMX Zeus.

	8 p.m-¹	11 p.m-¹	14 p.m-¹	17 p.m-¹	20 p.m-¹
1° avaliação de diâmetro de caule (mm)					
Cultivar Zeus	4,62a*	4,83a*	4,91a*	4,27a*	4,95a*
Cultivar Lança	4,31a*	4,51a*	4,75a*	4,35a*	4,62a*
2° avaliação de diâmetro de caule (mm)					
Cultivar Zeus	6,46a*	6,3a*	6,15a*	5,62a*	6,31a*
Cultivar Lança	5,87a*	6,11a*	6,26a*	6,1a*	6,35a*
3° avaliação de diâmetro de caule (mm)					
Cultivar Zeus	7,76a*	8,4a*	7,38a*	6,86a*	6,83a*
Cultivar Lança	7,41a*	8,25a*	7,2a*	7,11a*	7,66a*
4° avaliação de diâmetro de caule (mm)					
Cultivar Zeus	8,61a*	9,1a*	7,77a	7,61a	7,87a
Cultivar Lança	9,31a*	9,37a*	8,88b	8,68b	8,88b
5° avaliação de diâmetro de caule (mm)					
Cultivar Zeus	8,51a	8,66a*	8,06a	7,65a	7,48a
Cultivar Lança	9,61b	9,21a*	9,21b	8,7b	9b
6° avaliação de diâmetro de caule (mm)					
Cultivar Zeus	8,32a	8,32a	7,65a	7,51a	7,97a*
Cultivar Lança	10,28b	9,62b	9,45b	8,7b	8,3a*

*Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

Em relação às avaliações dos diferentes valores de diâmetro de caule em relação a mudança da densidade de semeadura na cultivar BMX lança, foi possível visualizar que apenas na sexta avaliação houve diferença significativa, onde o diâmetro diminuiu em função do aumento da densidade de plantas de forma constante e linear (Figura 3).

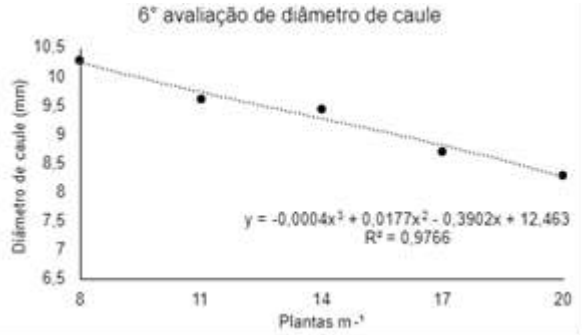


Figura 3 - Sexta avaliação de diâmetro de caule da cultivar BMX Lança em função da densidade de semeadura.

Na avaliação das diferenças de diâmetro em função as diferentes densidades de plantas na cultivar BMX Zeus, foi percebida a significância na terceira, quarta e quinta avaliação de plantas, onde todas apresentaram comportamento semelhante, onde o valor do diâmetro subiu em função do aumento da densidade de plantas até a população de 11 plantas por metro e atingiu seu maior valor, em seguida o valor do diâmetro das plantas foi reduzindo à medida que a densidade de semeadura aumentava (Figura 4). Esse padrão de comportamento pode ser justificado pelo fato de que as plantas tendem ao estiolamento à medida que são submetidas a maiores densidades de semeadura, devido a sua competitividade para absorção de luz solar, água e nutrientes, assim o caule tende a ficar menos espesso (MAUAD et al., 2010).

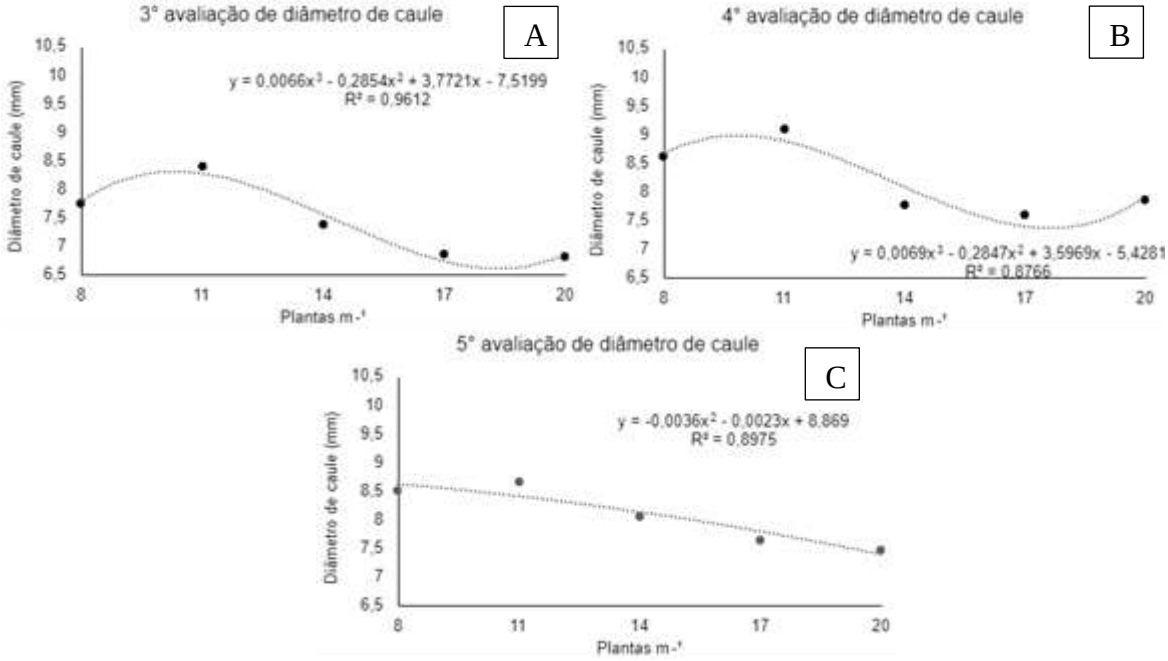


Figura 4 - (A): Terceira avaliação de diâmetro de caule da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura; (B): Quarta avaliação de diâmetro de caule da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura; (C): Quinta avaliação de diâmetro de caule da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura.

Dentre os componentes de rendimento avaliados, sendo estes o número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos e produtividade. Sendo assim, foi avaliado que não houve interação significativa entre as cultivares e as densidades de semeadura, com exceção da massa de mil grãos (PMG), onde o mesmo foi maior para a cultivar BMX Zeus em comparação a BMX lança, sendo demonstrado na Tabela 4. Este comportamento também foi observado no trabalho de Tonatto (2020), que testou as mesmas cultivares deste presente estudo, em diferentes ambientes, e o peso de mil grãos da cultivar BMX Zeus foi significativamente superior ao peso de mil grãos da cultivar BMX Lança.

O número de grãos por vagem não teve diferenças significativas entre as populações, pois este componente está ligado geneticamente a cultivar, não sendo afetado pela densidade populacional, esse comportamento também foi observado no trabalho de Derreti et al. (2022).

Tabela 4: Médias de número de vagem por planta (NVP), número de grão por vagem, peso de mil grãos (PMG), altura de inserção de primeira vagem (IPV), altura de inserção de última vagem (IUV) e produtividade.

Cultivares	**Tratamento** (plantas m-¹)	**NVP** (n)	**NGV** (n)	**PMG** (g)	**IPV** (cm)	**IUV** (cm)	**PROD (kg ha-¹)**
Zeus	8	46,65 a*	2,51 a*	215,72 a	7,45 a	53,85 a	3938,49 a*
Lança		56,27 a*	2,69 a*	160,07 b	13,9 b	65,32 b	3893,36 a*
Zeus	11	36,07 a*	2,48 a*	210,77 a	8,67 a	62,17 a	4781,40 a*
Lança		40,05 a*	2,49 a*	164,80 b	16,47 b	72,22 b	4077,89 a*
Zeus	14	32,02 a*	3,03 a*	214,24 a	8,97 a	59,63 a	4716,46 a*
Lança		37,8 a*	2,38 a*	168,21 b	15,37 b	70,95 b	4384,95 a*

Zeus	17	24,62 a*	2,42 a*	203,57 a	9,32 a	56,9 a	4120,77 a*
Lança		30,12 a*	2,43 a*	165,67 b	17,87 b	70,9 b	4218,19 a*
Zeus	20	27,8 a*	2,38 a*	205,76 a	9,55 a	62,67 a	4889,90 a*
Lança		31,17 a*	2,4 a*	168,5 b	18,4 b	73,72 b	4270,08 a*

*Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

Assim, na avaliação da cultivar BMX lança para o fator população, foi possível identificar que houve diferença significativa em relação ao número de vagens em função da densidade, onde com o aumento da densidade de semeadura houve uma diminuição gradativa do número de vagens por planta (Figura 5 A). Esse comportamento também foi observado no trabalho de Lunkes et al. (2019), que utilizou a cultivar BMX Lança, nas densidades de 18, 27 e 36 plantas por metro, onde teve aumento no número de vagens em função da diminuição da densidade.

Essa interação pode ser justificada pelo fato que em menor densidade de semeadura, há uma maior ramificação do caule das plantas, e consequentemente maior quantidade de vagens; e em contrapartida com o adensamento das plantas, o menor espaço disponível leva a uma menor ramificação do caule e consequentemente um menor número de vagens por planta, pois em maiores densidades há a competição por luz e diminuição de fotoassimilados, dessa forma a planta diminui a quantidade de ramificações (MAUAD et al ., 2010).

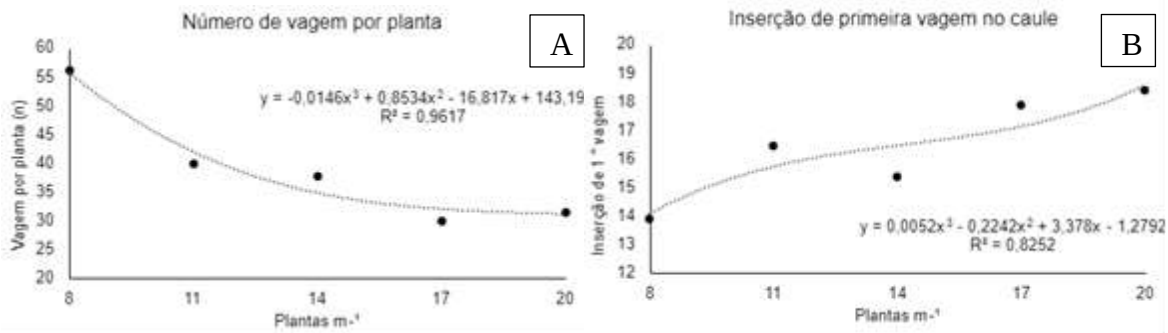


Figura 5 - (A): Número de vagem por planta da cultivar BMX Lança, em função da densidade de semeadura; (B): Avaliação de altura de inserção de primeira vagem da cultivar BMX Lança, em função da densidade de semeadura.

A altura de inserção de primeira vagem apresentou diferença significativa em relação ao aumento da densidade, a qual aumentou a medida em que a densidade das plantas aumentava, sendo explicada pelo fator de competitividade das plantas da cultura que levam ao estiolamento dos caules, sendo este fator de grande importância, por definir a regulagem correta da plataforma colhedora a fim de aumentar a eficiência na colheita (Figura 5 B).

Houve também diferença significativas entre as cultivares para a inserção da primeira e última vagem, onde a cultivar BMX Zeus apresentou menor altura de inserção da primeira vagem, sendo observado também no trabalho de Tonatto (2020), onde a cultivar Zeus apresentou a menor altura de 12,2 cm. De acordo com o mesmo autor, a altura ideal de primeira vagem para diminuir perdas na colheita deve ser superior a 10 cm. No presente trabalho a cultivar BMX Zeus apresentou altura abaixo de 10 cm em todas as densidades testadas, já a altura de inserção da primeira vagem na cultivar Lança foi superior a 10 cm em todas as densidades.

No estudo de Gomes et al. (2017) foi notado o aumento da altura de inserção da primeira vagem das plantas à medida que a densidade subiu, sendo todas superiores aos 10 centímetros, sendo uma medida considerada ideal para menores perdas na colheita mecanizada. No mesmo trabalho, foi visto também que com o aumento da densidade de semeadura houve a redução do

número de galhos por planta. A diminuição de galhos das plantas com o aumento da densidade de semeadura também foi constatada no estudo de Souza et al. (2009) com as cultivares de soja CD213RR e BRS255RR.

A cultivar BMX Zeus quando avaliada, também apresentou interação entre o número de vagens por planta em função do aumento da densidade de semeadura, onde à medida em que a densidade de plantas aumentava, o número de vagens por plantas diminuía, sendo observado esse comportamento até a população de 17 plantas por metro (Figura 6). No trabalho de Alba (2021), utilizando a cultivar BMX Zeus, nas densidades de 4, 6, 8, 10 e 12 plantas por metro, onde houve diferença de 57,52 % de número de vagens por planta, entre a população de 4 e 12 plantas por metro.

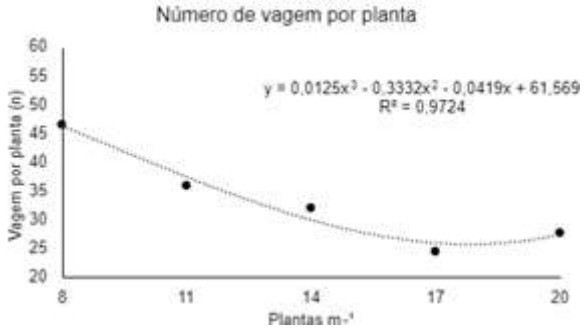


Figura 6 - Número de vagem das plantas da cultivar BMX Zeus, em função da densidade de semeadura.

Para a produtividade não houve diferença significativa entre as cultivares e entre as populações, se diferindo do trabalho de Alba (2021), que utilizou a cultivar BMX Zeus nas densidades de 4, 6, 8, 10 e 12 plantas por metro, onde observou incremento na produtividade de forma linear, com o aumento da densidade de plantas. Já no trabalho de Lunkes et al. (2019), no qual utilizou a cultivar BMX Zeus e BMX Lança, nas densidades de 9, 13 e 18 plantas por metro, não obteve diferenças significativas de produtividade.

CONCLUSÃO

A altura de plantas e diâmetro de caule, variou conforme a densidade de plantas nas cultivares avaliadas.

Dentre os componentes de rendimento a cultivar BMX Zeus apresentou o maior peso de mil grãos. O número de vagens diminuiu em relação ao aumento da densidade na cultivar Lança. A altura de inserção de primeira e última vagem foi maior na cultivar BMX Lança.

Não houve diferenças para o número de grãos por vagem e produtividade em relação a densidade de semeadura e entre as cultivares testadas.

REFERÊNCIAS

ALBA. J. E. D. **População de plantas e produtividade da cultivar de soja BMX ZEUS IPRO®.** 2021. P. 24. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos.

BALBINOTI, A. A; PROCÓPIO, S. O; DEBIASI, H; FRANCHINI, J. C. Densidade de plantas na cultura da soja. Londrina: **Embrapa Soja**, v. 1, n. 364, p. 36, 2015.

BORGES, B. **Comportamento de cultivares de soja em diferentes densidades de semeadura**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal Goiano, Goiás.

BUSANELLO, C.; BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; MENEGOL, D. R. Caracteres agronômicos da cultura da soja submetida a diferentes densidades populacionais na região norte do Rio Grande do Sul. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p 512-515, 2013.

CRUZ, S. C. S; SENA-JUNIOR, D. G.; SANTOS, D. M. A.; LUNEZZO, L. O. MACHADO, C. G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 1, p. 1–6, 2016.

DERETTI, A. F. H.; SANGOI, L.; JUNIOR, M. C. M.; GULARTE, P.BS.; CASTAGNETI, V.; LEOLATO, L. S.; KUNESKI H. F.; SCHERER R. L.; BERKENBROCK J.; DUARTE L.; NUNES M. S. Resposta de cultivares de soja à redução na densidade de plantas no planalto norte catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 21, n. 2, p. 123–136, 2022.

GOMES, H. D. S.; SMIDERLE, O. J.; MENEZES, P.; GIANLUP, V.; MARQUES, C. Características agronômicas na produtividade da soja em diferentes densidades de plantas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA. Fortaleza–CE**. p. 1-4. 2017.

LUNKES, R. H. R.; DALPOSSO, M. A.; MULLER, A. L.; MENEZES, R. V. CERUTTI, G. K. Resposta de três cultivares de soja sob diferentes densidades populacionais. *In:* OLIVEIRA, R. J. **Agricultura em foco: tópicos em manejo, fertilidade do solo e impactos ambientais - volume 3.** Editora Científica Digital, 2020. Cap. 11, p. 132-142.

MUAD, M.; SILVA, T.L.B.; ALMEIDA, A.I. Jr; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian,** v.3, n.9, p.175-181, 2010.

RAMOS JUNIOR, E. U.; RAMOS, E. M.; BULHÕES, C. C. Densidade de plantas nos componentes produtivos e produtividade de cultivares de soja. **Revista de Ciências Agroambientais**, v 2, p. 52-56, 19 mar. 2019.

SILVA, L. F. M. FERREIRA, K. S. Soja: alimento de alta qualidade para ser consumido com moderação. ln: UENF. **Uenfciência**. Rio de Janeiro, 21 fev. 2017. Disponível em: http://uenfciencia.blogspot.com/search?q=soja. Acesso em: 07 set. 2023.

SOUZA, C. A.; GAVA, F.; CASA, R. T.; BOLZAN, J, M.; KUHNEM JUNIOR, P.R. Relação entre densidade de plantas e genótipo de soja roundup readyTM. **Planta Daninha**, v. 28, p. 887-896, 2010.

TONATTO. M. **Potencial de rendimento de cultivares modernos de soja na região sudoeste do paraná.** 2020. 87 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2020.

SECAGEM ESTACIONÁRIA E INTERMITENTE E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DAS SEMENTES DE SOJA

STATIONARY AND INTERMITTENT DRYING AND THEIR INFLUENCE ON SOYBEAN SEED QUALITY

Leonardo José Cantelle Gomes[1]; Thaysa de Farias[2]; Tereza Cristina de Carvalho[3]; Ariadne Waureck[4]

Resumo: A secagem é um processo que requer muitos cuidados, especialmente no controle da temperatura e umidade, que se não controladas podem causar danos irreversíveis as sementes. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de soja em função da temperatura e dos tipos de secadores, estacionário e intermitente, adotados no processo de secagem das sementes. Na condução do trabalho utilizou-se sementes de soja da cultivar intacta M 5705 IPRO. Após a colheita, as sementes passaram pelo processo de recebimento e pré-limpeza, sendo posteriormente submetidas a secagem em secador estacionário e intermitente. Nos secadores as sementes foram submetidas a temperatura da massa de sementes de 32, 35 e 38°C. As amostras de sementes foram submetidas aos testes de germinação, envelhecimento acelerado (vigor), dano mecânico de efeito imediato pelo teste de hipoclorito de sódio e pelo teste de tetrazólio (dano mecânico, umidade, vigor e viabilidade). O delineamento utilizado foi blocos casualizado, em fatorial duplo (2x3), sendo o primeiro fator os tipos de secadores e o segundo fator as temperaturas. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de *Student Newman Keuls's*. Por meio dos dados obtidos, recomenda-se realizar a secagem de sementes de soja em secador estacionário e intermitente em temperaturas de 32 a 38°C sem prejuízos a germinação e ao vigor. As sementes de soja submetidas a secagem em secador estacionário (temperatura 38°C) e intermitente (temperatura 32°C) pode proporcionar danos mecânicos imediatos e latentes as sementes.

Palavras-chaves: *Glycine max*. Secador. Germinação. Vigor. Dano mecânico.

Abstract: Drying is a process that requires a lot of care, especially in controlling temperature and humidity, which if not controlled can cause irreversible damage to the seeds. In this sense, the objective of this work was to evaluate the physical and physiological quality of soybean seeds as a function of temperature and types of dryers, stationary and intermittent, adopted in the seed drying process. In conducting the work, soybean seeds of the intact cultivar M 5705 IPRO were used. After harvesting, the seeds went through the reception and pre-cleaning process, and were subsequently dried in a stationary and intermittent dryer. In the dryers, the seeds were submitted to a seed mass temperature of 32, 35 and 38°C. Seed samples were submitted to germination tests, accelerated aging (vigor), mechanical damage of immediate effect by the sodium hypochlorite test and by the tetrazolium test (mechanical damage, humidity, vigor and viability). The design used was randomized blocks, in a double factorial (2x3), with the first factor being the types of dryers and the second factor being the temperatures. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by *Student Newman Keuls's* test. Based on the data obtained, it is recommended to dry soybean seeds in a stationary and intermittent dryer at temperatures from 32 to 38°C without harming germination and vigor. Soybean seeds subjected to drying in a stationary dryer (temperature 38°C) and intermittent drying (temperature 32°C) can cause immediate and latent mechanical damage to the seeds.

Key-words: *Glycine max.* Dryer. Germination. Vigor. Mechanical damage.

---

[1] Eng.Agr., Ponta Grossa, PR - Brasil, E-mail: leonardocantelle@hotmail.com
[2] Eng.Agr., Castrolanda Cooperativa, Castro, PR - Brasil, E-mail: thaysa@castrolanda.coop.br
[3] Eng.Agr., Professora Pós-Doutora da Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR - Brasil, E-mail: tcdcarva@gmail.com (autor para correspondência).
[4] Eng.Agr., Professora Doutora da Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR - Brasil, E-mail: ariadne.waureck@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

A cultura de soja é um dos principais produtos agrícolas em virtude da sua ampla utilização na alimentação animal e humana (SHEA *et al.*, 2020). Para a instalação de um campo de produção de soja é necessário a semeadura de sementes de alta qualidade (MARCOS-FILHO, 2015), que para serem produzidas de forma a manter a qualidade, deve-se adotar várias medidas de monitoramento do setor produtivo.

O processo de produção de sementes de soja inclui etapas específicas do campo à comercialização. Esses procedimentos envolvem todas as etapas do processo produtivo, levando em consideração: etapa de campo, colheita, recebimento, secagem, processamento, armazenamento, transporte e comercialização (FRANÇA NETO *et al*., 2016). Justamente devido a baixa qualidade das sementes ocasionar problemas para comercialização, podendo ocasionar reprovação de lotes e até mesmo campos de produção de soja (MATTIONI *et al*., 2011).

Deste modo, as etapas pós-colheita são de extrema importância para garantir a manutenção da qualidade das sementes colhidas; dentre essas etapas a secagem se destaca como de vital importância (ULLMANN *et al*., 2015). Para estocagem e comercialização de produtos agrícolas é necessário reduzir a quantidade de água do material e consequentemente sua atividade biológica; a secagem surge, então, como o processo mais utilizado para prolongar sua vida útil, por garantir estabilidade durante a armazenagem (SANTOS *et al*., 2013).

A maturidade fisiológica é o estádio ideal para se realizar a colheita em sementes, mas nesse estádio as sementes de soja apresentarem teores de água próximo de 50%. Assim, as sementes ficam no campo, esperando atingir o teor de água adequado para a colheita. Nesse período podem ocorrer situações adversas para as sementes que afetam sua qualidade fisiológica, sendo necessário realizar a colheita tão logo apresentem teor de água que permita a sua efetivação (AVELAR *et al*., 2011).

O método artificial é o mais usado para secar sementes, e neste método pode ser utilizado secador estacionário e de fluxo contínuo (contínuo e intermitente) (PESKE *et al*., 2012).

Durante a secagem, atenção deve ser dada à temperatura do ar, pois as sementes se mantêm em contato com o ar até que estejam secas. Depois de um período de tempo, a temperatura das sementes muitas vezes é igual à temperatura do ar seco (BOTELHO *et al*., 2015). Segundo Peske *et al*. (2012), quando a umidade relativa for superior a 40,0%, a temperatura não necessita ser elevada até níveis que danifiquem a qualidade fisiológica das sementes, o que aconteceria acima de 43,0°C, no método de secagem estacionário.

No método intermitente, as sementes são passadas por ar quente em intervalos regulares mais frequentes. Neste método, as sementes são movimentadas várias vezes pelo sistema de secagem, o que pode causar sérios problemas em sementes vulneráveis a danos mecânicos, como a soja. O método de secagem com ar quente forçado, é um método para fornecer a capacidade máxima de secagem, mas deve-se tomar cuidado para evitar danos mecânicos durante o movimento da semente. Para secadores que utilizam ar quente forçado, recomenda-se utilizar uma temperatura mais baixa no início e no final da secagem para evitar choque térmico. No final da secagem, recomenda-se o uso de ar forçado sem aquecimento para uniformizar a umidade da semente (PESKE *et al*., 2012).

Segundo ULLMANN *et al*. (2015) as sementes com teor de água elevado apresentam altas taxas de atividade respiratória, o que ocasiona o consumo antecipado de reservas provocando um desgaste fisiológico que, por sua vez, ocasionará baixos índices de germinação e vigor.

Os principais danos promovidos pela secagem são oriundos da elevação da temperatura do ar, para reduzir o teor de água da semente mais rapidamente. Diante disso, devido a grande

diferença de teor de água entre os arredores e o centro das sementes, e a formação de um gradiente de pressão alto, ocorre uma desordem no metabolismo e estrutura. Entretanto, muitas vezes os distúrbios causados na semente por causa do aumento da temperatura no decorrer do processo de secagem são revelados apenas no armazenamento. Segundo Ullmann *et al*. (2015) o aumento da temperatura do ar de secagem promove diminuição dos valores de germinação, emergência e vigor.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de soja em função da temperatura e dos tipos de secadores, estacionário e intermitente, adotados no processo de secagem das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Unidade de Beneficiamento de Sementes e analisado no Laboratório de Análises de Sementes da Castrolanda Cooperativa Agroindustrial Ltda. Foram utilizadas sementes de soja (*Glycine max*), da cultivar M5705 IPRO, produzidas da Fazenda Pau de Vinho, localizada na cidade de Arapoti, estado do Paraná, safra 2018/2019.

No processo de secagem foram utilizados dois tipos de secadores (estacionário e intermitente) e três temperaturas (32°C, 35°C e 38°C).

Durante cada processo de secagem, foram coletadas quatro amostras de aproximadamente um quilo. A primeira amostra coletada antes de iniciar a secagem, a segunda e a terceira durante o processo de secagem e a quarta amostra após finalizar a secagem. As amostras foram coletadas com um calador no orifício lateral do secador, que é específico para esta finalidade.

As amostras de sementes foram submetidas as análises de qualidade física e fisiológica da semente, pelos testes abaixo descritos:

Teste de Germinação

O umedecimento do substrato foi realizado com água em pH entre 6,0 a 7,5 e o volume de água utilizado foi de duas a três vezes o peso do substrato seco. A montagem do ensaio de germinação foi realizada com as sementes provenientes da amostra de trabalho de sementes puras. Após a montagem do ensaio os rolos foram para o germinador com temperatura controlada e ficaram lá até serem avaliados. Para cada tratamento, o ensaio de germinação foi instalado com 8 repetições de 50 sementes. As avaliações foram realizadas aos cinco dias, após o início do teste, sendo consideradas germinadas todas as sementes que apresentarem plântulas normais (BRASIL, 2009).

Teste de Envelhecimento Acelerado

Para instalação do teste foram utilizados caixas do tipo gerbox com tela em aço inox adaptado, devidamente limpas. Foi adicionado 40ml de água na caixa gerbox e colocado 200 sementes sobre a tela de modo que não ocorresse a sobreposição delas. As caixas gerbox foram levadas para a incubadora de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de modo que a água não molhasse a tela onde as sementes estavam distribuídas. As sementes permaneceram na incubadora por 48 horas em temperatura de 41°C. Após este período na incubadora, as caixas gerbox foram retiradas e realizada a semeadura conforme metodologia do teste de germinação. No germinador as sementes ficaram expostas a temperatura de 25°C até a primeira contagem (5 dias) (KRZYZANOWSKI *et al*., 1999).

Teste de Tetrazólio

O ensaio foi realizado com 4 subamostras de 50 sementes provenientes da amostra de trabalho de sementes puras, totalizando 200 sementes de acordo com metodologia proposta por FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI (2018).

O pré-acondicionamento das sementes foi realizado a temperatura de 25°C mais 2°C, durante 16 horas. Após o pré-acondicionamento, as sementes foram colocadas em copos plásticos, sendo totalmente imersas em solução de tetrazólio 0,075%, a 35 a 40°C por 2,5 a 3 horas. As sementes foram classificadas em três categorias, alto vigor (classificadas de 1 a 3), viabilidade (classificadas de 1 a 5), e não viáveis (classificadas de 6 a 8).

Teste de Hipoclorito de sódio

Utilizou-se 100 sementes, para cada repetição. As sementes foram colocadas em copinhos de plásticos, emergindo-as totalmente na solução de hipoclorito de sódio. Após 10 minutos foram retiradas as sementes da solução e colocadas em papel toalha para a realização da avaliação, e a contagem das sementes que ficaram intumescidas "embebidas" em cada repetição. Os resultados foram expressos em porcentagem por meio da média entre as repetições de cada tratamento das sementes danificadas (KRZYZANOWSKI *et al*., 2004).

Delineamento experimental e análise estatística

Na realização do procedimento estatístico, fez-se a adoção de Delineamento Blocos Casualizado (DBC), em fatorial duplo (2x3), sendo o primeiro fator os tipos de secadores estacionário e intermitente e o segundo fator as temperaturas adotadas durante a secagem (32°C, 35°C e 38°C), para cada tratamento utilizou-se quatro. As médias foram comparadas pelo teste de *Student Newman Keuls's* (SNK) a $p \leq 0,05$. Quando houve interação das temperaturas de secagem em cada secador, realizou-se a análise de regressão. A análise estatística foi realizada por meio do programa R Studio (R CORE TEAM, 2020; RSTUDIO TEAM, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A secagem nas temperaturas de 32, 35 e 38°C para os secadores estacionário e intermitente, não apresentaram variações na germinação, ou seja, a qualidade das sementes foi similar estatisticamente nas temperaturas estudadas. Porém se comparar os resultados do secador estacionário com o intermitente entre as temperaturas, pode se comprovar que o porcentual de germinação no secador estacionário foi maior que do intermitente (Tabela 1).

Hartmann Filho *et al*. (2016) relataram que durante o processo de secagem de sementes de soja, a partir do momento que a temperatura do ar aumenta a qualidade fisiológica das sementes começa a ser afetada, ocorrendo a diminuição do porcentual de germinação. Menezes *et al*. (2012) observaram que durante o processo de secagem de sementes de arroz, à medida que aumentou a temperatura do ar consequentemente reduziu o potencial fisiológico das sementes. A partir do trabalho de Hartmann Filho *et al*. (2016) e Menezes *et al*. (2012), pode-se observar que com o aumento da temperatura do ar de secagem ocorreu uma diminuição no porcentual germinativo das sementes tanto no secador estacionário quanto no intermitente.

Por meio dos resultados de germinação, verificou-se que a germinação das sementes permaneceu acima dos padrões mínimos para comercialização de sementes no Brasil, que é de 80% (BRASIL, 2009). O porcentual de germinação das sementes mostrou que os secadores não afetam o potencial fisiológico das sementes.

O porcentual de vigor pelo teste de envelhecimento acelerado não apresentou alterações significativas nas temperaturas de 32, 35 e 38°C nos secadores estacionário e intermitente (Tabela 1). Porém no experimento de Menezes *et al*. (2012), foi constatado que durante o processo de secagem de sementes de arroz à medida que a temperatura do ar aumentou, o potencial fisiológico das sementes reduziu.

Tabela 1 – Porcentagem média de germinação e vigor de sementes de soja *Glycine max* após o processo de secagem em secador estacionário e intermitente, operando com temperaturas de 32, 35 e 38°C.

Secador	Germinação (%)		
	32°C	35°C	38°C
Estacionário	94 a	92 a	92 a
Intermitente	93 b	90 b	90 b
CV (%)		1,6	
Equação da Regressão		y = 104,96 – 0,38x	
R^2		0,83	
		Vigor (%)	
Estacionário	88^{ns}	89	89
Intermitente	89	87	89
CV (%)		1,7	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de *Student-Newman-Keuls's* (SNK) a $p \leq 0,05$.

O vigor de envelhecimento acelerado tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes aumenta consideravelmente através da sua exposição em níveis muitos adversos de temperatura e umidade relativa.

Verifica-se pelos dados apresentados na Tabela 1 que tanto o secador estacionário quanto intermitente causa danos mecânicos de efeito imediato na semente, independente da temperatura do ar durante a secagem. Se comparar o porcentual de dano mecânico por secador, pode-se verificar que o processo de secagem realizado em um secador estacionário o dano mecânico na semente é maior quando a temperatura do ar está em 38°C, e no processo de secagem intermitente o dano mecânico é maior quando a temperatura do ar está em 32°C. Esta situação ocorre, pois quando a temperatura do ar está menor, a semente vai demorar mais tempo para reduzir o teor de água. Dessa forma, o tempo de secagem será maior e devido a isso ocorrerá maior movimentação da semente dentro secador até que ela atinja o teor de água adequado.

Na metodologia do teste de hipoclorito de sódio, o nível máximo de danos mecânicos de efeito imediato, que é tolerado sem trazer grandes prejuízos a qualidade das sementes de soja é de 10% (KRZYZANOWSKI, 2004). De acordo com os resultados da Tabela 2, o porcentual de dano mecânico ficou abaixo de 10%, porém os resultados deste trabalho são apenas do processo de secagem e posterior a ele tem o processo de beneficiamento que contém vários outros equipamentos capazes de causar maiores danos mecânicos as sementes.

O padrão interno de qualidade para o porcentual de dano mecânico estabelecido pela empresa onde foi realizado o experimento é inferior a 5%, este padrão é bastante exigente e seguido pela unidade de beneficiamento de sementes onde os equipamentos utilizados no processo de beneficiamento são adequados para reduzir ao máximo este porcentual.

Para a variável do dano mecânico (classe de sementes 1-5), verificou-se que o processo de secagem realizado no secador estacionário onde não há movimentação das sementes ao aumentar a temperatura do ar o dano mecânico diminui. Para o secador intermitente o dano mecânico não teve alterações entre as temperaturas de secagem.

No secador estacionário nas temperaturas de 32, 35°C ocorreu um elevado índice de dano mecânico latente. Apesar do secador estacionário ter ocasionado maiores danos mecânicos as sementes em função do secador intermitente, este tipo de dano ainda faz com que as sementes

permaneçam viáveis, pois são danos leves e não afetam seu potencial fisiológico (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

Tabela 2 – Porcentagem média de dano mecânico de sementes de soja *Glycine max* avaliado pelo teste de hipoclorito de sódio após o processo de secagem em secador estacionário e intermitente, operando com temperaturas de 32, 35 e 38°C.

Secador	Danos mecânicos de efeito imediato (%)		
	32°C	35°C	38°C
Estacionário	4,6 b	6,3 a	7,0 a
Intermitente	7,9 a	5,7 a	5,8 a
CV (%)		25,2	
	Dano mecânico (classe de sementes 1-5, %)		
Estacionário	11,3 a	6,3 a	4,3 a
Intermitente	4,0 b	3,5 b	3,3 b
CV (%)		54	
Equação da Regressão		y = 28,02 – 0,65x	
R^2		0,94	
	Dano mecânico (Classe de sementes 6-8, %)		
Estacionário	$3,3^{ns}$	5	4,5
Intermitente	3	4,3	4,8
CV (%)		37,6	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de *Student-Newman-Keuls's* (SNK) a p≤0,05

Conforme os resultados de dano mecânico (classe de sementes 1-5) desse trabalho, foi possível identificar que o equipamento de secagem estacionário causou maior dano mecânico latente na temperatura de 32°C. Devido aos resultados obtidos nesse trabalho, entendemos que quanto maior a temperatura do ar de secagem menor o índice de dano mecânico em secador estacionário e intermitente.

Para o secador estacionário o porcentual de dano mecânico (classe de sementes 6-8) aumentou conforme a temperatura reduziu. A temperatura do ar de secagem em 35 e 38°C ocasionou maior porcentual de dano mecânico, ou seja, maior porcentual de sementes inviáveis. Para o secador intermitente o porcentual de dano mecânico latente foi baixo independente da temperatura de secagem.

Peske *et al*. (2012) comprovaram que a ocorrência de danos mecânicos em secador estacionário é maior que no secador intermitente pelo fato de que a camada de semente mais próxima da entrada de ar é a que sofre a super secagem, enquanto se processa a secagem nas camadas mais distantes.

Diante dos resultados obtidos, o processo de secagem em secador estacionário pode causar maiores danos mecânicos para as sementes de soja em temperaturas menores. Para causar menos danos mecânicos, conforme os resultados apresentados deve-se realizar o processo de secagem em secadores estacionários em temperaturas de 38°C e secadores intermitentes em temperaturas de 32 a 38°C.

O dano por umidade ocorre após a maturidade fisiológica devido a ciclos intermitentes de alta e baixa umidade antes da colheita, devido a ocorrência de chuvas frequentes ou as alterações diárias de alta e baixa umidade relativa do ar (LORINI, 2016).

No processo de secagem estacionário quando aconteceu uma elevação na temperatura do ar o índice de dano por umidade (classe de sementes 1-5) diminuiu. Já para o secador intermitente ocorreu o inverso à medida que aumentou a temperatura de secagem aumentou o índice de dano por umidade (Tabela 3).

Os danos de umidade têm origem no campo, proveniente de oscilações da umidade, principalmente quando associadas à altas temperaturas, provocando o enrugamento das sementes, ocasionado por sucessivas hidratações de desidratações das sementes (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

Tabela 3 – Porcentagem média de dano por umidade de sementes de soja *Glycine max* avaliado pelo teste de tetrazólio após o processo de secagem em secador estacionário e intermitente, operando com temperaturas de 32, 35 e 38°C.

Secador	Dano umidade (Classe de sementes 1-5, %)		
	32°C	35°C	38°C
Estacionário	34,8^{ns}	35	33
Intermitente	36	33	40,5
CV (%)	13,5		
	Dano por umidade (classe de sementes 6-8, %)		
Estacionário	1,5 b	2,0 b	2,0 b
Intermitente	2,5 a	4,3 a	2,5 a
CV (%)	57,3		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de *Student-Newman-Keuls's* (SNK) a p≤0,05.

O dano de umidade (classe de sementes 6-8) foi significativa para o tipo de secador. Para o secador estacionário não houve alterações significativas do porcentual de dano entre as temperaturas, o dano foi baixo independente da temperatura do ar. Para o secador intermitente nas temperaturas de 32 e 38°C o porcentual de dano foi igual, já na temperatura de 35°C ocorreu um aumento de dano por umidade.

A Tabela 4 apresenta os resultados de vigor obtidos através do teste de tetrazólio em sementes de soja após o processo de secagem. No secador estacionário na temperatura de 32, 35 e 38°C o vigor foi considerado muito alto, médio e alto respectivamente. Para o secador intermitente não teve altas variações no porcentual de vigor entre as temperaturas, porém na temperatura de 35°C para os dois tipos de secadores o vigor foi inferior aos demais.

Tabela 4 – Porcentagem média de vigor de sementes de soja *Glycine max* avaliado pelo teste de tetrazólio após o processo de secagem em secador estacionário e intermitente, operando com temperaturas de 32, 35 e 38°C.

Secador	Vigor pelo Teste de Tetrazólio (%)		
	32°C	35°C	38°C
Estacionário	90^{ns}	83	85
Intermitente	86	84	86
CV (%)		4,2	

NS = Não significativo. Não houve diferenças significativas pelo teste de *Student-Newman-Keuls's* (SNK) a p≤0,05 para temperatura e para os secadores (estacionário e intermitente).

Segundo França Neto e Krzyzanowski (2018) o vigor é classificado em níveis de baixo até muito alto, sendo o vigor muito alto igual ou superior a 90%, vigor alto entre 85 a 89%, vigor médio entre 75 a 84% e vigor muito baixo igual ou inferior a 74%.

A Tabela 5 apresenta os resultados do porcentual de viabilidade obtidos através do teste de tetrazólio em sementes de soja após o processo de secagem. Os resultados apresentados afirmam que conforme aumenta a temperatura do ar de secagem o percentual de viabilidade diminui para os dois tipos de secadores.

Tabela 5 – Porcentagem média de viabilidade de sementes de soja *Glycine max* avaliado pelo teste de tetrazólio após o processo de secagem em secador estacionário e intermitente, operando com temperaturas de 32, 35 e 38°C.

Secador	Viabilidade pelo Teste de Tetrazólio (%)		
	32°C	35°C	38°C
Estacionário	95^{ns}	91	91
Intermitente	92	90	91
CV (%)	2,2		
Equação da Regressão	$y = 352,39 – 14,53x +0,20x^2$		
R^2	0,99		

ns = Não significativo. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de *Student-Newman-Keuls's* (SNK) a $p \leq 0,05$.

Segundo Garcia (2004) em secador contínuo as sementes se mantem em constante movimento no interior do secador fazendo com que a massa de sementes atinja altas temperaturas, ficando expostas aos danos térmicos, podendo causar perda de viabilidade e vigor. Isso pode explicar os menores índices de viabilidade no secador intermitente, onde ocorre a movimentação das sementes e a oscilação da temperatura é maior que o secador estacionário.

Os resultados de viabilidade pelo teste de tetrazólio, mostraram que as temperaturas altas prejudicaram a viabilidade das sementes, pois conforme a temperatura aumentou o percentual de viabilidade reduziu, porém, França Neto e Krzyzanowski (2018) determinam que o índice de viabilidade acima de 90% é considerado muito alto.

CONCLUSÕES

Recomenda-se realizar a secagem de sementes de soja em secador estacionário e intermitente em temperaturas de 32 a 38°C sem prejuízos a germinação e ao vigor.

As sementes de soja submetidas a secagem em secador estacionário (temperatura de 38°C) e intermitente (temperatura de 32°C) pode proporcionar danos mecânicos imediatos e latentes as sementes.

REFERÊNCIAS

AVELAR, S. A. G.; LEVIEN, A. M.; PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; BAUDET, L. Secagem Estacionária de Sementes de Soja com ar desumidificado por resfriamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3 p. 454 - 462, 2011.

BOTELHO, F. M; GRANELLA, S. J.; BOTELHO, S. C. C.; GARCIA, T. R. B. Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. **Revista Engenharia na Agricultura**. v. 23, n. 3, p. 212-219, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes.** Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, MAPA/ACS, 2009.398p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia de produção de semente de soja de alta qualidade.** 1. Ed. Londrina: Embrapa, 2016. 84 p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. 406. ed. Londrina: Embrapa, 2018. 109 p.

GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004.

HARTMANN FILHO, C. P.; GONELI, A. L. D; MASETTO, T. E.; MARTINS, E. A. S.; OBA, G. C.; Temperaturas de secagem e armazenamento de sementes no crescimento de plântulas de soja. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 4, p. 287-295, 2016.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Teste de envelhecimento acelerado. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P. **Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja.** Londrina: Embrapa, 2004. 4p. (Circular Técnica, 37).

LORINI, I. (Ed.). **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil - safra 2014/15**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 190 p. il. color. (Embrapa Soja. Documentos, 378).

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

MATTIONI, N.M.; SCHUCH, L.O.B.; VILLELA, F.A. Variabilidade espacial da produtividade e da qualidade das sementes de soja em um campo de produção. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n.4, p.608-615, 2011.

MENEZES, N. L.; PASQUALLI, L. L.; BARBIERI, A. P. P.; VIDAL, M. D.; CONCEIÇÃO, G. M. Temperaturas de secagem na integridade física, qualidade fisiológica e composição química de sementes de arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, p. 430-436, 2012.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes:** Fundamentos científicos e tecnológicos. 3ª edição. Pelotas: Editora rua Pelotas, 2012. 573p.

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

RSTUDIO TEAM (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL http://www.rstudio.com/.

SANTOS, D. da C.; QUEIROZ, A.J.de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de.; OLIVEIRA, E. N. A. Cinética de secagem de farinha de grãos residuais de urucum. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.17, n.2, p.223–231, 2013.

SHEA, Z.; SINGER, W.M.; HANG, B. Soybean production, versatility, and improvement. **Legume Crops**, Cap.3, p.2-23, 2020.

ULMANN, R.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H.; OLIVEIRA, D. E. C. de.; COSTA, L. M. Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de ar. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.19, n.1, p.64–69, 2015.

REVISTA CIENTÍFICA RURAL
ISSN: 1413-8263 2525-6912
Revista Técnico-Científica
EDIURCAMP
urcamp

DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CEVADA COM BIOATIVADOR EM CONDIÇÕES DE RESTRIÇÃO HÍDRICA

Daniel William Vendramin[1]; Aline Bezerra de Sousa[2]; Ariadne Waureck[3], Juliana Scarpim Bueno Veiga[4]

[1] Especialista em Produção e Tecnologia de Sementes, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Ponta Grossa – PR, daniel.agro88@hotmail.com; [2] Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável, Juazeiro do Norte, CE, alinelaugh@gmail.com; [3] Pós Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, ariadne.waureck@hotmail.com; [4] Especialista em Produção e Tecnologia de Sementes, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Ponta Grossa – PR, ju_sbueno@hotmail.com

RESUMO: O tratamento de sementes é uma prática que permite proteção a plântula ao ataque de pragas e doenças, com alguns casos em ação na fisiologia das sementes. Objetivou-se avaliar o efeito do tiametoxam no desempenho fisiológico das sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.) com e sem restrição hídrica. O trabalho foi conduzido no laboratório de sementes da CESCAGE-PR. As sementes do cultivar BRS Cauê foram submetidas ao tratamento com o bioativador (tiametoxam) sob doses de 0, 50, 100, 150 e 200 mL para 100 kg de sementes com e sem restrição hídrica. As variáveis analisadas foram: germinação, 1ª contagem de germinação, envelhecimento acelerado, comprimento de raiz, comprimento da parte aérea e comprimento total de plântula. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4 (com e sem restrição hídrica x doses de bioativador) com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. O tiametoxam demonstrou ação positiva no desenvolvimento das plântulas, sendo a dose de 200 mL para 100 Kg de sementes a que resultou melhor desempenho fisiológico das plântulas.

Palavras-chave: inseticida, neonicotinoides, tiametoxam, tratamento de sementes.

PHYSILOGICAL PERFORMANCE OF BARLEY SEEDS WITH BIOACTIVATORS ON CONDICTIONS OF WATER RESTRICTION

ABSTRACT: The seed treatment is a practice which allow in the plant protect about impediment of disease and insect, in some cases it has been occurred action on the

seed physiology. The aim was to evaluate the thiamethoxam on physiological performance of barley seeds (Hordeum vulgare L.) The study was conducted at the laboratory of seeds at CESCAGE-PR. The seeds of the cultivar BRS Cauê were subjected to the treatment with the bioativador (tiametoxam) over doses 0, 50, 100, 150 and 200 mL per 100 kg of seeds in the condition with and without water restriction. The analyzed variables were: germination, first germination, accelerated aging test, shoot length, root length and total seedling length. The experimental design was completely randomized in a 2 x 4 factorial scheme (with and without water restriction x bioactivators dosages) with four replications. The data were followed by analysis of variance and the average and regression. Thiamethoxam demonstrated positive action on seedling length development, being that dosages of 200 mL per 100 Kg of seeds result on better seedling physiological performance.

Keywords: insecticide, neonicotinoids, thiamethoxam, seed treatment.

INTRODUÇÃO

A cevada é uma cultura de uso múltiplo servindo como base alimentar para animais e humanos (PONTES et al., 2015). Para a indústria cervejeira adquirir um malte de excelência é importante que a semente de cevada tenha condições favoráveis para a necessária qualidade, sendo fundamental a escolha de cultivares propícias da região de cultivo, uma vez que esta cultura apresenta grande diversidade genética (FERREIRA et al., 2016). Portanto, para o sucesso da produção deve obter sementes de excelente potencial fisiológico que envolve seu constante monitoramento desde a pré-colheita até o tratamento de sementes.

De importância tecnológica, o tratamento de semente é uma operação que tem como princípio a redução da transmissão de patógenos, utilizando como componentes de proteção: fungicidas e inseticidas que também podem auxiliar na uniformidade da germinação, permitindo melhor produtividade e, facilidade na distribuição de semeadura (MESQUITA et al., 2017).

Um dos agentes externos sujeitos a limitar o desempenho fisiológico das sementes está direcionado a disponibilidade de água. A este respeito, a restrição hídrica compromete o estímulo das reações químicas preponderantes a fase inicial de germinação que refletem no tempo de germinação e no estande final da cultura, sendo que a semente deve ter um mínimo de hidratação para que o processo fisiológico

ocorra (STEINER et al., 2017). Em vista disto, o nível de estresse abiótico como a falta de água leva a produção de radicais livres que em alta produção são tóxicas para as plantas (DEUNER et al., 2011).

Aliado a isto, por sua vez têm-se inferido que alguns inseticidas de ação sistêmica do grupo dos Neonicotinoides que além de conferir espectro protetor ao ataque de insetos, podem propiciar certos efeitos fisiológicos capazes de modificar o metabolismo, auxiliando tanto no crescimento inicial quanto no desenvolvimento das plântulas (CATANEO et al., 2010; FORD et al., 2010).

