



ACESSO ABERTO

Data de Recebimento:
09/11/2023

Data de Aceite:
05/02/2024

Data de Publicação:
15/02/2024

***Autor correspondente:**
Hilario Camarena de la Cruz,
hilario.camarena@unesp.br

Citação:
CRUZ, H. C.; YUPANQUI, F.
F. R. Efeito da peletização de
adubos sintéticos, composto e
biocarvão na produção de abaca-
teiro (*Persea americana* MILL.
cv. Hass) e nas propriedades químicas do solo. **Revista Multi-
disciplinar em Saúde**, v. 5, n. 1,
2024. [https://doi.org/10.51189/
integrar/rema/4186](https://doi.org/10.51189/integrar/rema/4186)

EFEITO DA PELETIZAÇÃO DE ADUBOS SINTÉTICOS, COMPOSTO E BIOCARVÃO NA PRODUÇÃO DE ABACATEIRO (*Persea americana* MILL. CV. HASS) E NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO

Hilario Camarena de la Cruz ^{a,b}, Fredy Fernando Rivas Yupanqui ^b

^{a,b} Departamento de Ciências da Produção Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo, Brazil.

^b Departamento de cultivos y fitomejoramiento, Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro del Perú (FAG/UNCP), Junín, Perú.

RESUMO

Introdução: A cultura do abacate apresenta maiores rendimentos em solos com alto teor de matéria orgânica e concentrações adequadas de micro e macronutrientes. A maior disponibilidade desses nutrientes está na faixa da acidez moderada do solo. **Objetivo:** Os objetivos foram determinar o efeito da aplicação de fertilizantes peletizados na produtividade da cultura do abacateiro e nas propriedades químicas do solo. **Metodologia:** Os abacateiros eram do cultivar Hass com 4 anos de plantio. Utilizou-se adubos sintéticos, composto de esterco de galinha e biochar da espiga de milho. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso (DBC) com 5 tratamentos: T0 (controle), T1 (composto), T2 (NPK + Composto) sem peletização, T3 (NPK + Composto + Biochar) peletizado e T4 (NPK + Composto) peletizado; distribuídos em 4 blocos. Para comparação de médias, foi utilizado o teste de Tukey ao 5%. Os tratamentos peletizados reduziram o pH do solo para 6,61 e 6,45. **Resultados:** Os tratamentos T3 e T4 produziram 99 e 103 frutos árvore⁻¹, respectivamente; sendo significativamente diferente com o tratamento sem peletização. A adubação peletizada, tratamentos T3 e T4, com produtividades de 22,86 e 22,81 kg árvore⁻¹, respectivamente; eles eram significativamente diferentes dos outros. **Conclusão:** Conclui-se que a adubação peletizada aumentou a produção de abacate e melhorou as propriedades químicas do solo, aumentando a disponibilidade de nutrientes.

Palavras-chaves: Biochar, pellet, lixiviação, adubos, produtividade do abacate.

ABSTRACT

Introduction: Avocado cultivation yields higher results in soils with high organic matter content and appropriate concentrations of micro and macronutrients. The greatest availability of these nutrients occurs within the range of moderate soil acidity. **Objective:** The objectives were to determine the effect of pelletized fertilizer application on avocado crop productivity and soil chemical properties. **Methodology:** The avocado trees were of the Hass cultivar and had been planted for 4 years. Synthetic fertilizers, chicken ma-

nure compost, and corn cob biochar were used. The random block design (RBD) with 5 treatments was employed: T0 (control), T1 (compost), T2 (NPK + Compost) without pelletization, T3 (NPK + Compost + Biochar) pelletized, and T4 (NPK + Compost) pelletized; distributed across 4 blocks. Tukey's test at 5% was used for mean comparison. The pelletized treatments reduced the soil pH to 6.61 and 6.45. **Results:** Treatments T3 and T4 produced 99 and 103 fruits per tree, respectively; significantly different from the non-pelletized treatment. Pelletized fertilization, treatments T3 and T4, with productivities of 22.86 and 22.81 kg per tree, respectively; were significantly different from the others. **Conclusion:** It is concluded that pelletized fertilization increased avocado production and improved soil chemical properties, enhancing nutrient availability.

Keywords: Biochar, pellet, leaching, fertilizers, avocado productivity.

1 INTRODUÇÃO

O abacateiro (*Persea americana* Mill. cv. Hass) é nativo do México e América Central e pertence à família Lauraceae (LAHAV; WHILEY; TURNER, 2013). Os adubos nitrogenados podem ser perdidos por lixiviação de NO_3^- , volatilização de amônia (NH_3) ou liberação de óxido nitroso (N_2O) (SHARMA et al., 2022). Por outro lado, as reações de adsorção, precipitação e transformação do fósforo à forma inorgânica reduzem a disponibilidade do nutriente para absorção pelas plantas (LI et al., 2020)the long-term effects of P-laden biochars on soil P availability remains unconcerned. In this study, a laboratory-scale 70-days soil incubation experiment was conducted to study the effects of original and P-laden biochars on soil P availability and fractions. Two original biochars were derived from maize stalks by pyrolyzing at 350 °C and 600 °C. P was laden on those biochars by immersing biochars in saturated KH_2PO_4 solution for 24 h. Eight treatments were set for the incubation experiment, which were soil, soil + triple-superphosphate (TSP. Os macronutrientes, como N, P e K, apresentam perdas de 40-70, 80-90 e 50-70 %, respectivamente (DUHAN et al., 2017). A aplicação conjunta de fertilizantes, fertilizantes e biochar tem efeitos sinérgicos no rendimento de várias culturas devido à liberação lenta de nutrientes.

