

Desempenho inicial de sementes de soja com o uso de extrato pirolenhoso

Initial performance of soybean seeds with the use of pyrolyne extract

Pedro Henrique Vinha Silva¹, César Martoreli da Silveira², Ane Gabriele Vaz Sousa¹

¹Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus Jaboticabal, São Paulo, Brasil

²Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, UNIFEB, Barretos, São Paulo, Brasil

Recebido: 29/07/2021; Aceito: 30/11/2021

RESUMO

O Extrato Pirolenhoso (EP), demonstra resultados promissores como estimulante e regulador do crescimento vegetal, com ênfase nos estádios iniciais de desenvolvimento. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho inicial de plântulas de soja, em condições de laboratório e emergência a campo, com promoção de extrato pirolenhoso. Os tratamentos constituíram da testemunha (T0) sem adição de EP, T1: 1,5 mL de EP, T2: 3,0 mL de EP, T3: 4,5 mL de EP e T4: 6 mL de EP. Foram realizados os testes de teste de germinação em areia (TPG), teste de primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de emergência (IVE) e determinação de massa seca de plântulas (MS) em laboratório e, também, os de EC (emergência em campo). O extrato pirolenhoso apresentou maiores valores médios para PCG, IVE e TPG, porém, não foi detectada diferença significativa, dessa forma, necessitará de novos estudos e/ou com diferentes produtos e doses.

Palavras-chave: Germinação, fonte renovável, vinagre de madeira.

ABSTRACT

The Pyrolyneous Extract (EP) shows promising results as a stimulant and regulator of plant growth, with emphasis on the initial stages of development. The objective of this work was to evaluate the initial performance of soybean seedlings, under laboratory conditions and field emergence, with promotion of pyrolyneous extract. The treatments consisted of the control (T0) without addition of EP, T1: 1.5 ml of EP, T2: 3.0 ml of EP, T3: 4.5 ml of EP and T4: 6 ml of EP. Tests of germination in sand (TPG), first germination count (PCG), emergence speed index (IVE) and seedling dry mass (DM) determination were performed in the laboratory and those of EC (emergency in the field). The pyrolyneous extract showed higher mean values for PCG, IVE and TPG, however, no significant difference was detected, thus, it will need further studies and/or with different products and doses.

Keywords: Germination, renewable source, rood vinegar.

INTRODUÇÃO

Produtos oriundos de fontes renováveis têm sido de grande importância para o desenvolvimento de novas tecnologias voltadas a aplicações na agricultura e, claro, sem causarem danos ao meio ambiente, tanto na sua

produção quanto no seu uso. Como produto com grande potencial de exploração, o carvão vegetal, originado de fontes renováveis, como madeira ou outros resíduos orgânicos (casca de arroz orgânico, material de poda, serragem, entre outros) se mostra promissor (CAMPOS, 2018). O Carvão normalmente é empregado na geração de bioenergia para diferentes processos de produção industrial (DELATORRE et al., 2020), contudo no processo de queima são gerados gases que cooperam para a poluição ambiental, sendo este um dos entraves encontrados na sua fabricação (PANG et al., 2019).

Um modo de minimizar os problemas gerados pela queima da biomassa seria a recuperação e correta utilização dos subprodutos da carbonização (MOREIRA et al., 2019). Uma vez que, a fumaça (gases voláteis) produzida pode ser recuperada através de condensação, esta passa por um tubo de aço inoxidável fria, com o contato, a formação de um líquido que é chamado de ácido ou extrato pirolenhoso (EP) (CAMPOS, 2018), que apresenta coloração amarela a marrom avermelhada podendo ser obtido de diferentes espécies vegetais.

O EP pode ser aplicado por meio de pulverização nas plantas, é rapidamente absorvido, devido aos seus muitos compostos naturais, os mesmos estimulam múltiplas reações metabólicas, atuando diretamente na sanidade, proporcionando melhorias do controle de doenças e pragas, assim como aumento do vigor (CAMPOS et al., 2020). Dessa maneira, diversos estudos com uso desse extrato têm demonstrado resultados promissores como estimulantes e reguladores do crescimento vegetal, com ênfase nos estádios iniciais de desenvolvimento, inclusive nos processos de germinação e emergência de plântulas (SILVA et al., 2017).