Neste contexto, o tiametoxam é um inseticida pertencente à segunda geração dos neonicotinoides comumente mais utilizado na agricultura. Possui como fórmula [3-(2-cloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-5-methyl-1,3,5-oxadiazinan-4-ylidene (nitro)amina] que atua nos receptores nicotínicos da acetilcolina dos insetos (MAIENFISCH et al., 2001). Por sua constituição tem permitido apresentar propriedades como bioativador, fator esse que em meio a estresse ativam determinadas reações fisiológicas como algumas expressões de proteínas capazes de atuar na transcrição do DNA da planta alterando a expressão gênica e nutrição mineral. Particularmente estas proteínas interagem com vários mecanismos de defesa de estresses da planta que tendem a conferir maior resistência a condições adversas, tais como secas, baixo pH, alta salinidade de solo, radicais livres, estresses por temperatura altas, efeitos tóxicos de níveis elevados de alumínio e ataques de patógenos considerado como substância orgânica modificadora do crescimento (MAIENFISCH et al., 2001; CATANEO et al., 2010).

Algumas pesquisas mostram que o tiametoxam aplicado nas sementes pode envolver os caracteres fisiológicos em ações que levam sua eficiência como molécula moderadora de caráter modificador do crescimento, que por ocasião de sua disponibilidade é atribuída ao aumento da expressão do vigor, maior acumulação de fitomassa, maior desenvolvimento de plântula e contra estresse abiótico. Além disso, é dimensionado como fitotônico o que propicia estabelecer em condições favoráveis para os atributos fisiológicos (ALMEIDA et al., 2014a).

As sementes quando inseridas no campo estão expostas a fatores externos de estresse, como restrição hídrica que podem acarretar negativamente na sua plena

expressão genética, e que quando tratadas com determinados defensivos agrícolas possam induzir a planta na tolerância a esses fatores de estresse (FORD et al., 2010). Portanto, o estudo teve como objetivo avaliar o efeito da ação do bioativador (tiametoxam) no desempenho fisiológico das sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.) com e sem restrição hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de sementes do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE em Ponta Grossa-PR.

Para o estudo utilizou-se sementes de cevada cultivar BRS Cauê produzidas na safra 2018 em Ponta Grossa-PR. O produto comercial aplicado sobre as sementes foi o inseticida Tiametoxam do grupo químico dos Neonicotinoides, contendo 350 g L^{-1} de ingrediente ativo. O produto foi aplicado em doses crescentes, correspondendo a cinco tratamentos: 0 (controle); 50, 100, 150 e 200 mL para 100 Kg de sementes.

Adotou-se como procedimento do tratamento de sementes pela preparação de uma solução de calda (produto + água destilada). O volume de calda aplicado foi de 500 mL para 100 Kg de sementes. O tratamento controle recebeu somente a água destilada. Manualmente com auxílio de uma pipeta graduada cada dose foi dispersa no fundo de um saco plástico transparente, seguida pela agitação das sementes até a total homogeneização com a calda, como descrito por (ALMEIDA et al. 2012).

As sementes de cevada foram submetidas às seguintes avaliações:

Porcentagem de germinação: Proveniente de cada tratamento as sementes foram alocadas sob duas folhas de papéis de germinação (germitest) com quatro repetições. O papel germitest foi umedecido em água esterilizada equivalente a 2,5 a massa do papel. Quanto à restrição hídrica foi estipulada a metade de água aplicada em virtude da massa do papel. Os rolos de papel foram mantidos em germinador a 20 ºC. Avaliou-se a contagem de germinação aos 5 e 7 dias após semeadura, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação: Realizada simultaneamente com o teste de germinação, consistindo do registro do número de plântulas normais estabelecido

no quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Envelhecimento acelerado: Conduzida em caixas plásticas transparentes (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) contendo 40 mL de água no fundo de cada compartimento. No seu interior as sementes foram dispostas em camada uniforme sob uma bandeja de tela de alumínio. O teste procedeu em câmara de germinação do tipo BOD por um período de exposição a 42 ºC por 48h. Decorrido o tempo as sementes foram condicionadas ao teste de germinação contendo 50 sementes para cada tratamento. A avaliação da germinação consistiu ao 7º dia após a semeadura, determinadas pelo número de plântulas normais (NAKAGAWA, 1999).

Comprimento da plântula: Adotou-se como medida avaliativa amostras de 15 sementes para cada tratamento, semeadas sobre uma linha traçada no terço superior da folha de papel. Com auxílio de uma régua milimétrica determinou-se o comprimento da parte aérea (região do colo até o ápice da folha) e o comprimento radicular por base do colo da raiz até sua extremidade (ponta da raiz principal). A medição foi efetuada ao 7º dia após semeadura. Os valores foram expressos em cm por plântula (NAKAGAWA, 1999).

O delineamento experimental utilizado nas avaliações das sementes foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (com e sem restrição hídrica x doses do produto) com quatro repetições de cada tratamento. Os dados foram seguidos pela análise de variância pelo teste F, e as médias quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e regressão polinomial com auxílio do programa R Studio.

RESULTADOS

Na Tabela 1 de acordo com as respectivas características agronômicas apresentadas pelas análises de variância, verificou-se que não responderam em efeito significativo entre as doses do inseticida sob fatores com e sem restrição hídrica, em relação à viabilidade e vigor das sementes, dadas pela (germinação, 1ª contagem de germinação) sendo que no envelhecimento acelerado somente houve diferenciação

Submetido 17/09/2021. Aceito 16/12/2022. DOI: https://doi.org/10.29327/246831.25.1-13

quanto à restrição hídrica. No entanto, as variáveis do comprimento da plântula (parte aérea, de raiz e total) houve presença significativa para as doses do bioativador (tiametoxam).

Em função disto, em relação às variáveis analisadas pode ser notado que sem a presença do tiametoxam, apresentava as sementes com boa qualidade fisiológica. Ao analisar as sementes que receberam o bioativador não se registrou efeito promissor daquelas sementes não tratadas tanto na condição sem como em estado de restrição hídrica. Em partes, isto pode ser verificado ao desdobramento das significativas análises.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características agronômicas: Germinação (G), primeira contagem (1ªG); envelhecimento acelerado (EA), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento da plântula (CP) de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.) em função de diferentes doses de bioativador sob com e sem restrição hídrica.

Table 1. Summary of analysis of variance for the agronomic characteristic: Germination (G); First count (1ªG); accelerated aging (EA); shoot length (CPA); root length (CR); seedling length (CP) as a function of barley seeds (Hordeum vulgare L.) with and without water restriction.

		Quadrados médios					
Fator de Variação	GL	G	1ªG	EA	CPA	CR	CP
Dose (D)	4	5,525^{ns}	10,315^{ns}	34,79^{ns}	4,918*	25,620*	46,991*
Rest. Hídrica (RH)	1	4,225^{ns}	13,225^{ns}	828,10*	1,325*	16,335^{ns}	26,966^{ns}
(D) * (RH)	4	6,600^{ns}	21,537^{ns}	14,79^{ns}	7,956*	6,380^{ns}	17,074^{ns}
Resíduo	30	2,741	9,358	10,32	1,310	5,763	7,373
Total	39	-	-	-	-	-	-
CV (%)		1,75	3,35	3,8	12,7	20,2	13,01

* significativo a nível de 5% de probabilidade, ns: não significativo.

A respeito da variável germinação, (Tabela 2) pode ser observado que não houve interação dos fatores (com e sem restrição hídrica) indicando que o efeito do tratamento químico não difere entre as condições de disponibilidade hídrica. Fato também não ocorrido em diferença significativa para as doses estipuladas.

De maneira similar ao que foi apresentado no teste de germinação, neste estudo pode-se observar que o teste de 1ª contagem de germinação (Tabela 2) seguiu o mesmo comportamento, sendo que não se presenciou em nível de significância para a interação sem e com restrição hídrica em função das doses do bioativador.

Tabela 2. Resultados médios do teste de germinação (G%) e de 1ª contagem de Germinação (CG%) em sementes de cevada (*Hordeum Vulgare* L.) em condições com e sem restrição hídrica em função do biativador tiametoxam.

Table 2. Mean values of germination test (G%) and first count (CG%) on barley seeds (Hordeum vulgare L.) for condition with and without restriction as a function of bioactivator tiametoxam.

	G (%)				
	Doses (mL/100 kg sementes)				
Restrição Hídrica	0	50	100	150	200
Com	93 ns	95 ns	97 ns	96 ns	96 ns
Sem	94	95	93	95	95
Média	95,0				
CV (%)	1,75				
	1ª CG (%)				
	Doses (mL/100 kg sementes)				
Restrição Hídrica	0	50	100	150	200
Com	91 ns	93 ns	94 ns	91 ns	91 ns
Sem	93	89	91	88	94
Média	93,0				
CV (%)	3,35				

ns: não significativo a 5% de probabilidade no teste de Tukey.

Na Tabela 3 é possível notar que o envelhecimento acelerado embora não se tenha observado influência pelas doses, houve significância para as variáveis (sem e com restrição hídrica). O bioativador ocasionou maior resistência de perda deteriorativa, além de ter assegurado a expressividade do vigor das sementes sob fator de estresse hídrico. Oportunamente, embora o teste de envelhecimento acelerado ocasionado pela penetração do produto possa causar dano à semente, o mesmo não resultou em efeito fitotóxico.

Tabela 3**.** Resultados médios do envelhecimento acelerado (%) sob condição sem e com restrição hídrica (CRH) de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.) em função das doses do bioativador tiametoxam.

Table 3. Mean values of accelerated aging (%) under condition with and without restriction (CRH) on barley seeds (Hordeum vulgare L.) as a function of doses of bioactivator tiametoxam.

	EA (%)
Restrição Hídrica	
Com	89 a
Sem	80 b
CV (%)	3,8

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Para o comprimento de raiz (Figura 1) não foi presenciado interação entre os fatores com e sem restrição hídrica. Porém, observa-se que as sementes quando tratadas com o bioativador mostraram tendência gradativa de aumento de raiz em

razão das doses do produto, sendo que com 200 mL houve melhor comprimento de raiz.

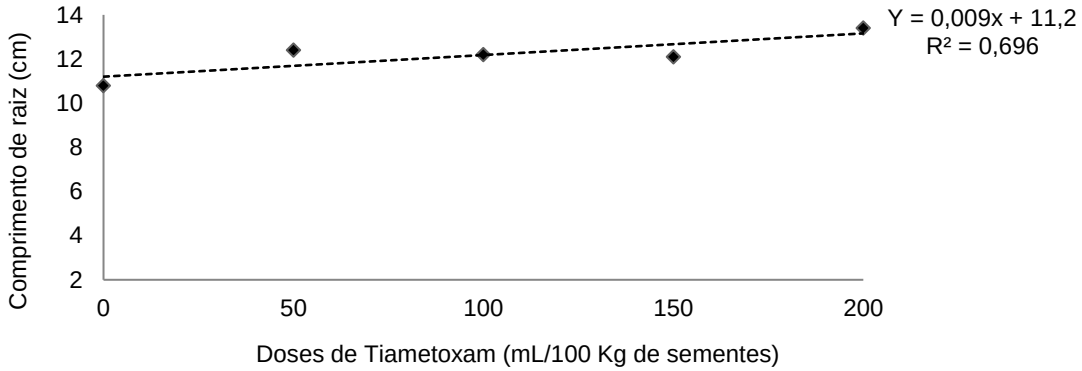


Figura 1. Resultados médios (cm) do teste de comprimento de raiz de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.) em função das doses de bioativador tiametoxam.
Figure 1. Mean values (cm) root length test the barley seeds (Hordeum vulgare L.) as a function of bioactivator tiametoxam.

A respeito da variável parte aérea (Figura 2) é possível inferir que à medida que se aumentou as doses, houve um provável acréscimo no comprimento foliar, sendo que ocorreu efeito de interação nos fatores estudados. Sem restrição hídrica, presenciou-se aumento linear do comprimento da plântula de cevada em função das doses do bioativador.

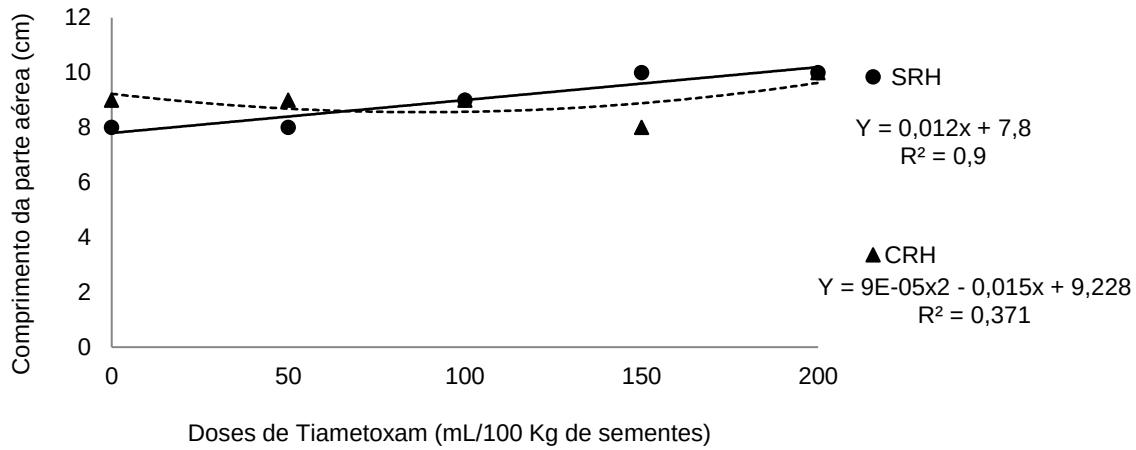


Figura 2**.** Resultados médios (cm) do teste de comprimento da parte aérea de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.) proveniente sem restrição hídrica (SRH) e com restrição hídrica (CRH) em função das doses de bioativador tiametoxam.
Figure 2. Mean values (cm) shoot length test the barley seeds (Hordeum vulgare L.) as a function of bioactivator tiametoxam.

Para o comprimento total de plântula (Figura 3) pode-se notar que embora não tenha ocorrido interação significativa pelas variáveis (com e sem estresse hídrico), a

Submetido 17/09/2021. Aceito 16/12/2022. DOI: https://doi.org/10.29327/246831.25.1-13

análise de regressão indica que houve diferença entre as doses do produto, ou seja, o inseticida teve sutilmente uma tendência em elevar o crescimento da plântula em virtude da dose aplicada, sendo a dose de 200 mL para 100 Kg de semente a que resultou em maior comprimento de plântula de cevada.

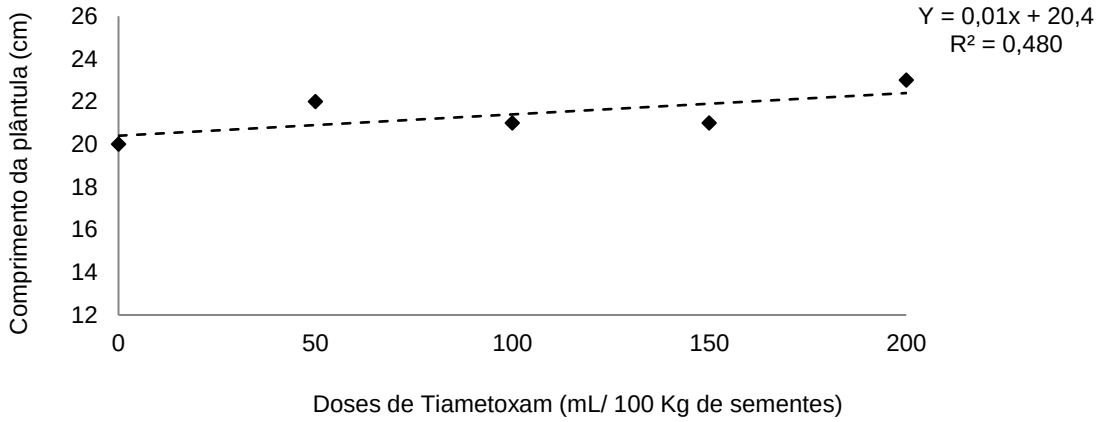


Figura 3. Resultados médios (cm) do comprimento da plântula de cevada (*Hordeum vulgare* L.) em função das doses do bioativador tiametoxam.
Figure 3. Mean values (cm) the total seedling length of barley seeds (Hordeum vulgare L.) as a function of bioactivator tiametoxam.

DISCUSSÃO

Em contrapartida ao resultado obtido da germinação do presente trabalho, Almeida et al. (2012) em cevada cultivar MN 610 e MN 713 obtiveram acréscimo germinativo com 150 mL para 100 Kg de sementes. Propriamente os mesmos autores salientam que o tiametoxam pode agir sob efeito positivo na capacidade de ocorrer melhor expressão e uniformidade germinativa além de prover na rápida emergência de sementes, já no estudo em arroz Almeida et al. (2014a) constataram alta taxa de germinação com 100 mL para 100 Kg de sementes.

O desempenho das sementes quando tratadas sob restrição hídrica podem não ter tido efeito expressivo uma vez que essas estavam com boa qualidade fisiológica. A respeito disso, alguns estudos têm associado o tiametoxam em circunstância positiva na germinação sob efeito de estresse. Esse fator como explicam Almeida et al. (2014a) em condições anormais tanto ambiental como fisiológico na presença de baixo vigor, as sementes respondem melhor aos efeito do inseticida havendo

Submetido 17/09/2021. Aceito 16/12/2022. DOI: https://doi.org/10.29327/246831.25.1-13

acréscimo na germinação por razão de suas propriedades bioquímicas amenizar o estresse.

O inseticida tem a capacidade de potencializar a emergência, decrescendo a situação da intensidade de estresse (SOARES et al., 2014). O efeito positivo do inseticida foi condicionado também em soja por Cataneo et al. (2010) e feijão por Almeida et al. (2014b).

Segundo Maienfisch et al. (2001) os bioativadores são substâncias orgânicas que respondem na expressão genética, na síntese de proteínas e no metabolismo enzimático. Em adição a este fato é que isso ocorre em medida de proteção da planta, razão que em estado de estresse o metabolismo desencadeia espécies de reações de oxigênio, fato que em níveis elevados podem levar em toxidez na planta, ao passo que o tiametoxam acaba reduzindo esse processo (DAN et al., 2013). Desta maneira, é importante ressaltar que quanto maior for o nível de estresse o tiametoxam age mais na indução de enzimas protetoras da planta, em função disto, ocorre maior eficiência na redução do estresse (SHARMA et al., 2012).

As atividades enzimáticas envolvidas no processo de germinação são dependentes da absorção de água pela semente (MARCOS FILHO, 2015). Assim, acrescenta-se que mesmo estando à cevada em estado estressante por falta de água foi compensado na regulação fisiológica pela intercessão do bioativador, já que um dos agentes externos que pode restringir o desempenho fisiológico das sementes está direcionado a disponibilidade de água, sendo que a primeira fase da germinação é a embebição, etapa onde ocorre a reativação do metabolismo e desencadeando todos os processos fisiológicos ao desenvolvimento da planta (MARCOS FILHO, 2015).

No presente estudo, a propriedade molecular do tiametoxam foi insuficiente ao estímulo na elevação do vigor seja em estado sem ou com estresse hídrico, presente pelo teste de 1ª contagem (Tabela 2). Porém, com a aplicação da restrição hídrica pode ter havido as sementes de cevada superado o estado estressante.

Todavia, a tolerância a fatores de estresse está diretamente ligada com a atividade de enzimas antioxidantes (SHARMA et al., 2012). Juntamente por estas enzimas favorecidas pela aplicação do produto exógeno, o vigor expresso pelo desempenho germinativo como referem Tunes et al. (2010) que em estado de

Submetido 17/09/2021. Aceito 16/12/2022. DOI: https://doi.org/10.29327/246831.25.1-13

estresse algumas isoenzimas, além de função antioxidante na planta, respondem na oxidação de aminoácidos suprindo energia para o ciclo de Krebs, sobressaindo na rápida emergência, ao passo que esse efeito reflete em melhor fechamento de estande.

Por sua vez, alguns autores relatam que o tiametoxam tem sido atribuído em incremento da expressão do vigor, razão que impulsionam a taxa germinativa e melhoram o desenvolvimento inicial. Efeito semelhante foram verificados por Soares et al. (2012) os quais relatam que em arroz com baixo vigor houve incremento de vigor das sementes, tal qual é correspondido na rápida germinação. Assim como afirmam Cataneo et al. (2010) que a aplicação do tiametoxam correlacionado com o aumento da peroxidase envolve maior expressão de germinação e ganho de vigor em virtude do estresse por saturação salínica e alumínica.

Porém para que o produto tenha sua ação positiva na semente é importante adequar à dosagem sem que ocorra toxidez para a planta, sendo assim tal processo pode alavancar em perdas de capacidade de hidrólise e mobilização de reserva, ocasionando em menor taxa germinativa (MARCOS FILHO, 2015). De modo geral, as respostas da ação do inseticida sob a planta dependem do fator de estresse, da espécie e vigor das sementes, inclusive da dose do produto a ser aplicado (SERAGUZI et al., 2018).

Em relação aos resultados apresentados do envelhecimento acelerado (Tabela 3), o alcance da menor deterioração dado pelo estresse hídrico aplicado, possivelmente foi ocasionado como Cataneo et al. (2010) mencionam que o tiametoxam está ligado a ativação de defesa da planta atuando na redução do estresse abiótico. Na cultura do feijão conforme Almeida et al. (2014b) foi caracterizado esse fenômeno. Tais resultados assemelham-se como os encontrados no estudo de Almeida et al. (2012) com trigo e cevada em redução da deterioração das sementes, ou seja, esses efeitos podem ser explicado por Almeida et al. (2014a) e Soares et al. (2014) por ocasião em que o tiametoxam bioquimicamente demonstrar efeito benéfico, as quais, pode ser retratado em virtude da ação do ingrediente ativo sistematicamente ocorrer dentro da planta, a fim de agir como agente agônico

Submetido 17/09/2021. Aceito 16/12/2022. DOI: https://doi.org/10.29327/246831.25.1-13

estimulando a atividade enzimática, sobretudo as que estão envolvidas em fatores contra fenômenos de estresses.

Certamente, o teste de envelhecimento acelerado expressa o nível de deterioração (perda da integridade das membranas) da semente, responsáveis pela rápida perda de viabilidade e vigor. Neste caso a estabilidade do vigor se pressa pela organização das atividades enzimáticas, uma vez que em descontrole as causam modificações nas membranas celulares sob efeito de alteração, o que leva a desorganização da atividade respiratória, ou seja, resulta na redução da qualidade fisiológica. Todavia, sementes que possuem alto vigor tendem a superar o estresse mantendo elevada viabilidade (MARCOS FILHO, 2015).

Percebeu-se que ao aplicar o tiametoxam satisfatoriamente foi respondida no crescimento de raiz (Figura 1). Tal fato pode ser justificado, pois o bioativador tiametoxam pode responder em estímulo no alongamento da raiz, e em razão deste efeito potencializar a capacidade de assimilação de nutrientes (ALMEIDA et al. 2014a). Alguns trabalhos tem relacionado o bioativador como fator positivo no crescimento de raiz como verificados por Almeida et al. (2012) em cevada e trigo, assim sendo no referido estudo de Almeida et al. (2014b) com feijão comum, que se presenciou aumento do crescimento radicular em meio a estresse por umidade. Presenciado também no trabalho de Soares et al. (2012) em incremento do sistema radicular para sementes de arroz de baixo vigor. Afifi et al. (2015) discorrem que o tiametoxam influencia na sinalização do ácido giberélico e inibição a síntese de ABA, favorecendo posteriormente em maior enraizamento.

A ação positiva presenciada pelo tiametoxam em cevada (Figura 2) nos condiz dizer que a parte aérea da plântula pode-se ser estimulada pelo inseticida. Em consonância com o presente estudo da cevada, justamente, Soares et al. (2012) analisaram na cultura do arroz que o tiametoxam foi capaz de atribuir em ganho de comprimento foliar, assim como, Almeida et al. (2012) também constataram em trigo e cevada cultivar MN 610 e MN 713 ação positiva do bioativador. Em outras culturas como soja relatadas por Cataneo et al. (2010) foram observadas relação positiva da ação do inseticida sob o desempenho da parte aérea.

Submetido 17/09/2021. Aceito 16/12/2022. DOI: https://doi.org/10.29327/246831.25.1-13

A avaliação do comprimento de plântula (Figura 3) nos proporcionou levar em consideração que o efeito do tiametoxam pode de certa forma beneficiar a plântula quanto ao seu crescimento. Esse estímulo pode ser caracterizado em razão que a estrutura molecular do tiametoxam possuir alta solubilidade em água (4,1 g/L a 25 ºC e baixo coeficiente de partição (log Kow de - 0,13 em pH de 6,8) facilitando a sua penetração pelas raízes e possuindo uma rápida translocação pelos tecidos da planta (JESCHKE et al., 2011). Visto que o alongamento do sistema radicular imposta pela aplicação do tiametoxam pode consistir no aumento da absorção dos nutrientes pela planta (SERAGUZZI et al., 2018). Já Horii e Shetty (2007) citam que o tiametoxam pode agir na rota metabólica da pentose fosfato, auxiliando na hidrólise de reservas e fornecendo maior energia para o desenvolvimento da plântula, garantindo assim uma plântula com arranque inicial mais acentuado.

Sendo assim, os resultados nos indicam que o tiametoxam pode funcionar como bioativador, ou seja, proporciona um aprimoramento na fisiologia da plântula, circunstância que pode elevar seu potencial uso (ALMEIDA et al., 2014a).

CONCLUSÕES

O bioativador não exerce influência sobre a germinação de sementes de cevada.

A atividade do tiametoxam propicia estímulo ao desenvolvimento inicial da plântula. A dose de 200 mL/100 Kg de sementes demonstra ser mais promissora em melhorar o desempenho das plântulas.

REFERÊNCIAS

AFIFI, M.; LEE, E.; LUKENS, L.; SWANTON, C. Maize (*Zea mays*) seeds can detect above-ground weeds; Thiamethoxam alters the view. **Pest Management Science**, v. 71, n. 9, p. 1335-1345, 2015. DOI: https://doi.org/10.1002/ps.3936.

ALMEIDA, A. S.; DEUNER, C.; BORGES, C. T.; MENEGHELLO, G. E.; JAUER, A.; VILLELA, F. A. Treatment of rice seeds with thiamethoxam: reflections on physiological

performance. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 4, p. 458-464, 2014(a). DOI: https://doi.org/10.1590/2317-1545v36n4980

ALMEIDA, A. S.; LAUXEN, L. R.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E.; TILLMANN, M. A. Physiological performance of wheat and barley seeds treated with bioactivator, **American Journal of Experimental Agriculture**, v. 2, n. 1 p. 90–101, 2012. DOI: 10.9734/AJEA/2012/685

ALMEIDA, A. S.; VILLELA, F. A.; MENEGUELLO, G. E. DEUNER, C.; TUNES, L. M.; ZIMMER, P. D.; JAUER, A. Physiological performance of common bean seeds treated with bioactivador with and without moisture restriction. **American Journal of Plant Science**, v. 5, n. 26, p. 3769-3776, 2014(b). DOI: 10.4236/ajps.2014.526394

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.

CATANEO, A. C.; FERREIRA, L. C.; CARVALHO, J. C.; ANDRÉO-SOUZA, Y.; CORNIANI, N. MISCHAN, M.M.; NUNES, J.C. Improved germination of soybean seed treated with thiamethoxam under drought conditions. **Seed Science and Technology**, v. 38, p. 248-251, 2010. DOI: 10.15258/sst.2010.38.1.27

DAN, L. G. M.; BRACCINI, A. L.; BARROSO, A. L. L.; DAN, H. A.; PICCININ, G. G.; VERONIAK, J. M. Physiological potential of soybean seeds treated with thiamethoxam and submitted to storage. **Agricultural Sciences**, v. 4, n. 11, p. 19-25, 2013. DOI: 10.4236/as.2013.411A003

DEUNER, C.; MAIA, M. S.; DEUNER, S.; ALMEIDA, A. S.; MENEGHELLO, G. E. Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipos de feijão-miúdo submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 711-720, 2011.

FERREIRA, J. R.; PEREIRA, J. F.; TURCHETTO, C.; MINELLA, E.; CONSOLI, L.; DELATORRE, C. A. Assessment of genetic diversity in Brazilian Barley using SSR Markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 39, n. 1, p. 86-96, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2015-0148

FORD, K. A.; CASIDA, J. E.; CHANDRAN, D.; GULEVICH, A. G., OKRENT, R. A.; DURKIN, K. A.; SARPONG, R.; BUNNELLE, E. M.; WILDERMUTH, M. C.

Neonicotinoid insecticides induce salicylate-associated plant defense responses. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 41, p. 17527-17532, 2010. DOI: 10.1073/pnas.1013020107

HORII, A. M. P.; SHETTY, K. Enhancement of seed vigour following insecticide and phenolic elicitor treatment. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 3, p. 623-632, 2007. DOI: 10.1016/j.biortech.2006.02.028

JESCHKE, P.; NAUEN, R.; SCHINDLER, M.; ELBERT, A. Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 59, n. 7, p. 2897-2908, 2011. DOI: https://doi.org/10.1021/jf101303g

MAIENFISCH, P.; ANGST, M.; BRANDL, F.; FISCHER, W.; HOFER, D.; KAYSER, H.; KOBEL, W.; RINDLISBACHER, A.; SENN, R.; STEINEMANN, A.; WIDMER, H. Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. **Pest Manage Scient**, v. 57, p. 906-913, 2001. DOI: 10.1002/ps.365

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina, PR: ABRATES, 2015. 659p.

MESQUITA, F. S.; COIADO, L. R.; FREITAS, A. S. de.; REIS, C. R.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R. M. Tratamento de sementes de feijoeiro-comum com fungicida, inseticida e promotores de crescimento. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 15, n. 2, p.769-776, 2017. DOI: http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v15i2.3139.g3322

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999, cap.2, p.1-24.

PONTES, A. P.; SOUZA, R. de.; GRANADA, C. E.; PASSAGLIA, L. M. P. Screening of plant growth promoting bacteria associated with barley plants (Hordeum vulgare L.) cultivated in South Brazil. **Biota Neotropica**, v. 15, n.2, p. 20140105, 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1676-06032015010514

SERAGUZI, E. F.; QUEIROZ REGO, C. H.; CARDOSO, F. B.; CÂNDIDO, A. C. S.; ALVES, C. Z. Physiological quality of *Brachiaria brizantha* seeds treated with fungicide and insecticide. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 3, p. 651-656, 2018. DOI: 10.1590/1983-21252018v31n313rc

SHARMA, P.; JHA, A. B.; DUBEY, R. S.; PESSARAKLI, M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and Antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. **Journal of Botany**, v. 1, n. 1, p. 26, 2012. DOI: https://doi.org/10.1155/2012/217037

SOARES, V. N, TILLMANN, A. A.; MOURA, A. B.; ZANATTA, Z. G. C. N. Physiological potential of rice seeds treated with rhizobacteria or the insecticide thiamethoxam. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4, p. 563-572, 2012. DOI: https://doi.org/10.1590/S0101-31222012000400006

SOARES, V. N.; RADKE, A. K.; TILLMANN, M. A.; MOURA, BITTENCOURT, A.; SCHUCH, L. O. B. Physiological performance of rice seeds treated with thiamethoxam or rhizobacteria under different temperatures. **Journal of Seed Science**, v. 36, p. 186-193, 2014. DOI: https://doi.org/10.1590/2317-1545v32n2925

STEINER, F.; ZUFFO, A. M.; ZOZ, T.; ZOZ, A.; ZOZ, J. Drought tolerance of wheat and black oat crops at early stages of seedling growth. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 576-586, 2017. DOI: https://doi.org/10.19084/RCA16118

TUNES, L. M.; PEDROSO, D. C.; MENEGHELLO, G. E.; CASTRO, M. A. S.; BARROS, A. C. S. A.; BADINELLI, P. G.; MUNIZ, M. F. B. Perfil enzimático em sementes de cevada em resposta a diferentes concentrações salinas. **Interciência**, v. 35, n. 5, p. 369-373, 2010.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA DURANTE O BENEFICIAMENTO

EVALUATION OF PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOY SEEDS DURING BENEFICIENCY

ALEXANDRE GABRIEL ANANIAS[1]; DIEGO KACHINSKI NESSEL[2]; JULIANA SCARPIM BUENO VEIGA[3]; ARIADNE WAURECK[4]

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos danos mecânicos e fisiológicos que ocorreram nas etapas de colheita e no beneficiamento de sementes de soja cultivar TMG 7067 IPRO. Os tratamentos consistiram nos pontos de coleta, que foram retirados nas fases de colheita mecânica e durante o beneficiamento (moegas, pré limpeza, secador, silos ventiláveis, pós limpeza, separador espiral, padronizador de tamanho, mesa densimétrica e ensaque). As sementes coletadas foram submetidas aos testes de germinação, vigor e análise do teor de água em laboratório, o dano mecânico foi analisado via teste de hipoclorito de sódio. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com doze pontos de coleta com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Verificou se diferenças significativas em relação ao teor de água. Sementes que foram coletadas na maquina colhedora, obtiveram maiores porcentagens de germinação Para ovigor das sementes, as maiores porcentagem de plântulas normais encontradas foram obtidas após o processo de secagem e após as sementes passarem pelo padronizador de tamanho (6,5 mm). O teor de água ao longo das etapas de beneficiamento tende a diminuir, em virtude da manutenção da qualidade fisiológica. A germinação das sementes é diretamente afetada pelos impactos causados pelos processos de beneficiamento. O beneficiamento tem menor expressão em sementes de maiores tamanhos.

PALAVRAS-CHAVE: GERMINAÇÃO, VIGOR, DANO MECÂNICO.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effect of mechanical and physiological damages that occurred in the harvesting stages and on soybean cultivar TMG 7067 IPRO. The treatments consisted of the collection points, which were removed during the mechanical harvesting phases and during the processing (hoppers, pre-cleaning, dryer, ventilable silos, post-cleaning, spiral separator, size standardizer, densimetric table and bagging). The seeds were submitted to germination, vigor and water content analysis in the

[1] Pós graduando do curso Latu Sensu em Produção e Tecnologia de Sementes, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, Paraná, Brasil, 84031-420. E-mail: alexandre.ananias@live.com.
[2] Pós graduando do curso Latu Sensu em Produção e Tecnologia de Sementes, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: diego.nessel@frisia.coop.br.
[3] Pós graduando do curso Latu Sensu em Produção e Tecnologia de Sementes, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: ju_sbueno@hotmail.com.
[4] Docente, Departamento de Agronomia, Centro de Ensino superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: ariadne.waureck@cescage.edu.br

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

laboratory. Mechanical damage was analyzed by sodium hypochlorite test. The experimental design was completely randomized with twelve collection points with four replications, and the means compared by Tukey test at 5% probability. Significant differences in water content were found. Seeds that were collected in the harvester machine had higher germination percentages. For seed vigor, the highest percentage of normal seedlings found were obtained after the drying process and after the seeds passed the size standardizer (6.5 mm). The water content throughout the beneficiation stages tends to decrease due to the maintenance of physiological quality. Seed germination is directly affected by the impacts caused by beneficiation processes. Beneficiation has less expression in larger seeds.

KEYWORDS: GERMINATION, VIGOR, MECHANICAL DAMAGE.

1 INTRODUÇÃO

A soja foi responsável pela formação de uma complexa estrutura de produção, armazenamento, processamento e comercialização em todos os países onde é cultivada em grande escala (REZENDE; CARVALHO, 2007).

No Brasil, segundo maior produtor mundial de soja, a média de produtividade na safra 2018/2019 alcançou 3.193 kg ha $^{-1}$. No Paraná, segundo maior produtor nacional, a média foi de 3.769 kg ha $^{-1}$, alcançando 36.235,6 kg ha $^{-1}$ (CONAB, 2019).

O sucesso da lavoura de soja depende de diversos fatores como os bióticos e abióticos, fatores climáticos, adubação, etc., mas sem dúvida, o mais importante deles é a utilização de sementes de elevada qualidade, que geram plantas de alta vigor, que terão desempenho superior no campo (FRANÇA-NETO et al. 2016).

As sementes atingem o seu máximo potencial fisiológico na maturidade, isso por que cessa o acumulo de matéria seca e é nesse estádio que elas possuem o máximo de potencial de germinação e vigor. Quando se desligam da planta mãe, tem se o início da deterioração ainda dentro da vagem, consequência de estarem expostas a possíveis condições ambientais desfavoráveis (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

As condições que afetam a velocidade e intensidade de deterioração podem ser as climáticas, como o estresse tanto por deficiência quanto por excesso de precipitações pluviais, colheita antecipada, os métodos de colheita as quais causam injúrias mecânicas quando as colhedoras estão com regulagem inadequada, o beneficiamento e durante armazenamento. (MARCOS-FILHO, 2015).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2010) essas injurias são principalmente causadas pela mecanização agrícola, sendo praticamente inevitáveis. Ainda com os mesmos autores, as fontes de injúrias mecânicas podem ser na máquina de semeadura, na máquina de colheita (no momento de separa-las de vagem, espigas, etc.), durante o beneficiamento onde são submetidas a elevadores e a quedas sucessivas de variadas alturas e durante o armazenamento.

No caso de sementes de soja, estas possuem características que podem propiciar a incidência de injúrias, isto porque as partes vitais constituintes do eixo embrionário estão protegidas por um tegumento com pouca espessura (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

A semente fica suscetível aos danos mecânicos e latentes na colheita, principalmente no momento da trilha. Nesta etapa a ação da trilha entre o cilindro e o côncavo aumenta a intensidade de impacto em que as sementes são submetidas.

Outra variável que pode interferir na gravidade em que essas sementes sofrerão danos está diretamente ligada ao seu teor de água. Dessa forma na medida em que as sementes começam a apresentar umidades inferiores a 12-14% poderão sofrer danos por quebramento e acima de 16-18% danos por amassamento, sendo que a umidade ideal para que a intensidade da injúria mecânica seja mínima é entre 14-16% (CARVALHO; NAKAGAWA 2012). Pinto et al. (2012), concluem que a pressão de impacto e o teor de água de sementes de soja, estão diretamente ligados a intensidade de danos mecânicos, e que neste caso o local de impacto tem grande influencia.

No beneficiamento a remoção de impurezas e materiais indesejáveis e a separação por forma e tamanho contribuem para o desempenho fisiológico (MARCOS-FILHO, 2015).

Dentre os fatores que podem afetar a qualidade fisiológica das sementes, tem-se a temperatura e a umidade. Destes a umidade tem maior significância se mantida em condições ideias, onde sementes com baixos teores de água somados a temperaturas controladas, a incidência de microrganismos e efeitos de respiração, serão minimizados (SMANIOTTO et al. 2014)

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência da colheita e do beneficiamento no parâmetro fisiológico de sementes de soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no município de Tibagi, localizado na região dos Campos Gerais do estado do Paraná, na safra 2017/18. Com as coordenadas de localização do campo de produção, S 24º 44’ 32,0’’ W 50º 30’ 48,0’’. A cultivar escolhida foi a TMG 7067 IPRO. A população de plantas final foi de nove plantas por metro linear. A semeadura foi realizada de forma mecanizada no dia 08/01/2018, lembrando que houve uma concessão pela ADAPAR (Agência de Defesa Agropecuária do Paraná), neste ano agrícola, para semeaduras de soja, até a data de 14/01/2018, para o estado do Paraná.

A condução e tratos culturais deste campo de produção de sementes foram baseados nas recomendações técnicas para a cultura. A colheita procedeu se no dia 04/05/2018 e as sementes foram encaminhadas para a unidade de beneficiamento de sementes da Frísia cooperativa agroindustrial, localizada em Tibagi/PR para beneficiamento. A colheita mecânica do material foi realizada com uma colhedora John Deere, modelo S670, axial. A regulagem de trabalho era de 400 RPM de velocidade do rotor/trilhador e com velocidade de deslocamento de 4 km h^{-1}.

O teor de água das sementes, coletado no momento da colheita, estava em 14,7%. O procedimento de coleta de amostras foi realizado de forma a abranger todo o processo de produção desde a colheita até o ensaque. Cada ponto de coleta foi considerado um tratamento, sendo que para cada tratamento foi coletado quatro amostras e cada amostra era composta de um quilograma. Os tratamentos, bem como os respectivos pontos de coleta constam no quadro 1.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com doze pontos de coleta com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

probabilidade. As análises das sementes foram realizadas no laboratório da APASEM (Associação Paranaense dos Produtores de Sementes e Mudas), localizado no município de Ponta Grossa/PR. No laboratório foram realizadas as seguintes avaliações/determinações: Teor de água, testes de germinação e teste de vigor. O teste para avaliação do dano mecânico (teste de hipoclorito) foi realizado conforme recomendação das descrições da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), na unidade de beneficiamento de sementes.

Quadro 1: Tratamentos e utilizados no experimento durante o beneficiamento de sementes.

Tratamento	Descrição
T1	No graneleiro da máquina colhedora.
T2	Após tubo descarga (rosca) da máquina colhedora.
T3	Após tubo de descarga (rosca) do graneleiro transbordo.
T4	Após descarga na moega de recepção.
T5	Após máquina de pré limpeza.
T6	Após secagem (secador intermitente).
T7	Após armazenagem (silos ventiláveis).
T8	Após máquina de pós limpeza.
T9	Após conjunto de sepadores espirais.
T10	Após padronizador de tamanho (peneira 5,5 e 6,5).
T11	Após mesa densimétrica (peneira 5,5 e 6,5).
T12	Após operação de ensaque (peneira 5,5 e 6,5).

Fonte: os autores.

a) Teste de germinação

Para a realização do teste de germinação utilizou se 400 sementes, as quais foram transferidas para oito rolos de papel germitest, que foram umedecidos utilizando um volume de água igual 2,5 vezes o peso do papel seco. Em cada rolo de papel ficou alocado 50 sementes. Os rolos de papel foram acondicionados em germinador à temperatura de 25°C. A contagem de germinação foi realizada após cinco dias de acondicionamento. A contagem identificou as plântulas anormais e plântulas normais, sementes mortas, sementes duras. Todo este teste seguiu as metodologias que estão propostas pelas RAS (Regras para Análises de Sementes) (BRASIL, 2009).

b) Teste de vigor

Para análise do vigor, foi utilizado o teste de envelhecimento acelerado. A metodologia para realização deste teste consistiu primeiramente na distribuição das sementes sobre telas de alumínio em caixas acrílicas transparentes. Adicionado a estas caixas 40 mL de água e evitou se o contato destas sementes com a água, à temperatura de 41ºC por 48 horas. Após esse período, foi contada cerca de 200 sementes as quais foram transferidas para quatro rolos de papel germiteste umedecidos utilizando um volume de água igual 2,5 vezes o peso do papel

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

seco. Em cada rolo de papel ficou alocado 50 sementes, acondicionados em germinadores a 25°C durante cinco dias. As avaliações foram realizadas de forma a identificar as plântulas anormais e plântulas normais, sementes mortas, sementes duras (MARCOS-FILHO, 2015).

c) Teor de água

Para a determinação do teor de água, utilizou se o método de estufa, na qual a temperatura é ajustada para 105±3ºC, durante um período de 24 horas. Utilizou se duas repetições de 50 sementes para cada amostra conforme metodologia prescrita pelas RAS (Regras para Análise de Sementes) (BRASIL, 2009).

d) Dano mecânico

Para análise do dano mecânico, cada ponto de coleta foi submetido à metodologia proposta por Krzyzanowski, et al. (2004) que trata se do teste de hipoclorito de sódio, que determina o percentual de dano mecânico, através da visualização deste dano no tegumento da semente, os quais são ocasionados durante o processo de produção desde a colheita, transporte, na movimentação dentro da UBS e beneficiamento. Foi utilizado solução de hipoclorito de sódio com concentração igual a 5,25 % e água. Para o preparo da solução de trabalho, foram dosados 25 ml da solução de hipoclorito de sódio a 5,25% e completado com 975 mL de água para obter um litro de solução. O procedimento para avaliação consistiu em contar pelo menos duas repetições de cem sementes para cada amostra, de cada tratamento. Realizava se a exclusão das sementes com dano aparente e as que visualmente eram identificadas como quebradas. As sementes que eram consideradas visualmente perfeitas eram colocadas em imersão na solução de hipoclorito. Após 10 minutos, escorria se a solução espalhava se as sementes sobre papel toalha para proceder à avaliação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou se diferenças significativas entre os tratamentos, quando analisamos os diversos pontos de coleta, em relação ao teor de água das amostras.

Para o tratamento (3) que refere se a coleta realizada, logo após a massa de sementes passarem pelo tubo de descarga (rosca) do graneleiro de transbordo, foi observado o maior teor de água, sendo em torno de 15,7%. Já para o tratamento (10, peneira 6,5), que refere se a passagem da massa se sementes, após o padronizador de tamanho (também chamado separador por peneiras), foi observado o menor teor de água, sendo este valor de 11,7%. Lopes et al. (2011) não observaram diferenças significativas entre as amostras coletadas, visto que as sementes estavam com teor de água ao redor de 13%, provenientes do campo.

Observa se que o maior teor de água (tratamento 3), ocorreu após passagem da massa de sementes pelo tubo de descarga (rosca) do graneleiro transbordo, isso pode ter ocorrido, devido a homogeneização da massa de sementes ao ser depositada no graneleiro, após a passagem por este tubo, quando comparamos a coleta dentro do graneleiro da máquina colhedora (tratamento 1). Tal afirmação pode ser explicada, pelas condições de campo, pois havia maturação desuniforme das plantas de soja, na lavoura.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

Os tratamentos 1 e 2, que referem se aos pontos de coleta iniciais, ou seja, logo após a massa de sementes ser colhida e depositada no graneleiro da máquina colhedora e em seguida passar pelo tubo de descarga (rosca) do graneleiro, respectivamente, não diferiram entre si estatisticamente, bem como isso ocorreu de maneira similar para os tratamentos 4 e 5 que compõem os tratamentos referentes a descarga da massa de sementes nas moegas e em seguida a passagem pelas máquinas de pré limpeza (Figura 1). Esta diferença pode ser devido o intervalo de tempo que esta massa de sementes ficou no caminhão, até ser descarregada nas moegas, pois houve homogeneização do teor de água entre as sementes e isso elevou a porcentagem da mesma.

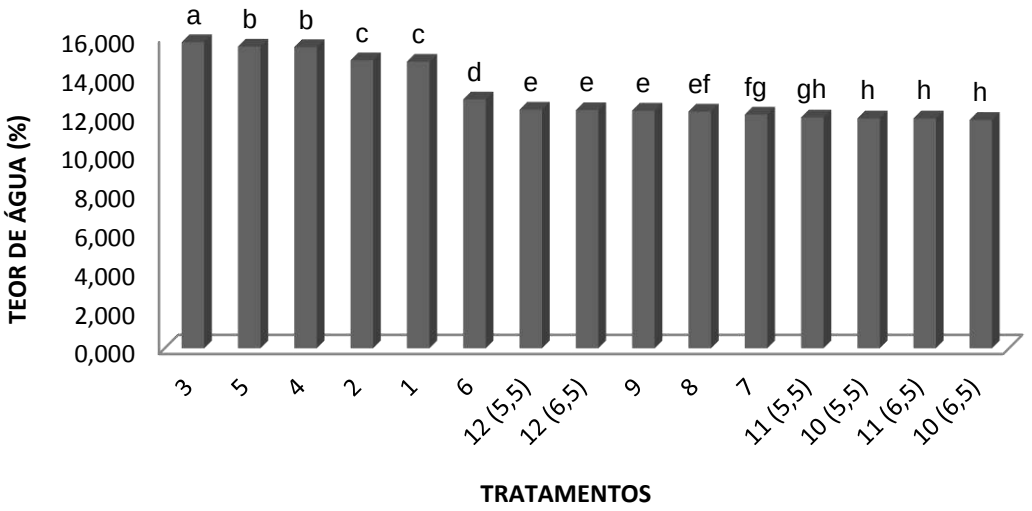
Ao analisarmos o tratamento 6, que consistiu na utilização de secadores de sementes, do tipo intermitente, observou redução do teor de água da massa de sementes para 12,7% (Figura 1). Nesta etapa, houve remoção da água existente na massa de sementes, havendo diferença significativa deste tratamento para os anteriores, sendo este teor de água, ideal para manutenção da qualidade fisiológica da massa de sementes, durante seu armazenamento posterior. Peskee et al. (2012), citam que a manutenção por um período mais elevado deste teor de água, contribui para acelerar o processo de deterioração das sementes em função das atividades metabólicas, do consumo de reservas, liberação de energia e, por conseguinte, diminuição da sanidade das mesmas.

Para os demais tratamentos que ocorreram após a etapa de secagem da massa de sementes (tratamento 6), observou se variações significativas no teor de água entre os tratamentos (7, 8, 9 e 12 peneiras 5,5 e 6,5), em relação aos tratamentos (10 e 11 peneiras 5,5 e 6,5). O armazenamento da massa de sementes bruta (somente limpa e seca, com teor de água menores que 13%) em silos ventiláveis (tratamento 7), bem como a passagem desta massa de sementes, pela máquina de pós limpeza (tratamento 8) e passagem pelos conjuntos de espirais (tratamento 9) e a operação de ensaque (tratamento 12 peneiras 5,5 e 6,5) não diferiram significativamente entre si, o seu teor de água. Mas tais tratamentos comparados com a operação de padronização do tamanho de sementes, (tratamento 10 peneira 5,5 e 6,5) e com a passagem de sementes pela mesa densimétrica (tratamento 11 peneira 5,5 e 6,5), apresentaram diferenças significativas no seu teor de água (Figura 1).

Figura 1: Teor de água em sementes de soja, cultivar TMG 7067 IPRO em função das etapas do beneficiamento. Ponta Grossa – PR, 2018.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608



Fonte: os autores.

Máquina colhedora (T1),tubo/rosca de descarga da máquina colhedora (T2),tubo/rosca de descarga do graneleiro de transbordo (T3) , moega (T4), após pré limpeza (T5), após secagem(T6), após período de armazenamento no silos ventiláveis (T7), após pós limpeza (T8), após passar pelo separador em espiral (T9), após passar pelo padronizador de tamanhos (T10), após densimétrica (T11 5,5mm), após densimétrica (T11 6,5mm), após passar pela operação de ensaque (T12 5,5mm) e após passar pela operação de ensaque (T12 6,5mm).

No ensaque (tratamento 12 peneira 5,5 e 6,5), as sementes de soja apresentaram teor de água mais elevado comparada aos tratamentos que promoveram a padronização de tamanho de sementes (tratamento 10 peneira 5,5 e 6,5) e com a passagem de sementes pela mesa densimétrica (tratamento 11 peneira 5,5 e 6,5) e pelo conjunto espirais (tratamento 9) (Figura 1). Tal afirmação é confirmada, quando verifica que a massa de sementes ao sair do conjunto de espirais, passar pelo padronizador de tamanho e principalmente a mesa densimétrica que é a última etapa antes do ensaque, retira parte das sementes mais secas e/ou leves, bem como avariadas, chochas, ou seja, que apresentam teor de água menor, diante disso observa se no ensaque de sementes, uma tendência no aumento do teor de água após este processo.

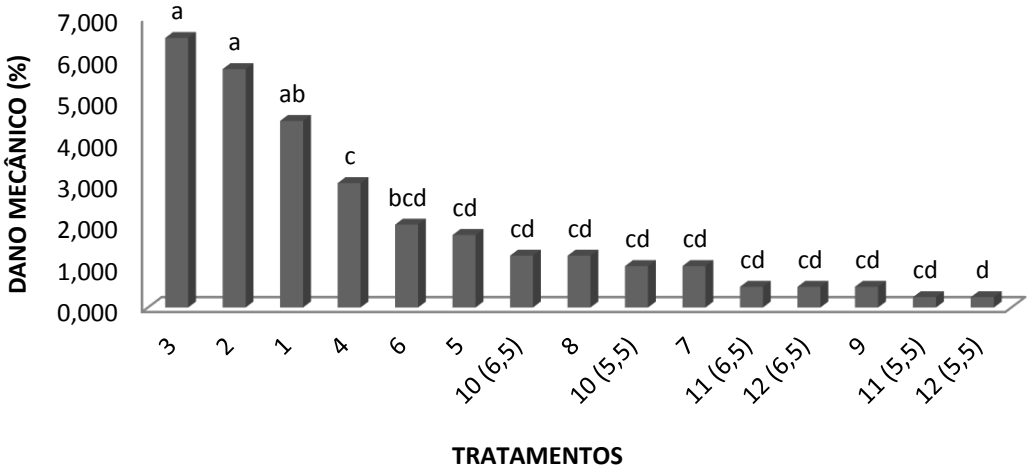
Para análise do dano mecânico, cada ponto de coleta (tratamento), foi submetido à metodologia proposta por Krzyzanowskiet al. (2004), que trata se do teste de hipoclorito de sódio, que determina o percentual de dano mecânico, através da visualização deste dano no tegumento da semente, os quais são ocasionados durante o processo de produção desde a colheita, transporte, na movimentação dentro da UBS e beneficiamento.

Ao avaliar os resultados para este parâmetro, observou se que os tratamentos (1, 2, e 3), os quais referem se ao ponto de coleta no graneleiro da máquina colhedora, bem como a coleta logo após a passagem da massa de sementes pelo tubo de descarga (rosca) da mesma e também do tubo de descarga (rosca) do graneleiro de transbordo, apresentaram maior porcentagem de dano mecânico, comparados aos demais tratamentos, porém não diferindo entre si (Figura 2).

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

Figura 2: Porcentagem de dano mecânico em sementes de soja, cultivar TMG 7067 IPRO em função das etapas do beneficiamento. Ponta Grossa – PR, 2018.



Fonte: os autores.

Máquina colhedora (T1),tubo/rosca de descarga da máquina colhedora(T2), tubo/rosca de descarga do graneleiro de transbordo (T3) , moega (T4), após pré limpeza (T5), após secagem(T6), após período de armazenamento no silos ventiláveis (T7), após pós limpeza (T8), após passar pelo separador em espiral (T9), após passar pelo padronizador de tamanhos (T10), após densimétrica (T11 5,5mm), após densimétrica (T11 6,5mm), após passar pela operação de ensaque (T12 5,5mm) e após passar pela operação de ensaque (T12 6,5mm).

Lopes et al. (2011), constataram em seu estudo que o as etapas que ocorrem na unidade de beneficiamento, que incluem os processos de descarga das sementes na moega, pré limpeza, passagem pelos conjuntos espirais, padronizador de tamanho, mesa densimétrica e operação de ensaque, diferiram significativamente das etapas que envolvem o processo de colheita. Os demais tratamentos ocorreram dentro da UBS, observou se danos mecânicos menores para cada ponto de coleta avaliado (Figura 2).

Tal afirmação, demonstra que a colheita e operações realizadas a nível de campo, conferem maiores danos mecânicos, pois tais operações mesmo que em bom estado de regulagem, possuem funções de realizar a trilha do material e esta operação é extremamente agressiva. Segundo Gomes et al. (2009) os danos provocados nas sementes por operações mecanizadas podem atuar negativamente na qualidade do material obtido.

Em relação a germinação das sementes as que foram coletadas na maquina colhedora (tratamento 1) se comparado aos demais tratamentos, obtiveram maiores porcentagens de germinação (Figura 3). Isso se dá pelo fato de que estas sementes ainda não estavam expostas as etapas iniciais do beneficiamento e consequentemente, ainda não sofreram injúrias mecânicas e danos severos.

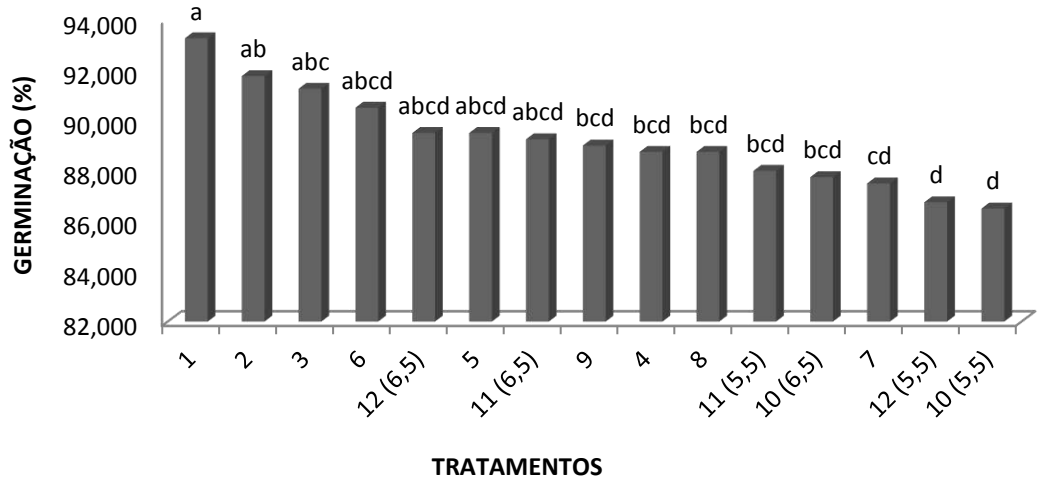
Após o tratamento 2 e 3 (coleta após passar pelo tubo/rosca da colhedora e após passar pelo tubo/rosca de descarga do graneleiro) as sementes tiveram uma redução em sua porcentagem de germinação (Figura 3). Cunha, Piva e Oliveira (2009) verificaram que as máquinas de fluxo axial, apesar de provocarem menores porcentagens de danos se comparadas

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

a outros tipos de colhedoras, ainda sim causam significativas injúrias mecânicas, isto porque no momento da colheita ocorre a debulha, onde esta operação faz com que forças consideráveis sejam aplicadas sobre as sementes a fim de separa-las das impurezas (vagens, espiga, etc.). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) os danos e injurias mecânicas são causados restritamente a forças destrutivas que ocorrem no momento da semeadura, colheita, trilha, transporte e beneficiamento onde estas são grandes causadoras na redução da qualidade das sementes, tal qual não pode ser evitada, mas sim ter a sua severidade reduzida.

Figura 3: Porcentagem de germinação em sementes de soja, cultivar TMG 7067 IPRO em função das etapas do beneficiamento. Ponta Grossa – PR, 2018.



Fonte: os autores.

Máquina colhedora (T1),tubo/rosca de descarga da máquina colhedora(T2), tubo/rosca de descarga do graneleiro de transbordo (T3) , moega (T4), após pré limpeza (T5), após secagem(T6), após período de armazenamento no silos ventiláveis (T7), após pós limpeza (T8), após passar pelo separador em espiral (T9), após passar pelo padronizador de tamanhos (T10), após densimétrica (T11 5,5mm), após densimétrica (T11 6,5mm), após passar pela operação de ensaque (T12 5,5mm) e após passar pela operação de ensaque (T12 6,5mm).

As coletas de sementes após passarem pela descarga na moega, pré-limpeza (tratamentos 4 e 5 respectivamente) tiveram valores inferiores de germinação se comparados aos tratamentos anteriores mencionados (Figura 3). Nestes processos as sementes foram submetidas por diversas intensidades e número de impactos, pois o sistema de transporte das sementes no beneficiamento normalmente se faz por meio de "elevadores de caneca" os quais fazem com que aumentem o número de impactos, aumentando a quantidade de injúrias mecânicas, e sabendo que esta injúria tem efeito cumulativo, o dano causado por um impacto anterior soma-se ao novo impacto e consequentemente aumentando o dano e diminuindo sua qualidade (KARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

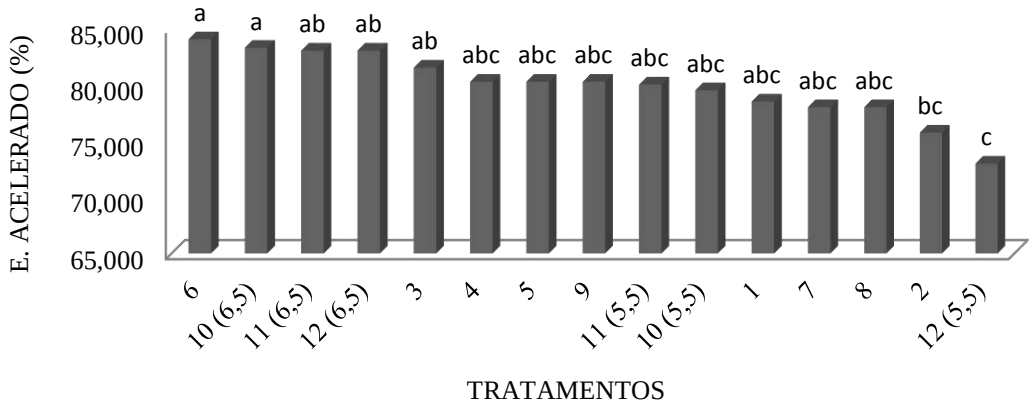
Após passar pelo processo de secagem (tratamento 6), as sementes de soja apresentaram resultados relativamente altos de germinação. Estes resultados foram similares aos encontrados por Radke, Babata e Villela (2017) onde a percentagem de germinação de sementes antes, após e quando colocadas secas em silo, não tiveram diferenças significativas. Porém quando a coleta de sementes foi realizada no armazenamento de silo ventilável (tratamento 7) os valores de germinação foram reduzidos (Figura 3). Isto porque a utilização de secador intermitente não altera a qualidade fisiológica imediata das sementes, mas aumentam significativamente os danos mecânicos que são causados pelo impacto das sementes que sofrem quedas na entrada do secador, até atingirem a massa de sementes (RADKE; BABATA; VILLELA, 2017).

Os tratamentos que tiveram coletas após passar pela limpeza, pelo separador em espiral e pelo padronizador de tamanhos não tiveram diferenças significativas entre si (Figura 3).

Após as sementes passarem pelo padronizador de tamanhos, observou-se que as sementes de peneiras maiores obtiveram maiores valores de germinação (Figura 3). Este resultado esta em concordância com os encontrados por Pádua et al. (2010), onde foi observado que as sementes de maior tamanho apresentaram desempenho superior nos testes de germinação.

Em relação ao vigor das sementes, as maiores porcentagem de plântulas normais encontradas foram obtidas após o processo de secagem e após as sementes passarem pelo padronizador de tamanho (6,5mm) (tratamento 6 e 10, respectivamente) os quais não diferiram entre si (Figura 4).

Figura 4: Porcentagem de vigor em sementes de soja, cultivar TMG 7067 IPRO em função das etapas do beneficiamento. Ponta Grossa – PR, 2018.



Fonte: os autores.

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

Vigor de sementes (%) de amostras coletadas após cada etapa do beneficiamento. Máquina colhedora (T1),tubo/rosca de descarga da máquina colhedora(T2), tubo/rosca de descarga do graneleiro de transbordo (T3) , moega (T4), após pré limpeza (T5), após secagem(T6), após período de armazenamento no silos ventiláveis (T7), após pós limpeza (T8), após passar pelo separador em espiral (T9), após passar pelo padronizador de tamanhos (T10), após densimétrica (T11 5,5mm), após densimétrica (T11 6,5mm), após passar pela operação de ensaque (T12 5,5mm) e após passar pela operação de ensaque (T12 6,5mm).

Os tratamentos com coleta a mesa densimétrica, após operação de ensaque e após passar pelo tubo/rosca de descarga do graneleiro (tratamentos 11, 12 e 3, respectivamente) se comparados aos resultados dos tratamentos anteriormente descritos, obtiveram resultados inferiores, mas ainda se enquadram no grupo das sementes com maior vigor (Figura 4).

Dentre todos os outros tratamentos, nos que a coleta foi realizada após as sementes passarem pelo tubo/rosca de descarga na máquina e após passarem pela operação de ensaque (5,5 mm) (tratamentos 2 e 12, respectivamente) foram os que enquadram como sementes menos vigorosas.

As sementes de maiores tamanhos, se comparada as de peneira menores, possuem vantagem no "stand" inicial a nível de campo. Esse arranque inicial de sementes mais vigorosas é residual, ou seja, ao passar dos estádios do ciclo da planta, as de tamanho menores (menos vigorosas) se recuperarão e irão alcançar o tamanho característico da variedade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

No caso deste trabalho nos tratamentos que as sementes foram coletadas após passarem pelo padronizador de tamanho e de peneiras maiores (6,5mm) tiveram maior vigor do que as sementes de peneiras inferiores (5,5mm) confirmando o que os autores anteriormente mencionados, citaram. Isso também é comprovado por Pádua et al. (2010) onde o efeito do tamanho da semente sobre o vigor, também foi significativo, sendo que as sementes maiores provenientes da peneira 7,0mm, apresentaram alto vigor quando comparadas com as da peneira 6,0mm.

4 CONCLUSÃO

O dano mecânico conferido as sementes é maior na operação de colheita. O teor de água ao longo das etapas de beneficiamento tende a diminuir, em virtude da manutenção da qualidade fisiológica.

A germinação das sementes é diretamente afetada pelos impactos causados pelos processos de beneficiamento.

O beneficiamento tem menor expressão em sementes de maiores tamanhos.

5 REFERÊNCIAS

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.

CARVALHO, Nelson Moreira de; NAKAGAWA, João. Sementes: **Ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasil. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/25773_3bb647376d4be87c19609db735f132ff.

CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da; PIVA, Guilherme; OLIVEIRA, Carlos Alberto Alves de. Efeito do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja. **Bioscience Jounal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p.37-42, ago. 2009.

FRANÇA-NETO, José de Barros. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf>.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1984.

GOMES, Delineide P. et al. Efeito da colhedora, velocidade e ponto de coleta na contaminação de sementes de soja por fungos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p.160-166, jan. 2009

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos. **Teste do Hipoclorito de Sódio para Semente de Soja**. 37. ed. Londrina: Embrapa, 2004.

LOPES, Magnólia de Mendonça. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p.230-238, abr. 2011.

MARCOS-FILHO, Júlio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: Abrates, 2015.

PÁDUA, Gilda Pizzolante de et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Uberaba, v. 32, n. 3, p.09-16, jan. 2010

PINTO, Taís Leite Ferreira et al. Análise de imagens na avaliação de danos mecânicos em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 42, n. 3, p.310-316, jul/set,2012.

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

RADKE, Aline Klug; BABATA, Marcela Mayumi; VILLELA, Francisco Amaral. Secagem intermitente e qualidade de sementes de soja associada à operação da estrutura: secagem intermitente e qualidade de sementes de soja associada à operação da estrutura. **Tecnologia e Ciências Agropecuárias**, Joao Pessoa, v. 11, n. 4, p.0-1, out. 2017.

REZENDE, Pedro Milanez de; CARVALHO, Eudes de Arruda. Avaliação de cultivares de soja *Glycine max* (L.)Merrill para o sul de minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p.1616-1623, dez. 2007.

SMANIOTTO, Thaís A. de S. et al. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p.446-453, jan. 2014.

TERASAWA, José Maurício et al. Tecnologia de sementes e fibras. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p.765-773, jan. 2009.

TSUKAHARA, Rodrigo Yoiti et al. Produtividade de soja em consequência do atraso da colheita e de condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 8, p.905-915, ago. 2016.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS

OTAVIO HENRIQUE BOLDT FERST VIEIRA[1]; MURILO GABRIEL DA SILVA[2]; ARIADNE WAURECK[3];

RESUMO: Muitas das plantas conhecidas como daninhas ou ervas espontâneas possuem um grande valor ecológico e econômico, sendo na sua grande maioria plantas alimentícias não convencionais (PANC's). Apesar da qualidade nutricional dessas espécies a falta de conhecimento, bem como, estudos provenientes de instituições acadêmicas, órgãos e ministérios da saúde e da agricultura, além do incentivo governamental inviabilizaram um maior consumo e abrangência na culinária das PANCs. Malvaviscus arboreus e Ipomoea purpurea são PANC's herbáceas que apresentam rusticidade e qualidade nutricional. Ambas as plantas podem ser propagadas por sementes, todavia o cultivo por estaquia tornou-se mais comum e rápido para essas espécies. Desse modo, é imprescindível o incentivo e estudos de plantas alimentícias não convencionais, devido seu alto valor nutricional e garantia de biodiversidade. Trata-se de uma nova ramificação da produção agronômica, abrindo portas para a inclusão dessas plantas na alimentação e na produção brasileira. O objetivo desse experimento foi avaliar a propagação vegetativa de M. arboreus e I. purpurea. Para isso, foi realizado experimento com estacas semi-lenhosas que foram submetidas a tratamentos com ácido indolbutírico (IBA), com concentrações de 1500 mg L-1 e 3000 mg L-1. O plantio foi realizado em vasos de polietileno com capacidade de 2L preenchidos com vermiculita de granulometria media, permanecendo por 4 meses em local aberto, com irrigação manual. Os resultados demonstraram que para M. arboreus o uso de IBA, na concentração de 3000 mg L-1 promoveu maior enraizamento. Já para I. purpurea não há necessidade de cultivo com IBA. O uso de PANC's no Brasil ainda é pouco difundido, porém existem movimentos em busca dessa difusão, principalmente pela qualidade nutricional e facilidade de cultivo de tais plantas. Dessa maneira, a pesquisa com PANC's é de extrema importância nas instituições de ensino.

PALAVRAS-CHAVE: *Malvaviscus arboreus*, *Ipomoea Purpurea*, IBA, ESTAQUIA.

VEGETATIVE PROPAGATION OF UNCONVENTIONAL FOOD PLANTS

ABSTRACT: Many of the plants known as weeds or weeds have great ecological and economic value, being mostly unconventional food plants (PANC's). Despite the nutritional quality of these species, the lack of knowledge, as well as studies from academic institutions, bodies and ministries of health and agriculture, in addition to government incentives, made greater consumption and coverage in the cuisine of the PANCs unfeasible. Malvaviscus arboreus and Ipomoea purpurea are herbaceous PANC's that have rusticity and nutritional quality. Both plants can be propagated by seeds, however cuttings cultivation has become more common and faster for these species. Thus, it is essential to encourage and study unconventional

[12] Discente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCAGE, Fazenda Escola, Ponta Grossa – PR-Brasil. Email: otavio.boldt@hotmail.com; silvamu862@gmail.com. [3] Docente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCAGE, Fazenda Escola, Ponta Grossa- PR Brasil. E-mail: ariadne.waureck@cescage.edu.br

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

food plants, due to their high nutritional value and guarantee of biodiversity. This is a new branch of agronomic production, opening doors for the inclusion of these plants in Brazilian food and production. The objective of this experiment was to evaluate the vegetative propagation of M. arboreus and I. purpurea. For this, an experiment was carried out with semi-woody cuttings that were subjected to treatments with indolebutyric acid (IBA), with concentrations of 1500 mg L-1 and 3000 mg L-1. The planting was carried out in polyethylene pots with a capacity of 2L filled with medium-grained vermiculite, remaining for 4 months in an open place, with manual irrigation. The results showed that for M. arboreus, the use of IBA at a concentration of 3000 mg L-1 promoted greater rooting. As for I. purpurea, there is no need for cultivation with IBA. The use of PANC's in Brazil is still not widespread, but there are movements in search of this diffusion, mainly due to the nutritional quality and ease of cultivation of such plants. In this way, research with PANC's is extremely important in educational institutions.

KEYWORDS: *Malvaviscus arboreus*, *Ipomoea purpúrea*, IBA, CUTTINGS.

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que sejam conhecidas no mundo cerca de 390 mil espécies de plantas (RBG 2017). Apesar dessa elevada riqueza o homem utilizou, ao longo de toda sua história, cerca de mil espécies para alimento (FAO 2018) e atualmente cultiva cerca de 300 para diversas finalidades como alimentação, medicamento construção e outros usos (Reifschneider *et al*. 2015). Dessas, apenas 15 espécies (arroz, trigo, milho, soja, sorgo, cevada, cana-de-açúcar, beterraba, feijão, amendoim, batata, batata-doce, mandioca, coco e banana) representam 90% da alimentação do mundo (Paterniani 2001).

O mesmo cenário é observado no Brasil que apresenta uma das maiores diversidades biológicas do planeta, abrigando cerca de 46.097 espécies nativas de plantas (Zappi *et al*. 2015). Apesar dessa riqueza e do potencial que ela representa, a biodiversidade brasileira é ainda pouco conhecida e sua utilização como alimento tem sido negligenciada. Pode-se afirmar que de forma geral as espécies nativas do Brasil não fazem parte do grupo de alimentos mais consumidos no país. Souza *et al*. (2013**)** mostraram que a dieta alimentar dos brasileiros inclui entre as plantas mais consumidas arroz, café e feijão, associadas ao consumo regional de alguns poucos itens, destacando-se entre eles a mandioca. Dessa forma, nota-se uma valoração de poucas espécies, a maior parte delas exóticas em detrimento das inúmeras espécies nativas que são consumidas de modo ocasional e influenciadas pela cultura regional.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define saúde como o estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade (WHO 1946). Este conceito, apesar de datar da década de 40, demonstra a complexidade do tema ainda hoje ao incorporar questões como a criação e manutenção de condições de vida saudáveis, dialogando com outro conceito, a segurança alimentar. Segurança alimentar é o direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais tendo como base práticas alimentares promotoras da saúde, que respeitam a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis (Brasil 2006). Buscando ampliar as fontes de nutrientes

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

disponíveis à população e à promoção da soberania e segurança alimentar, tem sido dada maior atenção à necessidade de diversificação das espécies vegetais consumidas. As plantas alimentícias conhecidas como não convencionais vem ao encontro deste conceito e podem ser consideradas essenciais para a consolidação de práticas alimentares que promovam a soberania e segurança alimentar. De acordo com Kinupp & Barros (2007) plantas alimentícias não convencionais (PANC) são as plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis, sendo elas espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas que não estão incluídas em nosso cardápio cotidiano. As PANC podem ser entendidas ainda como todas as plantas que não são convencionais em nossos cardápios ou não são produzidas em sistemas convencionais (agricultura industrial ou convencional), designadas também como plantas alimentícias da agrobiodiversidade (Brack 2016).

Muitas das plantas conhecidas como -"daninhas"- ou ervas espontâneas possuem um grande valor ecológico e econômico, sendo na sua grande maioria plantas alimentícias não convencionais (PANC's) (Kinupp, 2009). A alimentação sofre mudanças históricas e se adapta conforme o contexto da população, recebendo influencias da mídia e interesses econômicos. Atualmente a praticidade e o marketing dos produtos industrializados ganham maior espaço na vida e no cardápio das populações, logo esse modo de alimentação causa uma perda nutricional considerável (França, 2012).

Apesar da qualidade nutricional dessas espécies a falta de conhecimento, bem como, estudos provenientes de instituições acadêmicas, órgãos e ministérios da saúde e da agricultura, além do incentivo governamental inviabilizaram um maior consumo e abrangência na culinária das PANCs. Conceituam-se plantas alimentícias todas aquelas que podem ser consumidas por completo, suas devidas partes ou seus produtos assim como raízes, folhas, frutos, flores, bulbos, tubérculos, colmos, brotos, talos e sementes, além da extração de óleos e resina (Kinupp, et al. 2007).

Os *Malvaviscus arboreus* são considerados os arbustos mais comuns dentre todo o mundo, são originais da América do Sul e muito cultivados no Brasil. Trata-se de uma planta rustica e muito tolerante ganhando espaço no paisagismo contemporâneo além de possuir capacidade medicinal relacionada com o trato digestório e uma planta alimentícia não convencional (Loss et al, 2009).

A *Ipomoea purpurea* assim como os malvaviscos é uma PANC, sendo da categoria trepadeira a mais comum na América toda. Uma espécie rustica e resistente a alta radiação, porém não toleram geadas e frio intenso (Patro, 2014). Ambas as plantas podem ser propagadas por sementes, todavia o cultivo por estaquia tornou-se mais comum e rápido para essas espécies. Uma de suas peculiaridades é que cada flor dura apenas um dia, abrindo durante a manhã e murchando no final da tarde. Mas não se preocupe, no dia seguinte você terá mais uma centena de flores abrindo e assim por diante até o final do outono.

Seu crescimento é extremamente vigoroso. Por isso, quanto mais sol e calor, mais flores podem abrochar. Grande parte delas produzirão sementes, que podem ser colhidas e plantadas. Importante frisar que se não houver outras ipomoeas por perto, as sementes produzirão plantas com a mesma coloração.

A propagação vegetativa é de suma importância para muitas espécies assim como para as PANCs, pois muitas não conseguem se propagar de forma eficiente por meio de sementes. Isso pode ocorrer devido à dormência ou alguma interferência na germinação seja pelo clima disponibilidade hídrica.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

A estaquia é uma técnica de propagação rápida e de fácil execução, muito utilizada em espécies que possuem uma facilidade em desenvolver raízes (Garbuio, et al., 2007). Alguns estudos mostram que o enraizamento pode ser consideravelmente influenciado pelos diferentes tipos de estaca, a época de coleta e a existência ou ausência de folhas (Bezerra e Lederman, 1995). Segundo Garbuio et al. (2007), o efeito de enraizamento ocorre devido a uma translocação de carboidratos para o ápice inferior das estacas, assim como auxinas e outros cofatores importantes.

A utilização de auxinas acelera e promove o enraizamento, uniformidade e crescimento de raízes nas estacas (Ono et al, 1995). Existem muitas substâncias que provocam o efeito de auxinas endógenas, são chamadas de auxinas sintéticas, como por exemplo, IAA, IBA, PAA e outros (Fukasawa et al, 2011). O acido-indolbutírico é o produto mais utilizado devido sua alta capacidade de indução, sua efetividade em muitas espécies de plantas e por ser menos suscetível a oxidação biológica (Ono; Rodrigues, 1996).

Desse modo, é imprescindível o incentivo e estudos de plantas alimentícias não convencionais, devido seu alto valor nutricional e garantia de biodiversidade. Trata-se de uma nova ramificação da produção agronômica, abrindo portas para a inclusão dessas plantas na alimentação e na produção brasileira.

O objetivo do experimento foi avaliar a propagação vegetativa de plantas alimentícias não convencionais, utilizando estacas de *Malvaviscus arboreus* e *Ipomoea purpurea* com concentrações de ácido-indolbutírico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Jardim da Vida da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, entre os meses de março e junho de 2018, sob as coordenadas 25°27’01.3” de latitude Sul e 49°15’02.0” longitude Oeste, sem condições térmicas e fotoperíodos controlados.

Foram utilizadas duas espécies de plantas alimentícias não convencionais *Ipomoea purpurea* e *Malvaviscus arboreus*. O plantio foi realizado em vasos de polietileno com capacidade de 2L preenchidos com vermiculita de granulometria media. Os seguimentos caulinares de *I. purpurea* foram coletados na região de Campo Largo (25°29’39.7” latitude Sul e 49°31’27.1” longitude Oeste) e *M. arboreus* coletadas no Campus da PUC Curitiba, ambos materiais vegetativos oriundos de plantas matrizes identificadas e selecionadas.

Para a confecção das estacas caulinares semi-lenhosas com 10 cm de comprimento, em *M. arboreus* o diâmetro médio foi de 10 mm e para a *I. purpurea* média de 5 mm de diâmetro. Realizaram-se cortes retos na extremidade superior e cortes em bisel na extremidade apical inferior de todas as estacas.

Anteriormente ao tratamento com o regulador vegetal as porções caulinares foram submetidas a um procedimento fitossanitário, que consistiu em imersão em solução de hipoclorito de sódio a 0,3% por 10 minutos. Após a desinfestação, foram lavadas em água corrente.

Os tratamentos foram compostos por duas concentrações de ácido indolbutírico (IBA) de 1500 mg/L e 3000 mg/L, com tempo de imersão de aproximadamente 40 segundos para cada um. Na espécie M. arboreus foram realizadas vinte repetições por tratamento totalizando 60

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

estacas e para a espécie I. purpurea cada tratamento foi elaborado com 30 repetições totalizando 90 estacas.

No dia 14 de junho foram avaliados os experimentos, segundo: número de raízes por estaca, comprimento de raízes (cm), porcentagem de estacas vivas e estacas mortas.
O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, os dados foram submetidos a avaliações de Anova com fator único pelo programa Excel 2010 e Teste de Tukey com alfa igual a 5% para a comparação de medias entre tratamentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes concentrações de acido indolbutírico influenciaram de forma mais significativa no enraizamento da I. purpurea em comparação com M. arboreus. Com a utilização da ANOVA pode-se constatar que não houve diferença entre os tratamentos em relação ao tamanho e número de raízes nas estacas conforme o valor F e as médias estudadas (Tabela 1). Assim como o trabalho de Loss et al (2009) as estacas semilenhosas foram as que apresentaram percentuais inferiores na formação de calos e raízes em comparação com estacas herbáceas e lenhosas.

Tabela 1: Médias de comprimento (cm) e número de raízes com avaliação estatística da espécie Malvaviscus arboreus, conduzido na PUCPR em 2021.

Variáveis	0	1500 mg L¹	3000	F cal	F tab
Número de Raízes	1	2	43	3,06	3,16
Comprimento das Raízes	3	7	15	1,33	3,16

Fonte: O autor.

Em pesquisa feita por Lone et al (2010) utilizando estacas semilenhosas de Rhododendron simsii também não constatou se diferenças significativas de enraizamentos com a aplicação de AIB. Logo, para a espécie I. purpurea notou-se que existe uma interferência do acido indolbutírico nas variáveis estudadas (Tabela 2). Não apresentou resultados significativos e nem médias distintas entre os tratamentos para enraizamento Ipomoea acuminata, recomenda-se não utilizar regulador vegetal para o cultivo, relata Sequeira et al (2003).

Tabela 2: Médias de comprimento (cm) e número de raízes com avaliação estatística da espécie Ipomoea purpurea, conduzido na PUCPR em 2021.

Variáveis	0	1500 mg L¹	3000	F cal	F tab
Número de Raízes	6	4	3	7,94	3,1
Comprimento das Raízes	6	3	4	10,55	3,11

Fonte: O autor.

Em estudo realizado por Nacata et al (2014) com estaquia herbácea constatou que não ocorreu diferença estatística significativa entre o número de raízes, porém os maiores percentuais de enraizamento, sobrevivência e calejamento foram na concentração de 100 mg

L-1. Verificou-se que no trabalho de Mayer et al (2001) a propagação vegetativa de Prunus mume com estacas herbáceas obteve resultados satisfatórios, além de constar que a utilização de AIB favoreceu o crescimento de um maior número de raízes.

De acordo com o teste de Tukey foi possível apurar quais médias de I. purpurea obtiveram a maior diferença entre si, para ambas as variáveis o teste testemunha mostrou-se com maior eficiência em enraizamento para estacas herbáceas e nas devidas concentrações. Com os tais resultados alcançados pode-se compatibilizar com resultados obtidos por Sequeira et al (2003). No Brasil ainda há poucos estudos publicados acerca do tema, dificultando comparações e a abrangência de discussões e resultados efetivos.

Conceitualmente, plantas alimentícias não convencionais são aquelas que possuem uma ou mais partes ou produtos que podem fazer parte da alimentação, tais como: raízes, tubérculos, bulbos, rizomas, cormos, talos, folhas, brotos, flores, frutos e sementes (Kinupp et al 2007). Muitas dessas plantas são consideradas -"daninhas"- ou "inços", porem possuem um grande valor econômico e ecológico (Kinupp, 2007).

A conservação e valorização da biodiversidade é a chave para o aproveitamento dos recursos alimentícios (Prescott-Allen & Prescott-Allen, 1990). Desse modo, as PANC's têm alto potencial de ser uma fonte complementar na alimentação da população devido suas características (Kinupp, 2007). Em decorrência da necessidade é evidente o incentivo do consumo de plantas locais com potencial nutritivo e ecológico (Kinupp, 2009). Em relação a biodiversidade com potencial alimentício pouquíssimo é conhecido, pesquisado e fazem parte da produção agrícola do nosso país (KINUPP, 2009).

É importante um incentivo de uso e estudos acerca de PANC's já que a grande maioria não é consumida devido o desuso e falta de conhecimento (Kinupp, 2007). Logo, as PANCs são negligenciadas pelo comércio e produção, em decorrência da falta de conhecimento em relação a essas plantas pela população (SOUZA, 2012). Desse modo é evidente repensar nos paradigmas e preconceitos acerca do tema, requer maiores estudos e divulgação para quebrar devidos tabus (KINUPP, 2009).

4 CONCLUSÃO

Os resultados atingidos não foram totalmente correspondentes com o objetivo, julga-se que vários fatores interferiram na qualidade dos resultados. As estacas semilenhosas de M. arboreus não se desenvolveram bem, a hipótese aceita seria que com seguimentos herbáceos da planta o ácido indolbutírico promovesse o enraizamento de forma mais eficiente, como aferido em outras pesquisas com objetivos e plantas semelhantes. O substrato utilizado tem características de baixa fertilidade e pouca retenção de água por longos períodos de seca, logo nutrientes são fatores importantes em todo o desenvolvimento da planta além de água obviamente, acerca disso, aceita se que os resultados tiveram interferência em fundamento das condições de substrato.

Portanto, vale ressaltar que o experimento foi conduzido em todas as etapas com condições de campo, logo esse método pode tornar-se determinante em diversas formas em relação aos resultados alcançados. Todavia, a pesquisa proporcionou melhor entendimento e conhecimento quanto ao assunto estudado.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

5 REFERÊNCIAS

FAO (2018) Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Corporate document repository. Crop prospects and food situation. Disponível em <http://www.fao.org/giews/reports/crop-prospects/en/>. Acesso em 21 de janeiro de 2022.

FRANÇA, F.C.O.; MENDES, A.C.R.; ANDRADE, I.S.; RIBEIRO, G.S.; PINHEIRO, I.B. **Mudanças dos hábitos alimentares provocados pela industrialização e o impacto sobre a saúde do brasileiro**. Anais do I Seminário Alimentação e Cultura na Bahia, 2012. Disponível em: http://www2.uefs.br:8081/cer/wp-content/uploads/FRANCA_Fabiana.pdf Acesso em: 22 de julho de 2021.

FUKASAWA, S. T.; WADA, J.F.; CAMPOS, D. V.A.; LASCHI, D. **Efeito da Aplicação de IBA no Enraizamento de Begônia**. UNESP, Departamento de Produção Vegetal/Horticultura. Botucatu, SP. Janeiro de 2011. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44_521.pdf Acesso em: 17 de julho de 2021.

KINUPP, V.F. **Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs)**: uma Riqueza Negligenciada. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). Manaus-AM, julho de 2009. Disponível em: http://www.sbpcnet.org.br/livro/61ra/mesas_redondas/MR_ValdelyKinupp.pdf Acesso em: 05 de julho de 2021.

KINUPP, V.F.; BARROS, I.B.I. Riqueza de Plantas Alimentícias Não-Convencionais na Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 63-65, jul. 2007. Disponível em: file:///C:/Users/user/Downloads/92-1569-1-PB.pdf Acesso em: 05 de julho de 2021.

LONE, A.B.; UNEMOTO, L.K.; YAMAMOTO, L.Y.; COSTA, L.; SCHNITZER, J.A.; SATO, A.J.; RICCE, W.S.; ASSIS, A.M.; ROBERTO, S.R. Enraizamento de estacas de azaleia (Rhododendron simsiiPlanch.) no outono em AIB e diferentes substratos. **Ciência Rural**. Santa Maria, RS, v. 40, n.08, p.1720-1725, 2010. Disponível em: http://www.redalyc.org/html/331/33117729006/ Acesso em: 27 de julho de 2021.

LOSS, A.; TEIXEIRA, M.B.; SANTOS, T.J.; GOMES, V.M.; QUEIROZ, L.H. Indução do enraizamento em estacas de Malvaviscus arboreus Cav. com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Acta Scientiarum. **Agronomy. Maringá**, v. 31, n. 2, p. 269-273, 2009. Disponível em: http://www.redalyc.org/html/3030/303026587013/ Acesso em: 26 de julho de 2021.

MAYER, N.A.; PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, J.C. Propagação do umezeiro (Prunus mume Sieb & Zucc.) Por estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal – SP,**

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

v. 23, n. 3, p. 673-676, dezembro 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbf/v23n3/8049.pdf Acesso em: 27 de julho de 2021.

NACATA, G.; ANDRADE, R.A.; JASPER, S.P.; PRATA, R.S. Propagação de variedades de caramboleira por estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 36, n. 1, p.248-253, Março 2014. Disponível em:https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/114548/S0100-29452014000100030.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 27 de julho de 2021.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S.Z. Enraizamento de estacas caulinares de kiwi (Actinidia chinensis Planch cv Abbott) tratadas com auxinas e boro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, 52(3): 462-468, set/dez. 1995. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-90161995000300010&lng=en&nrm=iso&tlng=pt Acesso em: 17 de julho de 2021.

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. FUNEP, Jaboticabal, 1996. Disponível em: file:///C:/Users/user/Downloads/321-2087-1-PB.pdf Acesso em: 17 de julho de 2021.

PATERNIANI E (2001) Agricultura sustentável nos trópicos. Estudos Avançados 15: 303-326.

PATRO, R. Glória-da-manhã – Ipomoea purpurea. Jardineiro.net, agosto de 2014. Disponível em: https://www.jardineiro.net/plantas/gloria-da-manha-ipomoea-purpurea.html Acesso: 17 de julho de 2021.

RBG Kew (2017) The state of the world's plants report. Royal Botanical Gardens, Kew. 100p.

Reifschneider FJB, Nass LL, Henz GP, Heinrich AG, Ribeiro CSC, Filho KE, Boiteux LE, Ritschel P, Ferraz RM & Quecini V (2015) Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros. 17ª ed. Brasília. 156p.

SEQUEIRA, F.P.; SILVA, M.O.C.C.B.; RIBAS, K.C.Z.; CARPANZZI, A.A. **Produção de mudas de Ipomoea acuminata (Vahl) Roem. & Schult**. Por estaquia: resultados preliminares.

EMBRAPA. Colombo, 2003. Disponível em:https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/308494/1/2003RACProducaoIpomoea.pdf Acesso em: 27 de julho de 2021.

SILVA, W. Formação de mudas com vermiculita. **Campo & Negócios**. Hortifrut, Uberlândia-MG. 15 de novembro de 2014. Disponível em: http://www.revistacampoenegocios.com.br/formacao-de-mudas-com-vermiculita/. Acesso em: 26 de junho de 2021.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
26ª Ed./ JUL – DEZ/2022
ISSN 2178 – 3608

SOUZA, I.; BOTANICO, M. P. **Levantamento etnobotânico de plantas alimentícias nãoconvencionais (pancs) nativas da mata atlântica em comunidade tradicional do município de Ubatuba-sp**. Centro Universitário Modúlo, São Paulo, 2012. Disponível em: http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/enic/article/viewFile/173/125 Acesso em: 29 de julho de 2021.

SOUZA AM, PEREIRA RA, YOKOO EM, LEVY RB & SICHIERI R (2013) Alimentos mais consumidos no Brasil: inquérito nacional de alimentação 2008-2009. Revista de Saúde Pública 47: 190-99.

ZAPPI DC, FORZZA RC, SOUZA VC, MANSANO VF & MORIM MP (2015) Epílogo. Rodriguésia 66: 2.

REVISTA DE EMPREENDEDORISMO E GESTÃO DE MICRO E PEQUENAS EMPRESAS

EDITORA ENTERPRISING

Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual - CC BY-NC-SA

Inovação através do marketing: experiências em micro e pequenas empresas da cidade de São Paulo com o projeto ALI do SEBRAE

William Ferraz de Santana, Universidade de São Paulo, Brasil[1]

Ariadne Waureck, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil[2]

As micro e pequenas empresas (MPEs) correspondem à uma categoria relevante da economia brasileira, não somente na geração de empregos, mas também na difusão de inovações, caracterizando uma elevada heterogeneidade. Técnicas de inovação e produtividade, portanto, pautadas em estratégias de marketing, necessitam ser adaptadas à sua realidade visivelmente diferente das grandes empresas. O objetivo deste trabalho, é identificar os níveis de marketing e inovação de MPEs na cidade de São Paulo de empresas participantes do projeto ALI durante os anos de 2020 e 2021, analisando se houve evolução nas pontuações mensuradas e identificando quais foram as principais ações tomadas pelos empreendedores em prol do aumento da produtividade e inovação do negócio. Todas as empresas presentes no artigo obtiveram melhorias dos índices de Marketing e Inovação mensurados. Como ações de destaque a presença massiva nas redes sociais, a implantação de serviços inovadores como novas modalidades de entrega ao cliente final e também a redução de custos para obtenção de matéria-prima foram observadas como potencializadoras do resultado positivo, apesar da diminuição de consumo no país em virtude da pandemia de COVID-19.

Palavras-chave: Radar de inovação; Projeto ALI; Empreendedorismo; Sebrae; Agente Local de Inovação

1. INTRODUÇÃO

A produção científica brasileira tem se pautado majoritariamente na análise e compreensão das empresas de grande porte, o que se justifica entre suas características, maior capacidade de apresentação de garantias para receber incentivos públicos (Zucoloto & Nogueira, 2016). Em contrapartida, a produção sobre o desempenho de inovação de empresas de micro e pequenas empresas (MPEs) é escassa, principalmente em comparação com outros países.

Santana, W.F., Waureck, A.; Inovação através do marketing: experiências em micro e pequenas empresas da cidade de São Paulo com o projeto ALI do SEBRAE. Revista de Empreendedorismo e Gestão de Micro e Pequenas Empresas V.7, Nº2, p.27-46, Maio/Agosto. 2022. Artigo recebido em 20/05/2022. Última versão recebida em 15/06/2022. Aprovado em 25/07/2022.

As MPEs, entretanto, configuram uma categoria relevante da economia brasileira, não somente na geração de empregos, o que de acordo com Sebrae (2016), correspondiam a 52% dos empregos de carteira assinada, mas também na difusão de inovações, caracterizando uma elevada heterogeneidade (Infante et al., 2015).

Esta heterogeneidade compõe um ambiente singular de uma MPE, evidenciando que elas não são empresas grandes em miniatura, e sim que possuem uma dinâmica exclusiva de funcionamento (Carson, 1990). Técnicas de inovação e produtividade, portanto, pautadas em estratégias de marketing, necessitam ser adaptadas à sua realidade, visto que as estratégias convencionais utilizadas por grandes empresas utilizam recursos, pessoal e financeiro, constantemente indisponíveis em MPEs (Coelho et al., 2015).

No contexto das MPEs, o marketing implantado por meio das experiências cotidianas dos empreendedores ocorre por tentativa e erro ou por observação e configuram uma grande fonte de aprendizado (Leite et al., 2006). Segundo Solé (2013) embora presentes na literatura, os resultados da aplicação das estratégias de marketing na MPE ainda são pouco estudados, o que justifica o presente estudo.

O objetivo deste trabalho, portanto, é o de identificar no contexto das MPEs, o score inicial e final obtido através da mensuração dos níveis de marketing e inovação através da ferramenta Radar de Inovação do Sebrae, de empresas participantes do projeto ALI na cidade de São Paulo durante os anos de 2020 e 2021, analisando se houve evolução nas pontuações mensuradas e identificando quais foram as principais ações tomadas pelos empreendedores em prol da produtividade e inovação da empresa.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

A fundamentação teórica foi estruturada em cinco tópicos, abordando-se inicialmente a gestão por indicadores e planejamento estratégico de empreendedores. Posteriormente, também foi explorado o marketing no cenário das micro e pequenas empresas através da literatura acadêmica disponível, voltado principalmente ao empreendedorismo e como estratégia de inovação de modo a promover vantagem competitiva.

2.1 Gestão por indicadores e planejamento estratégico

Atualmente, a competitividade entre micro e pequenas empresas promove uma busca incessante por qualidade, requisitando um aprimoramento das estratégias em prol de sua subsistência no mercado e destaque frente à concorrência (SEBRAE, 2018). Deste modo, é primordial que os empreendedores estejam preparados para uma tomada de decisão rápida e precisa de forma a aproveitar as oportunidades.

O processo de aprimoramento de estratégias envolve planejamento através da obtenção de informações confiáveis (Ferreira et al., 2008). Para que as informações utilizadas na tomada de decisão sejam confiáveis, Fernandes (2004) aponta que é fundamental que as empresas estabeleçam parâmetros, e para a construção de tais parâmetros, Martins e Costa Neto (1998) apontam que é importante sofisticar a medição de desempenho, objetivando planejar, controlar e principalmente diagnosticar a empresa com relação às suas avaliações internas.

A sofisticação atual envolve a medição de indicadores de desempenho das mais diversas áreas da empresa, como faturamento, inovação, marketing e satisfação do cliente, fundamentais para o desenvolvimento do negócio (Ferreira et al., 2008). A medição realizada de maneira formal, ou seja, inteiramente embasada nos dados armazenados e obtidos através de um processo estruturado fornece melhores informações para a tomada de decisão assertiva e o consequente sucesso da empresa. Por outro lado, Fernandes (2004) aponta que uma medição realizada de maneira informal, através da falsa informação ou informação de má qualidade pode vir a comprometer o andamento do negócio nos próximos anos.

Indicadores, portanto, obtidos de maneira formal, representam valores capazes de expressar, de forma metrificada e objetiva, o alcance dos objetivos de uma empresa, e para que estes sejam atingidos, devem sempre estar atrelados a uma meta numérica clara, pois é através de sua interpretação que será possível compreender se a empresa está no caminho certo predeterminado pelos objetivos previamente estabelecidos (SEBRAE, 2018).

Camargo (2000, p. 28) afirma que “os indicadores precisam externar credibilidade e, para tanto, devem ser gerados de forma criteriosa, assegurando a disponibilidade dos

dados e resultados mais relevantes no menor tempo possível e ao menor custo". Já com relação à periodicidade das medidas, Ferreira et. al. (2008) relata que ela depende da compatibilização das melhorias a serem aplicadas e das possibilidades físicas e estruturais para a medição, como os pontos críticos e características de cada processo, e que o tamanho da empresa, bem como outras variáveis devem ser consideradas no momento de definição de um padrão.

Caulliraux (2001) explica que a estruturação de cada objetivo específico da empresa está diretamente relacionada a um ou mais indicadores, podendo indicar uma informação positiva ou negativa. Saber o que indica e para qual caminho a seguir é importante, sendo que Ferreira et. al. (2008) indica que um primeiro passo é analisar o que as outras empresas estão fazendo, sendo um excelente caminho para começar.

A definição das metas específicas de curto, médio e longo prazo de uma empresa, alinhada à gestão dos indicadores predeterminados, torna possível obter uma visão da empresa no futuro e qual será o caminho a ser seguido com a finalidade de efetivar este cenário. Durante esta jornada, é imprescindível a criação de um planejamento estratégico que alinhado aos indicadores irão mensurar a performance, contribuindo assim para a competitividade e êxito da empresa no decorrer dos anos (SEBRAE, 2018).