No Brasil, sua eficiência ainda não está muito bem caracterizada, tornando-se importante obter informações de uso e de concentrações adequadas do produto para sua aplicação nas culturas agrícolas, caracterizando-se como o primeiro passo para o uso do extrato pirolenhoso. Além disso, o Brasil é o maior produtor mundial de carvão, em 2014, o consumo de carvão vegetal no Brasil alcançou 5,30 milhões de toneladas, com 81% de participação de madeira oriunda de árvores plantadas (IBÁ, 2015), das quais pode-se obter esse subproduto e, conseqüentemente, como um dos maiores produtores desse extrato.

A soja é uma das culturas de maior importância mundial, tendo inúmeras utilidades, das quais se destacam a utilização do biodiesel para motores, nutrição animal, sendo também fonte de medicamentos e alimentos para humanos. Só no Brasil na safra 2019/2020 teve uma produção de 124,845 milhões de toneladas, com área plantada de 36,950 milhões de hectares, comprovando assim o grande interesse nesse oleaginosa (CONAB, 2019).

O tratamento de sementes é uma importante prática de manejo, que auxilia no bom estabelecimento inicial da cultura, garantindo a manutenção da qualidade das sementes semeadas em campo, favorecendo sucesso da produção final (COPPO et al., 2017). Contudo normalmente o tratamento se restringe a compostos que posteriormente podem vir a acarretar prejuízos ambientais, deste modo aplicação de compostos naturais que atuem de forma semelhante é de grande valia.

A aplicação dos extratos que contenham substâncias capazes de exercer efeitos na germinação e no vigor de sementes e, conseqüentemente, no estabelecimento das plantas em campo, pode ser uma alternativa para potencializar as suas respectivas produções. Produtos advindos de fontes renováveis têm sido estudados na tentativa de uso na agricultura, como no caso do extrato pirolenhoso, possibilitando incrementos na produção das culturas agrícolas (SILVA et al., 2021).

Em 2007, os principais países produtores de extrato pirolenhoso são o Japão, China, Indonésia, Malásia, Brasil e Chile, incluindo outros no Sudeste Asiático e na América do Sul (CAMPOS, 2001). No Brasil sua utilização na agricultura é recente e vem atraindo a atenção de pesquisadores e técnicos, como alternativas de usos de um produto oriundo de fontes renováveis.

Alguns trabalhos com uso de extrato pirolenhoso corroboram com uso do produto para na agricultura, principalmente com destaques para os incrementos na germinação e no desenvolvimento inicial de plântulas. Desta

forma o objetivo da pesquisa foi avaliar o desempenho inicial de plântulas de soja, em condições de laboratório e em campo, promovido pelo uso do extrato pirolenhoso (EP) em diferentes concentrações, através do tratamento de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

Testes com Uso do Extrato Pirolenhoso (EP) Avaliados em Laboratório

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises de Sementes, do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Unifeb. Barretos-SP. A cultivar de soja escolhida para os ensaios foi a MONSOY – 6101, sendo recomendado aplicação de 3 mL de EP kg⁻¹ de sementes.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), constou com 5 tratamentos de diferentes doses de EP, com oito repetições. Os tratamentos foram: T0 (sem aplicação de EP + 6 mL de água kg⁻¹ de sementes), T1 (1,5 mL de EP + 4,5 mL de água kg⁻¹), T2 (3,0 mL de EP + 3,0 mL de água kg⁻¹), T3 (4,5 mL de EP + 1,5 mL de água kg⁻¹) e T4 (6 mL de EP kg⁻¹ de sementes, sem adição de água). Estas configurações constituíram os 5 tratamentos, sendo 0, ½ das doses, as doses, 1,5 x as doses e 2,0 x as doses recomendadas para a cultura. Foram realizados os seguintes testes:

Teste padrão de germinação (TPG)

Foram utilizadas 40 bandejas de plástico (26x16x10cm) contendo areia lavada e esterilizada, sendo que cada uma continham 25 sementes. O tratamento foi efetuado aplicando as dosagens de cada tratamento em sacos plásticos transparentes juntamente com as sementes, fazendo sua homogeneização em seguida. Logo após aplicação dos tratamentos, as bandejas foram dispostas em casa de vegetação.