2.2 Marketing em micro e pequenas empresas

O marketing nada mais é do que a capacidade de satisfazer as necessidades humanas e sociais ao passo que seja capaz de gerar lucro concomitantemente. Sua aplicação é pautada em compreender o comportamento do consumidor (Mothersbaugh et al., 2020). Diretamente vinculada à necessidade das empresas em prosperar, independentemente do cenário econômico vigente (Kotler & Keller, 2013).

De acordo com Geraldo e Mainardes (2017), diversos fatores têm o potencial de influenciar o comportamento de compra: as características físicas do ambiente, o contexto do mercado e o contexto pessoal, associado a fatores culturais, sociais, pessoais e psicológicos, incluindo a economia, o governo e a tecnologia (Frederico, 2008). Uma gestão do marketing assertiva que considera o produto ou serviço juntamente com a

necessidade do cliente aproxima-se de uma estratégia de sucesso, conforme já realizada por grandes empresas (Coelho et al., 2015).

Com relação às MPEs, a gestão do marketing tende a ser informal. Jones e Rowley (2011) apontam que esta informalidade está relacionada ao tamanho pequeno da empresa e da forte influência do empreendedor na tomada de decisões (Morrish, 2011; Elmuti et al., 2012). Devido à sua especificidade, o marketing em MPEs é diferente do realizado em grandes empresas, pois se trata de um exercício aprendido no cotidiano, não havendo na maioria dos casos um departamento específico para tal (Solé, 2013).

Este processo de aprendizagem na implementação de estratégias de marketing em MPEs pode ocorrer por meio da tentativa e erro ou ainda por observação (Silva et al., 2019). O empreendedor via de regra, em virtude de sua rotina atarefada, tende a escolher a ação em detrimento de refletir sobre possíveis estratégias, ocasionando uma perda no sentido de descobrir novas alternativas para suas práticas e também na possibilidade de desenvolver a equipe no compartilhamento de informações sobre a dinâmica do negócio (Coelho et al., 2015).

Em estudo pioneiro, Carson (1990) dividiu as estratégias de marketing em quatro estágios para que as pequenas empresas sobrevivam no mercado: marketing reativo, na qual o empreendedor faz uso de uma rede de relacionamentos para angariar seus primeiros clientes; marketing de ajuste, que é quando o gestor passa a adotar estratégias de marketing espontâneas para aumentar as vendas; marketing empreendedor, caracterizado pela pivotagem e risco; e marketing proativo, que é aquele metódico, controlado e conduzido por um especialista contratado pela empresa.

Carson (1990) afirma que as pequenas empresas escolhem os métodos do marketing tradicional que melhor se adaptam à realidade da organização. Deste modo, assim como a empresa tem de se adaptar ao mercado, o marketing deve se adaptar às capacidades e recursos da empresa. Essa limitação de recursos e capacidade faz com que o gerente-proprietário realize ações intuitivas e informais que se encaixem nos recursos da organização (Coelho et al., 2015). O comportamento e o mindset do responsável pela empresa, com relação ao marketing, portanto, é fator determinante para o sucesso de seu negócio (Oliva et al., 2019; Alqahtani & Uslay, 2020; Sadiku-Dushi & Ramadani, 2020).

2.3 Marketing Empreendedor

Em consequência deste cenário corriqueiro em MPEs, surgiu o marketing empreendedor, que está relacionado com uma apuração mais eficaz das oportunidades ao juntamente com propiciar estratégias mais ágeis na monetização (Solé, 2013) e também impactando diretamente e de maneira positiva na performance e no desenvolvimento das MPEs (Rashad, 2018; Alqahtani & Uslay, 2020).

Por também ser realizado por empreendedores, este tipo de marketing possui características semelhantes como a orientação de perseguir oportunidades, prototipa-las e lançá-las no mercado, gerando valor para clientes por meio do usufruto de criatividade, relacionamentos, flexibilidade e inovação (Hills & Hultman, 2013). Segundo Morrish (2011) a cultura das MPEs é fortemente influenciada pelos atributos e valores de seu proprietário, sendo fundamental que para além de conhecimento do produto ou serviço oferecido, o responsável pelo negócio supere a falta de domínio sobre a implementação de estratégias de marketing (Gilmore et al., 2012).

Uma micro ou pequena empresa possui vantagens quando comparada as grandes organizações, como flexibilização às necessidades do mercado e foco em oportunidades, contribuindo assim para um relacionamento mais próximo com o consumidor (Harrigan et al., 2012; Fard & Amiri, 2018). Para Stokes (2000), as MPEs estão voltadas para a inovação, e em sua proximidade com o consumidor, a escolha por um marketing mais interativo ao invés de impessoal é o melhor caminho, podendo frequentemente, segundo o autor, ser o único ponto de venda da empresa.

2.4 Marketing de redes sociais

De acordo com Kaplan e Haenlein (2010, p. 61), “as redes sociais são sites ou aplicativos disponíveis na internet que permitem desenvolver, consumir e compartilhar conteúdos entre seus usuários”. Estas plataformas têm se mostrado úteis em criar oportunidades para que qualquer pessoa possa criar conteúdo pessoal, compartilhá-lo e trocar informações entre organizações e outros indivíduos.

Do ponto de vista do marketing, as redes sociais proporcionaram uma conceituação de intenção social, concentrando-se no diálogo que é criado em torno das interações nas plataformas digitais (Dwivedi et al., 2015). Este diálogo ajuda outros usuários da mídia social a entrar em contato com campanhas promocionais ou aprender das experiências de outras pessoas que vieram a interagir com uma campanha de marketing (Vinerean, 2017).

Alawan et al. (2017) examinou a necessidade de mensurar o impacto de diferentes redes sociais como Facebook, Instagram, Twitter e Linkedin sobre o retorno dos investimentos em campanhas de marketing, devido ao seu enorme potencial de alcance sob a forma de atividades promocionais destinadas a alcançar os clientes-alvo. Segundo Vitorio (2021) o Facebook no ano de 2020, por exemplo, esteve próximo de atingir os 3 bilhões de usuários ativos na plataforma e teve receita de 28 bilhões de dólares, exemplificando o potencial extraordinário das redes sociais.

As redes sociais podem servir como uma ferramenta produtiva e útil para organizações ou marcas em desenvolvimento sustentando e mantendo relacionamentos emocionais e sociais com os consumidores, estabelecendo assim uma sólida conexão com eles (Guha et al., 2018). Ao criar, postar e compartilhar diferentes tipos de conteúdo em plataformas sociais, os consumidores são mais propensos a se envolver com as marcas em ambientes online, cultivando seu nível de interatividade e envolvimento em um relacionamento mais profundo com uma organização (Vinerean, 2017).

Berthon et al. (2012) enfatizaram o surgimento de um "cliente social" ou "consumidor criativo" que está ativamente envolvido na criação e propagação de conteúdo que agrega valor em suas redes sociais. Este novo papel dos consumidores facilitou o desenvolvimento tecnológico, requerendo o surgimento do *Customer Relationship Management* (CRM), uma ferramenta de gestão de relacionamento com o cliente (Vinerean, 2017; Guha et al., 2018). Sobre o CRM, Trainor et al. (2014, p. 271) identifica como: "a competência de uma empresa em gerar, integrar e responder a informações obtidas a partir de interações com o cliente que são facilitadas por tecnologias de mídia social".

2.5 Empreendedorismo e Inovação

De acordo com Hirsch, Peters e Shepard (2014, p. 29) o empreendedorismo consiste em um "processo de criar algo novo com valor dedicando o tempo e o esforço necessários, assumindo os riscos financeiros, psíquicos e sociais correspondentes e recebendo as consequentes recompensas da satisfação e independência econômica e pessoal", além de cooperar com o desenvolvimento econômico social.

O empreendedorismo também é essencial como ferramenta geradora de renda para a população (A. G. M. de Oliveira et al., 2016). Entretanto, segundo o GEM – Global Entrepreneurship Monitor, durante o ano de 2020 com a pandemia de COVID-19 no Brasil, o país observou uma redução de 18,3% na taxa de empreendedorismo total, obtendo o valor de 31,6% para a população adulta que está ocupada como empreendedor estabelecido, o menor patamar dos últimos oito anos.

Por outro lado, o número de empreendedores iniciais motivados por necessidade saltou de 37,5% (2019) para 50,4% (2020), o mesmo nível de 18 anos atrás. Além disso, 82% dos entrevistados alegaram que a motivação para começar um negócio foi a solução encontrada para ganhar a vida porque os empregos são escassos (I. de Oliveira & Businari, 2021).

No que tange à inovação, Drucker (1998, p. 25) afirma que a inovação é "um instrumento específico dos empreendedores" por meio do qual eles identificam a mudança como uma oportunidade para novos negócios, produtos ou serviços e, nos conceitos atuais, novos usos da tecnologia para o sistema produtivo. Como forma de garantir vantagem competitiva, as organizações estão compelidas a se tornarem cada vez mais inovadoras em função da necessidade de lidar com os novos desafios competitivos impostos pela globalização (Torres et al., 2017).

Deste modo, é pré-requisito que o gestor desenvolva características empreendedoras de maneira agregar valor à sua própria força de trabalho e ainda, atender às demandas da sociedade (2006), e visto que no panorama brasileiro, por sua vez, o país possui o pior desempenho no Índice Global de Inovação (IGI) desde quando a mensuração teve início, há dez anos, a situação tem se mostrado extremamente desafiadora (Righetti, 2021).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este artigo é uma pesquisa quantitativa, de natureza aplicada e de caráter descritiva. Para a mensuração dos dados, foram utilizadas seis empresas do Ciclo 1 que correspondeu ao período entre novembro de 2020 e abril de 2021, e sete empresas do Ciclo 2 que correspondeu ao período de março de 2021 e outubro de 2021, totalizando 13 empresas localizadas na região Oeste da cidade de São Paulo. A adesão ao projeto ALI é feita sem custo aos empresários, sendo a participação dos mesmos integralmente subsidiada pelo Sebrae. Para a coleta dos dados, os encontros foram realizados majoritariamente online, devido à pandemia de COVID-19.

A ferramenta Radar de Inovação é um questionário estruturado desenvolvido pelo SEBRAE (2020) com o total de 18 questões, e foi apresentado aos empresários duas vezes, no primeiro e no último encontro do ciclo, com o intuito de comparar os cenários pré e pós intervenção do projeto ALI. O questionário corresponde a 6 dimensões, sendo elas: Gestão por indicadores, gestão das operações, marketing, inovação, transformação digital e práticas sustentáveis.

Neste trabalho, as categorias inovação e marketing foram avaliadas, sendo que as respostas variam entre 1 a 5 em possibilidade de nota a depender da resposta do empresário.

Para mensurar inovação foram realizadas três perguntas:

1 - Como a empresa inova em seus processos internos para aumentar a produtividade e reduzir custos?

2 - Com que frequência novos produtos, serviços ou modelo de negócio são apresentados com sucesso aos clientes?

3 - Como a empresa busca e analisa informações para identificar oportunidades para inovar?

Com relação ao Marketing, as seguintes perguntas foram realizadas:

1 - Como você acompanha a satisfação de seus clientes com seus produtos e serviços?

2 - Normalmente, como sua empresa determina o preço dos seus produtos e serviços?

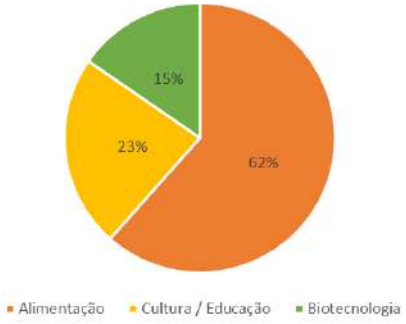
3 - Nos últimos seis meses a sua empresa fez algum tipo de divulgação de seus produtos ou serviços?

Durante o processo, foram realizadas reuniões de acompanhamento com os empresários e com base na metodologia Design Thinking (Melo & Abelheira, 2015). O projeto almejou à criação de um protótipo para solucionar um problema escolhido pelo empresário com potencial de impactar na sua produtividade.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Do total de 13 empresas mensuradas, 8 são do ramo alimentício, 3 são do ramo da cultura/educação e 2 do ramo da biotecnologia, conforme a Figura 1.

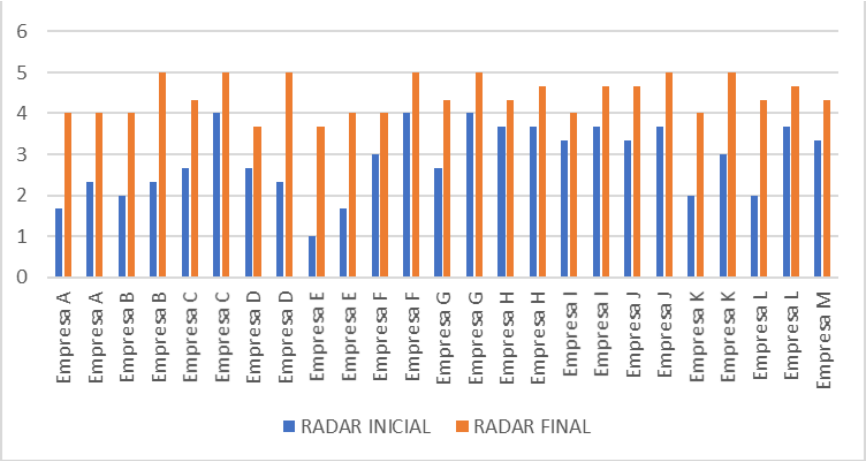
Figura 1. Ramos das empresas apresentadas no artigo



Fonte: o autor

Independente do segmento do negócio, todas as empresas mensuradas para o Projeto ALI obtiveram melhora significativa na categoria marketing, quando comparados os índices iniciais e finais, de acordo com a Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Radar de Marketing



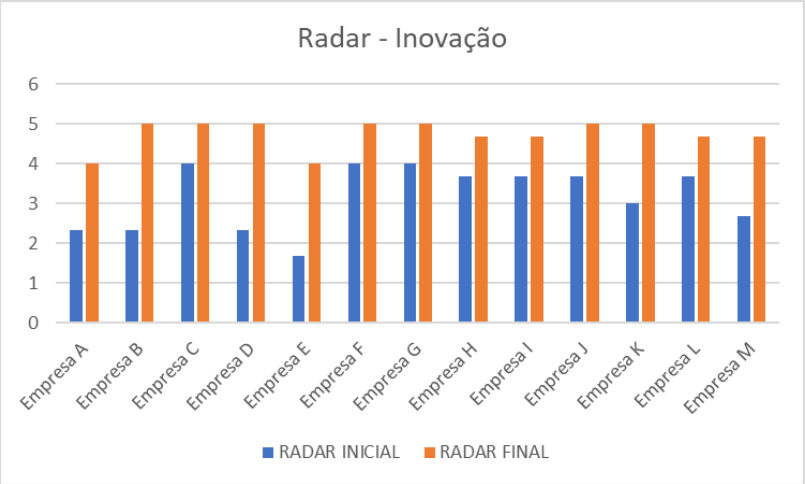
Fonte: o autor

O maior destaque é da Empresa E, do ramo educacional, que obteve nota 1 no Radar para a categoria Marketing, a menor de todas as empresas na mensuração inicial, e que na mensuração final aumentou sua nota para 3,67. Neste caso específico, a empresa não possuía redes sociais, o que explica a pontuação baixa no primeiro encontro, e o aumento foi devido à criação de redes socias como Instagram e página da empresa no Google Meu Negócio e também a postagens de divulgação de trabalho com frequência de no mínimo três vezes na semana.

Outro destaque é o da empresa A, do ramo de biotecnologia, que também obteve um aumento significativo, de 1,67 no radar inicial para nota 4,0 no radar final, criando identidade visual da marca e também postando com frequência de três dias por semana nas redes sociais sobre os principais serviços oferecidos, impulsionando suas vendas e ocasionando o aumento de escore observado.

Todas as empresas representadas na Figura 2 realizaram estratégias de marketing guiadas pelo agente local de inovação e voltadas para melhorar o seu posicionamento no mercado e estratégias para identificar o público alvo. Como ações de destaque se encontram planos para efetivar a presença massiva em redes sociais como Instagram, Facebook e Whatsapp Business, além da constante divulgação de seus respectivos trabalhos para os seguidores.

Figura 3 - Radar de Inovação



Fonte: o autor

Para os resultados do Radar na categoria Inovação, todas as empresas mensuradas no Ciclo 1 e Ciclo 2 obtiveram melhores resultados após a adesão ao Programa ALI Brasil-Mais. O maior destaque também é da Empresa E do ramo educacional, que implantou maiores estratégias de inovação durante sua jornada no projeto. Houve inovação em processos, como uma nova forma de comunicação com a escola através das redes sociais e também inovação em produtos oferecidos, como a disponibilização de aulas diferenciadas no contraturno do ensino regular das crianças matriculadas no respectivo local de ensino.

Nesta perspectiva de Inovação, um total de sete empresas mensuradas em ambos os ciclos obtiveram a nota máxima, 5, durante o processo de medição final. Isto significa que durante os 6 meses entre a mensuração inicial e mensuração final, eles implantaram mais de 2 projetos voltados para aumento da produtividade e/ou redução de custos; criaram mais de dois novos produtos, serviços ou modelo de negócio inovador reconhecidos e valorizados pelos clientes por ano e utilizaram métodos e ferramentas de identificação de oportunidades, sempre interagindo com os clientes e potenciais clientes,

e atuando de forma sistematizada na análise e validação de todos os tipos de oportunidades, validando três ou mais oportunidades por ano.

As empresas A, B, C, G, H, J, K e M pertencem ao ramo alimentício e correspondem a restaurantes espalhados pela capital paulista. Todas elas implantaram ações para redução de custos para obtenção de matéria-prima, como pesquisa em mercados de atacado para comprar produtos mais baratos e implantaram novos serviços de entrega para o consumidor final, como terceirização desta etapa via aplicativos como Ifood e Uber Eats e também disponibilizaram a modalidade Take Away, em que o próprio cliente pode retirar o produto, visto que na época de aplicação do Programa ALI os restaurantes se encontravam fechados devido a pandemia de COVID-19.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do Design Thinking, metodologia do projeto ALI, foi possível impactar positivamente os empresários que participaram no ciclo 1 e ciclo 2. Devido ao cenário de instabilidade proveniente da pandemia de Covid-19, a maioria maciça dos empresários se mostrava insegura com relação à manutenção de seu negócio durante a primeira onda da pandemia (ápice entre julho e agosto de 2020) e principalmente durante a segunda onda (ápice entre março e junho de 2021) com o aumento exorbitante do número de vítimas fatais.

Apesar do cenário dificultoso, foi trabalhado dentro das possibilidades pensando sempre em aumentar a produtividade e reduzir custos. Seguindo estratégias baseadas no Design Thinking, foi possível prototipar novos projetos que impactaram diretamente no aumento da produtividade dos empresários e ocasionaram melhorias no cenário de Marketing e de Inovação da empresa, criando um legado que tem o potencial de perdurar por anos promovendo melhorias constantes para cada MPE atendida.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Sebrae (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) pelo suporte ao uso das ferramentas de empreendedorismo e inovação e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

Alalwan, A. A., Rana, N. P., Dwivedi, Y. K., & Algharabat, R. (2017). Social media in marketing: A review and analysis of the existing literature. *Telematics and Informatics*, *34*(7), 1177–1190.

Alqahtani, N., & Uslay, C. (2020). Entrepreneurial marketing and firm performance: Synthesis and conceptual development. *Journal of Business Research*, *113*, 62–71. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.12.035

Berthon, P. R., Pitt, L. F., Plangger, K., & Shapiro, D. (2012). Marketing meets Web 2.0, social media, and creative consumers: Implications for international marketing strategy. *Business Horizons*, *55*(3), 261–271. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2012.01.007

Camargo, L. L. de. (2000). *Uso de indicadores da qualidade para o gerenciamento estratégico de empresas do ramo comercial*.

Carson, D. (1990). Some exploratory models for assessing small firms' marketing performance (a qualitative approach). *European journal of marketing*, *24*(11), 8–51.

Caulliraux, H. (2001). Incubadoras de empresas: Modelo de gestão-estratégia, políticas operacionais, estrutura de indicadores de desempenho, modelo de avaliação e sistema integrado de gestão. *Rio de Janeiro, GPI/EP & COPPE/UFRJ*.

Coelho, R. L. F., Miranda, J. R. de, Filho, A. C., Freitag, M. S. B., & Almeida, M. I. S. de. (2015). GESTÃO DO MARKETING EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. *REGEPE - Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas*, *4*(2), 219. https://doi.org/10.14211/regepe.v4i2.197

Drucker, P. F. (1998). Inovação e espírito empreendedor (entrepreneurship): Prática e princípios. *São Paulo: Pioneira*, *5*.

Dwivedi, Y. K., Kapoor, K. K., & Chen, H. (2015). Social media marketing and advertising. *The Marketing Review*, *15*(3), 289–309.

Elmuti, D., Khoury, G., & Omran, O. (2012). DOES ENTREPRENEURSHIP EDUCATION HAVE A ROLE IN DEVELOPING ENTREPRENEURIAL SKILLS AND VENTURES'EFFECTIVENESS? *Journal of Entrepreneurship Education*, *15*, 83.

Fard, M. H., & Amiri, N. S. (2018). The effect of entrepreneurial marketing on halal food SMEs performance. *Journal of Islamic Marketing*.

Fernandes, D. R. (2004). Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial. *Revista da FAE*, *7*(1), Article 1. https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/430

Ferreira, M. P., Abreu, A. F. de, Abreu, P. F. de, Trzeciak, D. S., Apolinário, L. G., & Cunha, A. d'Avila da. (2008). Gestão por indicadores de desempenho: Resultados na incubadora empresarial tecnológica. *Production*, *18*, 302–318. https://doi.org/10.1590/S0103-65132008000200008

Frederico, E. (2008). O que é Marketing. *Antenna Web*, *4*, 1–8.

Geraldo, G. C., & Mainardes, E. W. (2017). Estudo sobre os fatores que afetam a intenção de compras online. *REGE - Revista de Gestão*, *24*(2), 181–194. https://doi.org/10.1016/j.rege.2017.03.005

Gilmore, A., Kraus, S., O'Dwyer, M., & Miles, M. (2012). Editorial: Strategic marketing management in small and medium-sized enterprises. *International Entrepreneurship and Management Journal*, *8*(2), 141–143. https://doi.org/10.1007/s11365-011-0175-2

Guha, S., Harrigan, P., & Soutar, G. (2018). Linking social media to customer relationship management (CRM): A qualitative study on SMEs. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, *30*(3), 193–214. https://doi.org/10.1080/08276331.2017.1399628

Harrigan, P., Ramsey, E., & Ibbotson, P. (2012). Entrepreneurial marketing in SMEs: The key capabilities of e-CRM. *Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship*.

Hills, G. E., & Hultman, C. (2013). Entrepreneurial Marketing: Conceptual and Empirical Research Opportunities. *Entrepreneurship Research Journal*, *3*(4), 437–448. https://doi.org/10.1515/erj-2013-0064

Hisrich, R. D., Peters, M. P., & Shepherd, D. A. (2014). *Empreendedorismo* (9º ed). Amgh Editora.

Infante, B., Mussi, C., & Oddo, M. (2015). *Por um desenvolvimento inclusivo: O caso do Brasil*.

Jones, R., & Rowley, J. (2011). Entrepreneurial marketing in small businesses: A conceptual exploration. *International Small Business Journal*, *29*(1), 25–36. https://doi.org/10.1177/0266242610369743

Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. *Business Horizons*, *53*(1), 59–68. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2009.09.003

Kotler, P., & Keller, K. L. (2013). *Administração de marketing* (14a ed).

Leite, I. C. B. V., Godoy, A. S., & Antonello, C. S. (2006). O aprendizado da função gerencial: Os gerentes como atores e autores do seu processo de desenvolvimento. *Aletheia*, *23*, 27–41.

Martins, R. A., & Costa Neto, P. L. de O. (1998). Indicadores de desempenho para a gestão pela qualidade total: Uma proposta de sistematização. *Gestão & Produção*, *5*, 298–311. https://doi.org/10.1590/S0104-530X1998000300010

Mello, S. C. B. de, Leão, A. L. M. de S., & Paiva Júnior, F. G. de. (2006). Competências empreendedoras de dirigentes de empresas brasileiras de médio e grande porte que atuam em serviços da nova economia. *Revista de administração contemporânea*, *10*, 47–69.

Melo, A., & Abelheira, R. (2015). *Design Thinking & Thinking Design: Metodologia, ferramentas e uma reflexão sobre o tema*. Novatec Editora.

Morrish, S. C. (2011). Entrepreneurial marketing: A strategy for the twenty-first century? *Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship*.

Mothersbaugh, D. L., Hawkins, D. I., Kleiser, S. B., Mothersbaugh, L. L., & Watson, C. F. (2020). *Consumer behavior: Building marketing strategy*. McGraw-Hill Education.

Oliva, F. L., Couto, M. H. G., Santos, R. F., & Bresciani, S. (2019). The integration between knowledge management and dynamic capabilities in agile organizations. *Management Decision*, *57*(8), 1960–1979. https://doi.org/10.1108/MD-06-2018-0670

Oliveira, A. G. M. de, Melo, M. C. de O. L., & Muylder, C. F. D. (2016). Educação Empreendedora: O Desenvolvimento do Empreendedorismo e Inovação Social em Instituições de Ensino Superior. *Revista Administração em Diálogo - RAD*,

18(1), 29–56. https://doi.org/10.20946/rad.v18i1.12727

Oliveira, I. de, & Businari, M. (2021, junho 29). *Pandemia leva desempregados a abrir negócio por necessidade, não vocação*. https://economia.uol.com.br/empreendedorismo/noticias/redacao/2021/06/29/pandemia-leva-desempregados-empreender-por-necessidade.htm

Rashad, N. M. (2018). The impact of entrepreneurial marketing dimensions on the organizational performance within Saudi SMEs. *Eurasian Journal of Business and Management*, *6*(3), 61–71.

Righetti, S. (2021, março 28). *Brasil tem pior nota em inovação em dez anos e perde destaque entre emergentes—28/03/2021—Seminários Folha—Folha*. https://www1.folha.uol.com.br/amp/seminariosfolha/2021/03/brasil-tem-pior-nota-em-inovacao-em-dez-anos-e-perde-destaque-entre-emergentes.shtml?__twitter_impression=true

Sadiku-Dushi, N., & Ramadani, V. (2020). Entrepreneurial Marketing Mindset: What Entrepreneurs Should Know. *Organizational Mindset of Entrepreneurship*, 181–210.

SEBRAE. (2016, setembro 19). *Pequenos negócios em números—Sebrae*. https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/sp/sebraeaz/pequenos-negocios-em-numeros,12e8794363447510VgnVCM1000004c00210aRCRD

SEBRAE. (2018). *Indicadores essenciais para a gestao de todo negócio—Ebook Sebrae Bahia* (Vol. 01). https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/TO/Anexos/[eBook%20SebraeBA]%20Indicadores%20essenciais%20para%20a%20gestao%20de%20todo%20neg%C3%B3cio.pdf

Silva, E. R. da, Larentis, F., & Zanandrea, G. (2019). Reflexão e experiência: Elos para storytelling e aprendizagem organizacional. *Revista de Administração FACES Journal*, *18*(1), 91–110. https://doi.org/10.21714/1984-6975FACES2018V18N1ART6086

Solé, M. (2013). Entrepreneurial marketing: Conceptual exploration and link to performance. *Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship*.

Stokes, D. (2000). Putting entrepreneurship into marketing: The processes of

entrepreneurial marketing. *Journal of research in marketing and entrepreneurship*.

Torres, L. B., Pagnussatt, T. B., & Severo, E. A. (2017). A Inovação como Fonte Para Vantagem Competitiva nas Organizações: Uma Revisão Sistemática da Literatura. *REVISTA GEINTEC-GESTAO INOVACAO E TECNOLOGIAS*, *7*(4), 4028–4043. https://doi.org/10.47059/geintecmagazine.v7i4.1022

Trainor, K. J., Andzulis, J. M., Rapp, A., & Agnihotri, R. (2014). Social media technology usage and customer relationship performance: A capabilities-based examination of social CRM. *Journal of business research*, *67*(6), 1201–1208.

Vinerean, S. (2017). *Importance of Strategic Social Media Marketing*. 9.

Vitorio, T. (2021, janeiro 27). *Facebook fica mais perto de 3 bilhões de usuários ativos e receita cresce em 2020*. Exame. https://exame.com/tecnologia/facebook-fica-mais-perto-de-3-bilhoes-de-usuarios-ativos-e-receita-cresce-em-2020/

Zucoloto, G. F., & Nogueira, M. O. (2016). *A DINÂMICA INOVATIVA DAS EMPRESAS DE PEQUENO PORTE NO BRASIL*. 54.

Inovação através do marketing: experiências em micro e pequenas empresas da cidade de São Paulo com o projeto ALI do SEBRAE

Innovation through marketing: experiences in micro and small companies in the city of São Paulo with SEBRAE's ALI project

ABSTRACT

Micro and small enterprises (MSEs) correspond to a relevant category of the Brazilian economy, not only in the generation of jobs, but also in the diffusion of innovations, characterizing a high heterogeneity. Innovation and productivity techniques, therefore, based on marketing strategies, need to be adapted to their reality, which is visibly different from that of large companies. The aim of this work is to identify the levels of marketing and innovation of MSEs in the city of São Paulo from companies participating in the ALI project during the years 2020 and 2021, analyzing whether there was evolution in the scores measured and identifying what were the main actions taken by entrepreneurs towards increasing productivity and business innovation. All the companies present in the article obtained improvements in the Marketing and Innovation indexes measured. As highlighted actions, the massive presence in social networks, the implementation of innovative services such as new modes of delivery to the final customer, and also the reduction of costs to obtain raw materials were observed as enhancers of the positive result, despite the decrease in consumption in the country due to the pandemic of COVID-19.

Keywords: Innovation Radar; ALI Project; Entrepreneurship; Sebrae; Local Innovation Agent.

Innovación a través del marketing: experiencias en micro y pequeñas empresas de la ciudad de São Paulo con el proyecto ALI de SEBRAE

RESUMEN

Las micro y pequeñas empresas (MPE) corresponden a una categoría relevante de la economía brasileña, no sólo en la generación de empleos, sino también en la difusión de innovaciones, caracterizando una alta heterogeneidad. Por lo tanto, las técnicas de innovación y productividad, basadas en estrategias de marketing, deben adaptarse a su realidad, que es visiblemente diferente a la de las grandes empresas. El objetivo de este trabajo, es identificar los niveles de marketing e innovación de las PYMES de la ciudad de São Paulo de las empresas participantes en el proyecto ALI durante los años 2020 y 2021, analizando si hubo evolución en las puntuaciones medidas e identificando cuáles fueron las principales acciones realizadas por los empresarios hacia el aumento de la productividad e innovación del negocio. Todas las empresas presentes en el artículo obtuvieron mejoras en los índices de marketing e innovación medidos. Como acciones de destaque se observó la presencia masiva en las redes sociales, la implementación de servicios innovadores como nuevas modalidades de entrega al cliente final y también la reducción de costos para la obtención de materias primas como potencializando el resultado positivo, a pesar de la disminución del consumo en el país debido a la pandemia de COVID-19.

Inovação através do marketing: experiências em micro e pequenas empresas da cidade de São Paulo com o projeto ALI do SEBRAE

Palabras clave: Radar de innovación; Proyecto ALI; Espíritu empresarial; Sebrae; Agente de innovación local.

Comunicata Scientiae
Horticultural Journal

ORIGINAL ARTICLE
published: 29 March 2022
https://doi.org/10.14295/CS.v13.3394

Physiological and sanitary attributes of organic lettuce seeds treated with essential oils during storage

Ariadne Waureck[1]*, Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre[2]

[1]State University of Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brazil
[2]University of São Paulo, Piracicaba, Brazil
*Corresponding author, e-mail: ariadne.waureck@hotmail.com

Abstract

The use of quality seeds becomes crucial in the seed production system. In the production of organic seeds, there is a need for specific techniques. Therefore, the objective of this work was to evaluate the applications of clove, lemongrass, rosemary, eucalyptus, ginger and tea tree essential oils in concentrations of 0; 500; 1.000; 1.500 and 2.000µL L^{-1} plus Tween 80 (1%) in distilled water at lettuce seeds. Seed quality was determined by physical (water content), physiological (germination and vigor) and sanitary parameters immediately after seed treatment and at 60, 120 and 180 days after storage. The experimental design was a completely randomized design (DIA), in a 6x4 + 1 factorial scheme, with six essential oils and four concentrations + control treatment. The application of rosemary, ginger and tea essential oils to the lettuce seeds shortly after harvest did not interfere with germination. The other essential oils resulted in reduced seed germination and vigor. Increasing the concentration of essential oils, especially clove and lemongrass, reduced seed germination and vigor and the incidence of fungi. It was concluded that clove, lemongrass, eucalyptus, ginger, rosemary and tea tree essential oils reduced the quality of lettuce seeds and inhibited the development of *Alternaria* sp. Lettuce and from 60 days of storage the presence of *Cladosporium* sp. was not observed in lettuce seeds treated with lemongrass essential oil at a concentration of 1.000µl L-1, and in the treatment with clove essential oil (1.500 and 2.000 µl L^{-1}).

Keywords: *Lactuca sativa*, seed germination and vigor.

Introduction

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a leafy vegetable from the Mediterranean region. The plant is autogamous and the inflorescence is chapter type, the fruit is an achene, whose seed is linked to the fruit by the region of the funicular developed from the ovary with a single egg, and the seeds are the main form of propagation (Sala & Nascimento, 2014).

The antifungal activities of plant products are known and used. Essential oils are recommended as one of the most promising antifungal agents (Kamazeri et al., 2012; Li et al., 2016; Nerilo et al., 2016). Essential oils are complex mixtures of volatile substances that include mainly terpenes, terpenoids, aromatic and aliphatic constituents, all characterized by low molecular weight (Bassolé & Juliani, 2012; Xavier et al., 2012).

However, it is essential that seed treatment products control or decrease pathogen infection, but do not cause reduction in seed germination and vigor. Vokou et al. (2003) verified reduction of lettuce seed germination with treatment with tea tree essential oil. This oil contains more than 40% terpinen-4-ol, which is toxic depending on the amount used (Hammer et al., 2006). The objective of this work was to verify the interference of clove, lemongrass, rosemary, eucalyptus, ginger and tea tree essential oils at different concentrations on germination, vigor and sanity of organic lettuce seeds during storage.

Material and Methods

Organic lettuce seeds (*Elisa variety*) were supplied by the Mokiti Okada Foundation Research Center, produced in 2017. Products application to the seeds and the seeds analyzes were carried out at UEPG Seed Analysis Laboratory (State Universityof Ponta Grossa) in Ponta Grossa - PR.

Received: 13 October 2020
Accepted: 03 May 2021

Essential oils of clove [*Eugenia caryophyllus* (L.) Merrill & Perry], lemongrass [*Cymbopogon citratus*(DC) Stapf.], rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), eucalyptus (*Eucalyptus globulus Labill*.), ginger (*Zingiber officinale Roscoe*.) and tea tree (*Melaleuca alternifólia Cheel.)* were commercially acquired and were applied to the lettuce seed at concentrations of 0; 500; 1.000; 1.500 and 2.000µL L^{-1} plus Tween 80 (1%) in distilled water (Brito et al., 2012).

The essential oils used for the research were analyzed for chemical composition in the chromatography laboratory of the Federal University of Minas Gerais (Table 1). The methodology used was High Resolution Gas Chromatography with a gas chromatograph.

The application of the essential oils to the seeds was by immersion for a period of three minutes. For this, 6.6 grams of lettuce seeds were placed in 0.5; 1.0; 1.5; and 2.0 mL of each essential oil and added 1L of water, in addition to the control (Brito et al., 2012). Then the seeds were placed on two sheets of sterile blotting paper for drying in a natural environment until they reached 6% of water content. Subsequently, they were placed in aluminized bags for cold room storage at 10ºC and 55% relative humidity. Seed quality evaluations were performed immediately after treatment and at 60, 120 and 180 days after storage.

Table 1. Gas chromatography analysis of the essential oils of clove (*Eugenia caryophyllus*), lemongrass (*Cymbopogon citratus*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), ginger (*Zingiber officinale*) and tea tree (*Melaleuca alternifolia*).

Constituents (%)	Clove	Lemongrass	Rosemary	Eucalyptus	Ginger	Tea tree
1,8-cineole			39.6	89.9		1.4
Ar-curcumene					15.2	
Camphene		0.2	0.9		7.1	
Camphene						0.4
Camphor			27.7			
Carveol		0.1				
Cis-calameno						0.3
Citronellal		0.5				
Crisantenol		1.0				
Eugenol	87.3		0.6			
E-β-ocimene				0.6		
Geraniol	0.4	48.7				
Geranylacetate		0.9				
Germacrene d					3.0	
Sabinenehydrate					3.0	
Limonene		0.3	22.0	1.5	4.0	2.2
Linalool		0.2	0.8			
Myrcene		0.6	0.8	2.3		0.4
Neral		42.2				
Caryophyllene oxide	0.4	0.8				
p-cimene			1.6	0.2		2.8
Methylsalicylate	0.2					
Sesquifelandreno					12.6	
Terpinen-4-ol						42.5
Terpinolene				0.1		3.4
Trans verbenol		0.7				
Viridiflorino						0.4
Zingiberene					30.5	
Z-β-ocimene		0.1		0.1		
α-copaene	0.5					
α-farnesene					9.0	
α-phellandrene						1.0
α-humulene	1.8	0.6				
α-pinene			2.9	2.2	2.8	5.0
α-terpinene				1.4		10
α-terpineol						7.3
α-thujene						0.3
β-bisabolene					4.0	
β- caryophyllene	9.3	0.7	0.8			
β-gurjunene						0.2
β-pinene			1.5	1.6		0.4
γ-muurolene		0.2				
γ-terpinene		0.3				20.4
Others	0.4	1.5	0.8	0.3	8.7	1.7

Determination of water content

It was used the stove method adapted from Brazil (2009a). For this, 2.0 grams of seeds were placed in containers, which were kept open in a stove at 105°C ± 3 for 24 hours. Afterwards, the containers were capped and placed in a desiccator, until cooled for weighing. The result was expressed as a percentage of water.

Germination Test

Eight repetitions of 25 seeds distributed on two sheets of paper moistened 2.5 times the weight of the dry paper were placed in plastic boxes previously disinfected with sodium hypochlorite. The plastic boxes were placed in a germination chamber with constant temperature of 20°C ± 2, with the evaluations on the 4th day after sowing (first count of the germination test - FCG) and 7th day (Brasil, 2009a). Results were expressed as percentage of normal seedlings.

Seedling emergence

Four replicates of 50 seeds were sown in 200-cell plastic trays. The seeds were sown to a depth of 1 cm and one seed per cell was placed. Substrate composed of peat, concealers, vermiculite, charcoal and pine bark was used. The substrate was moistened daily with water equivalent to 60% of its holding capacity, with the trays in the greenhouse at 25°C and 70% relative humidity. The evaluations, considering the developed structures of seedlings, were carried out from the 1st day until 21st days after sowing and the results were expressed as percentage of emerged seedlings (Nakagawa, 1994).

Seedling emergence speed index

It was calculated from the data obtained from the daily seedling emergence assessments. The index was represented by the number of seedlings emerged daily until the 21st day after sowing, according to Maguire's adapted formula (1962).

Sanitary Parameter Evaluation

To evaluate the sanitary parameter, 200 seeds (8 replicates of 25 seeds) were placed in plastic boxes previously disinfected with sodium hypochlorite on two sheets of filter paper moistened 2.5 times the weight of dry paper. The seeds remained for seven days in a BOD incubation chamber at 20 ° C with a 12 hour photoperiod. The evaluation was performed at seven days after sowing, using stereoscopic microscope and light microscope, classifying the fungi by gender. The results were expressed as percentage of occurrence of the observed fungi (Brasil, 2009b).

Statistical analysis

The experimental design was a completely randomized design (DIA), in a 6x4 + 1 factorial scheme, with six essential oils and four concentrations + control treatment, with four replications for the germination and vigor analysis (seedling emergence, seedling emergence speed index and germination test first count)and eight replications for the analysis sanitary. Data were analyzed for variance analysis to verify the significance of the interaction of the essential oil and concentration factors. Essential oil concentration data, when significant, were subjected to polynomial regression analysis, up to the third degree, and when significant for essential oil, the means were compared by Tukey test (5%). When necessary, the data were transformed into arc sen $\sqrt{((x + 0.5) / 100)}$ and analyzes were performed using the program R Studio.

Results and Discussion

The amount of water in lettuce seeds ranged from 6.5 to 7.0% from the beginning of storage until 180 DOS (days of storage). There was a significant interaction for the essential oil and concentration factors for all analyzed variables, except for the incidence of Alternaria sp. at 180 days of storage.

For the germination test first count, in lettuce seeds treated with eucalyptus, ginger and tea tree essential oils, germination was superior in relation to the results of treatments with rosemary, clove and lemongrass essential oils. The results of lemongrass essential oil use indicated that there was a significant reduction in lettuce seed germination. With application of this oil at a concentration of 1.000µl L^{-1} there was no lettuce seed germination (Table 2).

At 60 DOS for treatments with eucalyptus, ginger and tea tree essential oils at concentrations of 500, 1.000 and 2.000µl L^{-1}, lettuce seed germination at 4 days was higher than treatments with clove, lemongrass and rosemary essential oils. These results were also observed at 120 DOS for the same oils at 1.000, 1.500 and 2.000µl L^{-1} concentrations and at 180 DOS at 500, 1.500 and 2.000µl L^{-1} concentrations (Table 2).

The results related to lettuce seed germination at 7days indicate that post-harvest treatments with eucalyptus, ginger and tea tree essential oils showed higher germination than treatments with clove, lemongrass and rosemary essential oils, regardless of the used concentration. This variation in results remained until 180 DOS. After 60 days of storage, these results were also observed in the treatment with rosemary essential oil (Table 2).

Shokouhian et al. (2016) verified for lettuce seeds

(*Lactuca sativa*) that the application of the essential oils of rosemary (*Rosmarinus officinalis*), thyme (*Thymus vulgaris*) and anise (*Pimpinella anisum*) in concentrations of 25 and 50% reduced germination significantly compared to the control treatment. Using the essential oil of *Eucaliptus globulus* L. (0.15%, for 120 minutes) to evaluate lettuce seed (*Lactuca sativa* L.) germination and growth of seedlings. Garbim et al. (2014) indicated that there was a significant reduction germination of the seed with the use of this essential oil.

For storage up to 60 days, the application of tea tree essential oil at a concentration of up to 1.000µl L^{-1} kept the lettuce seeds with 74% germination, and with the 500 µl L^{-1} ginger essential oil the seed germination was 70% (Table 2), values according to the minimum value of the standard established in the legislation. In the post-harvest, there was a linear reduction in lettuce seed germination results, with increase of clove and rosemary essential oils concentration.

Miranda et al. (2015) found that the use of lemongrass essential oil and its main component, the citral monoterpene (isomeric mixture of neral and geranial), inhibited the germination of lettuce seeds. In the present study, lemongrass essential oil had 48.7% geranial (Table 1), which is likely to cause a reduction in lettuce seed germination soon after harvest.

Table 2. Germination test count (%) of lettuce seeds at 4 and 7 days after sowing, submitted to the application of essential oils at different concentrations in post-harvest, 60, 120 and 180 days of storage.

Essential oil	4thDAY					7thDAY				
	Post-harvest									
	Concentration (µl L^{-1})									
	0	500	1.000	1.500	2.000	0	500	1.000	1.500	2.000
Clove	32^{ns}	16 c*	10 bc	2 c	1 b	96^{ns}	82 b	63 b	38 c	33 c
Lemongrass	32	1 d	0 d	0 c	0 b	96	38 c	21 c	14 d	0 d
Rosemary	32	10 c	4 cd	4 c	3 b	96	76 b	70 b	68 b	53 b
Eucalyptus	32	27 a	22 a	14 ab	14 a	96	95 a	93 a	93 a	87 a
Ginger	32	24 ab	21 a	18 a	14 a	96	92 a	91 a	90 a	88 a
Tea tree	32	25 b	14 ab	7 bc	7 ab	96	95 a	94 a	85 a	83 a
60 DOS										
Clove	31^{ns}	12 b	6 b	1 c	1 b	70^{ns}	17 c	7 d	5 d	3 c
Lemongrass	31	1 c	0 b	0 c	0 b	70	6 c	0 d	0 d	0 c
Rosemary	31	10 b	4 b	3 c	3 b	70	55 b	42 c	42 c	41 b
Eucalyptus	31	24 a	20 a	14 ab	13 a	70	61 b	54 c	51 bc	49 b
Ginger	31	24 a	21 a	18 a	14 a	70	70 b	67 b	66 a	64 a
Tea tree	31	20 a	20 a	8 bc	7 ab	70	73 a	74 a	59 ab	54 ab
120 DOS										
Clove	29^{ns}	10 bc	6 b	1 b	0 b	66^{ns}	18 b	8 d	2 c	1 c
Lemongrass	29	1 c	0 b	0 b	0 b	66	6 c	0 d	0 c	0 c
Rosemary	29	9 bc	4 b	3 b	3 b	66	55 a	41 c	41 c	39 b
Eucalyptus	29	24 a	19 a	13 a	14 a	66	58 a	55 b	49 b	48 b
Ginger	29	20 ab	19 a	15 a	11 a	66	64 a	62 ab	61 a	61 a
Tea tree	29	21 ab	20 a	20 a	12 a	66	65 a	66 a	60 a	44 b
180 DOS										
Clove	18^{ns}	11 b	6 c	0 b	0 b	58^{ns}	15 c	7 d	1 c	1c
Lemongrass	18	1 b	0 c	0 b	0 b	58	4 d	0 d	0 c	0 c
Rosemary	18	7 b	3 c	3 b	3 b	58	49 b	40 c	42 b	35 b
Eucalyptus	18	18 a	19 a	14 a	14 a	58	54 b	54 b	50 ab	50 a
Ginger	18	17 a	15 b	14 a	14 a	58	55 b	54 b	52 a	51 a
Tea tree	18	17 a	16 b	17 a	13 a	58	67 a	65 a	58 a	45 a

*Means followed by the same letter in the column, within each storage period, do not differ statistically by Tukey test at 5% significance; ns = not significant.

Until 120 days of storage (DOS), the results of lettuce seed germination at 4 days after sowing (DAS) decreased linearly with increasing concentrations of eucalyptus, ginger and tea tree essential oils (Figure 1). At 180 DOS, the germination percentage decreased linearly with clove essential oil (Figure 1-D).

According to regulation 457 of December 18, 1986, lettuce seeds must have a minimum germination of 70% for commercialization (Brasil, 1986). In the present work, seeds treated with Clove essential oil from (500 µl L^{-1}) and Rosemary oil at concentration (1.000µl L^{-1}) after harvest, or with eucalyptus essential oils, Ginger and tea tree at all concentrations after harvest remained with germination above 70%.

In treatments with lemongrass and tea tree essential oils the results analysis followed the quadratic model. At 60 DOS the application of eucalyptus essential oil linearly reduced the germination of lettuce seeds as

a function of the concentrations used, and the results regarding the use of other essential oils was more adequate with the quadratic model (Figure 2).

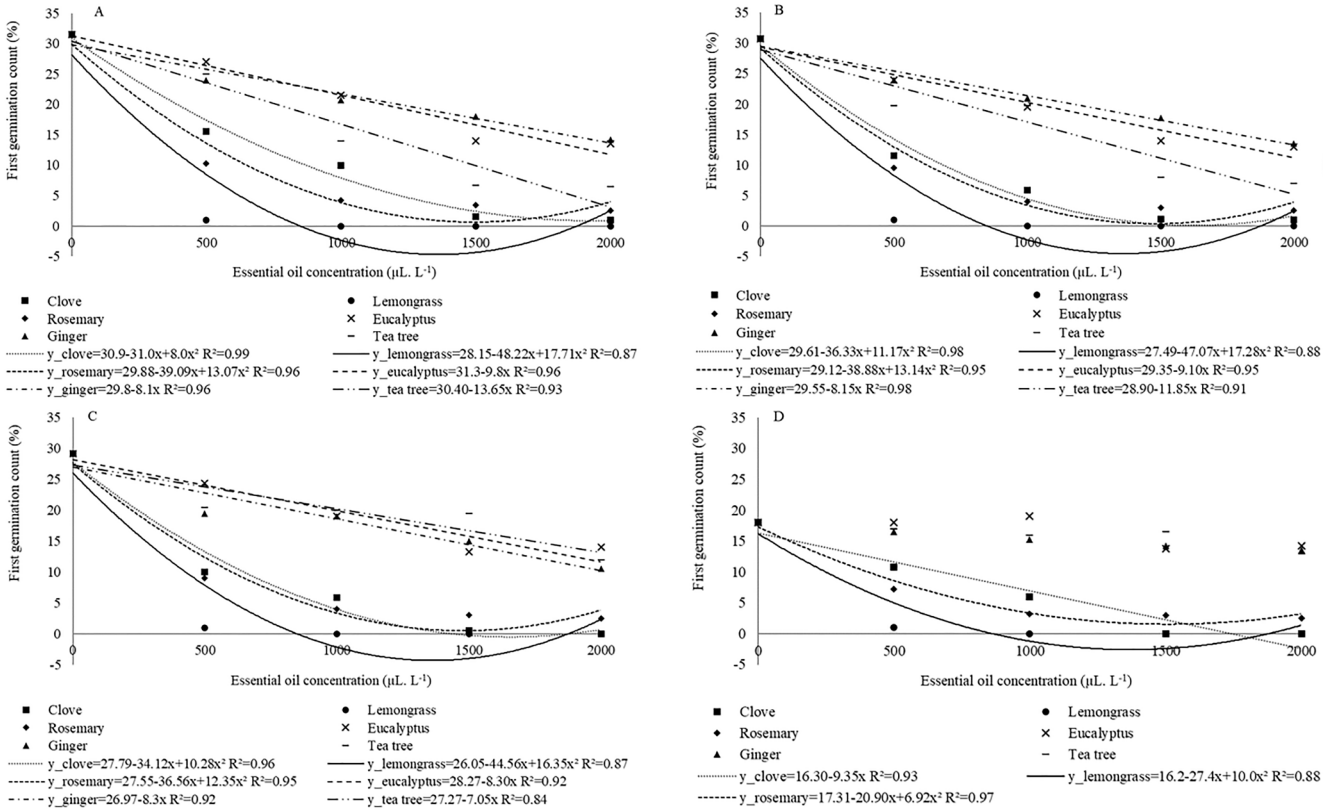


Figure 1. Regression analysis of the first germination count (%) of lettuce seeds submitted to the application of essential oils in different concentrations at post-harvest (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days of storage.

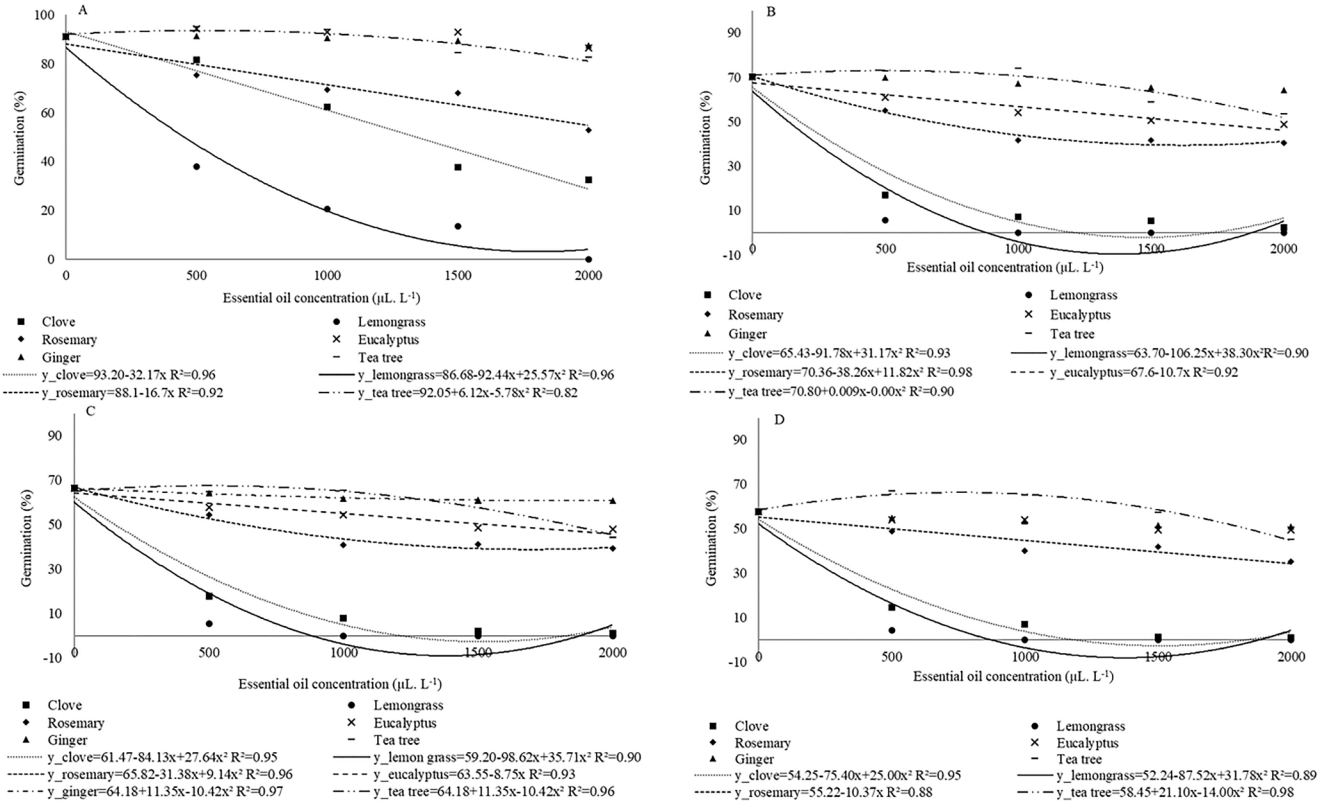


Figure 2. Regression analysis of lettuce seed germination submitted to the application of essential oils in different concentrations at post-harvest (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days after storage.

Lettuce seedling emergence was also influenced by the application of essential oils. There was a significant interaction between the concentration and essential oil factors in post-harvest seed and storage (Figure 3).

There was a reduction in the percentage of normal seedlings evaluated in the emergence speed index (Figure 3).

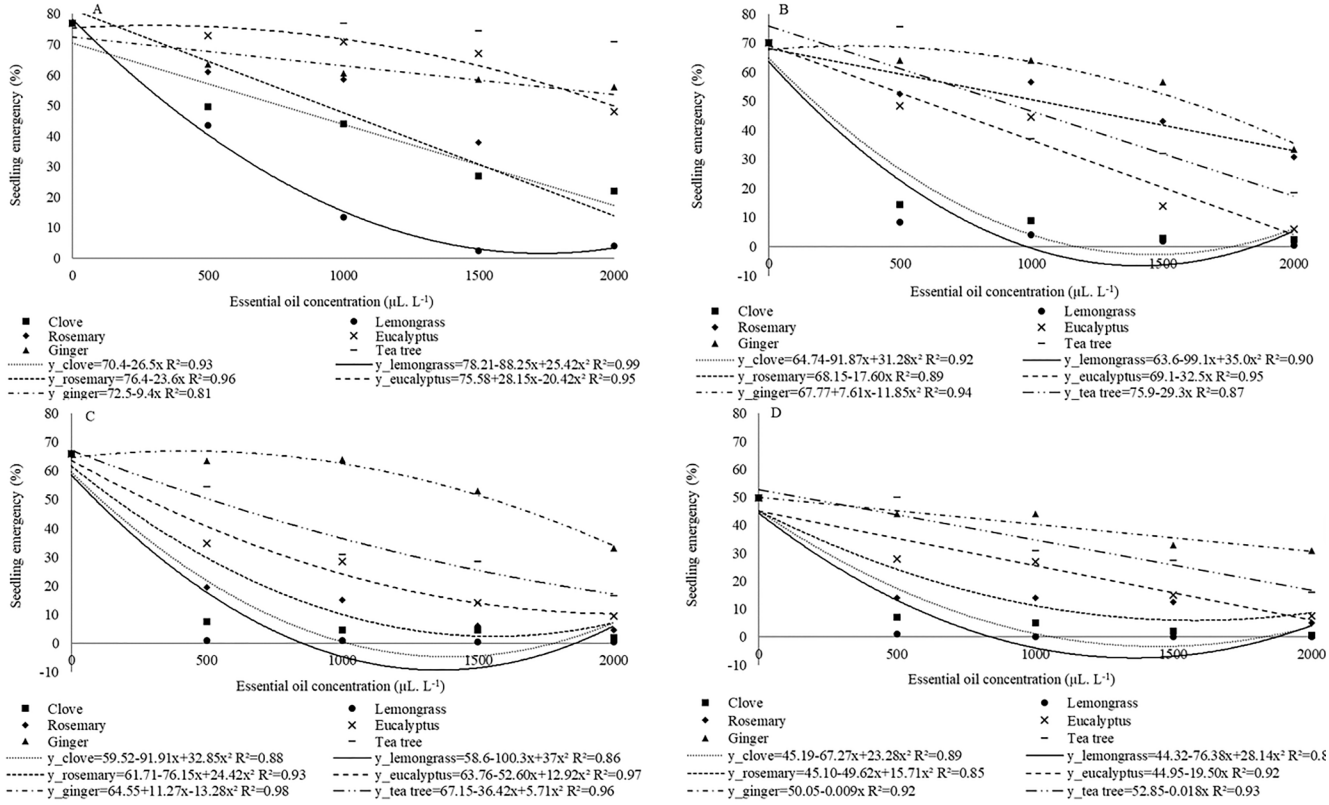


Figure 3. Regression analysis of lettuce seedling emergence (%) submitted to the application of essential oils in different concentrations at post-harvest (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days of storage.

Until 1.500 µl L^{-1} in the post-harves tof teatree and eucalyptus essential oils the results of seedling emergence were highert hant hose treated with clove, lemongrass, rosemary and ginger essential oil at the same concentrations (Table 3).

At 60 DOS, the emergence of lettuce seedlings reduced linearly as a function of rosemary, eucalyptus and tea tree essential oil concentrations (Figure 4-B). At 120 DOS, the emergence response of lettuce seedlings with the increase in the concentration of essential oils was quadratic for all essential oils (Figure 4-C). In addition, at 180 DOS the reduction was linear for treatments with eucalyptus and tea tree oils (Figure 4-D).

Table 3. Lettuce seedling emergence (%) and lettuce emergence speed index (ESI) submitted to the application of essential oils at different concentrations at post-harvest, 60, 120 and 180 days of storage

There was a reduction in ESI with increasing concentrations of essential oils, except for the treatment with tea tree essential oil after harvest. In the post-harvest treatment with clove, rosemary and ginger essential oils this reduction was linear, while in treatments with lemongrass and eucalyptus the response was quadratic (Figure 4).

According to the analyzes performed to determine the physiological attribute of lettuce seeds (germination test, seedling emergence and ESI), treatments with clove and lemongrass essential oils caused greater losses in seed germination and vigor in relation to seeds treated with ginger and tea tree essential oils. Flávio et al. (2014) found a reduction in the results related to the germination test first count and the germination in sorghum seeds treated with cinnamon essential oil at a concentration of 10%.

The main fungi observed in lettuce seeds were *Cladosporium* sp. and *Alternaria* sp. In treatments with eucalyptus, tea tree essential oils (up to 1.000µl L^{-1}) and ginger there was a higher incidence of *Cladosporium* sp. compared to clove, lemongrass and rosemary essential oil treatments. From 60 DOS, the presence of Cladosporium sp. was not observed in lettuce seeds treated with lemongrass essential oil at a concentration of 1.000µl L^{-1}, and in the treatment with clove essential oil (1.500 and 2.000µl L^{-1}) (Table 4).

Gomes et al. (2016) found a reduction in the incidence of Cladosporium sp. from the concentration of 1.53 mL L^{-1} of eucalyptus essential oil.

Table 3. Lettuce seedling emergence (%) and lettuce emergence speed index (ESI) submitted to the application of essential oils at different concentrations at post-harvest, 60, 120 and 180 days of storage.

Essential oil	Seedling emergence (%)					ESI				
	Post-harvest					Post-harvest				
	Concentration (µl L^{-1})					Concentration (µl L^{-1})				
	0	500	1.000	1.500	2.000	0	500	1.000	1.500	2.000
Clove	77.0^{ns}	50.0 bc*	44.0 c	27.0 c	22.0 c	14.0^{ns}	9.0 bc	8.0 c	4.9 c	4.0 c
Lemongrass	77.0	44.0 c	14.0 d	3.0 d	4.0 d	14.0	7.9 c	2.5 d	0.5 d	0.7 d
Rosemary	77.0	61.0 b	59.0 b	38.0 c	30.0 c	14.0	11.1 b	10.6 b	6.9 c	5.4 c
Eucalyptus	77.0	73.0 a	71.0 a	67.0 a	48.0 b	14.0	13.0 a	13.0 a	13.0 a	8.7 b
Ginger	77.0	64.0 b	61.0 b	59.0 b	56.0 b	14.0	11.5 b	11.0 b	10.6 b	10.2 b
Tea tree	77.0	81.0 a	77.0 a	75.0 a	71.0 a	14.0	14.6 a	14.0 a	13.5 a	12.9 a
60 DOS										
Clove	70.0^{ns}	15.0 c	9.0 d	3.0 c	3.0 b	12.7^{ns}	2.6 c	1.6 d	0.5 c	0.5 b
Lemongrass	70.0	9.0 c	4.0 d	2.0 c	1.0 b	12.7	1.5 c	0.7 d	0.4 c	0.1 b
Rosemary	70.0	53.0 b	57.0 ab	43.0 ab	31.0 a	12.7	9.5 b	10.3 ab	7.8 ab	5.6 a
Eucalyptus	70.0	49.0 b	45.0 bc	14.0 c	6.0 b	12.7	8.8 b	8.1 bc	2.5 c	1.1 b
Ginger	70.0	64.0 ab	64.0 a	57.0 a	34.0 a	12.7	11.6 ab	11.6 a	10.3 a	6.1 a
Tea tree	70.0	76.0 a	37.0 c	32.0 b	19.0 b	12.7	13.7 a	6.7 c	5.8 b	3.4 ab
120 DOS										
Clove	66.0^{ns}	8.0 e	5.0 d	5.0 d	2.0 d	12.0^{ns}	1.4 e	0.8 d	0.8 d	0.4 d
Lemongrass	66.0	1.0 f	1.0 d	1.0 d	1.0 d	12.0	0.2 f	0.2 d	0.1 d	0.1 d
Rosemary	66.0	20.0 d	15.0 c	6.0 d	5.0 cd	12.0	3.5 d	2.7 c	1.1 d	0.8 cd
Eucalyptus	66.0	35.0 c	29.0 b	14.0 c	10.0 c	12.0	6.3 c	5.2 b	2.5 c	1.7 c
Ginger	66.0	64.0 a	64.0 a	53.0 a	33.0 a	12.0	11.5 a	11.6 a	9.6 a	6.0 a
Tea tree	66.0	55.0 b	31.0 b	29.0 b	17.0 b	12.0	9.9 b	5.6 b	5.2 b	3.0 b
180 DOS										
Clove	50.0^{ns}	7.0 cd	5.0 cd	2.0 d	1.0 c	9.0^{ns}	1.3 cd	0.9 cd	0.4 d	0.1 c
Lemongrass	50.0	1.0 d	0.0 d	0.0 d	0.0 c	9.0	0.2 d	0.0 cd	0.0 d	0.0 c
Rosemary	50.0	14.0 c	14.0 c	13.0 c	5.0 c	9.0	2.5 c	2.5 c	2.3 c	0.9 c
Eucalyptus	50.0	28.0 b	27.0 b	15.0 c	8.0 bc	9.0	5.1 b	4.9 b	2.7 c	1.4 bc
Ginger	50.0	44.0 a	44.0 a	43.0 a	31.0 a	9.0	8.6 a	8.5 a	8.5 a	5.6 a
Tea tree	50.0	50.0 a	31.0 b	28.0 b	16.0 b	9.0	8.8 a	5.6 b	5.0 b	2.9 b

*Means followed by the same letter in the column, within each storage period, do not differ statistically by Tukey test at 5% significance; ns = not significant.

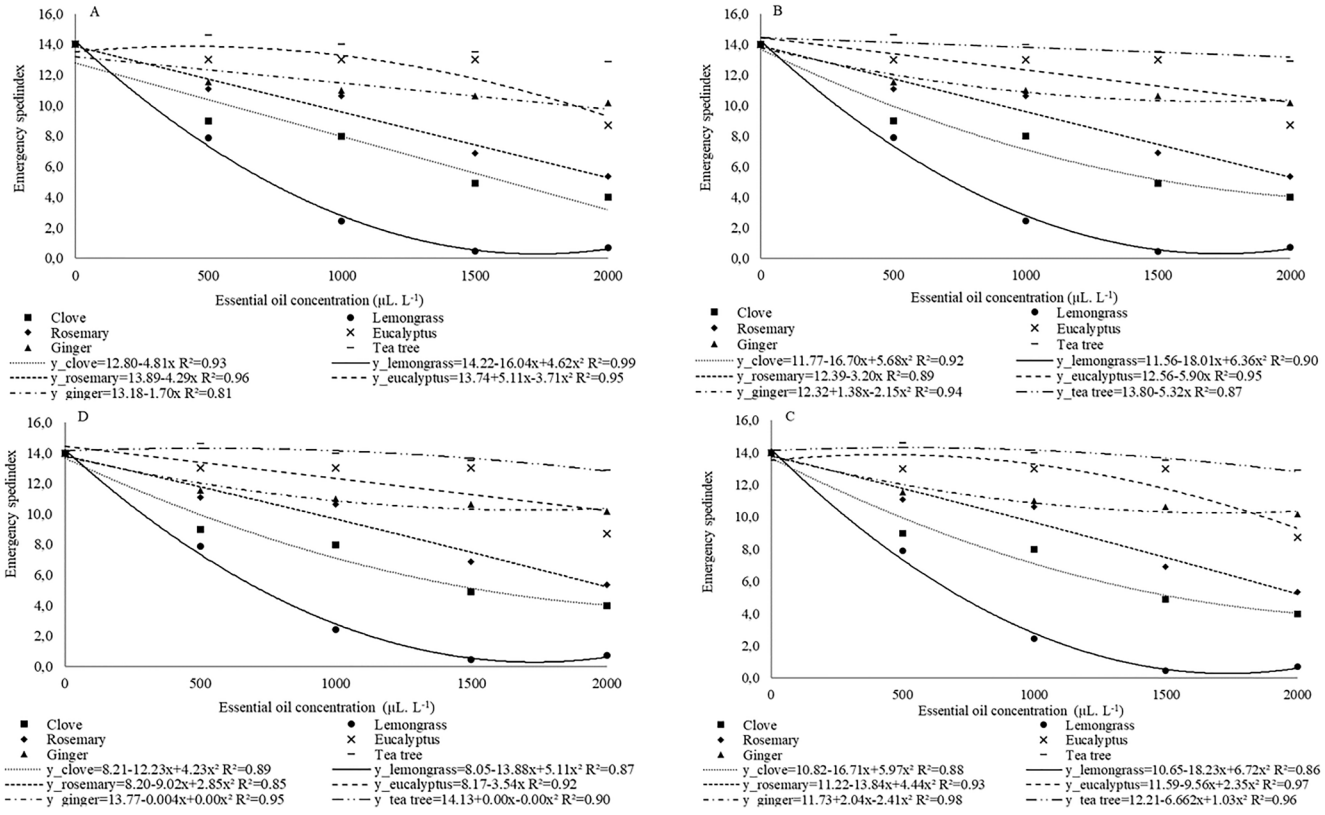


Figure 4. Regression analysis of lettuce emergence speed index (ESI, %) submitted to the application of essential oils in different concentrations at post-harvest (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days of storage.

Table 4. Incidence of *Cladosporium* sp. (%) in lettuce seeds submitted to the application of essential oils in different concentrations at post-harvest, 60, 120 and 180 days of storage.

Essential oil	*Cladosporium* sp. (%) - Post-harvest					
	Concentration (µl L^{-1})					
	0	500	1.000	1.500	2.000	
Clove	100.0^{ns}	14.0 c*	10.0 c	5.5 d	5.0 d	d
Lemongrass	100.0	2.0 c	2.0 c	8.5 d	2.5 d	d
Rosemary	100.0	67.0 b	65.3 b	61.5 b	34.5 c	c
Eucalyptus	100.0	90.0 a	86.5 a	70.8 b	70.0 b	b
Ginger	100.0	99.5 a	99.0 a	98.5 a	88.5 a	a
Tea tree	100.0	100.0 a	89.5 a	36.5 c	35.0 c	c
60 DOS						
Clove	97.8^{ns}	13.0 c	6.8 c	0.0 e	0.0 c	c
Lemongrass	97.8	0.0 d	2.0 c	4.5 e	1.5 c	c
Rosemary	97.8	89.4 b	85.3 b	80.0 c	33.0 b	b
Eucalyptus	97.8	91.5 b	91.3 b	91.3 b	88.3 a	a
Ginger	97.8	99.3 a	98.0 a	98.0 a	88.5 a	a
Tea tree	97.8	93.0 b	90.0 b	36.0 d	34.8 b	b
120 DOS						
Clove	96.9^{ns}	13.0 c	7.0 c	0.0 c	0.0 e	e
Lemongrass	96.9	0.00 d	1.50 c	2.0 c	1.5 e	e
Rosemary	96.9	89.0 a	87.5 a	92.0 a	38.8 c	c
Eucalyptus	96.9	93.8 a	94.0 a	90.5 a	88.5 a	a
Ginger	96.9	94.0 a	94.3 a	91.5 a	74.8 b	b
Tea tree	96.9	76.0 b	76.0 b	28.5 b	23.0 d	d
180 DOS						
Clove	95.8^{ns}	12.5 c	7.5 b	0.0 d	0.0 d	d
Lemongrass	95.8	0.0 d	1.0 c	7.0 c	1.5 d	d
Rosemary	95.8	96.0 a	94.5 a	92.5 a	44.0 b	b
Eucalyptus	95.8	95.3 ab	95.5 a	95.0 a	94.5 a	a
Ginger	95.8	93.5 ab	95.0 a	90.5 a	74.5 a	a
Tea tree	95.8	90.5 b	92.5 a	28.0 b	16.5 c	c

*Means followed by the same letter in the column, within each storage period, do not differ statistically by Tukey test at 5% significance; ns = not significant.

There was a linear reduction in the incidence of *Cladosporium* sp. due to the increase of clove, rosemary and tea tree oils concentrations in post-harvest (Figure 5).

For the incidence of Alternaria sp. in lettuce seeds there was interaction of oil and concentration factors up to 120 DOS. Post-harvest incidence of *Alternaria* sp. was lower in seeds with lemongrass essential oil treatment (500 µl L^{-1}) in relation to the other essential oils. At the concentrations of 1.000, 1.500 and 2.000µl $L^{-1}$of clove and lemongrass essential oils, the results were similar. Until 60 DOS, the essential oils of ginger, tea tree and eucalyptus were not efficient for the control of *Alternaria* sp. on lettuce seeds (Table 5).

There was no interaction between essential oils and different concentrations at 180 DOS. However, it can be observed that the results related to clove and lemongrass essential oils had a statistically significant reduction in the incidence of *Alternaria* sp. in relation to other treatments (Table 5).

This result was similar to that obtained by Pereira et al. (2016) who verified that the essential oil of *Eucalyptus globulus* was not efficient to control the pathogens present in seeds of *Schinus molle* L. (aroeira).

Table 5. Incidence of *Alternaria* sp. (%) in lettuce seeds submitted to the application of essential oils in different concentrations at post-harvest, 60 and 120 days of storage

The use of ginger (post-harvest and 60 DOS) and eucalyptus (post-harvest) essential oils were not efficient in reducing *Alternaria* sp. in relation to the control treatment (Figure 6 A and B). At 180 days of storage, even though the interaction between the factors did not show significant variation, there was a linear reduction in the incidence of *Alternaria* sp. The use of essential oils compared to the control result was valid, according to the proposed model, with more marked reductions to initial concentrations, tending to stabilize from the higher concentrations (Figure 6 D).

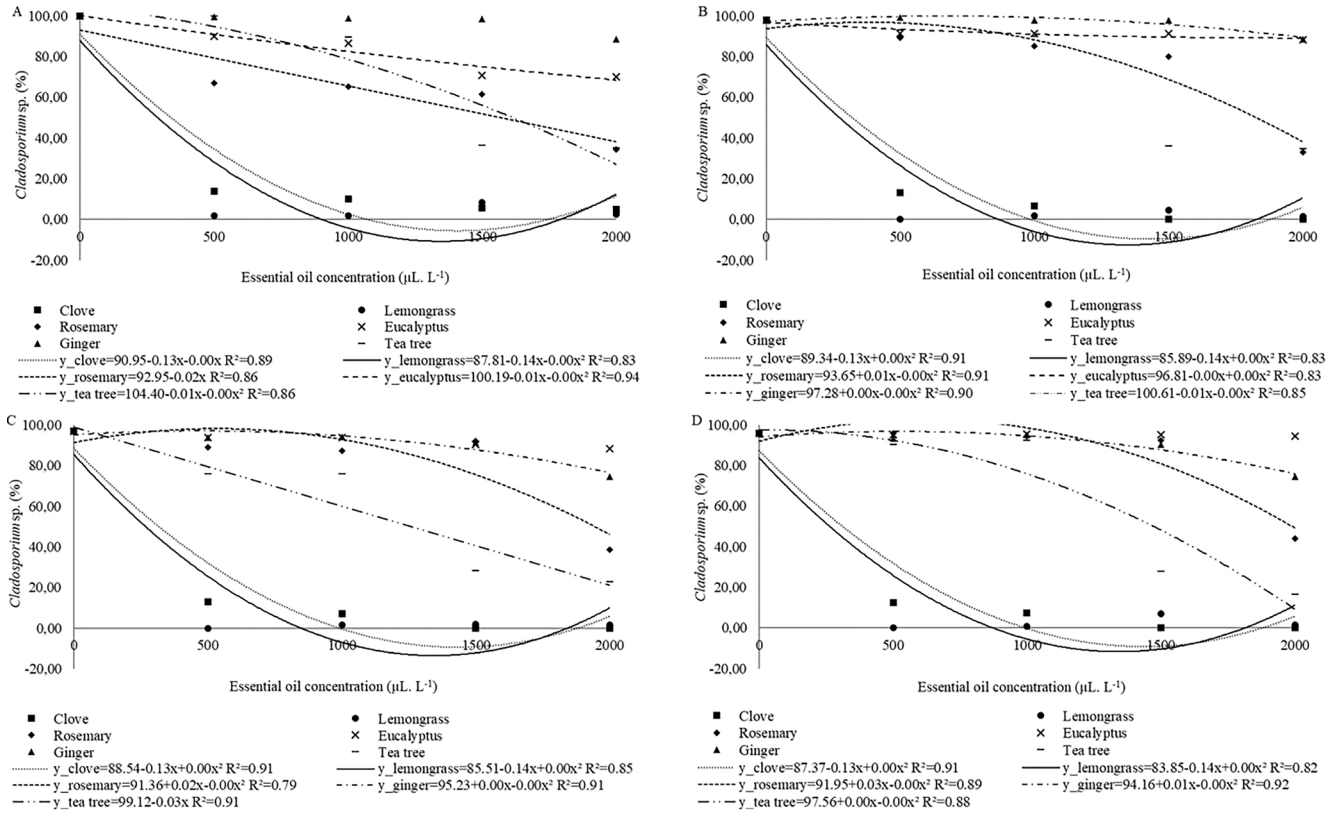


Figure 5. Regression analysis of the incidence of *Cladosporium* sp. (%) in lettuce seeds submitted to the application of essential oils in different concentrations at post-harvest (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days of storage.

Table 5. Incidence of *Alternaria* sp. (%) in lettuce seeds submitted to the application of essential oils in different concentrations at post-harvest, 60 and 120 days of storage.

Essential oil	*Alternaria* sp. (%) - Post-harvest				
	Concentration (µl L^{-1})				
	0	500	1.000	1.500	2.000
Clove	100.0^{ns}	30.0 b*	7.0 c	6.0 d	6.5 c
Lemongrass	100.0	15.0 c	14.5 c	8.5 d	10.0 c
Rosemary	100.0	92.5 a	70.8 b	68.5 b	48.5 b
Eucalyptus	100.0	100.0 a	98.0 a	93.0 a	90.5 a
Ginger	100.0	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
Tea tree	100.0	100.0 a	97.5 a	45.5 c	44.0 b
		60 DOS			
Clove	100.0^{ns}	17.5 c	8.3 c	4.5 d	6.6 d
Lemongrass	100.0	6.0 c	6.0 c	5.5 d	2.3 d
Rosemary	100.0	91.5 b	71.8 b	68.3 b	48.5 c
Eucalyptus	100.0	98.5 a	98.0 a	98.0 a	87.5 b
Ginger	100.0	100.0 a	100.0 a	99.5 a	99.5 a
Tea tree	100.0	100.0 a	96.3 a	49.0 c	43.8 c
		120 DOS			
Clove	29.3^{ns}	9.5 bc	9.0 abc	0.0 c	1.5 b
Lemongrass	29.3	4.5 c	4.5 c	4.0 bc	1.0 b
Rosemary	29.3	14.8 ab	14.0 ab	14.0 a	11.0 a
Eucalyptus	29.3	18.3 a	16.0 a	15.0 a	12.5 a
Ginger	29.3	16.0 ab	16.0 a	9.5 ab	9.3 a
Tea tree	29.3	7.0 c	7.0 bc	10.5 ab	11.0 a

	Alternaria sp. (%)	
Clove	5.40	c*
Lemongrass	3.18	c
Rosemary	11.50	a
Eucalyptus	9.70	ab
Ginger	9.45	ab
Tea tree	8.20	b

*Means followed by the same letter in the column, within each storage period, do not differ statistically by Tukey test at 5% significance; ns = not significant.

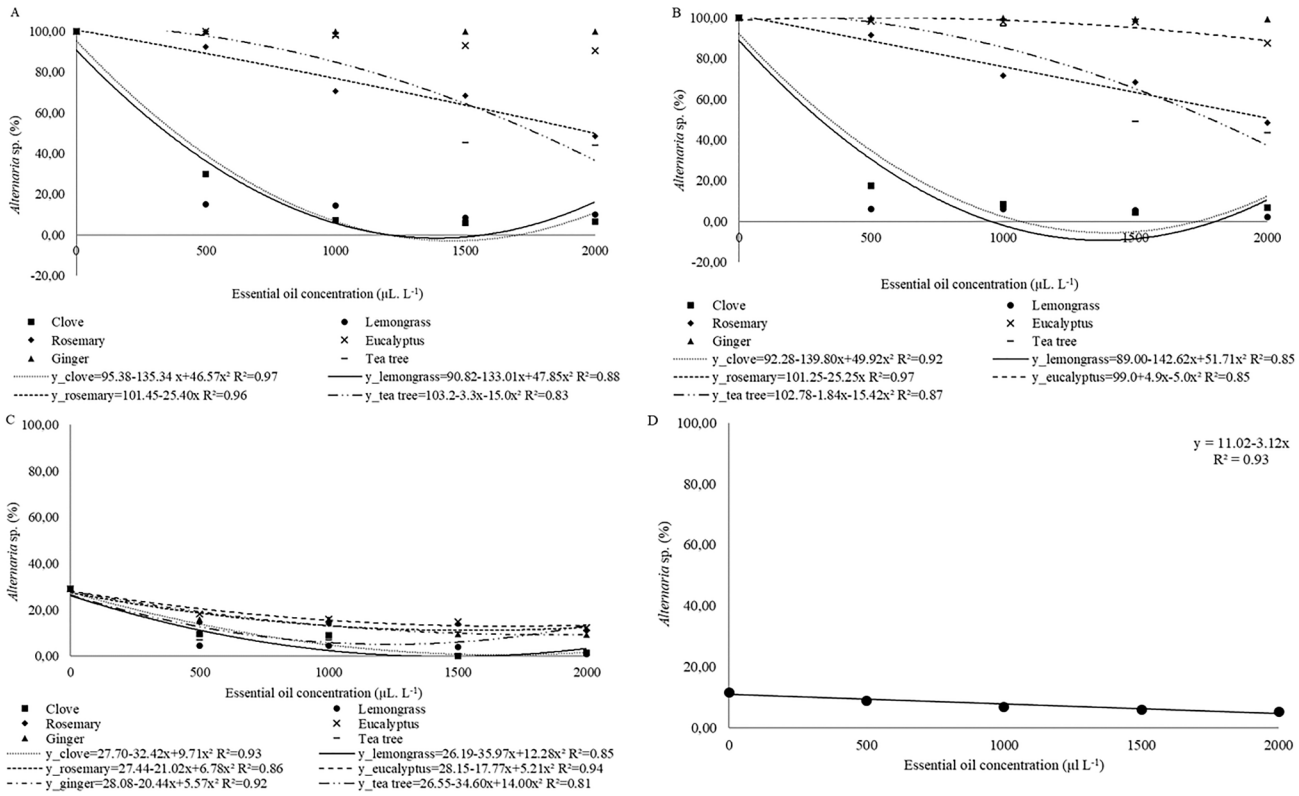


Figure 6. Incidence of *Alternaria* sp. (%) in lettuce seeds submitted to the application of essential oils in different concentrations at post-harvest (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days of storage.

Lemongrass and clove essential oils were the most efficient for reducing the incidence of *Alternaria* sp., although they were also the ones that caused a statistically significant reduction in lettuce seed germination and vigor. According to Miranda et al. (2015) the effects of an essential oil on seeds and seedlings is often attributed to its chemical composition, which affects seed germination and plant growth by causing morphological and physiological changes in plants.

Conclusions

The application in lettuce seeds of essential oils of clove, lemongrass, eucalyptus, ginger, rosemary and tea tree caused a reduction in lettuce seed germination and vigor. Application in lettuce seeds of clove and lemongrass essential oils at concentrations above 1.000µl L^{-1} and rosemary and tea tree at concentrations above 1.500µL L^{-1} are efficient for reducing the incidence of Alternaria spp. It is not technically feasible to apply clove, lemongrass, eucalyptus, ginger and tea tree essential oils post-harvest and to store lettuce seeds, due to the reduction of the physiological parameter with concentrations above 500 µL L^{-1}.

Acknowledgements

We would like to thank Mokiti Okada Foundation for providing lettuce seeds.

References

Bassolé, I.H.N., Juliani, H.R. 2012. Essential oils in combination and their antimicrobial properties. *Molecules*17: 3989–4006.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Nº 457, de 18 de dezembro de 1986. 1986. http://www.abcsem.com.br/docs/portaria-n457_estabelece.pdf<Acesso em 20 fev. 2019>

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009a. 395p. https://www.abrates.org.br/files/regras_analise_de_sementes.pdf<Acesso em 10 fev. 2016>

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Manual de análise sanitária de sementes.* Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009b. 202p.https://manual-de-analise-sanitaria-de-sementes.pdf.<Acesso em 10 fev.2016>

Brito, D.R., Ootani, M.A., Ramos, A.C.C., Sertão, W.C., Aguiar, R.W.S. 2012. Efeito dos óleos de citronela, eucalipto e composto citronelal sobre microflora e desenvolvimento de plantas de milho. *Journal of Biotechnology and Biodiversity* 3: 184-192.

Flávio, N.S.D.S., Sales, N.L.P., Aquino, C.F., Soares, E.P.S., Aquino, L.F.S., Catão, H.C.R.M. 2014.Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. *Semina: Ciências Agrárias* 35: 7-20.

Garbim, T.H.S., Carneiro, S.M.T.P.G., Romano, E.D.B., Marques, L.C., Souza, M.L.V. 2014. Efeito de diferentes concentrações do óleo essencial de Eucalyptus globulus Labil. no crescimento de plântulas e na germinação de sementes de alface (Lactuca sativa L.). *Revista de Ciências Agroambientais* 12: 109-114.

Gomes, R.S.S., Nunes, M.C., Nascimento, L.C., Souza, J.O., Porcino, M.M. 2016. Eficiência de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de feijão-fava (Phaseolus lunatus L.). R*evista Brasileira de Plantas Medicinais* 18: 279-287.

Hammer, K.A., Riley, T., Nielsen, J., Carson, C. 2006. A review of the toxicity of Melaleuca alternifolia (tea tree) oil. *Food and Chemical Toxicology* 44: 616–625.

Kamazeri, T.S., Samah, O.A., Taher, M., Susanti, D., Qaralleh, H. 2012.Antimicrobial activity and essential oils of Curcuma aeruginosa, Curcuma mangga, and Zingiber cassumunar from Malaysia. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 5: 202-209.

Li, Y., Kong, W., Li, M., Liu, H., Zhao, X., Yang, S., Yang, M. 2016. Litseacubeba essential oil as the potential natural fumigant: inhibition of *Aspergillus flavus* and AFB1 production in licorice. I*ndustrial Crops and Products* 80: 186–193.

Maguire, J.D. 1962. Speed germination-aid index in selection and evaluation seedlings vigor. *Crop Science* 1: 161-162.

Miranda, C.A.S.F., Cardoso, M.G., Carvalho, M.L.M., Machado, S.M.F., Gomes, M.S., Santiago, J.A., Teixeira, M.L. 2015. Atividade alelopática de óleos essenciais de plantas medicinais na germinação e vigor de aquênios de alface. *Semina: Ciências Agrárias* 36: 1783-1798.

Nakagawa, J. 1994. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. de. *Testes de vigor em sementes*. Funep, Jaboticabal, Brasil. p. 49- 86.

Nerilo, S.B., Rocha, G.H.O., Tomoike, C., Mossini, S.A.G., Grespan, R., Mikcha, J.M.G., Machinski Júnior, M. 2016. Antifungal properties and inhibitory effects upon aflatoxin production by *Zingiber officinale* essential oil in *Aspergillus flavus*. *International Journal of Food Science & Technology* 51: 286–292.

Pereira, K.C., Reda, F.R., Piveta, G., Garcia, F.A.O. 2016. Avaliação de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes e mudas de *Schinus molle*. *Pesquisa Florestal Brasileira* 36: 71-78.

Sala, F.C., Nascimento, W.M. 2014. Produção de Sementes de Alface. In: Nascimento, WM. *Produção de Sementes de Hortaliças*.Embrapa, Brasília, Brasil. p. 17-44.

Shokouhian, A., Habibi, H., Agahi, K. 2016. Allelopatic effects of some medicinal plant essential oils on plant seeds germination. *Journal of Bioscience and Biotechnology* 5: 13-17.

Vokou, D., Douvli, P., Blionis, G.J., Halley, J.M. 2003. Effects of monoterpenoids, acting alone or in pairs, on seed germination and subsequent seedling growth. *Journal of Chemical Ecology* 29: 2281–2301.

Xavier, M.V.A., Brito, S.S.S., Oliveira, C.R.F., Matos, C.H.C., Pinto, M.A.D.S.C. 2012. Óleo essencial de *Baccharis trimera* (Less.) DC. sobre o potencial fisiológico de sementes de feijão caupi. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais* 14: 214-217.

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

All the contents of this journal, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution License attribuition-type BY.

VIGOR DE SEMENTES

CESCAGE Online

EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

W358v Waureck, Ariadne

Vigor das Sementes
Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais: Coordenador Geral Pedagógico: Prof. Titular Pós-Ph.D. Desembargador J.S. Fagundes Cunha; Coordenadora Geral: Drª Érika Zanoni Fagundes Cunha. Coordenadora Autora: Drª Waureck, Ariadne
Faculdades Integradas dos Campos Gerais 2021
Ponta Grossa 2021
24 f.: il.
Inclui Referências.
1.Mensagem do Fundador.2.Apresentação. 3.Conceitos de vigor de sementes e os fatores que o afetam. 4. Testes de vigor de sementes.

CDD: 630

Catalogação na publicação elaborada pela Bibliotecária Lindenalva Feltrim Catelli CRB 09/1646

SUMÁRIO

03 Mensagem do Fundador

05 Apresentação

07 Conceitos de Vigor de Sementes e os fatores que o afetam

15 Testes de Vigor de Sementes

CESCAGE Online
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

MENSAGEM DO FUNDADOR

O CESCAGE é uma instituição que acredita no poder transformador da educação. É muito mais do que ensinar; é abrir caminho para melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Chegamos até aqui graças ao trabalho e dedicação de centenas de pessoas que oferecem o seu melhor para que o acadêmico receba uma formação completa e comprometida com o futuro. Temos orgulho de possuir mais de 3 mil alunos formados ao longo de 20 anos de existência.

Temos um compromisso sério com a sociedade. Nossa razão de ser é contribuir para que todos sejam atingidos direta e indiretamente com nosso trabalho. É maravilhoso visualizar o acadêmico interagindo com a sociedade através das clinicas de odontologia ou fisioterapia; sem falar da preciosa ajuda que a sociedade tem à disposição através do Núcleo de Prática Jurídica, totalmente de graça para todos que precisarem de apoio jurídico.

O CESCAGE recebe há vários anos o Selo Social Ouro, um reconhecimento da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa pelo trabalho em responsabilidade social. É um tesouro imenso que recebe a cidade, os funcionários, os alunos e toda a região dos Campos Gerais.

Você tem nas mãos agora um poderoso instrumento: este material de apoio produzido pelo Núcleo de Ensino a Distância do CESCAGE. Desejamos que você possa aproveita-lo da melhor maneira, pois trouxemos o que há de melhor nas inovações gráficas e visuais para que você seja o principal privilegiado.

Nós acreditamos em você.E temos a certeza de que você tem todas as condições para ser um grande profissional. Bons estudos!

Prof. Tit. Pós Ph.D. Dr José Sebastião Fagundes Cunha Desembargador do TJPR Fundador do GRUPO CESCAGE.

• Vigor de Sementes

CESCAGE Online
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

CENTRO DE ENSINO SUPERIOR DOS CAMPOS GERAIS

Coordenador Geral Pedagógico: Prof. Titular Pós-Ph.D. Desembargador J.S. Fagundes Cunha

Coordenadora Geral: Drª Érika Zanoni Fagundes Cunha

Autora Ariadne Waureck

Ponta Grossa, 2021

• Vigor de Sementes

APRESENTAÇÃO

Caro Estudante

Bem-vindo(a) ao Curso de **Vigor de Sementes** e os **fatores** que afetam o vigor das sementes. Este curso está dividido em 02 unidades.
Na unidade 01, serão abordados os conceitos de Vigor de Sementes e os fatores que afetam o vigor das sementes.
Na unidade 02, serão abordados os principais testes de Vigor de Sementes.
Ao final deste Curso você estará apto a entender o que é Vigor de Sementes, os fatores que interferem nesse e a compreender os principais testes que o **avaliam apropriadamente**.

Doutora Ariadne Waureck

Bons Estudos!

CESCAGE Online
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

UNIDADE I

Conceitos de Vigor de Sementes
e os fatores que o afetam

Objetivo Específico

- Compreender os conceitos de Vigor de Sementes.
- Verificar os fatores que afetam o Vigor de Sementes.
- Analisar a diferença entre germinação e Vigor de Sementes.

PATOLOGIA DE SEMENTES

CESCAGE Online

EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Ficha catalográfica elaborada por Lindenalva Feltrim Catelli - CRB 09/1646.

W358p Drª Ariadne Waureck

Patologia das Sementes: Cescage Online Educação à distância [recurso eletrônico]. / Organização Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais: Ponta Grossa-PR, 2021

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais: Coordenador Geral Pedagógico: Prof. Titular Pós-Ph.D. Desembargador J.S. Fagundes Cunha; Coordenadora Geral: Drª Érika Zanoni Fagundes Cunha; Autora Drª Waureck, Ariadne

Livro Eletrônico

33p.il.

Modo de Acesso: [recurso eletrônico]

Ponta Grossa, 2021

1.Mensagem do Fundador. 2.Formas de transporte e mecanismo de transmição de patógenos nas sementes.3. Metodos de controle de doenças em sementes.

CDD: 630

SUMÁRIO

04 Mensagem do Fundador

08 Formas de transporte e mecanismos de Transmissão de Patógenos nas sementes

16 Métodos de detecção de patógenos nas sementes

25 Métodos de controle de doenças em sementes

MENSAGEM DO FUNDADOR

O CESCAGE é uma instituição que acredita no poder transformador da educação. É muito mais do que ensinar; é abrir caminho para melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Chegamos até aqui graças ao trabalho e dedicação de centenas de pessoas que oferecem o seu melhor para que o acadêmico receba uma formação completa e comprometida com o futuro. Temos orgulho de possuir mais de 3 mil alunos formados ao longo de 20 anos de existência.

Temos um compromisso sério com a sociedade. Nossa razão de ser é contribuir para que todos sejam atingidos direta e indiretamente com nosso trabalho. É maravilhoso visualizar o acadêmico interagindo com a sociedade através das clinicas de odontologia ou fisioterapia; sem falar da preciosa ajuda que a sociedade tem à disposição através do Núcleo de Prática Jurídica, totalmente de graça para todos que precisarem de apoio jurídico.

O CESCAGE recebe há vários anos o Selo Social Ouro, um reconhecimento da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa pelo trabalho em responsabilidade social. É um tesouro imenso que recebe a cidade, os funcionários, os alunos e toda a região dos Campos Gerais.

Você tem nas mãos agora um poderoso instrumento: este material de apoio produzido pelo Núcleo de Ensino a Distância do CESCAGE. Desejamos que você possa aproveita-lo da melhor maneira, pois trouxemos o que há de melhor nas inovações gráficas e visuais para que você seja o principal privilegiado.

Nós acreditamos em você.E temos a certeza de que você tem todas as condições para ser um grande profissional. Bons estudos!

Prof. Tit. Pós Ph.D. Dr José Sebastião Fagundes Cunha Desembargador do TJPR Fundador do GRUPO CESCAGE.

CESCAGE Online
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

CENTRO DE ENSINO SUPERIOR DOS CAMPOS GERAIS

Coordenador Geral Pedagógico: Prof. Titular Pós-Ph.D. Desembargador J.S. Fagundes Cunha

Coordenadora Geral: Drª Érika Zanoni Fagundes Cunha

Autora: Drª Ariadne Waureck

Ponta Grossa, 2021

APRESENTAÇÃO

Caro (a) acadêmico(a)

Bem-vindo (a) ao Curso de Vigor de Sementes

Este curso está dividido em duas unidades.

Na unidade 1, você aprenderá sobre a importância das sementes na disseminação dos patógenos, suas formas e mecanismos de transmissão. Já **na unidade 2**, conhecerá os métodos para detecção de patógenos em sementes. E, por fim, **na unidade 3**, estudará os mecanismos de controle e prevenção deles.

Ao final deste Curso você estará apto a entender as formas de transmissão, os métodos de detecção e controle de patógenos nas sementes.

Bons Estudos!

APRESENTAÇÃO

CESCAGE Online
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A autora

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2012), graduação em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Jales (2017), mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2015) e doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2019). Atualmente é professora - Colégio CESCAGE, professora do Centro de Ensino Superior de Campos Gerais e coordenadora do curso de Gestão do Agronegócio do Centro de Ensino Superior de Campos Gerais. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Qualidade de Sementes.

Link do Lattes:
http://lattes.cnpq.br/9811706324241402

CESCAGE Online
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

UNIDADE I

Formas de transporte e mecanismos de transmissão de patógenos nas sementes

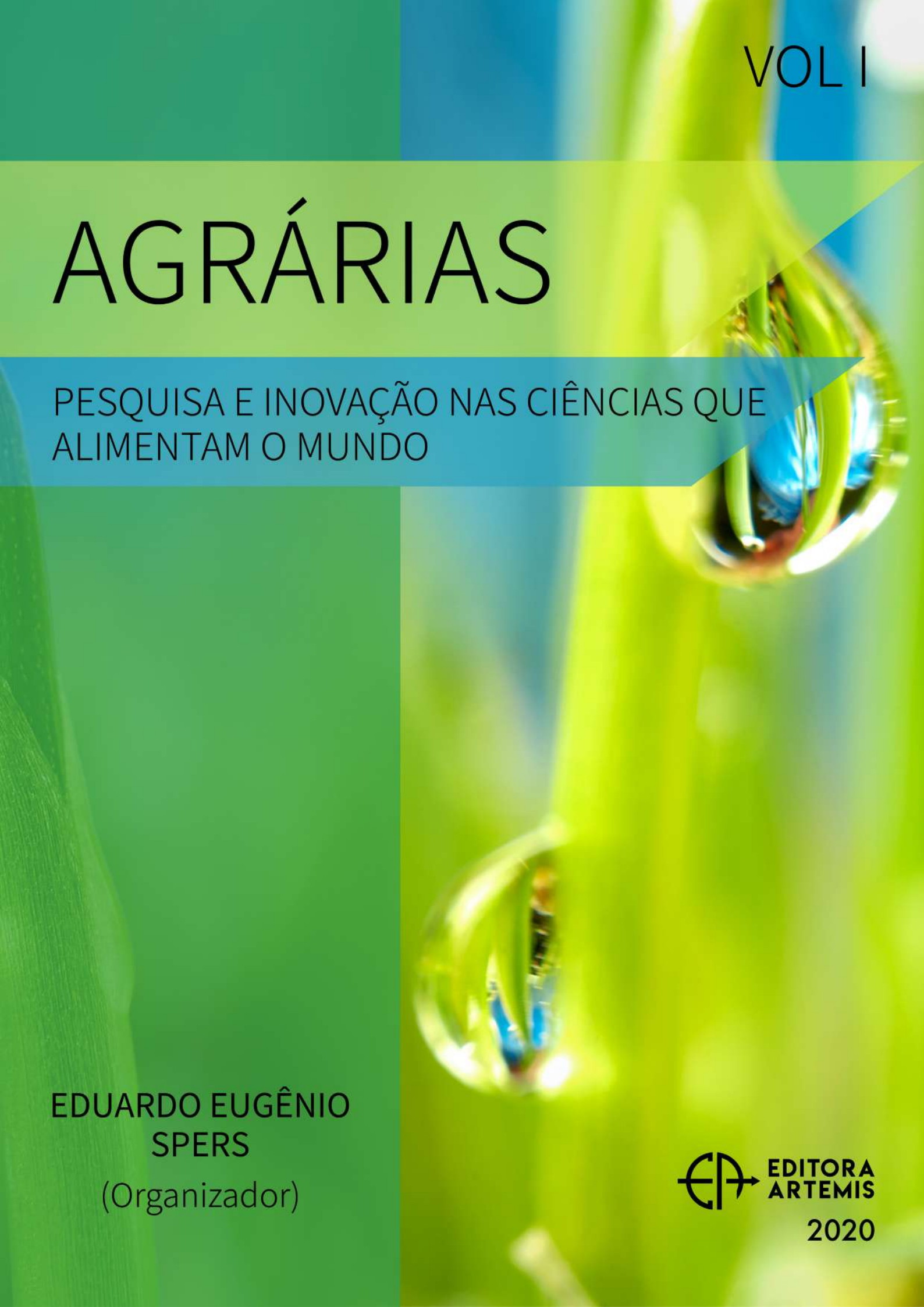
Objetivos Específicos

- Entender a importância das sementes no processo de transmissão dos patógenos.
- Conhecer as formas de transporte de patógenos nas sementes.
- Compreender os mecanismos de transmissão de patógenos nas sementes.