O teste foi conduzido em temperatura ambiente, com uso de irrigação complementar, quando necessário. As avaliações do número de plântulas emergidas foram realizadas no quinto e décimo dia da instalação do teste, conforme procedimento das Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Teste de primeira contagem de germinação (PCG)

Simultaneamente, ao teste de germinação em areia, foi realizado o teste de primeira contagem de germinação, sendo a porcentagem de plântulas normais obtidas no quinto dia após a instalação do teste de germinação (areia). Os resultados foram expressos em porcentagem, segundo BRASIL (2009).

Índice de velocidade de emergência (IVE)

Foi conduzido em conjunto com o teste de germinação em areia, anotando-se o número de plântulas que apresentaram as folhas visíveis. Ao final do teste foi calculado, segundo os dados diários do número de plântulas normais, o IVE empregando-se a fórmula proposta por MAGUIRE (1962):

$$IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$$

em que:

=> IVE = índice de velocidade de emergência;

=> E1, E2 e En = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na última avaliação, respectivamente;

=> N1, N2 e Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última avaliação respectivamente.

Determinação de massa seca de plântulas (MS)

Simultaneamente ao teste de germinação em areia, foi realizado o teste de determinação da massa seca de plântulas. As plântulas normais de cada repetição foram retiradas do substrato e contadas. As plântulas foram colocadas em sacos de papel e postas para secar em estufa regulada a 65⁰C até obtenção de peso constante das amostras, atingido com quatro dias.

Após esse período, as amostras foram retiradas e postas para esfriar em dessecador. As repetições, uma vez esfriadas, foram pesadas em balanças de precisão de 0,001g, descontou-se o peso do papel e determinando o peso da massa seca total das plântulas normais da repetição. O peso foi dividido pelo número de plântulas normais componentes de cada repetição, resultando no peso médio de massa seca por plântula, expresso em miligramas (mg) por plântula.

Testes com Uso do EP Avaliados em Campo

O experimento em campo foi conduzido na área experimental do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Unifeb. Barretos-SP. A instituição localiza-se a uma latitude 20°33'26" Sul e a uma longitude 48°34'04" Oeste, estando a uma altitude média de 530 metros. O clima é do tipo Cwa, segundo o sistema de classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). O delineamento experimental utilizado para avaliar a EC e o IVE foi o de blocos ao acaso (DBC), com 5 tratamentos (os mesmos da etapa de laboratório) e 4 repetições.

Teste de emergência em campo (EC)

Foram utilizadas quatro parcelas para cada tratamento, totalizando 20 parcelas, em cada uma foram semeadas 50 sementes de soja, sendo estas colocadas em sulcos com 2,5m de comprimento a 0,05m de profundidade, distanciados entre si de 0,30m. Foi realizada irrigação complementar quando necessário, durante o período de avaliação, tornando as condições favoráveis a um bom desempenho dos lotes, quanto à emergência. A contagem das plântulas emergidas foi feita aos 21 dias após a semeadura (NAKAGAWA, 1994). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com uso do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS

Os resultados obtidos para os experimentos montados em laboratório, cujo interesse foi avaliar um possível incremento nos valores de germinação e vigor dos lotes de soja, observou-se que o mesmo não foi significativo para todos os tratamentos utilizados, conforme visto na Tabela 1.

Tabela 1. Avaliação dos efeitos do EP observados por meio dos testes de germinação (TPG), teste de primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca de plântulas (MS) em sementes de soja.

Tratamentos	TPG (%)	IVE	PCG	MS (mg/pl)
T0 (sem EP)	94	48	97	232
T1 (1/2 dose EP)	90	45	95	230
T2 (dose EP)	95	49	96	207
T3 (1,5 x dose EP)	95	47	96	217
T4 (2 x dose EP)	96	49	98	230
F	0,81 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,94 ^{ns}
DMS	7,45	14,68	6,19	142
CV (%)	4,42%	16,46%	3,29%	21,83%

^{ns}- não significativo pelo teste F; médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 2 estão os dados de emergência em campo, porcentagem de germinação e o índice de velocidade de emergência. Observou-se que não houve diferença significativa para os tratamentos empregados, em nenhuma das variáveis.

Tabela 2. Avaliação dos efeitos do EP observados por meio dos testes de germinação (%), emergência em campo (EC) e índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de soja.