VOL I

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE ALIMENTAM O MUNDO



EDUARDO EUGÊNIO SPERS
(Organizador)

EDITORA ARTEMIS
2020

2020 *by Editora Artemis*
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2020 Os autores
Copyright da Edição © 2020 Editora Artemis
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Edição de Arte: Bruna Bejarano
Diagramação: Helber Pagani de Souza
Revisão: Os autores

Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial:
Prof.ª Dr.ª Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa
Prof.ª Dr.ª Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos,Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, University of Miami and Miami Dade College
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.ª Dr.ª Lívia do Carmo, Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A277 Agrárias [recurso eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo : vol I / Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-87396-06-4
DOI 10.37572/EdArt_064300620

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Indústria de alimentos. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

EDITORA ARTEMIS
2020

Editora Artemis
Curitiba-Pr Brasil
www.editoraartemis.com.br
e-mail:publicar@editoraartemis.com.br

CAPÍTULO 15

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE GIRASSOL TRATADAS COM ÓLEO ESSENCIAL DE MELALEUCA

Data de submissão: 01/05/2020

Data de aceite: 11/05/2020

Larissa Correia de Paula
Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais
CESCAGE
Carambeí – Paraná
http://lattes.cnpq.br/8903950963144560

Lucyannie de Boer
Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais
CESCAGE
Piraí do Sul – Paraná
http://lattes.cnpq.br/3792899744032010

Ariadne Waureck
Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais
CESCAGE
Ponta Grossa – Paraná
http://lattes.cnpq.br/9811706324241402

RESUMO: A qualidade das sementes é fundamental para uma rápida emergência das plântulas, garantindo estabelecimento inicial da cultura. Um dos fatores que pode prejudicar a difusão da cultura do girassol em determinadas regiões é a baixa qualidade sanitária e fisiológica das sementes. As propriedades antifúngicas dos óleos essenciais e seus constituintes foram relatados em vários estudos, a maioria dos quais são devidos à inibição do crescimento micelial fúngico. Portanto o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do óleo essencial de melaleuca nos atributos fisiológicos e sanitários nas sementes de girassol, nas doses de 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1 ml L^{-1}. O uso de óleo essencial mostrou eficiência nas doses a partir de 0,5 ml L^{-1} para os fungos do gênero Aspergillus sp e o maior número de plântulas anormais foi observado na dose de 0,75 ml L^{-1}.

PALAVRAS-CHAVE: *Aspergillus*, *Helianthus annuus*, sanidade, germinação.

EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL AND SANITARY QUALITY OF SUNFLOWER SEEDS TREATED WITH MELALEUCA ESSENTIAL OIL

ABSTRACT: Seed quality is fundamental for a rapid seedling emergence, ensuring initial establishment of the crop. One of the factors that may hinder the diffusion of sunflower crop in certain regions is the poor sanitary and physiological quality of the seeds. The antifungal properties of essential oils and their constituents have been reported in several studies, most of which are due to inhibition of fungal mycelial growth. Therefore the objective of this work was to evaluate the effect of the tea tree essential oil

on the physiological and sanitary attributes of sunflower seeds, at doses of 0; 0.25; 0.5; 0.75; 1 ml L^{-1}. The use of essential oil showed efficiency at doses of 0.5 ml L^{-1} for Aspergillus sp fungi and the highest number of abnormal seedlings was observed at 0.75 ml L^{-1}.
KEYWORDS: *Aspergillus*, *Helianthus annuus*, sanity, germination.

1 . INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais derivados de plantas são reconhecidos há décadas por exibir atividades biológicas, incluindo atributos antioxidantes, anticancerígenos e antimicrobianos (SEOW et al., 2013). As propriedades antifúngicas dos óleos essenciais e seus constituintes foram relatadas em vários estudos, a maioria dos quais são devidos à inibição do crescimento micelial fúngico in vitro. O micélio suporta toda a atividade fúngica, desde a germinação de esporos até a formação do corpo de frutificação, e assim representa um bom indicador da sobrevivência do fungo (ARRAIZA et al., 2018).

A sanidade das sementes utilizadas deve ser considerada, pois em muitos casos gera infecção em áreas livres de patógenos, uma grande quantidade de microrganismos fitopatogênicos pode ser transmitida por sementes infectadas, sendo o grupo dos fungos o que mais prejudica as sementes (RAMOS, 2018).

A qualidade das sementes é fundamental para uma rápida emergência das plântulas, garantindo estabelecimento inicial da cultura, estandes uniformes e manter a produtividade agrícola elevada. Sendo assim o dano causado por fungos nas sementes pode refletir em morte das plântulas, podridão do colo e da raiz, clorose, redução do crescimento, deformação, murcha, amarelecimento e subdesenvolvimento (DUARTE, 2018).

No Brasil, a produção de girassol (*Helianthus annuus L.*) encontra-se em expansão, motivando vários grupos relacionados a pesquisas sobre o assunto, além da alimentação humana e animal, existe uma diversidade no uso da cultura como óleo, biocombustíveis e finalidades ornamentais, além disso, várias cultivares de girassol já passaram por melhoramento genético e estão distribuídas em diversas regiões agrícolas no Brasil (LUSTRI et al., 2017; BAHIA et al., 2018).

Um dos fatores que pode prejudicar a difusão da cultura do girassol em determinadas regiões é a baixa qualidade sanitária e fisiológica das sementes, sendo indispensável a utilização de sementes de qualidade, pois o uso de sementes de baixo vigor resultam em plantas com menor taxa de fitomassa seca e menor índice de área foliar, reduzindo o desenvolvimento da cultura (NOBRE et al., 2015).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), nos atributos fisiológicos e sanitários nas sementes de girassol,

utilizado como método alternativo para possíveis controles sob desenvolvimento de fungos patogênicos.

2 . MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de análise de sementes do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, localizado no Distrito Industrial de Ponta Grossa – PR, que se encontra nas margens da BR 376, Km 503.

A condução do experimento se deu em sistema de delineamento inteiramente ao acaso. O teste de sanidade foi realizado pelo método do papel de filtro ("blotter test"). As sementes de girassol foram divididas em oito repetições, cada qual com 50 sementes. O teste de germinação foi realizado em rolos. Para este teste as sementes foram divididas em quatro repetições de 50 sementes. A metodologia utilizada para ambos os testes foi conforme Brasil (2009). O óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), foi submetido a análise de cromatografia gasosa sendo encontrado as seguintes substâncias em maior quantidade: terpinen-4-ol (42,5%), y-terpineno (20,4%) e α-terpineno (10%).

Para a confecção dos tratamentos, o óleo essencial de melaleuca foi misturado à um litro de água acrescido de Twen 80 1% v/v, o qual é utilizado para facilitar a emulsificação do óleo em água (BRITO et al., 2010). As doses utilizadas foram 0 ml L^{-1} (tratamento 0); 0,25 ml L^{-1} (tratamento 1); 0,50 ml L^{-1} (tratamento 2); 0,75 ml L^{-1} (tratamento 3) e 1,00 ml L^{-1} (tratamento 4). Assementes de girassol foram imersas no óleo essencial por três minutos, segundo metodologia proposta por Brito et al. (2010) após esse tempo foram submetidas aos tratamentos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão polinomial até terceiro grau com auxílio do programa RStudio.

3 . RESULTADOS E DISCUSSÕES

A utilização da solução com óleo essencial de melaleuca, independente da concentração, não surtiu efeito na germinação do girassol, o mesmo ocorreu no trabalho de Mariano et al. (2014). A porcentagem de sementes mortas também não mostrou efeito significativo nas concentrações aplicadas, no entanto o alto valor de sementes mortas pode indicar baixa viabilidade na aplicação deste óleo essencial (Tabela 01).

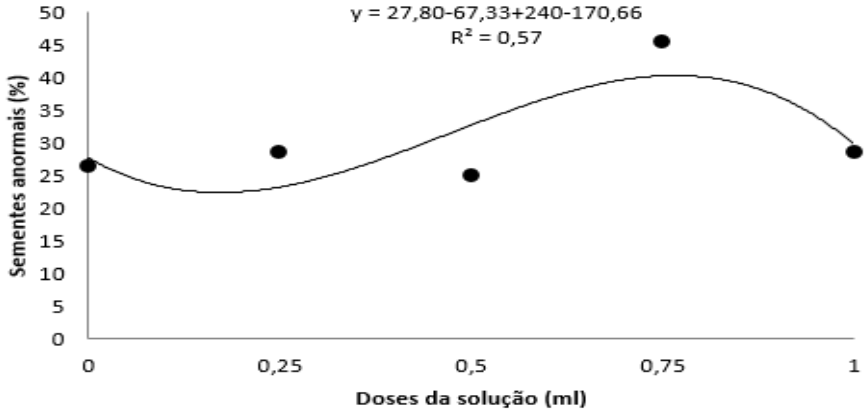
Tabela 01 - porcentagem de plântulas normais e sementes mortas em cada tratamento.

Tratamento (ml L^{-1})	Plântulas normais (%)	Sementes mortas (%)
Controle	29 a	45 a
0,25	30 a	42 a
0,50	31 a	39 a
0,75	23 a	32 a
1,00	30 a	42 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A porcentagem de sementes anormais apresentou efeito significativo. No gráfico 1 observamos que a dose de 0,75 ml L^{-1} causou maior anormalidade, sendo esta a dose mais tóxica às sementes de girassol nas condições estudadas. Na dose de 1,00 ml L^{-1} houve uma redução do efeito, possivelmente esta dose não foi absorvida pela semente devido ao fato de ser maior que a dose mais tóxica (Figura 01).

Figura 01 – porcentagem de sementes anormais e sua relação para cada dose da solução.



Maldaner et al. (2018) constataram que o uso de óleo essencial de melaleuca inibiu a germinação de capim annoni. Lima; Freitas (2016) buscando aumentar o tempo de armazenamento do milho demonstraram que este óleo essencial inibiu a germinação das sementes, além de proteger as sementes dos ataques de microorganismos.

Em relação a análise de sanidade das sementes não houve efeito significativo, independente da dose aplicada, sobre os fungos dos gêneros *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. e *Epicoccum* sp. (Tabela 02).

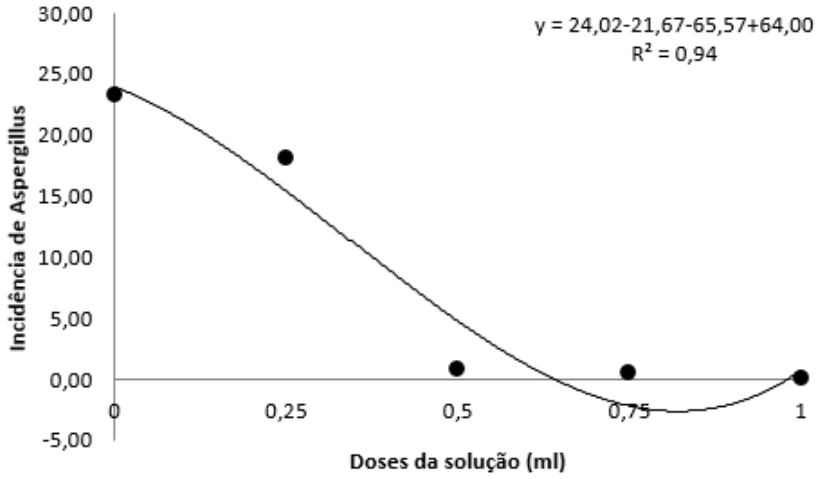
Tabela 02 – incidência dos fungos *Penicillium, Rhizopus* e *Epicoccum* sobre cada tratamento.

Tratamento (ml L^{-1})	*Penicillium sp.* (%)	*Rhizopus sp.* (%)	*Epicoccum sp.* (%)
Controle	21,75 a	1,0 a	0,12 a
0,25	22,00 a	0,87 a	0 a
0,50	24,50 a	0,87 a	0 a
0,75	25,00 a	1,0 a	0 a
1,00	19,85 a	0,87 a	0 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao fungo do gênero *Aspergillus sp*. o efeito das doses do óleo essencial foi altamente significativo. A figura 02 mostra que nas doses de 0,75 ml L^{-1} e 1,00 ml L^{-1} o controle deste fungo foi altamente eficiente.

Figura 02 – incidência do fungo *Aspergillus* em cada dose da solução.



Brilhante et al. (2016) afirmam que o composto terpinen-4-ol, presente no óleo essencial de melaleuca, atua na membrana do fungo. Morcia; Malnati; Terzi (2012) constataram que, este mesmo composto citado anteriormente, mostrou efeito tóxico no crescimento micelial in vitro de fungos do gênero *Aspergillus* sp.. Lima; Ribeiro e Bonaldo (2014) explicam que o óleo essencial de melaleuca reduziu o crescimento de micélio de *Aspergillus flavus* em todas as doses testadas, no entanto, apresentou baixa eficiência no controle de *Aspergillus niger.*

4 . CONCLUSÃO

O uso de óleo essencial de melaleuca em sementes de girassol como forma de controle alternativo de agentes patogênicos mostrou eficiência nas doses a partir de 0,5 ml L^{-1} para os fungos do gênero *Aspergillus*.

Em relação à germinação das sementes de girassol, houve maior porcentagem de plântulas anormais na dose de 0,75 ml L^{-1}.

A aplicação do óleo visando controle do fungo *Aspergillus* pode ser considerada eficiente na dose de 1 ml L^{-1}.

REFERÊNCIAS

ARRAIZA, M. P.; GONZÁLES-COLOMA, A.; ANDRES, M. F.; BERROCAL-LOBO, M.; DOMÍNGUEZ-NÚÑES, J. A.; COSTA JUNIOR, A. C.; NAVARRO-ROCHA, J.; CALDERÓN-GUERRERO, C. Antifungal Effect of Essencial Oils. In: EL-SHEMY, H. **Potential of Essencial Oils**. Cairo: Intechopen, 2018. Cap. 8, p. 154.

BAHIA, L. B.; NUNES, R. T. C.; SOUZA, V. N.; NEVES, B. R.; REIS, G. A.; SOUZA, E. M.; SANTOS, L. G.; SOUZA, E. S.; CAETANO, A. P. O. **Desempenho agronômico de 13 genótipos de girassol no sudoeste baiano**. Revista de Ciências Agronômicas, v.27, n.4, p.396-406, dez. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Semente**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BRILHANTE, R. S. N.; CAETANO, É. P.; LIMA, R. A. C.; MARQUES, F. J. F.; CASTELO-BRANCO, D. S. C. M.; MELO, C. V. S.; GUEDES, G. M. M.; OLIVEIRA, J. S.; CAMARGO, Z. P.; MOREIRA, J. L. B.**Terpinen-4-ol, tyrosol, and □-lapachone as potential antifungals against dimorphic fungi**. Brazilian Journal Of Microbiology, v. 47, n. 4, p.917-924, out. 2016.

BRITO, N. M.; NASCIMENTO, L. C.; COELHO, M. S. E.; FÉLIX, L. P. **Efeitos de óleos essenciais na germinação de sementes de *Cereus jamacaru***. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 5, n. 2, p. 207-211, jun. 2010.

LIMA, A.; RIBEIRO, A. S.; BONALDO, S. M. **Efeito dos óleos essenciais de *Syzygium aromaticum* e *Melaleuca alternifolia* sobre isolados de *Aspergillus sp.*** Scientific Eletronic Archives, v. 5, p. 63-67, 2014.

LIMA, A. A.; FREITAS, W. L. C. **Efeito alelopático do óleo essencial de *Melaleuca Alternifolia* Cheel sobre a germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. In.: Congresso de Iniciação Científica da Fepi, 7, 2016, Itajubá. **Anais**... Itajubá, 2016.

MALDANER, J.; STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B.; MISSIO, E. L.; SALDANHA, C. W.; MORAIS, R. M.; MORO, T. S. **Óleos essenciais de espécies vegetais reduzem a germinação de capim annoni**. Caderno de Pesquisa, Santa Cruz do Sul, v. 30, n. 2, p. 09-18, maio, 2018.

MARIANO, D. C.; GIEBELMEIER, C. G.; ALBUQUERQUE, G. D. P.; SILVA, C. R.; OKUMURA, R. S. **Uso de óleo de *Melaleuca alternifolia* no tratamento de sementes de girassol.** Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2961-2975, jul. 2014.

MORCIA, C.; MALNATI, M.; TERZI, V. **In vitro antifungal activity of terpinen-4-ol, eugenol, carvone, 1,8-cineole (eucalyptol) and thymol against mycotoxigenic plant pathogens.** Food Additives & Contaminants: Part A, p.1-8, nov. 2011.

NOBRE, D. A. C.; COSTA, C. A.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; RESENDE, J. C. F.; FLÁVIO, N. S. D. S. **Qualidade das sementes de girassol de diferentes genótipos.** Ciência Rural, Santa Maria, v.45, n.10, p.1729-1735, out. 2015.

PAVELLA, R., BENELLI, G. **Essential Oils as Ecofriendly Biopesticides? Challenges and Constraints.** Trends In Plant Science, v. 21, p. 1000-1007, dez. 2016.

SEOW, Y. X.; YEO, C. R.; CHUNG, H. L.; YUK, H. **Plant essential oils as active antimicrobial agents.** Critical Reviews In Food Science And Nutrition, v. 54, n. 5, p.625-644, nov. 2013.

Altruismo, empatia e agressividades: como as emoções nos animais evoluiram?

Altruism, empathy and aggressiveness: how did emotions in animals evolve?

DOI:10.34117/bjdv7n11-194

Recebimento dos originais: 12/10/2021
Aceitação para publicação: 11/11/2021

Erika Zanoni Fagundes Cunha
Mestre Universidade Federal do Paraná - Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Jardim das Américas, CEP 81531-980, Curitiba, Paraná, Brasil
E-mail: erikazanbr@yahoo.com.br

Ariadne Waureck
Doutora- Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – Av. Tomazina, s/n, Olarias, CEP 84025-510, Ponta Grossa, Paraná, Brasil
E-mail: ariade.waureck@cescage.edu.br

Rodrigo Antônio Martins de Souza
Mestre Universidade Federal do Paraná - Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Jardim das Américas, CEP 81531-980, Curitiba, Paraná, Brasil
E-mail: rodrigo.unicentro@gamil.com

Gelson Genaro
Doutor Centro Universitário Barão de Mauá - R. Ramos de Azevedo, 423 - Jardim Paulista, CEP14090-062, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil
E-mail: gelsongenaro@hotmail.com

Nei Moreira
Douto Universidade Federal do Paraná - Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Jardim das Américas, CEP 81531-980, Curitiba, Paraná, Brasil
E-mail: neimoreira@ufpr.br

RESUMO
Estudos das emoções associadas ao bem-estar animal estão em ascensão e tem sido objeto de interesse em particular de estudiosos da etologia. A revisão aqui apresentada tem objetivou selecionar os principais estudos que focam nas motivações internas dos animais e que determinam suas escolhas realizadas. Altruísmo e cooperação entre animais, são questões fundamentais sobre as origens evolutivas, e relações sociais. Agressividade, dentre os comportamentos aversivos, é regulada por interações sociais negativas, e positivas. Os animais apresentam esses citados comportamentos e são motivados por fatores externos e internos e, por fim, a empatia não é uma exclusividade dos humanos.

Palavras-chave: emoções, bem-estar, escolhas, altruísmo, motivação

ABSTRACT
Studies of the emotions associated with animal welfare are on the rise and have been the subject of particular interest to scholars of ethology. The review presented here aims to select the main studies that focus on the internal motivations of animals and that determine their choices made. Altruism and cooperation between animals are fundamental questions about evolutionary origins, and social relationships. Aggression, among aversive behaviors, is regulated by negative and positive social interactions. Animals have these behaviors and are motivated by external and internal factors and, finally, empathy is not exclusive to humans.

Keywords: emotions, well-being, choices, altruism, motivation

1 INTRODUÇÃO

A Ecologia comportamental procura focar como um animal exibe um determinado comportamento, principalmente suas causas evolutivas (ALCOCK, 2010; DEL-CLARO, 2010). Todas as espécies respondem aos chamados da natureza e invocam um conjunto de sentimentos que governam seus instintos. O reconhecimento do sofrimento do outro, a cooperação, e a evolução do altruísmo são assuntos que estão começando a aparecer, propondo que algumas espécies são portadoras de valor moral. Mas como um animal pode evoluir sacrificando-se em favor de outros e assim correr o risco de morrer? Foi Trivers (1971) quem primeiro apresentou o conceito do altruísmo recíproco, que consiste em oferecer e receber ajuda, inclusive entre não parentes.

Essa revisão aqui apresentada objetiva reunir estudos que elucidam as motivações internas dos animais a respeito de como seus comportamentos e escolhas são colocados em prática.

2 DESENVOLVIMENTO

A relação entre animais e os seres humanos não é recente. De Waal (1989) foi o pioneiro a revelar que não somos a única espécie que mostra os rudimentos de uma série de comportamentos pró-sociais, incluindo reconciliação, empatia, consolação de terceiros, aversão à desigualdade, dentre outros.

Segundo Masson e Mccarthy (2010) a ponte das emoções à ética pode ser construída pela empatia. Sendo a capacidade de termos empatia que constrói o respeito e a consolidação pelo outro. Algumas das questões mais fundamentais sobre as origens evolutivas, nossas relações sociais e a organização da sociedade estão centradas em questões de altruísmo e egoísmo. As teorias evolutivas baseadas em genes não podem explicar completamente padrões importantes de altruísmo animal e humano, apontando

para a importância tanto das teorias da evolução cultural quanto da co-evolução da cultura genética (FEHR; FISCHBACHER, 2003; SUCHAK et al., 2016).

Animais com comportamentos sociais têm um potencial de ajudar uns aos outros para que juntos possam prosperar em benefício da espécie. O altruísmo recíproco (reciprocidade) é definido como: um animal se sacrificando em prol de outro. Embora alguns animais tenham essa capacidade de reciprocidade, ela não é tão comum, talvez porque uma população altruísta seria mais vulnerável à invasão de indivíduos satisfeito com a ajuda, porém que não retribuiriam.

A bondade é definida como a motivação individual de praticar o bem. Associa-se ao sentimento de compaixão, que é a necessidade de aliviar o sofrimento dos outros, e ao altruísmo, que é a emoção social que dela deriva. Estes sentimentos estão na base de comportamentos pró-sociais, que implicam na cooperação e na confiança nos outros. A espécie humana é rotineiramente retratada como sendo capaz de cooperar, enquanto primatas são considerados muito competitivos (LENCASTRE, 2010; SUCHAK et al., 2016).

Bartal et al. (2011) publicaram um estudo que revela que ratos preferem soltar os companheiros ao invés de recompensa ofertada. Roedores mostram elementos de empatia e compaixão proativa. O estudo de Martin et al. (2015) demonstra que ratos quando alojados com outros indivíduos que estão sofrendo dor, apresentam ansiedade e sofrimento como se estivessem passando pela mesma situação.

Back (2015) observou comportamentos afiliativos, em macaco-prego (*Sapajus nigritus*), a maioria dessas observações corresponde às brincadeiras, sobretudo entre os juvenis e desses com o macho adulto. Catações (22,6%) foram executadas particularmente das fêmeas para os juvenis, do macho para as fêmeas e do macho para os juvenis. Dos comportamentos cooperativos, grande parte correspondeu ao carregamento aloparental efetuado pelos juvenis, fêmeas, subadultos e macho.

Suchak et al. (2016) realizaram um teste de cooperação oferecendo determinado problema para os chimpanzés que exigia colaboração de dois a três membros. O resultado foi que os pesquisadores observaram cinco vezes mais comportamentos cooperativos em detrimento dos agressivos ou indiferentes. Em nove dos dez casos, os animais reconheciam a vítima e em quatro casos foram observados consolo. Esse resultado contrasta com a ideia de que chimpanzés são competitivos e ressalta que evitam concorrência.

Para animais sociais, o poder de intercomunicação entre os membros de uma mesma comunidade ou com outras espécies, ou mesmo entre sexos, ainda entre jovens e idosos, é de fundamental importância. Evolucionistas têm enfatizado o fato de que a emergência da vida social está associada à sua importância como mecanismo de proteção contra predadores (DURHAM, 2003). Além disso, associações e formações de grupos preferenciais entre machos e fêmeas (denominadas amizades) são estratégias para diminuir o risco de infanticídio (PINHA, 2007).

Empatia seria definida basicamente como a capacidade de perceber o sentimento do outro, permitindo compartilhar estados afetivos, prever as ações de indivíduos e estimular o comportamento pró social. Embora os mecanismos imediatos de empatia sejam modulados por hormônios (ocitocina, por exemplo), existe uma discussão a respeito da evolução das emoções, da individualidade e vantagens reprodutivas.

Segundo Emauz et al. (2016) o fato de nos envolvermos emocionalmente com o sofrimento de outro ser, torna-nos mais propensos a aliviar o seu sofrimento, resultando num comportamento de ajuda. Desta forma, a empatia é um precursor das atitudes, funcionando como um gatilho que irá desencadear comportamentos de preocupação e ajuda para com outros indivíduos.

No estudo de Amici, Aureli e Call (2014) foram testadas quatro grandes espécies de macacos com duas configurações diferentes, expondo-as a um experimentador humano, realizando essas ações *on line*, e os coespecíficos gravados em vídeo executando essas ações em uma tela. Os autores examinaram quais comportamentos estão sujeitos à facilitação da resposta, e se esta foi desencadeada por modelos humanos e coespecíficos. Os resultados mostraram que os chimpanzés bocejaram significativamente mais quando, assistiam vídeos de coespecíficos bocejavando do que em condições controle.

Em primatas, indivíduos adultos dedicam atenção e cuidado aos filhotes, e esses comportamentos podem proporcionar vantagens aos adultos, pois os filhotes podem servir como uma espécie de passaporte para o acesso a outros animais ou fonte de alimento.

Adoções completas são relativamente raras, mas podem ser documentadas em algumas espécies. Em certas circunstâncias, uma fêmea pode amamentar um filhote de outra mãe (da mesma, ou de outra espécie). No momento em que os benefícios são assimétricos - favorecendo mais as mães - o comportamento de ajuda apresenta-se circunstancial e é mais praticado por indivíduos jovens e inexperientes. Quando os

filhotes são muito pesados em relação ao peso das mães ou quando as fêmeas dão à luz a vários filhotes, os indivíduos do grupo podem auxiliar nos cuidados da prole, dando surgimento ao sistema bi parental, "maternidade comunitária", a reciprocidade e a alternância de papéis entre fêmeas (GUERRA, 2003).

A estrutura social das espécies domésticas é geralmente regulada por dois tipos de interações sociais: agonísticas (sociais negativas) e afiliativas (sociais positivas), baseadas na hierarquia de dominância (RAULT, 2012). Os agonísticos envolvem todas as formas de comportamentos associados a conflitos, as quais geralmente ocorrem em contextos relacionados a disputas por recursos, definição da hierarquia de dominância e reprodução. Os comportamentos afiliativos, por outro lado, indicam formação de vínculos entre os animais e podem ser caracterizados por comportamentos de aproximação física e alolimpeza (MIRANDA-DE LA LAMA et al., 2012).

Os animais realmente podem expressar raiva, por exemplo, através de atos agressivos, lutar por território e alimento. O animal agressivo obtém mais alimento, mantém seus descendentes a salvo, têm melhores chances de acasalar e isso permite que tenha mais filhotes viáveis. O circuito neural da raiva ainda não foi elucidado, mas sabe-se preliminarmente que a serotonina está envolvida. Em machos a agressividade é maior quando os níveis de serotonina são menores (MASSON; MCCARTHY, 2001; SCÁRDUA; BASTOS; MIRANDA, 2009). Seres humanos não são os únicos animais que matam membros de sua própria espécie. Chimpanzés, por exemplo, matam uns aos outros de uma maneira organizada que pode envolver o uso de objetos físicos para tal fim (GOODALL, 1986).

A agressividade é compreendida como parte do instinto animal, ou seja, é algo inato. O infanticídio é ato frequente entre animais, ocorrendo em maior frequência no cativeiro e, mais especialmente, em situações nas quais os animais são isolados e privados dos estímulos fornecidos pela vida grupal. A inexistência de experiência e estímulos promovidos pela vida em grupo não só diminui, ou inibe, totalmente a fertilidade, como promove o infanticídio direto ou indireto (DURHAM, 2003; HRDY, 2000).

Segundo Narvaes (2013), a agressividade é regulada por uma vasta gama de neurotransmissores. A serotonina apresenta tantos efeitos inibitórios quanto estimulantes na agressão, dependendo da região do cérebro onde suas concentrações são quantificadas ou quais os receptores estudados. Dopamina e o sistema mesocorticorticolímbico são associados com estímulos relacionados a recompensas e também com a agressividade,

em alguns casos estimulando, em outros reduzindo a impulsividade, sendo o ácido aminobutírico o principal neurotransmissor inibitório da agressão.

Segundo Ceballos e Sant'Anna (2018) a relação entre cognição e emoções vem sendo explorada a fim de permitir que estados mentais sejam objetivamente acessados. Sapolsky (1989) observou que para babuínos selvagens que vivem na África Oriental, em hierarquias de dominância estável, os machos subordinados apresentam média de cortisol mais alta em relação aos animais dominantes. Além disso, os machos hipercortisolêmicos são resistentes à dexametasona, ou seja, secretam menos corticotropina em resposta a um desafio com CRF do que os machos dominantes. Essas observações são interpretadas com auxílio dos dados comportamentais, sugerindo que esses machos subordinados estão sob estresse social sustentado.

Prada e Prada (2015) em seus estudos verificaram que as sensações e emoções dos animais, muito primitivas, como medos e fobias, interagem pontualmente com regiões evolutivamente também muito primitivas do cérebro (como amígdala e núcleos septais), enquanto sentimentos "nobres" como afeto e lealdade interagem com várias estruturas cerebrais evolutivamente mais recentes, tais como as áreas neocorticais terciárias associativas (área pré-frontal e temporal). No primeiro caso, as manifestações orgânicas são mediadas pelo sistema nervoso autônomo com sinais fisiológicos de taquicardia, elevação da pressão arterial, vasoconstrição periférica, eriçamento de pelos, midríase e secreção de hormônios como adrenalina e cortisol, enquanto na outra situação apontada, eventuais manifestações orgânicas são harmoniosas e serenas.

O cérebro de mamíferos é extrmamente plástico, e sua reorganização depende da experiência do indivíduo (RELVAS, 2017). LeDoux (2002) afirma que o cérebro é muito sensível ao ambiente e isso não é incompatível com um funcionamento possibilitado (mas não determinado) pelos genes. A experiência permite a aquisição de conhecimentos e de informações pelo Sistema Nervoso, provocando alterações anatômicas em diversos locais do encéfalo, e essas alterações modificam a intensidade das conexões entre as células. Esse aspecto é fundamental para entender alguns comportamentos que não tem função aparente e como é a relação com a evolução das espécies.

Edelman (1987) defende a hipótese de que o cérebro sofre seleção natural e criou assim o termo Darwinismo Neural. Compreender a atuação do ambiente na configuração dos circuitos sinápticos é fundamental para uma compreensão da cognição em termos neurais. O resultado disso seria uma seleção de circuitos que atenderiam às demandas ambientais. Segundo Novaes (2014) as provocações e verificações de Darwin fundaram

as bases da atual etologia, mostrando que a herança entre espécies está além da mera anatomia de seus corpos. A funcionalidade dessas estruturas anatômicas e padrões motores de comportamento também se mostram herdáveis.

Para explicar a origem e evolução da consciência, Edelman e Giulio (2002) propõem a distinção entre consciência primária e secundária. A qualidade evolutiva da consciência (primária e secundária) reside em ser um sistema de informação sujeito à seleção natural (Edelman e Giulio, 2002). No entanto, as vantagens adaptativas dos animais com consciência secundária serão maiores em grau em comparação com aquelas conferidas aos animais com consciência apenas primária. E, por fim, segundo Monserrat (2006) o surgimento evolutivo da memória é a base para explicar a formação da consciência primária, de ordem superior, e da mente.

A curiosidade para entender as diferenças individuais de comportamento persiste entre os etologistas, que relataram que há diferenças de comportamento entre animais geneticamente próximos do mesmo sexo e idade. Essa área da ciência procura explicações causais para o comportamento dos animais, e não emocionais, recorrendo quase sempre aos instintos como justificativa (MASSON e MCCARTHY, 2010).

Não só os seres humanos têm personalidade. Outros animais apesentam diferenças comportamentais individuais. Essas diferenças são devidas a fatores genéticos e à influência do meio ambiente. Durante séculos foi adotada como certa a postura cartesiana segundo a qual os animais não passam de máquinas insensíveis e automatizadas. Até hoje, como resíduo dessa convicção equivocada, alguns admitem que os animais não pensam, não têm inteligência, agindo apenas por instinto e automatismos. Entretanto, nas últimas décadas, esse panorama mudou radicalmente, sendo os animais considerados serem sencientes (PRADA e PRADA, 2015).

Várias espécies de primatas expressam sentimentos de muitas maneiras diferentes, individuais e algumas dessas formas são interessantes por sua semelhança com as expressões do homem (DARWIN, 1872). As emoções são incorporadas e manifestadas em padrões perceptíveis de expressão facial e estereotipados, comportamentos e estimulação autônoma, sendo menos susceptíveis às intenções que outros estados psicológicos (DOLAN, 2002). Gatos domésticos podem expressar emoções com sinais clínicos de doenças. Quando não conseguem executar comportamentos naturais ou em restrição de liberdade de expressão da sua personalidade, podem ter problemas urinários recidivantes e dermatológicos, com consequências debilitantes e envolvimento psiconeuroendócrino (COSTA, et al 2021; ZANONI, et al, 2021).

Gaspar (1993) menciona que animais com comportamento extrovertido e disposição sociável, gozam de maior bem-estar psicológico em comparação com indivíduos depressivos e que evitam contato. Os indivíduos que aplicam mais comportamentos agonísticos, capazes de se esforçar para resolver problemas cotidianos prosperam mais (SAPOLSKY 2007). Pode-se assumir que os animais apresentam melhor bem-estar quando estão em condições nas quais preferem estar; assim, o grau de bem-estar dos animais pode ser caracterizado com base em suas preferências (DAWKINS, 1990).

Ao longo da evolução, em particular da domesticação, os animais desenvolveram habilidades para aumentar seu sucesso na interação com os humanos. Os animais necessitam aprender a responder ao estado emocional do outro, para o sucesso da interação social. As principais características comportamentais selecionadas relatadas em trabalhos incluem comportamentos de solicitação de cuidados, solicitação submissa de alimentos (lambedura facial), falta de medo, curiosidade, brincadeira, redução do territorialismo, aumento de procura de contatos sociais e comportamento menos agressivo (KUCZAJ, 2013, BEAVER, 2001, COPPINGER & COPPINGER, 2001).

No passado a ideia de família era única e exclusivamente humana, sendo as relações de proximidade com animais desaprovadas. A presença de animais de estimação provocava suspeita moral (Thomas, 2010). Porém dentre o conjunto de transformações familiares que ocorreram ao longo dos anos, principalmente nas sociedades urbanas contemporâneas surgiu o conceito de famílias multiespécies. E, segundo Faraco e Seminotti (2010) trata-se de um sistema familiar emocional que permite incorporar membros de outras espécies como cães, gatos, etc. Atualmente, no direito, mascotes são considerados membros da família multiespécie.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A motivação dos animais é um aspecto reversível e dependente de fatores internos e externos ocasionando estímulos que interferem no sistema sensorial dos animais. Assim uma das formas de buscar melhores condições de bem-estar dos animais pode ser detectar suas motivações internas para acessar diferentes recursos.

Os animais se expressam de diversas formas de acordo com o ambiente, demonstrando empatia e disposição de sintonia emocional no ambiente doméstico, o que acaba demonstrando que a empatia não é uma exclusividade humana.

Esperamos que, no futuro, surjam mais estudos referentes à evolução das emoções dos animais, contribuindo para um esclarecimento mais preciso dessa área de estudo.

REFERÊNCIAS

ALCOCK, J. Comportamento animal - uma abordagem evolutiva. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

AMICI, F.; AURELI, F.; CALL, J. Response facilitation in the four great apes: is there a role for empathy? Primates, v. 55, n. 1, p. 113–118, 2014. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10329-013-0375-1>.

BACK, J. P. Padrão de atividades e comportamento social de macacos-prego urbanos (*Sapajus sp.*), 2015. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) – Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2015.

BARTAL, I. B.-A.; DECETY, J.; MASON, P. Empathy and pro-social behavior in rats. Science, v. 334, n. 6061, p. 1427–1430, 2011. Disponível em: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1210789>.

BEAVER BV Comportamento canino: um guia para veterinários. São Paulo: ROCA, 2001.

CEBALLOS, M. C.; SANT'ANNA, A. C. Evolução da ciência do bem-estar animal: aspectos conceituais e metodológicos. Revista Academia de Ciência Animal. n. 16. 2018. Doi: 10.7213/1981-4178.2018.161103.

COPPINGER R, COPPINGER L A new understanding of canine origin, behavior and evolution. Universityof Chicago Press Edition: 2001 Paperback, 337 p.

COSTA, Lara Garcia; ARRUDA, Paula de Melo; NOGUEIRA, Rodrigo Bernardes. RELATO DE CASO: SÍNDROME DA HIPERESTESIA EM FELINO /

DARWIN, C. A expressão das emoções no homem e nos animais. Tradução de: LEON DE SOUZA LOBO GARCIA. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

DAWKINS, M. S. From na animal's point of view: Motivation, Fitness and Animal Welfare. Journal of Behavioral and Brain Science. v. 13. n.1 p. 1-9. 1990.

DEL-CLARO, KLEBER. Introdução à Ecologia Comportamental: um manual para o estudo do comportamento animal. 1. ed. ─ Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. 128 p.

DE WAAL, F. B. M. Chimpanzee Politics: Power and Sex Among Apes. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1989.

DE WAAL, F. B. M. Evolutionary Psychology: The Wheat and the Chaff. Current Directions in Psychological Science, v. 11, n. 6, p. 187–191, 2002. Disponívelem: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1111/1467-8721.00197>.

DOLAN, R. J. Emotion, Cognition, and Behavior. Science, v. 298, n. 5596, p. 1191–1194, 2002. Disponível em: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1076358>.

DURHAM, E. R. Chimpanzés também amam: a linguagem das emoções na ordem dos primatas. Revista de Antropologia, v. 46, n. 1, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77012003000100003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>.

EDELMAN, G.; e GIULIO T. O universo da consciência , Barcelona, Drakontos. 2002.

EDELMAN, G. Neural darwinism: the theory of neuronal group selection. New York: Basic Books, 1987.

EMAUZ, A.; GASPAR, A.; ESTEVES, F.; CARVALHOSA, S. F. Adaptação da Escala de Empatia com Animais (EEA) para a população portuguesa. Análise Psicológica. n. 2. P. 189-201. 2016. Doi: 10.14417/ap.1049.

FEHR, E.; FISCHBACHER, U. The nature of human altruism. Nature, v. 425, n. 6960, p. 785–791, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature02043>.

FARACO, C. SEMINOTTI, N. Sistema social humano-cão a partir da autopoiese em Maturana. Psico, Porto Alegre, v. 41, n.3, p. 4, 2010.

GOODALL, J. The chimpanzees of gombe: patterns of behavior. Cambridge: Belknap Press, 1986.

GUERRA, R. F. Uma análise evolucionária da parturição e do desenvolvimento infantil em mamíferos. Revista de Ciências Humanas, v. 34, p. 395- 439, 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revist>.

HRDY, S. MotherNature. Maternal instincts and how they shape the human species. New York: Ballantine Books, 2000.

KUCZAJ AS, HIGHFILL LE, MAKECHA RN, BYERL HC Why Do Dolphins Smile? A Comparative Perspective on Dolphin Emotions and Emotional Expressions in S.

LEDOUX, J. Synaptic self: how our brains become who we are. London: Macmillan, 2002.

LENCASTRE, M. P. A. Bondade, altruísmo e cooperação. Considerações evolutivas para a educação e a ética ambiental. Revista Lusófona de Educação, v. 15, p. 113–124, 2010.

MARTIN, L. J.; HATHAWAY, G.; ISBESTER, K.; et al. Reducing social stress elicits emotional contagion of pain in mouse and human strangers. Current Biology, v. 25, n. 3,

p. 326–332, 2015. Disponívelem: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960982214014894>.

MASSON, J. M.; MCCARTHY, S. Quando os elefantes choram: A vida emocional dos animais. São Paulo: Geração Editorial, 2001.

MIRANDA-DE LA LAMA G. C.; VILLARROEL M.; MARÍA G. A. Behavioural and physiological profiles following exposure to novel environment and social mixing in lambs. Small Ruminant Research. n. 103. p. 158-63. 2012.

MONSERRAT, J. Gerald M. Edelman y Su Antropología Neurológica: Presesentación y discusión de su teoria de la mente. Pensamiento, v. 62, n. 234, p. 441-470. 2006.

NARVAES, R. F. Comportamento agressivo e três neurotransmissores centrais: serotonina, gaba e dopamina. Uma revisão sistemática dos últimos 10 anos. 2013. 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) – Instituto de Psicologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/78081>.

NOVAES, F. C. O legado de Darwin para a compreensão das emoções. Instituto Brasileiro de Linguagem Corporal. 2014. Disponível em < https://ibralc.com.br/o-legado-de-darwin-para-compreensao-das-emocoes/> . Acesso em 27 Set. 2020.

PINHA, P. S. Interações sociais em grupos de macacos-prego (*Cebuslibidinosus*) no Parque Nacional de Brasília. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Disponívelem: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/3930>.

PRADA, I. L. de. S.; PRADA, M. de. S. Sintomas mentais em homeopatia versus neurociência em medicina veterinária. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science. São Paulo, v. 52, n. 1, p. 15-23, 2015. DOI: 10.11606/issn.1678-4456.v52i1p15-23.

RAULT J. L. Friends with benefits: social support and its relevance for farm animal welfare. Applied Animal Behavior Science. v. 136. n. 1. p.1-14. 2012.

RELVAS, M. P. A neurobiologia da aprendizagem para uma escola humanizadora. Rio de Janeiro: Wak, 2017.

SAPOLSKY, R. M. Hypercortisolism among socially subordinate wild baboons originates at the CNS Level. Archivesof General Psychiatry, v. 46, n. 11, p. 1047, 1989. Disponível em: <http://archpsyc.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/archpsyc.1989.01810110089012>.

SAPOLSKY, R. M. Por que as zebras não têm úlceras? São Paulo: Francis, 2007.

SCÁRDUA, S. S.; BASTOS, R.; MIRANDA, C. R. R. Temperamento em bubalinos: testes de mensuração. Ciência Rural, v. 39, n. 2, p. 502–508, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000200029&lng=pt&tlng=pt>.

SUCHAK, M.; EPPLEY, T. M.; CAMPBELL, M. W.; et al. How chimpanzees cooperate in a competitive world. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 113, n. 36, p. 10215–10220, 2016. Disponível em: <http://www.pnas.org/lookup/doi/10.1073/pnas.1611826113>.

THOMAS, K. O homem e o mundo natural. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

TRIVERS, R. L. The evolution of reciprocal altruism. The Quarterly Review of Biology, v. 46, n. 1, p. 35–57, 1971. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/406755>.

ZANONI, ERIKA FAGUNDES CUNHA; SOUZA, RODRIGO ANTONIO MARTINS ; GENARO, GELSON. Síndrome de Pandora: qualidade de vida em ambiente doméstico e a saúde mental dos gatos/ Pandora´s syndrome: quality of life in the domestic environmente and the mental health of cats.. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.9, p. 90531-90539 sep. 2021 . DOI: Disponível em: 10.34117/bjdv7n9-286
https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/36075/0

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural
21ª Ed./ JAN – JUL /2020
ISSN 2178 – 3608

ASSOCIAÇÃO DO USO DE BIOESTIMULANTE E LACTOFEN NAS CARACTERÍSTICAS E NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA

CELSO LUIZ KARPSTEIN JUNIOR [1], ARIADNE WAURECK[2]

RESUMO: Com o avanço genético das novas cultivares de soja, sua implantação e condução também se alterou. Algumas cultivares atuais apresentam maior porte e arquitetura, ficando assim mais suscetíveis ao acamamento. Sendo assim, objetivou-se avaliar a associação de bioestimulante com Lactofen na altura de plantas, produtividade e componentes de rendimento da cultura da soja. O experimento foi realizado na Fazenda Escola do Cescage em Ponta Grossa-PR, com 5 tratamentos com 4 repetições. Utilizou-se a dose padrão de bioestimulante para todos os tratamentos, 0,5 L ha^{-1} com variações na dose de Lactofen, 0,50; 0,75; 1,00 e 1,25 L ha^{-1}. As avaliações de altura foram realizadas no estádio de desenvolvimento R1 e R6, os componentes de rendimento foram todos quantificados após a colheita, quantificando o número de vagens e grãos por planta, massa de mil sementes e produtividade. Através da análise de estatística realizada não se obteve resultados significativo para as variáveis analisadas, somente a massa de mil sementes teve resposta significativa. Conclui-se que a associação do bioestimulante e Lacfoten na dose de 0,5 L ha^{-1} proporcionou incremento na massa de mil sementes.

PALAVRA-CHAVE: Citocinina. Grãos. Vagens.

ASSOCIATION OF THE USE OF BIOSTIMULANT AND LACTOFEN IN THE CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF SOYBEAN

ABSTRACT: With the genetic advancement of the new soybean cultivars, their implantation and conduction has also changed. Some current cultivars have greater size and architecture, making them more susceptible to lodging. Thus, the objective was to evaluate the association of biostimulant with Lactofen at the height of plants, productivity and yield components of soybean culture. The experiment was carried out at Fazenda Escola do Cescage in Ponta Grossa-PR, with 5 treatments with 4 repetitions. The standard dose of biostimulant was used for all treatments, 0.5 L ha^{-1} with variations in the dose of Lactofen, 0.50; 0.75; 1.00 and 1.25 L ha^{-1}. Height evaluations were carried out at the development stage R1 and R6, the yield components were all quantified after harvest, quantifying the number of pods and grains per plant, mass of a thousand seeds and productivity. Through the statistical analysis performed, no significant results were obtained for the analyzed variables, only the mass of a thousand seeds had a significant response. It is concluded that the association of the biostimulant and Lacfoten in the dose of 0.5 L ha^{-1} provided an increase in the mass of a thousand seeds.

KEYWORDS: Cytokinin. Grains. Green beans.

1 INTRODUÇÃO

[1] Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (Cescage), Ponta Grossa – PR. E-mail: celso_lk@hotmail.com.
[2]Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (Cescage), Ponta Grossa – PR. E-mail: ariadne.waureck@cescage.edu.br.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural
21ª Ed./ JAN – JUL /2020
ISSN 2178 – 3608

Com a demanda crescente na produção de alimentos o Brasil hoje é um dos maiores produtores de soja e de outros cereais do mundo. Assim surgindo um novo desafio, alimentar o mundo, porém buscando produzir mais em uma mesma área cultivada. A soja é uma das mais importantes culturas na economia mundial tanto em volume quanto em utilização. A soja é originária da Manchúria (Mandchuria era o nome antigo) região da China. É uma das culturas mais antigas, era plantada pelo menos há cinco mil anos, a soja apresenta como centro de origem e domesticação o nordeste da Ásia, (Chung e Singh, 2008) e a sua disseminação do Oriente para o Ocidente ocorreu através de navegações.

A soja está entre as principais *commodities* de exportação. Sua proteína é utilizada na alimentação animal e seu óleo na alimentação humana. Além da proteína a soja é utilizada na obtenção de outros produtos como adubos, revestimentos, papel, tintas e até bicombustível (COSTAMILAN e BERTAGNOLLI, 2004).

A soja que hoje cultivamos é muito diferente dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do rio Yangtse, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. No Brasil, essa cultura ocupa posição de destaque e se apresenta como a mais importante cultura em produção de grãos e em exportação (KLAHOLD et al, 2006).

Atualmente, devido ao avanço do melhoramento genético encontra-se cultivares de soja com alto potencial produtivo, porém nem sempre conseguimos extrair dessas cultivares todo seu potencial devido a inúmeros fatores, sendo um deles o crescimento exagerado de algumas cultivares, resultando possivelmente em acamar.

Assim o acamamento vem se tornando um fator muito importante e limitante para atingir altos níveis de produtividade. Geralmente causados pelo alto adensamento populacional, época da realização da semeadura, adaptação ao macro clima da região, aplicação excessiva de produtos que estimulem o seu crescimento, como os produtos à base de nitrogênio e hormônios de formas desnecessárias e desreguladas. Com a ocorrência do acamamento reduz a qualidade dos grãos e produtividade, sendo um fator favorável para dificultar a colheita e incidência de doenças no final do ciclo. O acamamento pode ser prevenido com a escolha adequada da cultivar, arranjo populacional, adubação segundo analise de solo (BALBINOP JUNIOR, 2011).

Os cultivares presentes hoje no mercado tem uma grande exigência técnica de posicionamento, onde deve-se observar suas características morfológicas buscando um melhor posicionamento de população e stand final.

A utilização de bioestimulantes pode ser uma ferramenta para reduzir o porte das plantas, desde que haja sua aplicação no momento correto com a dose certa, basicamente os hormônios presentes nesses bioestimulantes são a auxina, citocinina e giberelina. Onde auxina é responsável pelo crescimento do caule e raízes, através do processo de alongamento celular. Já a citocinina atua na ramificação lateral, produção de raízes, sendo responsável pela diferenciação e divisão celular e a giberelina tem por função a quebra de dormência das sementes, alongamento e divisão das células vegetais.

Os bioestimulantes são complexos que promovem o equilíbrio hormonal das plantas, favorecendo a expressão do seu potencial genético, estimulando o desenvolvimento do sistema radicular. Esses produtos agem na degradação de substâncias de reserva das sementes, na diferenciação, divisão e alongamento celular (CASTRO e VIEIRA, 2001).

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural
21ª Ed./ JAN – JUL /2020
ISSN 2178 – 3608

O emprego de bioestimulantes como técnica agronômica para se aperfeiçoar a produtividade de diversas culturas, tem crescido nos últimos anos. Os fito hormônios contidos nos bioestimulantes são moléculas sinalizadoras, naturalmente presente nas plantas em concentrações basicamente pequenas, sendo responsáveis por efeitos marcantes no desenvolvimento vegetal (Taiz e Zeiger, 2013). A auxina age de diversas formas no crescimento da planta, proporcionando alongamento celular, fototropismo, geotropismo, elongação radicular e iniciação, produção de etileno, partenocarpia, dominância apical, crescimento do fruto e abscisão (CASTRO et al. 2005).

Para Castro et al. 2005 as citocininas tem maior concentração na região dos meristemas, órgãos de crescimento como as raízes, folhas jovens, frutos e sementes. A citocinina está ligada nos processos de divisão celular e formação de órgãos, iniciação do crescimento radicular, germinação de sementes, desenvolvimento de gemas e brotações, estimulo para translocação de nutrientes e substancias orgânicas, retardamento de senescência e movimento estomático.

As giberelinas possuem função essencial nos aspectos de desenvolvimento das plantas, influenciando diretamente na arquitetura da planta, promovendo crescimento do caule, expansão e divisão celular, alongamento dos entrenós, desenvolvimento de flores e frutos e acentuar a expressão da dormência apical (TAIZ e ZEIGER, 2013).

O Lactofen é um herbicida do grupo éter difenílico que inibe a protoporfirinogênio-IX oxidase (Protox), a qual catalisa a oxidação do protoporfirinogênio-IX a protoporfirina-IX (Proto-IX), causando estresse oxidativo em plantas (Matringe et al., 1989). Além da elevada produção de ERO, o lactofen reduz a concentração de açúcares solúveis (Ferreira et al., 2011), os quais desempenham papel fundamental na detoxificação dessas espécies. Estes podem estar relacionados às vias metabólicas pelas quais são produzidos os agentes detoxificantes. Mesmo em plantas tolerantes como a soja, a aplicação de lactofen causa fitotoxidez caracterizada por necrose foliar que inicia logo 6 horas após a aplicação em pós-emergência e sob luz.

Devido os danos causados, ocorre a quebra da dominância apical, a qual repercute na formação de ramos laterais e redução do crescimento das plantas (Taiz e Zeiger, 2013). Ramificações laterais são um dos componentes que regulam a produtividade de soja, pois influi na quantidade de nós reprodutivos formados e, consequentemente de vagens (OHYAMA et al., 2013).

Portanto neste experimento objetivou-se avaliar a ação da associação de bioestimulante com diferentes doses de Lactofen na redução do crescimento da soja e seus componentes de rendimento.

2 MATERIAL E METODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Escola do Cescage, Ponta Grossa-PR, localizado na BR-376 km 503, com latitude 25°10'42.9"S e longitude 50°06'46.9"W, com clima predominante na região o CFB mesotérmico.

A área utilizada para o experimento estava com cobertura de aveia preta (*Avena strigosa*), onde foi dessecada com glifosato na dose de 2 L ha^{-1}, buscando o controle de plantas daninhas, também foi utilizado um complemento na área dessecada utilizando o produto a base de clorpirifós com dose de 1,2 L ha^{-1}, utilizado no contato e na ingestão do grupo dos organofosforados, visando controlar as pragas existentes na área experimental.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural
21ª Ed./ JAN – JUL /2020
ISSN 2178 – 3608

A área experimental foi dimensionada em 20x40 metros, totalizando 800 m², com 20 parcelas de 5x8 metros, resultando em 5 tratamentos com 4 repetições, utilizando delineamento de blocos casualizados (DBC).

A semeadura foi realizada no dia 25/11/2017 de forma mecanizada com espaçamento de 0,45 metros entre linhas e 10 sementes por metro. A cultivar foi TMG 7062 IPRO INOX. A adubação de base e de cobertura foi realizada conforme análise de solo (Quadro 1), na base foi utilizado MAP (11-52-00) na dosagem de 150 kg ha^{-1} e KCL (00-00-60) na dosagem de 120 kg ha^{-1}.

Quadro 1 – Analise química de solo realizada para safra 2017/2018.

Amostra	mg dm³	g dm³	PH	cmolc dm³ solo					cmolc dm³ solo			%	
Talhão	P	C		Al	H+Al	Ca	Mg	K	SB	CTC T	CTC E	V	AL
1	4,6	20	5,2	0	4,61	3	2	0,2	5,20	9,81	5,20	53,00	0,00

Aos 30 dias após a emergência foi realizado novamente aplicação de Glifosato, dose de 2 L ha^{-1} juntamente com foliar a base de manganês na dose de 1 L ha^{-1}. O manejo das doenças fúngicas na cultura, foi realizado após a aplicação das dose de Lactofen, onde se repetiram depois de 15 dias, sendo a primeira aplicação feita com Protioconazol + Trifloxystrobinem dose de 0,4 L ha^{-1} e Difenoconazole + Propiconal dose de 0,15 L ha^{-1}, visando o controle de ferrugem, oídio e doenças que atacam no final do ciclo.

A segunda aplicação foi utilizado Azoxystrobin + Benzovindiflupyr na dose de 0,2 Kg ha^{-1}e Clorotalonil em dose de 1,2 L ha^{-1}, prevenindo contra o ataque de ferrugem. A terceira aplicação novamente foi utilizada Protioconazol + Trifloxystrobin em dose de 0,4 L ha^{-1}juntamente com Mancozeb 2 Kg ha^{-1}, por fim foi realizada aplicação de Ciproconazol + Difenoconazole em dose de 0,3 L ha^{-1} contra a ferrugem e doença de final de ciclo.

Demais aplicações feitas, ou seja duas delas foi aplicado Bifenthrin + Imidacloprido em dose de 0,4 L ha^{-1} e outra de Lambda-cialotrina – Thiamethoxam na dose de 0,25 L ha^{-1}para o ataque eventual de percevejos. Essas aplicações foram feitas associadas à aplicações de fungicidas, não havendo a necessidade de ser feito manejo para a lagarta, pois a cultivar utilizada possui tecnologia ao qual a mesma não ataca.

Os produtos utilizados com intuito de reduzir o crescimento e auxiliar nos componentes de rendimento foram o Lactofen e bioestimulante (auxina, citocinina e giberelina). O Lactofen possui 240 g L^{-1} do seu princípio ativo, caracterizado por ser um herbicida pós-emergente do grupo éter difenílico, agindo como inibidor de protoporfirinogênio oxidase - PROTOX. Já o bioestimulante possui em sua composição 0,09 g L^{-1} de Cinetina (Citocinina), 0,05 g L^{-1} de Ácido Giberélico (Giberelina) e 0,05 g L^{-1} de Ácido 4-Indol-3Ilbutírico (Auxina). A dose utilizada nos tratamentos foi 0,5 L ha^{-1}.

Para aplicação foi utilizado pulverizador costal elétrico de 10 L com uma barra extensora de 2,5 m com 6 ponteiras de cerâmica AXI-110.02 (amarelo), com vazão de 120 L ha^{-1}.

Os tratamentos realizados foram aplicados no estádio vegetativo V7 e estão exemplificados na tabela 1.

Tabela 1 - Tratamentos e doses utilizadas dos produtos Lactofen e Bioestimulante.

Tratamentos	Doses

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural
21ª Ed./ JAN – JUL /2020
ISSN 2178 – 3608

T 1	0,5 L ha^{-1} Bioestimulante
T 2	0,5 L ha^{-1} Bioestimulante e 0,5 L ha^{-1}Lactofen
T 3	0,5 L ha^{-1} Bioestimulante e 0,75 L ha^{-1}Lactofen
T 4	0,5 L ha^{-1} Bioestimulante e 1,0 L ha^{-1} Lactofen
T 5	0,5 L ha^{-1} Bioestimulante e 1,25 L ha^{-1} Lactofen

Para a avaliação de altura de plantas foram amostradas 3 plantas aleatórias de cada parcela, medidas da base da raiz até o ponteiro do último trifólio. Após 15 dias das aplicações foi realizada a primeira avaliação em R1 e a segunda em R6.

A avaliação dos componentes de rendimento (número de vagens por planta, grãos por vagem e massa de mil sementes) foi realizada colhendo-se a área útil da parcela. A produtividade foi corrigida para 13% de umidade.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, com auxílio do programa estatístico R Studio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável altura de plantas não houve diferença significativa (Tabela 2).

Já no experimento conduzido por Gallon et al. (2016) o uso de Lactofen proporcionou redução em torno de 7, 3% na altura das plantas. Rosa (2017) verificou que a aplicação de Lactofen no estádio V3 melhorou as características arquitetônicas, da planta de soja, proporcionando maior redução do crescimento e tornando a fotossíntese mais eficiente.

Buzzello et al. (2017) utilizando o mesmo bioestimulante utilizado no presente trabalho, a dose de 0,75 L ha^{-1} apresentou maior redução de altura de plantas comparada as doses de 0,5 L ha^{-1} e 0,25 L ha^{-1}, mostrando redução de altura de planta responsiva com o aumento da dose. Em outro trabalho realizado por Buzzello (2010) a utilização de Lactofen (144 g ha^{-1}) proporcionou maior redução na estatura da soja. Paes et al. (2000), observaram que o uso de lactofen+ tepraloxydim com dose de 240 g ha^{-1} não foi constatada alteração na altura de planta.

Tabela 2. Altura de plantas de soja (cm) em função das doses de Lactofen. Ponta Grossa- PR 2017/2018.

Doses de Lactofen (L ha^{-1})	Estádio de desenvolvimento da soja	
	R1	R6
0	75,17 ^{ns}	118,08
0,25	76,67	117,33
0,50	74,08	114,50
0,75	73,92	114,75
1,00	73,83	112,67

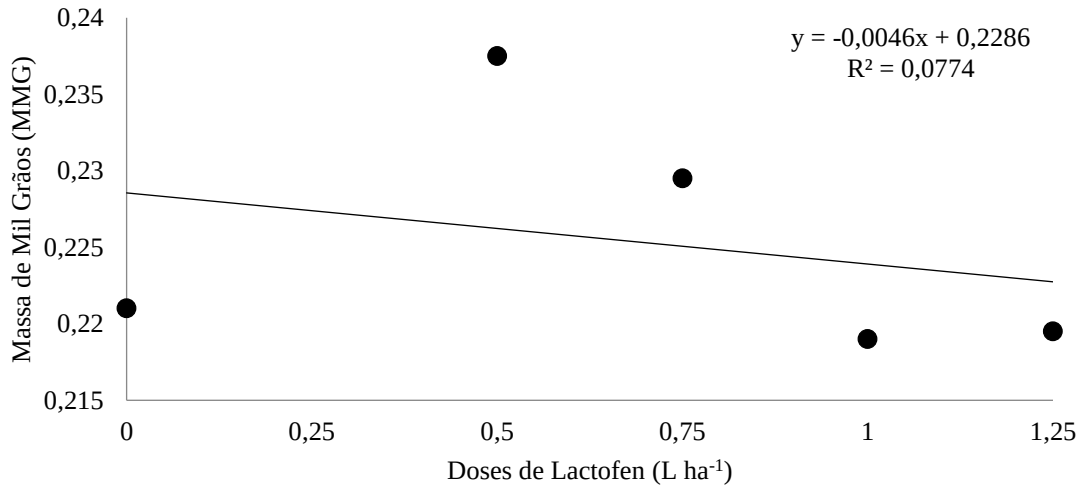
ns = não significativo.

Para a variável massa de mil sementes houve diferença significativa em função das doses de Lactofen. Pode-se verificar na Figura 1, que com aumento das doses de Lactofen, houve redução linear no número da massa de mil grãos.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural
21ª Ed./ JAN – JUL /2020
ISSN 2178 – 3608

Figura 1. Massa de mil grãos de plantas de soja em função das doses de Lactofen. Ponta Grossa- PR 2017/2018.



As diferenças expressas graficamente evidenciam redução linear do MMG com o aumento das doses de Lactofen. Junior et al. (2017) também obteve resultados semelhantes ao encontrados nesse trabalho.

Utilizando lactofen em consórcio com outros herbicidaslactofen (LC) + boro (B), lactofen (LC) + Cinetina (KIN), na dose de 250 ml/ha^{-1}o peso de mil grãos foi menor, ou seja 4,3% inferior comparando com os demais herbicidas utilizados. (OHYAMA et al., 2013). Oliveira et al. (2014) com dose de única de 160 g/ha^{-1} não apresentou diferença no peso de mil sementes.

Para as variáveis número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade não houve diferenças significativas em função das doses de Lactofen (Tabela 3).

Tabela 3. Número de vagens por planta de soja em função das doses de Lactofen. Ponta Grossa- PR 2017/2018.

Doses de Lactofen (L ha^{-1})	Vagens por planta
0,00	63,13^{ns}
0,25	64,20
0,50	67,23
0,75	65,10
1,00	67,53

ns = não significativo.

Junior et al. (2017) entre os tratamentos realizados com Lactofen e Etefon em diferentes doses, não mostraram resultados significativos para média de grãos por vagem, mesmo nas diferentes doses trabalhadas. Resultado também encontrado no trabalho Dario et al. (2005), onde não houve diferença estatística no número de vagens por plantas e na produtividade utilizando Lactofen.

A utilização de Lactofen, indiferente das doses utilizadas não afetou significativa diferença no número de vagens por plantas e número de grãos por vagens (GALLON et al. 2016).

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural
21ª Ed./ JAN – JUL /2020
ISSN 2178 – 3608

Para Rosa (2017) plantas tratadas com Lactofen apresentaram terço inferior com maior número de vagens, isto se dá devido a modificação na arquitetura da planta, aumentando a luminosidade no baixeiro, trazendo mais frutificações ativas, quando comparadas com testemunha apresentou resultado significativo estatisticamente.

Segundo Ohyama et al. (2013) com aplicação de lactofen (LC) + ácido salicílico (AS) o número de vagens foi superior, consequentemente isso tudo tem haver, com uma maior massa de matéria seca, aumentando assim a sua área foliar.

Para a variável número de grãos por vagem, não houve diferença significativa em função das doses de Lactofen (Tabela 4).

Tabela 4. Número de grãos por vagem de soja em função das doses de Lactofen. Ponta Grossa- PR 2017/2018.

Doses de Lactofen (L ha^{-1})	Grãos por vagem
0,00	$2,31^{ns}$
0,25	2,31
0,50	2,30
0,75	2,33
1,00	2,34

ns = não significativo.

Para a variável produtividade não houve variação significativa em função das doses de Lactofen (Tabela 5).

Gallon et al. (2016) verificou que o tratamento de 0,5 L ha^{-1} de Lactofen resultou em maior produtividade quando comparado a testemunha.

Tabela 5. Produtividade de soja em função das doses de Lactofen. Ponta Grossa- PR 2017/2018.

Doses de Lactofen (L ha^{-1})	Produtividade (kg ha^{-1})
0,00	$6417,44^{ns}$
0,25	7015,09
0,50	7058,57
0,75	6622,51
1,00	6889,34

ns = não significativo.

4 CONCLUSÃO

As doses de Lactofen não influenciaram na altura de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade de plantas de soja.

Nos componentes de rendimento, o único componente que expressou resposta significativa as doses de Lactofen foi a massa de mil grãos, havendo redução linear com o aumento das doses.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural
21ª Ed./ JAN – JUL /2020
ISSN 2178 – 3608

BALBINOT JR, A. A. Acamamento de plantas na cultura da soja. **Agropecuária Catarinense**, v. 25, n. 1, p. 40-43, 2011.

BUZZELLO et al. Desenvolvimento e rendimento de soja em função da aplicação de ácido indol-butírico, ácido giberélico e cinetina. **Agrarian**, v. 10, n. 37, p. 225-233, 2017.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. Guaíba: **Agropecuária**, 2001. 132p.

CHUNG, G.; SINGH, R.J. Broadening the Genetic Base of Soybean: A Multidisciplinary Approach. **Critical Reviews in Plant Sciencies**, Boca Raton, v. 27, n.5, p. 295-341, 2008.

DARIO et al. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Revista da FZVA**, v. 12, n. 1, 2005.

FERREIRA, L.C.; CATANEO, A.C.; REMAEH, L.M.R.; BÚFALO, J.; SCAVRONI, J.; ANDRÉO-SOUZA, Y.; CECHIN, I.; SOARES, B.J.A. Morphological and physiological alterations induced by lactofen in soybean leaves are reduced with nitric oxide. **Planta Daninha**, Viçosa, v.29, n.4, p.837-847, 2011.

GALLON et al. Ação de herbicidas inibidores da PROTOX sobre o desenvolvimento, acamamento e produtividade da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 3, p. 232-240, 2016.

JUNIOR et al. Uso de reguladores no controle da arquitetura de plantas, desempenho agronômico da cultura da soja, cultivar cd 2737 RR. **I Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar**. 2017.

MATRINGE, M.; CAMADRO, J-M.; LABBE, P.; SCALLA, R. Protoporphyrinogen oxidase as a molecule target for diphenyl ether herbicides. **Biochemical Journal**, London, v.260, n.1,p.231-235, 1989.

OHYAMA, T.; MINAGAWA, R.; ISHIKAWA, S.; YAMAMOTO, M.; VAN PHI HUAN,N.; OHTAKE, N.; SUEYOSHI, K.; SATO, T.; NAGUMO, Y.; TAKAHASHI, Y. Soybean seed production and nitrogen nutrition. In.: BOARD, J. E. **A comprehensive survey ofinternational soybean research:** genetics, physiology, agronomy and nitrogen relationships. Rijeka: InTech, 2013. p.115-157.

OLIVEIRA, M. E. F. de et al. **Bioestimulantes no tratamento de sementes na cultura da soja.** 2014. Disponível em: <http://comeia.unipam.edu.br/documents/430450/0/BIOESTIMULANTES+NO+TRATAMENTO+DE+SEMENTES+NA+CULTURA+DA+SOJA.pdf/a7801902-bcdd-450c-87e4-be32085ed55a>. Acesso em: 25 out. 2019.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE
www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural
21ª Ed./ JAN – JUL /2020
ISSN 2178 – 3608

ROSA et al. Eficiência produtiva e deposição de produtos fitossanitários em cultivares de soja submetidas à a aplicação de lactofen. **Dissertação** – Passo Fundo. 2017. Disponível em: < http://tede.upf.br:8080/jspui/handle/tede/1373>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

Journal of Agricultural Science; Vol. 12, No. 4; 2020
ISSN 1916-9752 E-ISSN 1916-9760
Published by Canadian Center of Science and Education

Physiological and Sanitary Attributes Evaluation of Organic Coriander Seeds Treated With Essential Oils

Ariadne Waureck[1] & Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre[2]

[1] Post Graduate Program in Agronomy, State University of Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brazil

[2] Crop Science Department, University of São Paulo, Piracicaba, SP, Brazil

Correspondence: Ariadne Waureck, Post Graduate Program in Agronomy, State University of Ponta Grossa, General Carlos Cavalcanti Street, 4748, 84030-900, Uvaranas, Ponta Grossa, Paraná, Brazil. Tel: 55-42-3220-3738. E-mail: ariadne.waureck@hotmail.com

Received: January 8, 2020 Accepted: February 9, 2020 Online Published: March 15, 2020

doi:10.5539/jas.v12n4p163 URL: https://doi.org/10.5539/jas.v12n4p163

Abstract

For seeds organic production the control of fungi with chemical fungicides is not indicated, which requires the use of biological products. In this sense, the use of essential oils derived from plants is a possibility for microorganisms control. This study evaluated technical feasibility of applying the essential oils of clove, lemongrass, rosemary, eucalyptus, ginger and Tea tree, in concentrations of 500, 1.000, 1.500 and 2.000 μL^{-1} to organic coriander seeds of the Verdon variety, besides the control. At the beginning of storage and every 60 days the seeds were evaluated for water content, germination, germination velocity index and root emission, seedling emergence and seedling emergence speed index, to shoot length, rootlength, total length and sanity. The experimental design was a completely randomized (DCR), in a 6x4 + 1 factorial scheme, with six essential oils and four concentrations + control treatment, with four replications for germination and vigor analysis, and eight replications for sanitary analysis. With increasing concentration of essential oils, there was a linear reduction in germination and a reduction in the incidence of *Alternaria* sp. using clove and rosemary oils at a concentration of 500 $\mu L\ L^{-1}$, eucalyptus at a concentration of 1.500 $\mu L\ L^{-1}$ and ginger with 2.000 $\mu L\ L^{-1}$. Therefore, it is possible to use clove and rosemary essential oils up to 500 $\mu L\ L^{-1}$ to reduce the incidence of *Alternaria* sp. without causing significant reduction in germination.

Keywords: *Coriandrum sativum*, germination, vigor, sanity

1. Introduction

Coriander (*Coriandrum sativum* L.) is a leafy vegetable widely used in Brazilian cuisine, especially in the Northeast of Brazil, perhaps because of its adaptation, which according to Filgueira (2008) is a specie of tropical climate. It belongs to the same family as carrots, Apiaceae (Joly, 2002), and is a source of calcium, iron, vitamin C and A. Its seed is of the diakene type (with two embryos). It is widely used as a condiment and medicinally, being its form of propagation by seeds (Wanderley Junior & Nascimento, 2010).

Seed quality is essential to obtain vigorous, uniform seedlings and to achieve high productivity and quality, being fundamental for the producer, because the seed quality favors the production (Nascimento & Pereira, 2007; Pereira et al., 2005).

Seed treatment is one of the important steps in maintaining physiological and sanitary quality, constituting one of the efficient and economical ways to control harmful pathogens to seeds. In organic seed production there is no use of chemicals such as fungicides, and control of seed-associated pathogens is a major concern for companies, which makes it essential to conduct research to establish alternative forms of treatment. Therefore, studies with plant extracts and essential oils aim to find active compounds with broad spectrum of action, low toxicity and reduced cost (Angioni et al., 2004; Rochete et al., 2003).

Essential oils are considered as natural volatile substances found in a wide variety of plants and are complex mixtures resulting from the interaction between different classes of compounds such as terpenes, monoterpenes, sesquiterpenes, aromatic compounds, phenols, aldehydes, ketones, alcohols and esters (Andrés et al., 2012; Aragão et al., 2015; Bakkali et al., 2008). Essential oils can be used as an effective method for disease control, as well as lower risk of environmental and food contamination caused by chemicals (Kamazeri et al., 2012; Xavier

et al., 2012). According to Taiz and Zeiger (2013), essential oils are often found in vegetables, in all parts of the plant, in glandular trichomes, which protrude from the epidermis and act as a sign in relation to the toxicity of the plant. These oils can be extracted from vegetables through steam distillation. In addition, some secondary metabolites of plants, present in essential oils, can act on microorganisms and on the development of plants.

Post-harvest pathogen control can be achieved by applying essential oils (Boukaew et al., 2017). Various sources of essential oils include cinnamon, cloves, eucalyptus, peppermint, lemon balm and ginger (Nerilo et al., 2016; Tyagi & Malik, 2011).

However, due to different compounds present in these oils, their interaction and concentration can interfere with cell development (Miranda et al., 2015). Flávio et al. (2014) found that clove basil essential oil reduced fungal infestation in sorghum seeds, but reduced their viability and vigor. In cabbage seeds, Amini et al. (2018) verified a reduction of *Xanthomonas campestris* with the use of *Zataria multiflora* essential oil, but there was a significant reduction in seed germination.

Storage is practically a mandatory step in a seed production program, being the main concern during the period the preservation of seed quality, as infections by microorganisms can reduce seed quality (Nascimento et al., 2006). Boukaew et al. (2017) found that fumigation of clove essential oil [*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry] can be applied to protect corn seeds from the fungus *Aspergillus flavus* during storage. However, results like these are still scarce in the literature due to the diversity of compounds present in essential oils.

The objective of this work was to evaluate the application effect of the essential oils of clove, lemongrass, rosemary, eucalyptus, ginger and Tea tree, in different concentrations, on the physiological and sanitary parameters of coriander organic seeds during storage.

2. Method

The freshly harvested organic Coriander (*Coriandrum sativum* L.) seeds of the Verdão variety supplied by the Mokiti Okada Foundation Research Center were produced in 2017 in the city of Ipeúna-SP. Product applications and seed analysis were performed at the Seed Analysis Laboratory of Ponta Grossa State University, Ponta Grossa, PR, Brazil.

Essential oils of clove [*Eugenia caryophyllus* (L.) Merrill & Perry], lemongrass [*Cymbopogon citrates* (DC) Stapf.], rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), eucalyptus (*Eucalyptus globules* Labill.), ginger (*Zingiber officinale* Roscoe.) and Tea tree (*Tea tree alternifólia* Cheel.) were applied to the seeds at concentrations of 500; 1.000; 1.500 and 2.000 μL L^{-1} plus 1% (v/v) Tween 80 to facilitate emulsification of oils in distilled water (Brito et al., 2012), besides the control (no applications). The application of essential oils to seeds was by immersion for a period of three minutes. Then the seeds were placed on two sheets of sterile blotting paper for drying in a natural environment until they reached 6% of water. Subsequently, they were placed in aluminized bags for cold room storage at 10 ºC and 55% relative humidity.

Seed quality evaluations were performed immediately after treatment and at 60, 120 and 180 days after storage.

2.1 Determination of Water Content

To determine the water content, the adapted greenhouse method of Brasil (2009a) was used. For this, 2.0 grams of seeds were placed in previously identified containers and weighed in precision scales. The containers were placed open in the oven at 105±3 °C for a period of 24 hours. After the drying period, the containers were capped and placed in a desiccator until cooled for weighing. The result was expressed as a percentage of water.

2.2 Germination Test (G)

Four repetitions of 50 seeds distributed on paper (Germitest), moistened with water, at a ratio of 2.5 times the dry paper weight were used. The paper rolls were placed in a germination chamber, where they remained at a constant temperature of 20±2 °C, with evaluations on the 21st day after sowing, according to Brasil (2009a). The result was expressed as a percentage of normal seedlings.

2.3 Germination Test First Count (GFC)

The number of normal seedlings was recorded on the 9th day of germination test, according to Brasil (2009a). The result was expressed as a percentage of normal seedlings.

2.4 Germination Speed Index (GSI)

The germination speed index (GSI) was calculated from the data obtained in the germination test (item 2.2). The evaluations were conducted daily, at the same time from the day when normal seedlings first emerged, whose

amount was recorded and these seedlings were removed from the paper. To calculate the GSI, the formula described by Maguire (1962) was used.

2.5 Root Emission Index (REI)

Root emission index (REI) was determined from seedlings obtained in the germination test (item 2.3). The evaluations were conducted daily, at the same time from the day when normal roots first appeared, whose amount was recorded. To calculate the REI, the formula described by Maguire (1962) was used.

2.6 Seedling Emergence (SE)

Four replicates of 50 seeds were sown in 200-cell plastic trays. The seeds were sown to a depth of 1 cm and one seed per cell was placed. The substrate used was composed of peat, soil concealers, vermiculite, charcoal and pine bark.

The substrate was moistened daily with water equivalent to 60% of its holding capacity, and the trays were randomly distributed inside the greenhouse at 25 ºC and 70% relative humidity. The evaluations were performed on the 21st day after sowing and the results were expressed as percentage of emerged seedlings (Nakagawa, 1994).

2.7 Seedling Length

Seedling length was evaluated according to Nakagawa (1994). Four repetitions of 10 seeds sown on a line drawn in the upper third of the seed germination paper (Germitest), moistened with water, at 2.5 times the weight of dry paper were evaluated. They were then maintained at 20 °C, with shoot, root and seedling length evaluations on the 21st day after sowing and the results were expressed in centimeters.

2.8 Sanitary Parameter Evaluation

To evaluate the sanitary parameter, 200 seeds (8 replicates of 25 seeds) were placed in plastic boxes, previously disinfected with sodium hypochlorite for 24 hours and cleaned with alcohol, on two sheets of moistened filter paper 2.5 times the weight of dry paper. The seeds were kept for seven days in a BOD incubation chamber, regulated at 20 °C and daily photoperiod of 12 hours. The fungi presence evaluation in the seeds was performed at seven days after sowing, using magnifying glass and microscope, classifying the fungi by gender. The results were expressed as percentage of occurrence of the observed fungi (Brasil, 2009b).

2.9 Statistical Analysis

The experimental design was a completely randomized (DCR), in a 6 × 4 + 1 factorial scheme, with six essential oils and four concentrations + control treatment, with four replications for germination and vigor analysis, and eight replications for sanitary analysis.

Data were analyzed for variance analysis to verify the significance of the interaction of essential oil and concentration factors. Essential oil concentration data, when significant, were submitted to polynomial regression analysis, up to the third degree, and when significant for essential oil, the means were compared by Tukey test (5%). When necessary, the percentage data were transformed into $\arcsin\sqrt{(x + 0.5)/100}$ and analyzes were performed with the aid of R Studio program.

The essential oils used for the research were analyzed for chemical composition in the chromatography laboratory of the Federal University of Minas Gerais (Table 1). The methodology used was High Resolution Gas Chromatography with an AGILENT 7820ª gas chromatograph, column: HP-5 30 m × 0.32 mm × 0.25 μm (AGILENT). Temperature: Column: 50 °C (0 min), 3 °C/min at 200 °C. Injector: 220 °C Split: 1/50. FID detector: 220 °C. Injection volume: 1 μl (concentration 1.0% in chloroform).

Table 1. Gas chromatography analysis of the essential oils of clove (*Eugenia caryophyllus*), lemongrass (*Cymbopogon citratus*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), ginger (*Eucalyptus globulus*) and Tea tree (*Melaleuca alternifolia*)

Constituents (%)	Clove (*Eugenia caryophyllus*)	Lemongrass (*Cymbopogon citratus*)	Rosemary (*Rosmarinus officinalis*)	Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*)	Ginger (*Zingiber officinale*)	Tea tree (*Melaleuca alternifolia*)
1,8-cineole			39.6	89.9		1.4
Ar-curcumene					15.2	
Camphene		0.2	0.9		7.1	
Camphene						0.4
Camphor			27.7			
Carveol		0.1				
Cis-calameno						0.3
Citronellal		0.5				
Crisantenol		1.0				
Eugenol	87.3		0.6			
E-β-ocimene				0.6		
Geraniol	0.4	48.7				
Geranyl acetate		0.9				
Germacrene d					3.0	
Sabinene hydrate					3.0	
Limonene		0.3	22.0	1.5	4.0	2.2
Linalool		0.2	0.8			
Myrcene		0.6	0.8	2.3		0.4
Neral		42.2				
Caryophyllene oxide	0.4	0.8				
p-cimene			1.6	0.2		2.8
Methyl salicylate	0.2					
Sesquifelandreno					12.6	
Terpinen-4-ol						42.5
Terpinolene				0.1		3.4
Trans verbenol		0.7				
Viridiflorino						0.4
Zingiberene					30.5	
Z-β-ocimene		0.1		0.1		
α-copaene	0.5					
α-farnesene					9.0	
α-phellandrene						1.0
α-humulene	1.8	0.6				
α-pinene			2.9	2.2	2.8	5.0
α-terpinene				1.4		10
α-terpineol						7.3
α-thujene						0.3
β-bisabolene					4.0	
β-caryophyllene	9.3	0.7	0.8			
β-gurjunene						0.2
β-pinene			1.5	1.6		0.4
γ-muurolene		0.2				
γ-terpinene		0.3				20.4
Others	0.4	1.5	0.8	0.3	8.7	1.7

3. Results

For some variables there was interaction for the factors essential oil and concentration when performed the analysis of variance (ANOVA) for coriander seeds. The results related to the first count of coriander seed germination test (9 days after sowing) indicated that there was no statistically significant difference, due to the

application of oils whose concentration was 500 µl L^{-1}, from post-harvest to 60 days after storage (DAS) (Table 2).

This result was also observed for concentrations of 1.000 µl L^{-1} in seeds stored up to 60 days. At the concentration of 1.000 µl L^{-1} in the seeds without storage submitted to the application of eucalyptus, ginger, clove and Tea tree oils the germination was statistically superior to the treatments with lemongrass and rosemary oils in the same concentration. For the first germination test count, the treatment with eucalyptus essential oil was statistically superior when compared to other treatments results (Table 2).

Table 2. First germination test count (%) of coriander seeds submitted to different concentrations of essential oils in post-harvest, 60, 120 and 180 days after storage (DAS)

Essential oil	First count (%)—Initial post-harvest									
	Concentration (µl L^{-1})									
	0		500		1.000		1.500		2.000	
Clove	45	ns	44	ns	43	ab*	38	a	36	a
Lemongrass	45		42		37	c	21	b	12	b
Rosemary	45		41		37	c	39	a	39	a
Eucalyptus	45		43		42	ab	36	a	36	a
Ginger	45		42		40	ab	39	a	37	a
Tea tree	45		45		44	a	40	a	40	a
60 DAS										
Clove	41	ns	42	ns	38		37	a	36	a
Lemongrass	41		40		38		20	b	12	b
Rosemary	41		40		37		38	a	38	a
Eucalyptus	41		41		39		37	a	36	a
Ginger	41		41		38		37	a	36	a
Tea tree	41		40		39		39	a	38	a
120 DAS										
Clove	36	ns	24	b	25	ab	25	ab	11	d
Lemongrass	36		27	ab	21	b	21	b	9	d
Rosemary	36		36	a	34	a	33	a	31	ab
Eucalyptus	36		35	a	34	a	25	ab	24	bc
Ginger	36		36	a	36	a	35	a	34	a
Tea tree	36		36	a	34	a	29	ab	16	cd
180 DAS										
Clove	14 b									
Lemongrass	10 c									
Rosemary	13 b									
Eucalyptus	18 a									
Ginger	14 b									
Tea tree	13 b									

Note. *Means followed by the same letter in the column, within each storage period, do not differ statistically by Tukey test at 5% significance; ns = not significant.

With increasing concentrations of essential oils applied to coriander seeds, there was a significant and linear reduction for the first post-harvest germination test count in the applications of clove, ginger and eucalyptus essential oils. At 60 DAS only the application of lemongrass oil had statistically significant variation and at 120 DAS there was a linear reduction for the germination test first count with the application of clove, lemongrass, eucalyptus and Tea tree essential oils. At 180 DAS there was a linear reduction in coriander seed germination with the application of essential oils (Figure 1).

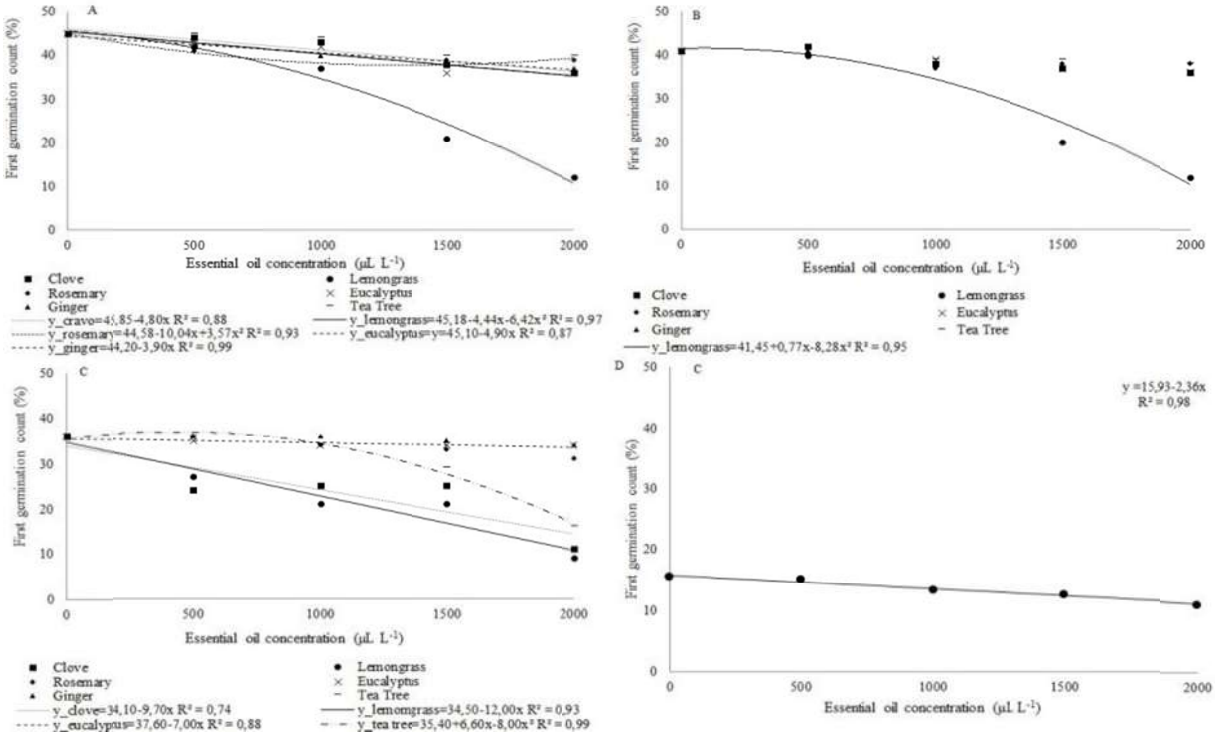


Figure 1. Regression analysis of the first germination count (%) of coriander seeds submitted to different concentrations of essential oils (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days after storage (DAS).

For the germination test results, there was no significant interaction between the analyzed factors (Table 3). Seed germination was 76% in post-harvest for control treatment seeds.

Table 3. Germination (%) of coriander seeds submitted to different concentrations of essential oils in post-harvest, 60, 120 and 180 days after storage (DAS)

Essential oil	Germination (%)			
	Days after storage (DAS)			
	0	60	120	180
Clove	75 a*	69 a	64 a	59 a
Lemongrass	68 b	63 b	51 b	51 b
Rosemary	71 ab	70 a	63 a	62 a
Eucalyptus	72 a	71 a	67 a	64 a
Ginger	73 a	72 a	66 a	65 a
Tea tree	73 a	70 a	62 a	60 a

Note. *Means followed by the same letter in the column do not differ statistically from each other by the Tukey test at 5% significance.

In the post-harvest period, the germination percentage of seeds in which the eucalyptus, ginger, clove and Tea tree essential oils were applied was statistically higher than those treated with lemongrass essential oil. From 60 DAS, seeds with rosemary essential oil also showed superior germination to those treated with lemongrass essential oil (Figure 2).

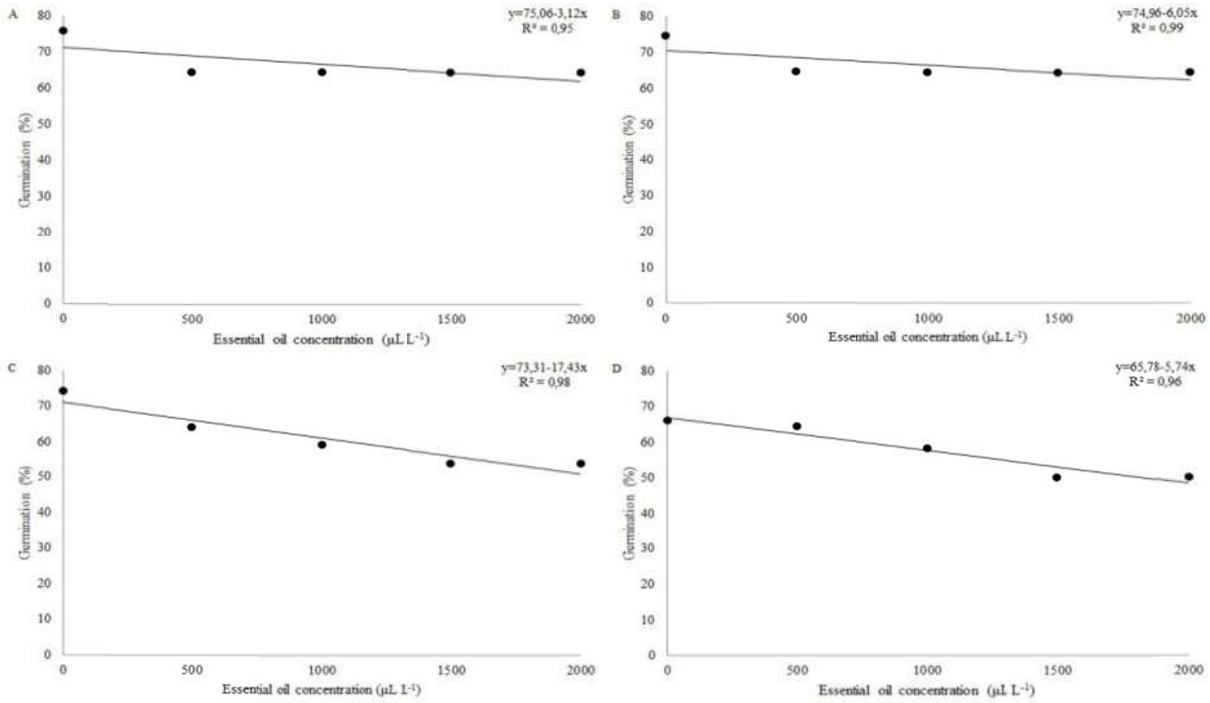


Figure 2. Regression analysis of germination (%) of coriander seeds submitted to different post-harvest essential oil concentrations (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days after storage (DAS)

There was a linear reduction in the GSI result of coriander seeds with increasing concentrations of eucalyptus, ginger and clove essential oils in post-harvest. At 60 DAS, only the use of lemongrass oil was significant. At 120 DAS, there was a linear GSI reduction of coriander seeds with application of clove, eucalyptus and lemongrass essential oils (Figure 3).

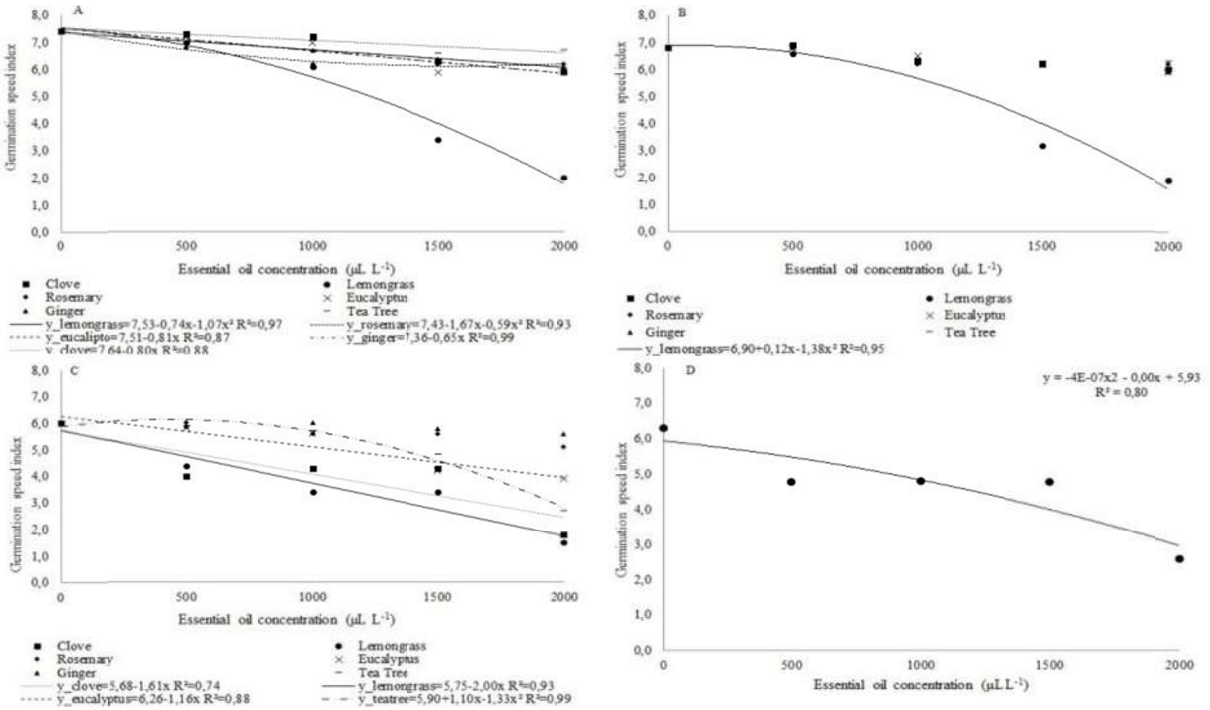


Figure 3. Regression analysis of the germination speed index (GSI) of coriander seeds submitted to the application of different post-harvest essential oil concentrations (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days after storage (DAS)

For the germination speed index (GSI) the interaction between concentration and type of essential oil was significant up to 120 DAS. For seeds treated shortly in post-harvest and stored up to 60 days at a concentration of 500 µl L^{-1}, the results showed no significant differences regarding GSI. With the application of 1.000 µl L^{-1} of essential oils post-harvest and at 120 DAS, GSI results for Tea tree and clove essential oils were statistically superior to rosemary and lemongrass essential oils. However, the application of lemongrass oil at concentrations of 1.500 and 2.000 µl L^{-1} caused significant reduction of GSI in relation to the other treatments, maintained until 180 days of storage (Table 4).

Table 4. Germination speed index (GSI) of coriander seeds subjected to different concentrations of essential oils in post-harvest, 60, 120 and 180 days after storage (DAS)

Essential oil	GSI—Initial post-harvest									
	Concentration (µl L^{-1})									
	0		500		1.000		1.500		2.000	
Clove	7.4	ns	7.3	ns	7.2	ab*	6.3	a	5.9	a
Lemongrass	7.4		7.0		6.1	c	3.4	b	2.0	b
Rosemary	7.4		6.8		6.2	bc	6.2	a	6.2	a
Eucalyptus	7.4		7.2		7.0	abc	5.9	a	6.0	a
Ginger	7.4		7.0		6.7	abc	6.4	a	6.1	a
Tea tree	7.4		7.4		7.3	a	6.6	a	6.7	a
60 DAS										
Clove	6.8	ns	6.9	ns	6.3	ns	6.2	a	6.0	a
Lemongrass	6.8		6.6		6.3		3.2	b	1.9	b
Rosemary	6.8		6.6		6.2		6.2	a	6.2	a
Eucalyptus	6.8		6.8		6.5		6.2	a	5.9	a
Ginger	6.8		6.8		6.3		6.2	a	5.9	a
Tea tree	6.8		6.7		6.4		6.3	a	6.3	a
120 DAS										
Clove	6.0	ns	4.0	b	4.3	ab	4.3	ab	1.8	d
Lemongrass	6.0		4.4	ab	3.4	b	3.4	b	1.5	d
Rosemary	6.0		6.0	a	5.6	a	5.6	a	5.1	ab
Eucalyptus	6.0		5.8	a	5.6	a	4.2	ab	3.9	bc
Ginger	6.0		5.9	a	6.0	a	5.8	a	5.6	a
Tea tree	6.0		5.9	a	5.7	a	4.8	ab	2.7	cd
180 DAS										
Clove	2.3	b								
Lemongrass	1.6	c								
Rosemary	2.2	b								
Eucalyptus	2.9	a								
Ginger	2.4	b								
Tea tree	2.1	b								

Note. *Means followed by the same letter in the column, within each storage period, do not differ statistically by Tukey test at 5% significance; ns = not significant.