Tratamentos	TG (%)	EC	IVE
T0 (sem EP)	89	90	109
T1 (1/2 dose EP)	88	88	107
T2 (dose EP)	90	91	111
T3 (1,5 x dose EP)	90	84	110
T4 (2 x dose EP)	86	90	107
F	1,17 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,77 ^{ns}
DMS	8,97	9,47	15,42
CV (%)	3,89%	4,87%	7,69%

^{ns}- não significativo pelo teste F; médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

DISCUSSÃO

A bioestimulação é uma técnica atual e promissora na cultura da soja (MELO et al., 2021). O EP produzido pela carbonização da biomassa, vem sendo empregado em vários fins agrícolas, alguns exemplos são o controle de patógenos de solo, com ação nematicida, efeito fungicida em muitos fungos patogênicos e na utilização para o desenvolvimento inicial das plantas (SANTOS et al., 2017). Em seus resultados José et al. (2016), mostra que as sementes de *Eugenia dysenterica* embebidas na solução de extrato pirolenhoso em baixa concentração, apresentaram aumento no percentual germinativo, podendo ser uma resposta auspiciosa para o tratamento de sementes, que comparado a este trabalho, não obteve resultados estatisticamente significativos. Diferindo-se

também da pesquisa apresentada por Mascarenhas et al. (2006), onde o EP apresentou resultados positivos para as plantas de *Lactuca sativa*, que juntamente com compostos orgânicos, aumentou cerca de 35% da produtividade, em comparação ao tratamento sem o extrato pirolenhoso, tornando-o eficaz para esta finalidade.

Os resultados obtidos nesta pesquisa, foram semelhantes ao de Silva et al. (2021), onde avaliou-se o efeito de EP em sementes de milho e feijão, e verificou-se que o IVE do milho nos tratamentos contendo EP nas concentrações de 25 e 50% aplicados na semente, foram semelhantes a testemunha, contudo em concentrações de 75 e 100% observou-se redução significativa no IVE do milho, fenômeno que não ocorreu nesta pesquisa. No presente trabalho os resultados obtidos através do teste de índice de velocidade de emergência no laboratório ou em campo não foram significativos estatisticamente, e nenhum dos tratamentos apresentou qualquer efeito fitotóxico nas plantas de soja. A presença de intoxicação das plantas por EP pode ser a causa de alterações no IVE, como o relatado por SILVA et al., 2021 os quais observaram inibição da germinação nas plantas de feijão em todas as concentrações testadas.

Analisado o efeito de EP na germinação de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, nota-se diferentes respostas do contato de sementes com o extrato, pois há comportamento discrepante das sementes exposta a uma mesma porcentagem de solução do licor, 20%, mas com tempo de imersão diferentes (LOURENÇO et al., 2021). A germinação do capim-piatã respondeu positivamente quando imersa durante 1 hora, contudo imersa durante 24 horas, sua resposta foi negativa. Deste modo, não apenas as concentrações do extrato são cruciais, mas o período de imersão também apresenta influência. A partir disso, nota-se que o método de aplicação pode também influenciar no desempenho e efeito do EP nas sementes, os resultados obtidos no presente estudo não evidenciaram quaisquer efeitos fitotóxicos da aplicação via tratamento de sementes de soja.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados através do tratamento de sementes de soja não foram significativos estatisticamente. Com isso se torna necessário estudos mais aprofundados sobre novos produtos, e o uso de diferentes concentrações e métodos de aplicação do EP.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.D.M., SPAROVEK, G., Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

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, 2009. 399 p.

CAMPOS, A. D. Informação Técnica sobre Extrato Pirolenhoso. **Circular Técnica 177**, Pelotas, RG, Embrapa, p. 1-9, 2018.

CAMPOS, A. D.; OLIVEIRA, R. P.; UENO, B.; CASTRO, L. A. S. Eficiência do filme fitoprotetor à base de quitosana e extrato pirolenhoso para pulverização em pomar de citros. **Circular Técnica 211**, Pelotas, RS, Embrapa, p. 1-9, 2020.

CAMPOS, B.C.; HUNGRIA, M. & TEDESCO, V. Eficiência da fixação biológica de N₂ por estirpes de *Bradyrhizobium* na soja em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 583-592, 2001.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileiro** – grãos: setembro 2019 – safra 2019/2020. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 26 dez. 2020.

COPPO, J. C.; MIORANZA, T. M.; COLTRO-RONCATO, S.; STANGALIN, J. R.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Sanidade e germinação de sementes de soja tratadas com extratos de plantas e de fungo. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 15, n. 2, p. 93-97, 2017.