There was significant interaction for essential oil and concentration for root emission index (REI) up to 120 DAS. The results were similar to those found in the GSI. From post-harvest to 120 days of storage, REI results with the application of essential oils at a concentration of 500 µl L^{-1} showed no significant differences. With the application of 1.000 µl L^{-1}, treatment with Tea tree essential oil resulted in higher REI than rosemary and lemongrass essential oil treatments in post-harvest. No differences were found in seeds stored up to 60 days when treated with these essential oils and at this concentration (Table 5).

The REI result was statistically lower for the application of lemongrass Essential Oil at concentrations of 1.500 and 2.000 µl L^{-1} compared to the other results and maintained until 60 days of storage. At 120 DAS lemongrass

essential oils at concentrations of 1.000, 1.500 and 2.000 µl L^{-1} and clove with 2.000 µl L^{-1} resulted in statistically lower ESI than other treatments. The interaction between concentration and essential oil was not significant for REI at 180 DAS, however, there were significant differences for each variable analyzed separately. The seeds treated with eucalyptus essential oil showed a statistically higher REI than clove, lemongrass, rosemary, ginger and Tea tree oil applications (Table 5).

Table 5. Root emission index (REI) of coriander seedlings subjected to different concentrations of essential oils in post-harvest, 60, 120 and 180 days after storage (DAS)

Essential oil	REI—Initial post-harvest				
	Concentration (µl L^{-1})				
	0	500	1.000	1.500	2.000
Clove	11.1 ns	11.0 ns	10.9 ab*	9.5 a	8.9 a
Lemongrass	11.1	10.5	9.1 c	5.1 b	3.0 b
Rosemary	11.1	10.3	9.2 bc	9.6 a	9.6 a
Eucalyptus	11.1	10.8	10.5 abc	8.9 a	9.0 a
Ginger	11.1	10.6	10.0 abc	9.6 a	9.1 a
Tea tree	11.1	11.1	11.0 a	9.9 a	10.0 a
60 DAS					
Clove	10.3 ns	10.3 ns	9.4 ns	9.3 a	9.0 a
Lemongrass	10.3	9.9	9.4	4.9 b	2.3 b
Rosemary	10.3	9.9	9.3	9.3 a	9.3 a
Eucalyptus	10.3	10.1	9.8	9.3 a	8.9 a
Ginger	10.3	10.1	9.5	9.3 a	8.9 a
Tea tree	10.3	10.0	9.6	9.6 a	9.5 a
120 DAS					
Clove	9.0 ns	6.0 ab	6.3 ab	6.3 ab	2.3 c
Lemongrass	9.0	6.6 ab	5.1 b	5.1 b	2.3 c
Rosemary	9.0	9.0 a	8.4 a	8.2 a	7.6 ab
Eucalyptus	9.0	8.8 a	8.4 a	6.3 ab	5.9 b
Ginger	9.0	8.9 a	9.0 a	8.8 a	8.4 b
Tea tree	9.0	8.9 a	8.5 a	7.1 ab	8.4 a
180 DAS					
Clove	3.2 b				
Lemongrass	2.2 c				
Rosemary	3.1 b				
Eucalyptus	4.2 a				
Ginger	3.4 b				
Tea tree	3.1 b				

Note. *Means followed by the same letter in the column, within each storage period, do not differ statistically by Tukey test at 5% significance; ns = not significant.

Coriander seedling emergence was also influenced by the application of essential oils. There was a significant interaction between the concentration and essential oil factors in post-harvest seed and storage of 120 to 180 days. In post-harvest, there was no significant difference in seeds treated with essential oils at concentrations of 500, 1.000 µl L^{-1} and control treatment. These results were also observed at 120 and 180 DAS (Table 6).

With 1.500 and 2.000 µl L^{-1} of clove, rosemary, eucalyptus and Tea tree essential oils the results of seedling emergence were higher than those treated with ginger and lemongrass essential oils at the same concentrations. At 120 DAS, only at the concentration of 2.000 µl L^{-1} there was significant variation, and the use of lemongrass oil was detrimental to seedling emergence. This was also observed at 180 DAS for concentrations of 1.500 and 2.000µl L^{-1} (Table 6).

There was a linear reduction in REI with increasing concentrations of eucalyptus, clove and ginger essential oils in post-harvest. At 60 DAS only the application of lemongrass essential oil adjusted to the quadratic model At 120 DAS with the application of clove and eucalyptus essential oils the seeds showed linear reduction of REI with increasing concentrations and at 180 DAS there was adjustment to the quadratic regression model, according to the regression equation derivation, the concentration of 818.96 µl L^{-1} caused a REI reduction (Figure 4).

Table 6. Emergence (%) of coriander seedlings submitted to different concentrations of essential oils in post-harvest, 60, 120 and 180 days after storage (DAS)

Essential oil	Seedling Emergency (%)—Initial post-harvest				
	Concentration (µl L^{-1})				
	0	500	1.000	1.500	2.000
Clove	73 ns	69 ns	68 ns	64 a8	61 a
Lemongrass	73	64	63	32 c	29 c
Rosemary	73	73	72	69 a	64 a
Eucalyptus	73	66	65	65 a	57 a
Ginger	73	71	63	42 b	42 b
Tea tree	73	71	64	60 a	57 a
60 DAS					
Clove	59 a				
Lemongrass	45 b				
Rosemary	58 a				
Eucalyptus	60 a				
Ginger	60 a				
Tea tree	56 a				
120 DAS					
Clove	62 ns	60 ns	58 ns	55 ns	53 a
Lemongrass	62	60	59	53	37 b
Rosemary	62	61	59	57	52 a
Eucalyptus	62	58	54	52	50 a
Ginger	62	61	61	55	50 a
Tea tree	62	56	56	55	51 a
180 DAS					
Clove	55 ns	55 ns	54 ns	52 ab	52 a
Lemongrass	55	54	54	44 b	31 b
Rosemary	55	56	55	51 ab	50 a
Eucalyptus	55	53	52	52 ab	52 a
Ginger	55	54	54	55 a	52 a
Tea tree	55	54	53	54 a	51 a

Note. *Means followed by the same letter in the column, within each storage period, do not differ statistically by Tukey test at 5% significance; ns = not significant.

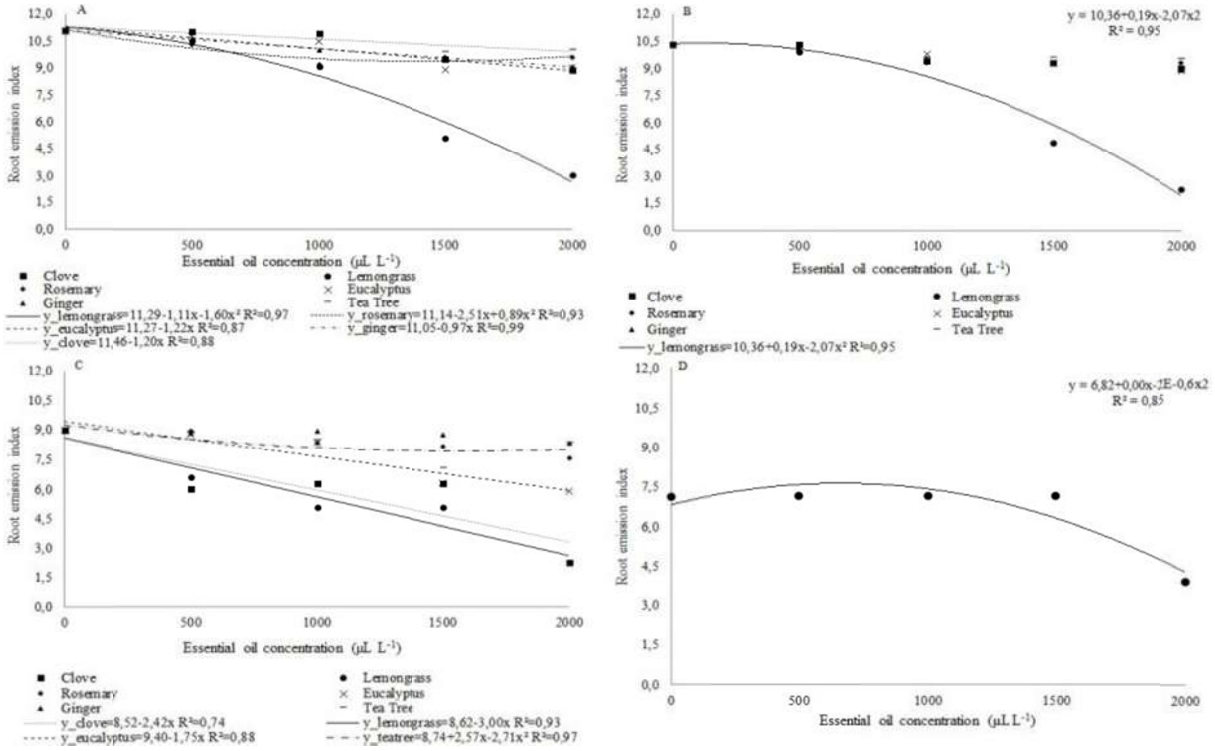


Figure 4. Regression analysis of root emission index (REI) of coriander seedlings submitted to different concentrations of essential oils in post-harvest (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days after storage (DAS)

With increasing concentrations of ginger, eucalyptus and Tea tree essential oils there was a linear reduction in seedling emergence in post-harvest and at 120 DAS. In seeds treated with lemongrass essential oil, the minimum point obtained from the post-harvest equation derivative was 1.162 µl L^{-1}, at 120 DAS of 0.399 µl L^{-1} and 180 DAS of 0.392 µl L^{-1} (Figure 5).

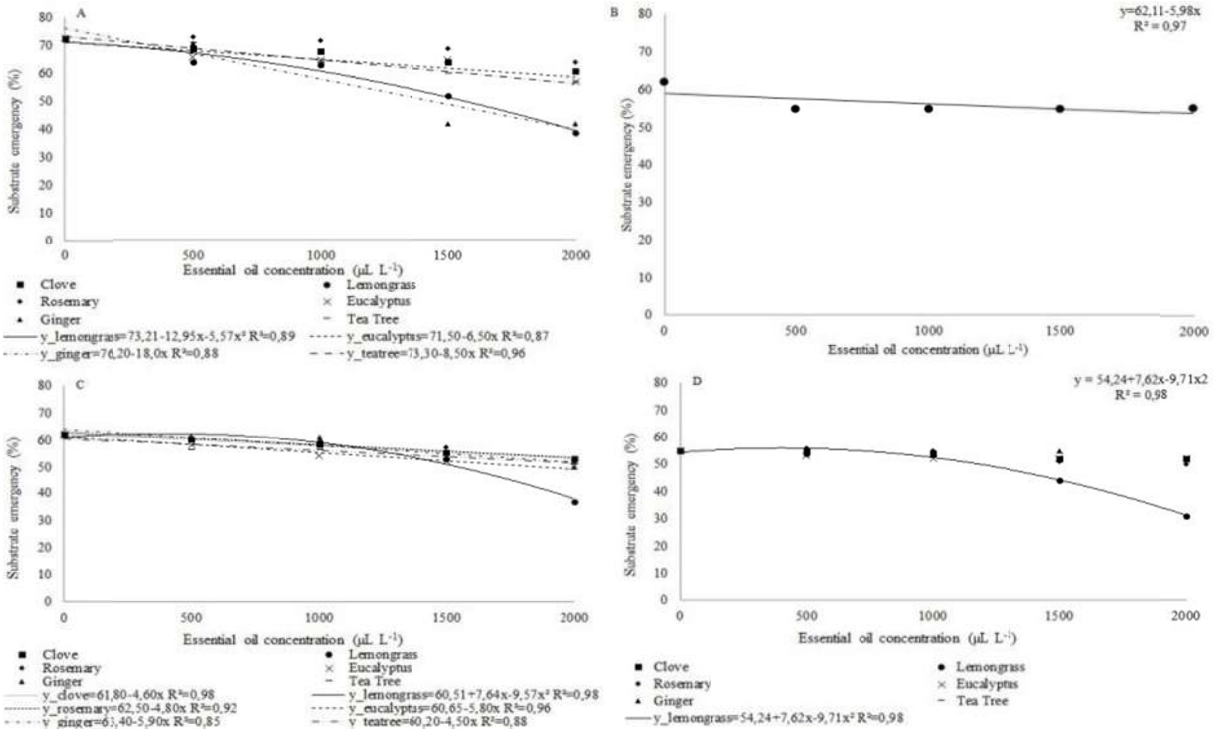


Figure 5. Emergence regression analysis (%) of coriander seedlings submitted to different concentrations of essential oils in post-harvest (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days after storage (DAS)

There was no significant interaction for shoot length (SL), root length (RL) and total length (TL) of coriander seedlings. For shoot length, there were no significant post-harvest differences (Table 7).

After 60 days of storage, seeds treated with clove, lemongrass and eucalyptus essential oils had a statistically lower shoot length than the other treatments. At 120 days of storage, those treated with rosemary and ginger essential oils resulted in a statistically higher shoot length compared to the others, and at 180 days only in the results with essential oil of ginger there was a statistically higher seedling length compared to other treatments. Post-harvest treatment with eucalyptus essential oil increased coriander seedling root length, which was superior to the results obtained with the use of clove and ginger oils. At 60 days, the root length was higher application of rosemary essential oil than clove, lemongrass and eucalyptus (Table 7).

For the total length of coriander seedlings (TL), there were no significant differences between the post-harvest essential oils. At 60 DAS, seeds treated with essential oil of clove showed a significant reduction in TL compared to those treated with other essential oils. This factor was observed up to 180 DAS. At 120 DAS seeds treated with rosemary and ginger essential oils showed higher TL than the others. At 180 DAS only the ginger essential oil caused higher seedling TL than the other essential oils (Table 7).

Regression analyzes indicated that there was a linear reduction of total seedling length with increasing essential oil concentrations up to 120 DAS. The use of essential oils reduced seedling length (Figure 6).

Table 7. Shoot length (SL), root length (RL) and total length (TL) in centimeters (cm) of coriander seedlings submitted to different concentrations of essential oils in post-harvest, 60, 120 and 180 days after storage (DAS).

Essential oil	Initial post-harvest		
	SL	RL	TL
Clove	4.6 ns	4.9 b*	9.5 ns
Lemongrass	4.4	5.0 ab	9.4
Rosemary	4.6	5.6 ab	10.2
Eucalyptus	4.7	5.8 a	10.5
Ginger	4.6	4.8 b	9.4
Tea tree	4.3	5.1 ab	9.4
60 DAS			
Clove	2.2 c	1.9 d	4.1 c
Lemongrass	3.0 b	2.5 bc	5.5 b
Rosemary	3.9 a	3.2 a	7.1 a
Eucalyptus	2.7 b	2.3 c	5.0 b
Ginger	3.7 a	2.8 ab	6.5 a
Tea tree	3.8 a	2.9 ab	6.7 a
120 DAS			
Clove	1.8 b	1.4 ns	3.2 b
Lemongrass	2.0 b	1.4	3.4 b
Rosemary	3.3 a	1.5	4.8 a
Eucalyptus	2.1 b	1.2	3.3 b
Ginger	3.0 a	1.5	4.5 a
Tea tree	2.1 b	1.3	3.4 b
180 DAS			
Clove	1.4 b	1.4 a	2.8 b
Lemongrass	1.5 b	1.0 cd	2.5 b
Rosemary	1.8 b	0.9 d	2.7 b
Eucalyptus	1.7 b	1.3 abc	3.0 b
Ginger	2.1 a	1.4 ab	3.5 a
Tea tree	1.5 b	1.2 bcd	2.7 b

Note. *Means followed by the same letter in the column, within each storage period, do not differ statistically by Tukey test at 5% significance; ns = not significant.

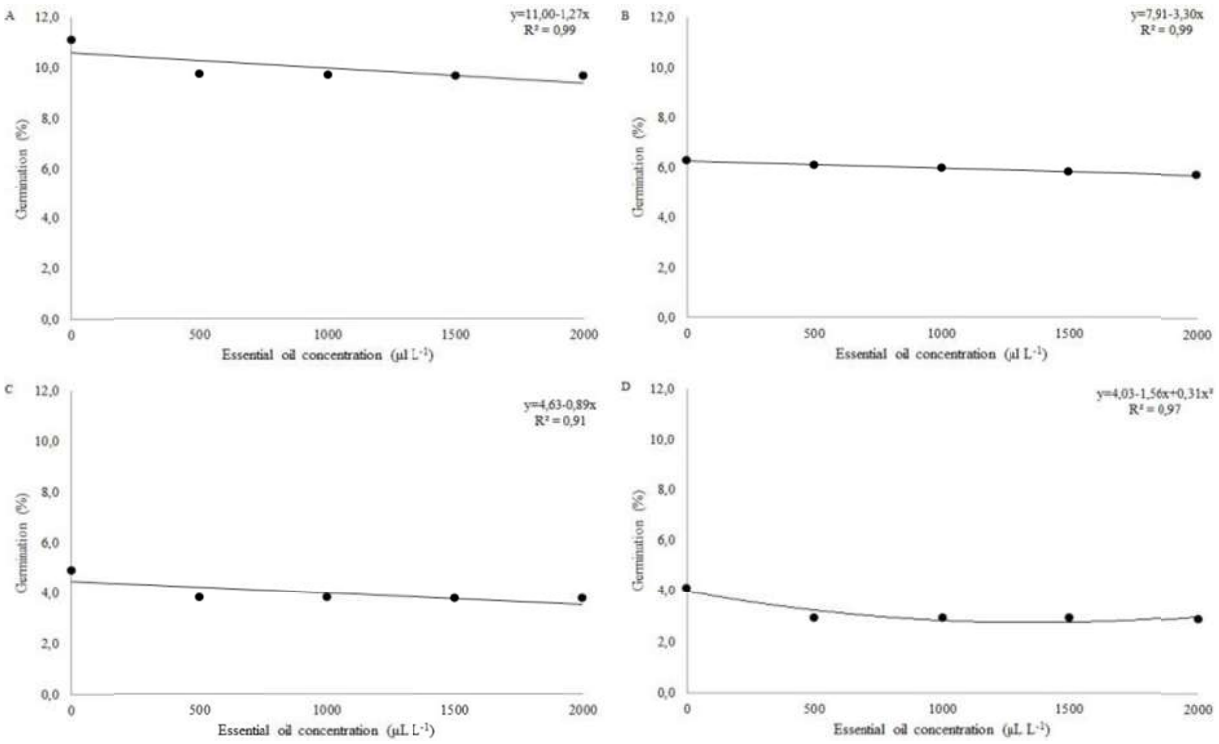


Figure 6. Total length (TL) regression analysis of seedlings submitted to different concentrations of essential oils in post-harvest (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days after storage (DAS)

Coriander weed fungi found in the sanity test were mainly *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp. and *Penicillium* sp. For the incidence of *Cladosporium* sp. the interaction was significant between the analyzed factors. In the post-harvest, the seeds of the control treatment presented 92.50% incidence of *Cladosporium* sp. Among the essential oils applied to coriander seeds, clove and lemongrass were the most efficient to reduce the incidence of *Cladosporium* sp. (Table 8).

Table 8. Incidence of *Cladosporium* sp. in coriander seeds submitted to the application of different concentrations of essential oils in post-harvest 60, 120 and 180 days after storage (DAS)

Essential oil	*Cladosporium* sp. (%)—Initial post-harvest									
	Concentration (µl L^{-1})									
	0		500		1.000		1.500		2.000	
Clove	92.50	ns	88.00	b*	83.00	b	58.00	c	67.50	c
Lemongrass	92.50		72.00	c	85.50	ab	79.50	b	87.50	ab
Rosemary	92.50		100.00	a	93.50	ab	91.50	a	95.00	a
Eucalyptus	92.50		94.50	ab	85.50	ab	94.00	a	96.50	ab
Ginger	92.50		87.50	b	95.50	a	97.00	a	94.50	a
Tea tree	92.50		95.00	ab	94.00	ab	89.00	a	82.00	c
60 DAS										
Clove	81.50	ns	84.50	ab	80.50	ab	85.00	a	51.00	c
Lemongrass	81.50		80.50	b	77.00	b	75.50	b	81.50	b
Rosemary	81.50		92.50	a	79.00	ab	86.50	a	95.00	a
Eucalyptus	81.50		94.50	a	91.00	a	90.50	a	84.50	ab
Ginger	81.50		96.50	a	89.50	a	94.50	a	94.50	a
Tea tree	81.50		94.50	a	90.50	a	91.00	a	87.00	ab
120 DAS										
Clove	95.50	ns	88.00	b	83.00	b	77.00	c	51.00	d
Lemongrass	95.50		67.00	d	61.00	c	85.00	b	75.00	c
Rosemary	95.50		78.00	c	86.00	b	86.00	b	90.50	ab
Eucalyptus	95.50		95.00	ab	94.00	a	96.00	a	97.50	a
Ginger	95.50		97.00	a	98.50	a	98.00	a	98.00	a
Tea tree	95.50		94.00	ab	94.00	a	93.00	a	89.00	b
180 DAS										
Clove	97.50	ns	90.50	b	87.00	b	87.50	b	79.50	c
Lemongrass	97.50		79.50	c	85.50	b	83.50	b	89.50	b
Rosemary	97.50		98.50	a	99.00	a	97.00	a	93.50	ab
Eucalyptus	97.50		95.00	ab	99.00	a	98.50	a	96.50	a
Ginger	97.50		96.50	ab	97.00	a	100.00	a	100.00	a
Tea tree	97.50		98.00	a	95.00	a	94.00	a	96.00	a

Note. *Means followed by the same letter in the column, within each storage period, do not differ statistically by Tukey test at 5% significance; ns = not significant.

For coriander seeds the increase of clove essential oil concentration at post-harvest and at 180 DAS caused a linear reduction in the incidence of *Cladosporium* sp. (Figure 7).

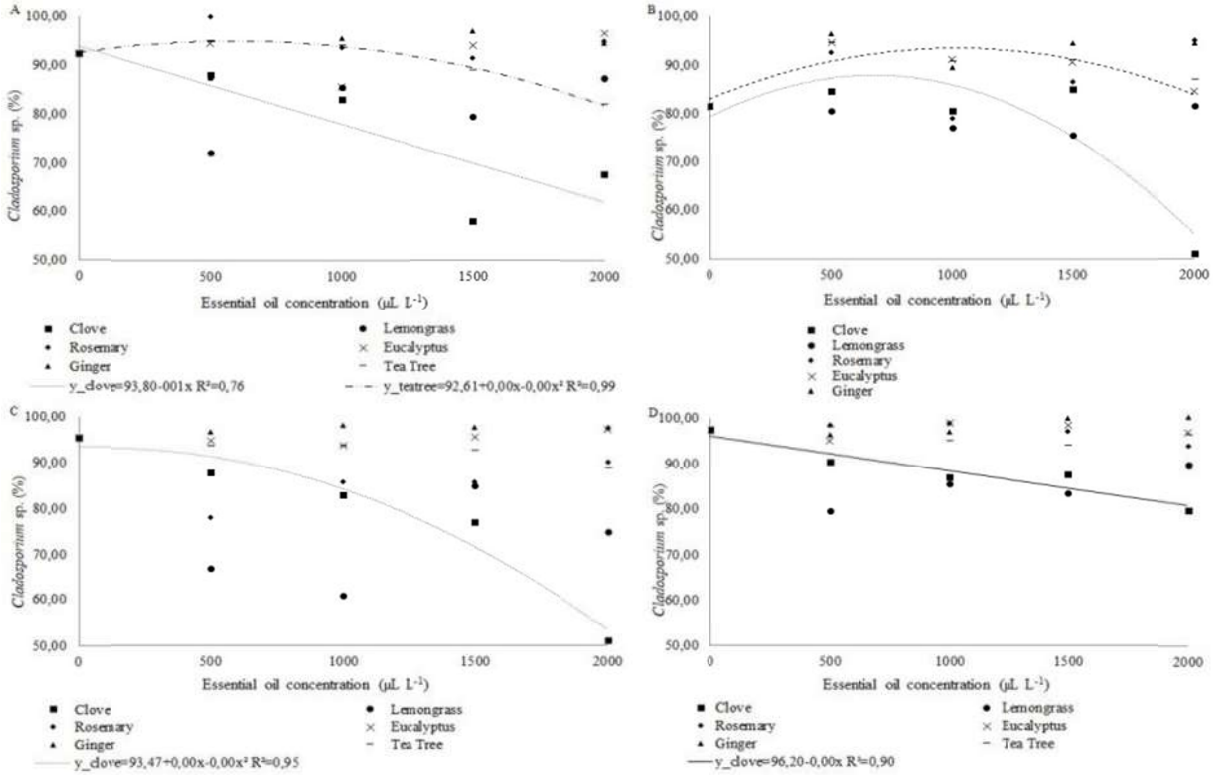


Figure 7. Regression analysis of the incidence of *Cladosporium* sp. in coriander seeds submitted to different concentrations of essential oils in post-harvest (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days after storage (DAS)

For the incidence of *Alternaria* sp. The interaction was significant between the factors only in post-harvest. Coriander seeds from the control treatment had a 55% incidence of *Alternaria* sp. From post-harvest to 60 DAS, Essential oil de clove resulted in a reduction in the incidence of *Alternaria* sp. in the seeds (Table 9).

Table 9. Incidence and regression analysis of *Alternaria* sp. in coriander seeds submitted to application of different concentrations of essential oils at post-harvest, 60, 120 and 180 days after storage (DAS)

Essential oil	*Alternaria* sp. (%)—Initial post-harvest				
	Concentration (µl L^{-1})				
	0	500	1.000	1.500	2.000
Clove	55.75 ns	19.00 c*	21.00 c	18.50 c	21.50 c
Lemongrass	55.75	35.50 b	36.50 b	33.00 b	33.00 b
Rosemary	55.75	38.00 b	36.00 b	36.00 ab	34.50 b
Eucalyptus	55.75	47.00 a	47.00 a	43.50 a	37.00 ab
Ginger	55.75	56.00 a	55.50 a	44.50 a	32.50 b
Tea tree	55.75	51.00 a	48.75 a	47.00 a	45.50 a
	60 DAS	120 DAS	180 DAS		
Clove	32.55 c	33.60 b	32.10 bc		
Lemongrass	3.92 c	29.50 c	28.45 d		
Rosemary	35.70 bc	35.40 c	31.50 bcd		
Eucalyptus	43.70 a	41.30 a	39.60 a		
Ginger	37.65 b	34.65 b	33.25 b		
Tea tree	34.15 bc	32.30 bc	29.60 cd		

Note. * Means followed by the same letter in the column do not differ statistically from each other by the Tukey test at 5% significance; ns = not significant.

There was a linear reduction in the beginning of *Alternaria* sp. post-harvest with the use of eucalyptus essential oil in the seeds, with the increase of concentration. From 60 to 180 DAS the incidence of *Alternaria* sp. The increase in essential oil concentrations was represented by the quadratic model (Figure 8).

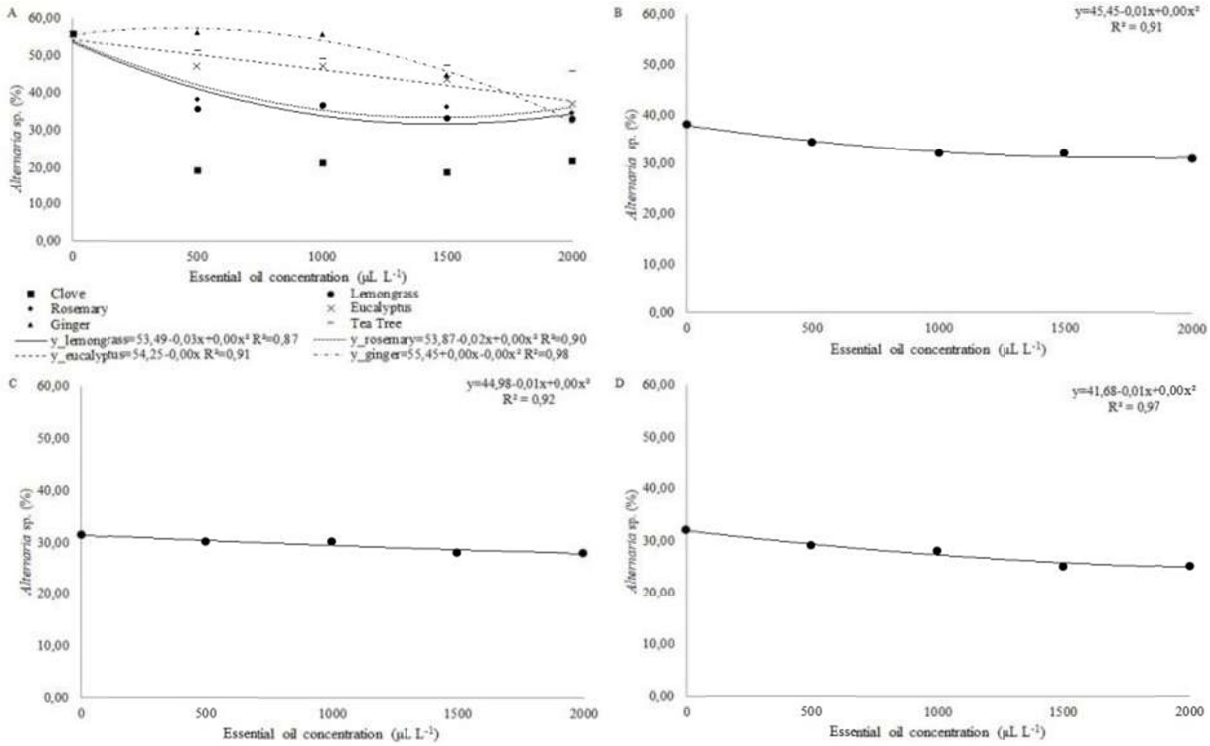


Figure 8. Regression analysis of the incidence of *Alternaria* sp. in coriander seeds submitted to the application of different concentrations of essential oils in the post-harvest (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D)

At 120 DAS, seeds treated with lemongrass and rosemary essential oils had a statistically significant reduction in the incidence of *Alternaria* sp. There was no significant interaction between essential oil and concentration factors for incidence of *Penicillium* sp. until 120 DAS. There was a significant reduction in the incidence of *Penicillium* sp. 180 DAS with increasing concentrations of the essential oils of lemongrass, eucalyptus, Tea tree, ginger and rosemary (Table 10).

Table 10. Incidence of *Penicillium* sp. in coriander seeds submitted to the application of different concentrations of essential oils in post-harvest 60, 120 and 180 days after storage (DAS)

Essential oil	*Penicillium* sp. (%)		
	0	60	120
Clove	2.45 a*	2.75 a	3.30 a
Lemongrass	1.25 b	1.30 b	1.60 b
Rosemary	0.70 b	0.70 b	0.80 b
Eucalyptus	0.70 b	0.70 b	0.80 b
Ginger	0.70 b	0.70 b	0.80 b
Tea tree	0.90 b	1.00 b	1.10 b

Essential oil	180 DAS				
	Concentration (µl L^{-1})				
	0	500	1.000	1.500	2.000
Clove	6.00 ns	6.00 a	5.50 a	5.50 a	5.50 a
Lemongrass	6.00	3.50 ab	1.50 b	1.50 b	1.50 a
Rosemary	6.00	1.00 b	1.00 b	1.00 b	0.50 b
Eucalyptus	6.00	1.00 b	0.50 b	0.50 b	0.50 b
Ginger	6.00	1.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b
Tea tree	6.00	1.00 b	1.00 b	0.50 b	0.00 b

Note. * Means followed by the same letter in the column do not differ statistically from each other by the Tukey test at 5% significance; ns = not significant.

With increasing concentrations of essential oils, there was adaptation to the quadratic model for the incidence of *Penicillium* sp. in relation to the control treatment, at all times evaluated (Figure 9).

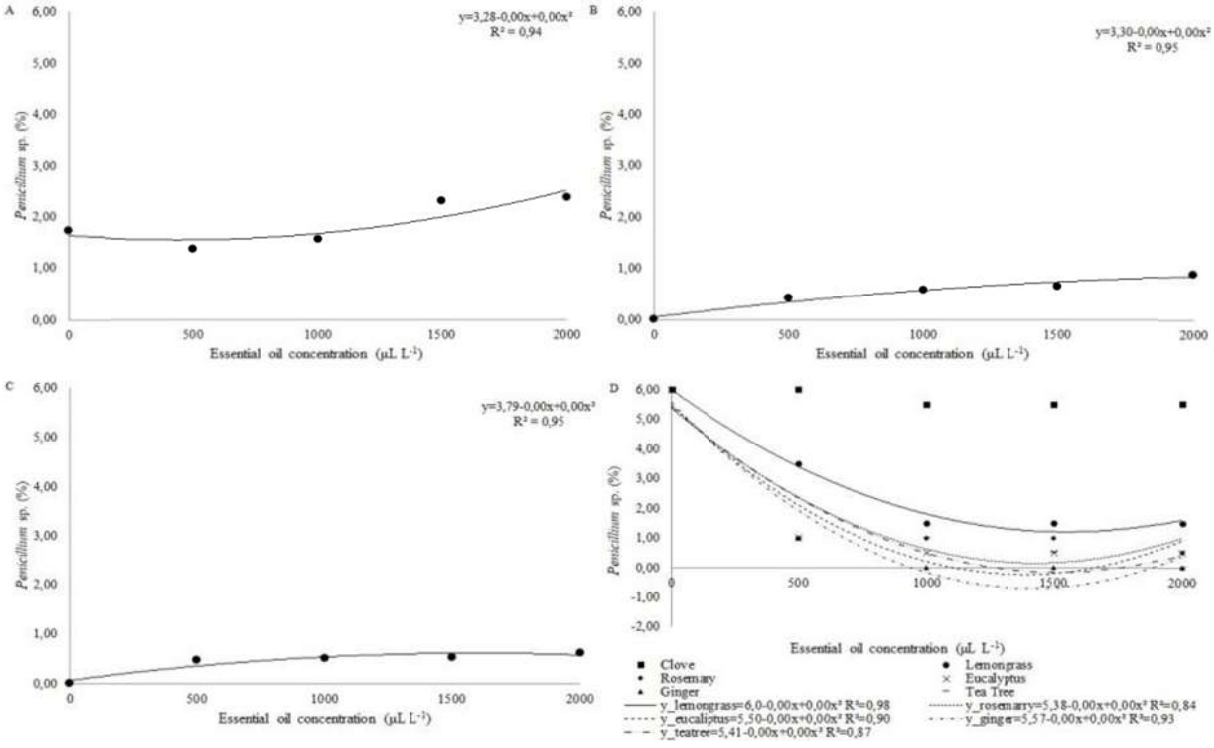


Figure 9. Regression analysis of the incidence of *Penicillium* sp. in coriander seeds submitted to different concentrations of essential oils in post-harvest (A), 60 (B), 120 (C) and 180 (D) days after storage (DAS)

4. Discussion

Seed germination was 76% in post-harvest for control treatment seeds, which are common results for coriander seeds, as stated by Pereira et al. (2005). The seeds have problems related to vigor, plant establishment and disease. According to regulation N^{o} 457 of December 18, 1986, coriander seeds must have a minimum germination of 60% for seed distribution, transportation and trade in the country (Brasil, 1986).

According to Miranda et al. (2015) seed germination or seedling development of certain species has influence of chemical alleles contained in vegetable oils. The authors concluded in their study that lemongrass essential oil reduced the germination and vigor of lettuce seeds, which can be attributed to the contents of the major constituents, citral and eugenol. The essential oil of lemongrass presented 48.7% concentration of citral, isomer of geranial (Table 1).

Linalool compounds present in lemongrass and rosemary essential oils, eugenol, present in clove and rosemary essential oils and cineol present in rosemary, Tea tree and eucalyptus essential oils, may influence the reduction of the primary root length of the seedling (Table 1). Such effect was also observed by Gomes et al. (2016) at concentrations starting at 1.5 mL L^{-1} with clove essential oil.

According to Nishida et al. (2005) five volatile monoterpenes, eucalyptol, α and β-pinene (present in eucalyptus essential oil), camphene (present in ginger, lemongrass and rosemary essential oil (EO)) and camphor (present in rosemary EO), showed inhibit the development of *Brassica campestris* roots by interfering in the synthesis of organelle and nuclear DNA within meristematic cells. Others monoterpenes, 1,8-cineole (present in the eucalyptus, Tea tree and rosemary EO) timol, geraniol (present in the EO of ginger) and camphor inhibited corn root growth and induced oxidative stress (Zunino & Zygadlo, 2004).

Among the essential oils used lemongrass reduced the physiological quality of seeds. This oil has in its geranial and neral composition (Table 1). The geranial is a monoterpene, trans-isomer of citral. According to Chaimovitsh et al. (2012) seed germination and seedling development are inhibited in the presence of citral, which causes damage to the interphase cell microtubules of both plants and animals. Granã et al. (2013) evaluating the effect of citral on the root development of *Arabidopsis thaliana*, showed changes in cell division, thickening of the cell wall and reduced intercellular communication, confirming the compound's phytotoxicity. Therefore, the effects of Lemongrass Essential Oil verified in this work can be attributed to the presence of geranial and neral, which presented 48.7% and 42.2% of these substances respectively (Table 1).

Brito et al. (2012) evaluating corn seeds of cultivar XGN5320, found that eucalyptus essential oil, in concentrations of 5, 10 and 15%, reduced seed germination, demonstrating that it is essential to evaluate the use of these oils through toxicity tests, because these oils have some biological activity and applications with inadequate concentration cause the abnormal development of plants. The inhibition of seed germination and seedling development were also observed by Shokouhian, Habibi & Agahi (2016). The authors verified for lettuce seeds (*Lactuca sativa*) that the application of essential oils of rosemary (*Rosmarinus officinalis*), thyme (*Thymus vulgaris*) and anise (*Pimpinellaanisum*) significantly reduced seed germination.

Abbaszadeh et al. (2014) observed that the most potent inhibitory activity of thymol, carvacrol, eugenol and menthol was found for *Cladosporium* sp. Gomes et al. (2016) found a maximum reduction in the percentage incidence of *Cladosporium* sp., from concentrations of 1.53 mL L^{-1} to 2.0 mL L^{-1} with clove essential oils and basil. The same authors observed a significant reduction in the incidence of *Penicillium* sp. In the present work, these results were not observed with clove essential oil. According to Menezes et al. (2017) the genus *Cladosporium* sp. comprises a large number of fungi with worldwide distribution and which are among the most common environmental fungi. They are often isolated as contaminants, however, some species are pathogenic and toxigenic for humans.

Hillen et al. (2012) found 100% inhibition in the mycelial growth of *Alternaria* sp. using concentrations of essential clove oil with 100, 200, 500 and 1.000 μL L^{-1}, and at concentrations of 20, 40 and 60 μl L^{-1} the inhibition gradually decreased. In the present work, these results were not observed with clove essential oil. Matusinsky et al. (2015) found a reduction in mycelial growth of isolated species of the genera *Penicillium* sp. and *Fusarium* sp. using a dose of 10.0 μL L^{-1} of the essential oils of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*).

Clove oil used in this study has more than 80% eugenol, which is considered its main component (Table 1). Castro et al. (2005) found that clove essential oil was promising, significantly reducing the fungal growth of *Alternaria alternata*.

The results found in the present study correlating the chemical constitution and the allelopathic activity of each essential oil and its major constituents corroborate the observations made by Souza Filho et al. (2010), who stated that the effects of essential oils on seedling germination and vigor cannot be generalized and can be explained in an individualized way considering their main chemical constituents.

It is concluded that the essential oils of lemongrass, eucalyptus, ginger, rosemary and tea tree at concentrations above 500 μL L^{-1} reduce the germination and vigor of coriander seeds. Clove and rosemary essential oils at a concentration of 500 μL L^{-1}, eucalyptus at a concentration of 1.500 μL L^{-1} and ginger 2.000 μL L^{-1} are efficient for reducing *Alternaria* sp. in coriander seeds. Coriander seeds can be treated with clove and rosemary essential oils at concentrations up to 500 μL L^{-1}, without significantly affecting germination, reducing post-harvest incidence of *Alternaria* sp. Storage of coriander seeds treated with essential oils is not feasible.

Acknowledgements

We would like to thank Mokiti Okada Foundation for providing Coriander seeds.

References

Abbaszadeh, S., Sharifzadeh, A., Shokri, H., Khosravi, A. R., & Abbaszadeh, A. (2014). Antifungal efficacy of thymol, carvacrol, eugenol and menthol as alternative agents to control the growth of food-relevant fungi. *Journal de Mycologie Médicale, 24*(2), e51-e56. https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2014.01.063

Amini, L., Soudi, M. R., Saboora, A., & Mobasheri, H. (2018). Effect of essential oil from *Zataria multiflora* on local strains of *Xanthomonas campestris*: An efficient antimicrobial agent for decontamination of seeds of *Brassica oleracea* var. *Capitata. Scientia Horticulturae, 236*, 256-264. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.046

Andrés, M. F., González-Coloma, A., Sanz, J., Burillo, J., & Sainz, P. (2012). Nematicidal activity of essential oils: a review. *Phytochemical Review, 11*, 371-390. https://doi.org/10.1007/s11101-012-9263-3

Angioni, A., Barra A., Cereti, E., Barile, D., Coisson, J. D., Arlorio, M., … Cabras, P. (2004). Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52*(11), 3530-3535. https://doi.org/10.1021/jf049913t

Aragão, F. B., Palmieri, M. J., Ferreira, A., Costa, A. V., Queiroz, V. T., Pinheiro, P. F., & Andrade-Vieira, L. F. (2015). Phytotoxic and cytotoxic effects of *Eucalyptus* essential oil on *Lactuca sativa* L. *Allelopathy Journal, 35*(1), 259-272. https://doi.org/0971-4693/94 Euro 10.00

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essencial oils: a review. *Food Chemical Toxicology, 46*, 446-475. https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106

Boukaew, A., Prasertsan, P., & Sattayasamitsathit, S. (2017). Evaluation of antifungal activity of essential oils against aflatoxigenic *Aspergillus flavus* and their allelopathic activity from fumigation toprotect maize seeds during storage. *Industrial Crops and Products, 97*, 558-566. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.01.005

Brasil. (1986). *Portaria Nº 457, de 18 de dezembro de 1986.* Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Retrieved from April 20, 2018, from http://www.abcsem.com.br/docs/portaria-n457_estabelece.pdf

Brasil. (2009a). *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Retrieved from http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf

Brasil. (2009b). *Manual de análise sanitária de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Retrieved from https://www.abrates.org.br/files/manual-de-analise-sanitaria-de-sementes.pdf

Brito, D. R., Ootani, M. A., Ramos, A. C. C., Sertão, W. C., & Aguiar, R. W. de S. (2012). Efeito dos óleos de citronela, eucalipto e composto citronelal sobre microflora e desenvolvimento de plantas de milho. *Journal of Biotechnology and Biodiversity, 3*(4), 184-192. https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v3n4.brito

Castro, C., Silva, M. L. da, Pinheiro, A. L., & Jacovine, L. A. G. (2005). Análise econômica do cultivo e extração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Chell. *Revista Árvore, 29*(2), 241-249. https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000200007

Chaimovitsh, D., Rogovoy Stelmakh, O., Altshuler, O., Belausov, E., Abu-Abied, M., Rubin, B., … Dudai, N. (2012). The relative effect of citral on mitotic microtubules in wheat roots and BY2 cells. *Plant Biology, 14*, 354-364. https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2011.00511.x

Filgueira, F. A. R. (2008). *Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças* (3rd ed.). Viçosa, MG: UFV.

Flávio, N. S. D. S., Sales, N. de. L. P., Aquino, C. F., Soares, E. P. S., Aquino, L. F. S., & Catão, H. C. R. M. (2014). Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. *Semina: Ciências Agrárias, 35*(1), 7-20. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p7

Gomes, R. S. S., Nunes, M. C., Nascimento, L. C., Souza, J. O., & Porcino, M. M. (2016). Eficiência de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). *Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 18*(1), 279-287. https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_117

Granã, E., Sotelo, T., Díaz-Tielas, C., Araniti, F., Krasuska, U., Bogatek, R., … Sánchez-Moreiras, A. M. (2013). Citral induces auxin and ethylene-mediated malformations and arrests cell division in *Arabidopsis thaliana* roots. *Journal of Chemical Ecology, 39*(2), 271-282. https://doi.org/10.1007/s10886-013-0250-y.

Hillen, T., Schwan-Estrada, K. R. F., Mesquini, R. M., Cruz, M. E. S., Stangarlin, J. R., & Nozaki, M. (2012). Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos *in vitro* e no tratamento de sementes**.** *Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 14*(3), 439-445. https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000300003

Joly, A. B. (2002). *Botânica: Introdução a taxonomia vegetal* (13th ed.). São Paulo: Companhia Editora Nacional.

Kamazeri, T. S., Samah, O. A., Taher, M., Susanti, D., & Qaralleh, H. (2012). Antimicrobial activity and essential oils of *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma mangga*, and *Zingiber cassumunar* from Malaysia. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, 5*(3), 202-209. https://doi.org/10.1016/S1995-7645(12)60025-X

Maguire, J. D. (1962). Speed germination-aid index in selection and evaluation seedlings vigor. *Crop Science, 1*(2), 161-162. https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x

Matusinsky, P., Zouhar, M., Pavela, R., & Novy, P. (2015). Antifungal effect of five essential oils against important pathogenic fungi of cereals. *Industrial Crops and Products, 67*, 208-2015. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.01.022

Menezes, C. P. de, Pérez, A. L. A. de L., & Lima, E. de O. (2017). *Cladosporium* spp: Morfologia, infecções e espécies patogênicas. *Acta Brasiliensis, 1*(1), 23-27. https://doi.org/10.22571/Actabra1120176

Miranda, C. A. S. F., Cardoso, M. das G., Carvalho, M. L. M., Machado, S. M. F., Gomes, M. de S., Santiago, J. de A., & Teixeira, M. L. (2015). Atividade alelopática de óleos essenciais de plantas medicinais na germinação e vigor de aquênios de alface. *Semina: Ciências Agrárias, 36*(3), 1783-1798. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n2p485

Nascimento, W. M., & Pereira, R. S. (2007). *Controle de qualidade de sementes de hortaliças.* Retrieved May 10, 2018, from http://www.abhorticultura.com.br/downloads/Warley-2_Controle_qual_sem_%20hort.pdf

Nascimento, W. M., Pereira, R. S., Freitas, R. A. de, Blumer, L., & Muniz, M. F. B. (2006). Colheita e armazenamento de sementes de coentro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, 41*(12), 1793-1801. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006001200015

Nerilo, S. B., Rocha, G. H. O., Tomoike, C., Mossini, S. A. G., Grespan, R., Mikcha, J. M. G., & Machinski Jr., M. (2016). Antifungal properties and inhibitory effects upon aflatoxin production by *Zingiber officinale* essential oil in *Aspergillus flavus*. *International Journal of Food Science & Technology, 51*, 286-292. https://doi.org/10.1111/ijfs.12950

Nishida, N. Tamotsu, S., Nagata, N., Saito, C., & Sakai, A. (2005). Allelopathic effects of volatile monoterpenoids produced by *Salvia leucophylla*: inhibition of cell proliferation and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* seedlings. *Journal of Chemical Ecology, 31*(5), 1187-1203. https://doi.org/10.1007/s10886-005-4256-y

Pereira, R. S., Muniz, M. F. B., & Nascimento, W. M. (2005). Aspectos relacionados à qualidade de sementes de coentro. *Horticultura Brasileira, 23*(3), 703-706. https://doi.org/10.1590/S0102-05362005000300002

Rochete, F., Engelen, M., & Vanden Bossche, H. (2003). Antifungal agents of use in animal health-practical applications. *Journal Veterinary Pharmacology and Therapy, 26*(1), 31-53. https://doi.org/10.1046/j.1365-2885.2003.00457.x

Shokouhian, A., Habibi, H., & Agahi, K. (2016). Allelopatic effects of some medicinal plant essential oils on plant seeds germination. *Journal of Bioscience and Biotechnology, 5*(1), 13-17. http://www.jbb.uni-plovdiv.bg/documents/27807/1703624/jbb_2016-5(1)-pages_13-17.pdf

Souza Filho, A. P. S., Gurgel, E. S. C., Queiroz, M. S. M., & Santos, J. U. M. (2010). Atividade alelopática de extratos brutos de três espécies de *Copaifera* (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Planta Daninha, 28*(4), 743-751. https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000400006

Taiz, L., & Zeiger, E. (2013). *Fisiologia vegetal* (5. ed., p. 918). Artmed.

Tyagi, A., & Malik, A. (2011). Antimicrobial potential and chemical composition of *Eucalyptus globulus* oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorganisms. *Food Chemistry, 126*, 228-235. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.002

Vieira, R. D., & Carvalho, N. M. de. (1994). Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In J. Nakagawa (Ed.), *Testes de vigor em sementes* (pp. 49-86). Jaboticabal, SP: Funep.

Wanderley Junior, L. J. G., & Nascimento, W. M. (2010). *Produção de sementes de coentro.* Brasília: Embrapa Hortaliças.

Xavier, M. V. A., Brito, S. S. S., Oliveira, C. R. F., Matos, C. H. C., & Pinto, M. A. D. S. C. (2012). Óleo essencial de *Baccharis trimera* (Less.) DC. sobre o potencial fisiológico de sementes de feijão caupi. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 14*, 214-217. https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000500015

Zunino, M. P., & Zygadlo, J. A. (2004). Effect of monoterpenes on lipid oxidation in maize. *Planta, 219*(2), 303-309. https://doi.org/10.1007%2Fs00425-004-1216-7

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).