DELATORRE, F. M.; CUPERTINO, G. F. M.; JUNIOR, A. J.; SILVA, Á. M.; JUNIOR, A. F. D.; SILVEIRA, M. P. R. Insights acerca do uso de finos de carvão vegetal para geração de bioenergia. **Agropecuária Científica no Semiárido**. p. 138 – 144, 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

IBÁ, INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Cpítulo VI Carvão Vegetal**. São Paulo, 2015. p. 1 – 80.

JOSÉ, A. C.; PEREIRA, R. J.; SILVA, W. V. S.; FARIA, N. C. N.; ROCHA, J. M. Efeito do Extrato Pirolenhoso sobre a Germinação de Espécies do Cerrado Brasileiro. **Caderno Ciências Agrárias**, v. 8, p. 62–69, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/325853917_Efeito_do_extrato_pirolenhoso_sobre_a_germinacao_de_especies_do_Cerrado_brasileiro>.

LOURENÇO, Y. B. C.; LIMA, N. S.; SOUZA, E. C.; SILVA, B. R. F.; SILVA, K. C. A.; GOMES, S. H. B.; NASCIMENTO, M. B.; PIMENTA, A. S. Influência do extrato pirolenhoso na germinação de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã. **Brazilina Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 31016-31035, 2021.

MASCARENHAS, M. H. T.; LARA, J. F. R.; PURCINO, H. M. A.; SIMÕES, J. C.; MOREIRA, D. C.; FACION, C. E. Efeito da utilização do extrato pirolenhoso na produtividade da alfaca. **Revista Brasileira de Horticultura**, v. 24, n. 1. p. 3122-3125, 2006.

MELO, G. B.; SILVA, A. G.; PERIN, A.; BRAZ, G. B. P.; ANDRADE, C. L. L. Tratamento de sementes com doses do biestimulante à base de algas. **Brazilina Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 1418-1431, 2021.

MOREIRA, T. S.; ARAÚJO, A. L. A. C.; MENEZES, T. B. B.; FILHO, K. P. N.; LIMA, R. L.; SOUSA, R. R.; MATIAS, J. F. N.; CÉSAR, J. R. O.; OLIVEIRA, E. G.; COSTA, F. H. F. Influence of pyrolytic extract on water quality and productive performance of *Penaeus vannamei*. **Brazilian Journal of Development Braz**, Curitiba, v. 5, n. 12, p 33471-33487, 2019.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.48-85.

PANG, Y.; ZHANG, B.; XING, D.; SHANG, J.; CHEN, F.; KANG, H.; CHU, C.; LI, B.; WANG, J.; ZHOU, L.; SU, X.; HAN, B.; NING, J.; LI, P.; MA, S.; SU, D.; ZHANG, R.; NIU, Y. Increased risk of carotid atherosclerosis for long-term exposure to indoor coal-burning pollution in rural area, Hebei Province, China. **Environmental Pollution**, v. 255, p. 1 – 8, 2019.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagens. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996. p.56-59 (Boletim Técnico, 100).

SANTOS, A. M.; ALMEIDA, F. A.; FONSECA, W. L.; LEITE, M. L. T.; PEREIRA, F. F.; CARVALHO, R. M. Ácido pirolenhoso no manejo de nematoides das galhas na cultura da alface. **Revista Espacios**, v. 38, n. 43, p. 1-9, 2017.

SILVA, C. J.; KARSBURG, I. V.; DIAS, P. C.; ARRUDA, T. P. M. Pyroligneous Liquor Effect On In And Ex Vitro Production Of *Oecoclades Maculata* (Lindl). Lindl. I. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 4, p. 947 – 954, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252017v30n415rc>.

SILVA, D. W.; CANEPELLE, E.; WRITZL, T. C.; STEFFER, A. D.; STEIN, J. E. S.; GUERRA, D.; SILVA, D. M.; REDIN, M. Efeito do extrato pirolenhoso no desenvolvimento inicial de plantas de milho e feijão. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 7, n. 1, p. 93-102, 2021.

SILVA, M. F. F.; CORBELLINI, M.; SILVA, A. P. R.; SILVA, J. C.; RONDON, M. J. P.; MARTINS, V.; KARSBURG, I. V.; GALLO, R. Desenvolvimento de *Catasetum schmidtianum* Miranda & Lacerda em diferentes concentrações de extrato pirolenhoso obtido de *Enterolobium contortisiliquum*. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 16070-16082, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n2-299.