O termo pellet vem da densificação de partículas muito finas, geralmente têm um comprimento entre 20 mm e 30 mm e um diâmetro variável de 5 a 10 mm (FRODESON; HENRIKSSON; BERGHEL, 2018). A adubação peletizada otimiza a fertilização formando uma barreira física que impede a solubilização acelerada dos fertilizantes. A incorporação de biochar aumenta o teor de fósforo disponível e outras fontes potenciais de P (LI et al., 2020)the long-term effects of P-laden biochars on soil P availability remains unconcerned. In this study, a laboratory-scale 70-days soil incubation experiment was conducted to study the effects of original and P-laden biochars on soil P availability and fractions. Two original biochars were derived from maize stalks by pyrolyzing at 350 °C and 600 °C. P was laden on those biochars by immersing biochars in saturated KH_2PO_4 solution for 24 h. Eight treatments were set for the incubation experiment, which were soil, soil + triple-superphosphate (TSP. Por outro lado, a aplicação conjunta com fertilizantes sintéticos (NPK) afeta positivamente as propriedades físico, químicas e biológicas do solo (ZHENG et al., 2019). O biochar aumenta a eficiência do uso de P; além disso, reduz as perdas de fertilizantes fosfatados (LI et al., 2020)the long-term effects of P-laden biochars on soil P availability remains unconcerned. In this study, a laboratory-scale 70-days soil incubation experiment was conducted to study the effects of original and P-laden biochars on soil P availability and fractions. Two original biochars were derived from maize stalks by pyrolyzing at 350 °C and 600 °C. P was laden on those biochars by immersing biochars in saturated KH_2PO_4 solution for 24 h. Eight treatments were set for the incubation experiment, which were

soil, soil + triple-superphosphate (TSP. Em geral, as propriedades do biochar apresentam teor de carbono (23,6 - 87,5%), pH (5,2 - 10,3), área superficial específica (0 - 642 m² g⁻¹) e capacidade de troca catiônica (10 - 69 cmol kg⁻¹), que dependem do tipo de biomassa utilizada (KIM; HENSLEY; LABBÉ, 2014). O biochar possui alto potencial pelos benefícios agrônômicos como: Aumento da disponibilidade de nutrientes (MELO et al., 2019)beans, and radish. The germination experiment was conducted in a greenhouse in a randomized design using five Sewchar doses (0, 10, 20, 40 and 60 Mg ha⁻¹ ; Melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (YU et al., 2017); aumenta a superfície específica dos solos tratados, dependendo do tipo de biochar e da textura do solo (TOMCZYK; BOGUTA; SOKOŁOWSKA, 2019) Podzol.

Na pesquisa da peletização de biochar com esterco de porco apresentaram menor solubilidade do amônio (NH₄⁺) quando comparado a um fertilizante de liberação lenta (SHIN et al., 2019)pig manure compost pellet (PMCP. Em outro estudo na cultura do milho, Faloye et al., 2017inorganic fertilisers and drip irrigation have all been shown to have potential to increase crop yield in tropical and water-limiting environments. However, their complementary effect on crop yield is scarcely studied. In this study, we investigated the synergistic effect of biochar made from maize-cob residue and inorganic fertiliser on the yield of maize under drip irrigation system. A factorial field experiment in which the biochar was applied at four rates; 0, 3, 6, and 10 t/ha, in combination with NPK 15:15:15 inorganic fertiliser applied at two rates; 0 and 300 kg/ ha to a sandy soil classified as Alfisol was evaluated. The plots were irrigated by drip irrigation to keep available moisture at about 50% Maximum Allowable Deficiency (MAD relatam efeito sinérgico da aplicação conjunta de biochar (10 t ha⁻¹) e fertilizantes inorgânicos (NPK;15-15-15). Essa combinação aumentou o rendimento e a biomassa da cultura em 222 e 151%, respectivamente. Os pellets com soluções de nitrogênio, fósforo e potássio foi a melhor adubação por obter maiores rendimentos em arroz (SHIN; PARK; JEONG, 2020)carbon sequestration, and grain yield during rice cultivation. The treatments consisted of (1.

A tecnologia de peletização permite a reciclagem e reutilização de resíduos de colheita, consumo diário e outros materiais; em mistura com o biochar contribuí na redução das emissões de CH₄, N₂O e CO₂ mitigando a poluição ambiental (LEHMANN et al., 2021)but also withdrawal of carbon dioxide (CO₂. Pelo exposto, o presente estudo tem como objetivo: Avaliar o efeito da adubação peletizada na produtividade da cultura do abacateiro Hass e nas propriedades químicas do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa, de abordagem quantitativa na modalidade experimental, foi realizada no distrito de El Carmen, província de Chincha e região de Ica (latitude sul 13° 29' 59", longitude oeste 76° 03' 27" e altitude 155 m), que apresenta um clima desértico quente (BWh). segundo a classificação de Kppen-Geiger (KOTTEK et al., 2006)presented in its latest version 1961 by Rudolf Geiger. A huge number of climate studies and subsequent publications adopted this or a former release of the Kppen-Geiger map. While the climate classification concept has been widely applied to a broad range of topics in climate and climate change research as well as in physical geography, hydrology, agriculture, biology and educational aspects, a well-documented update of the world climate classification map is still missing. Based on recent data sets from the Climatic Research Unit (CRU. Essa área apresentava as seguintes características do solo (tabela 1).

Tabela 1: Análise químico inicial do solo

Blocos	Análise químico inicial do solo							
	pH (1:1)	CE (1:1) dS m ⁻¹	CaCO ₃ (%)	M.O (%)	N ppm	P ppm	K ppm	CTC (meq 100 ⁻¹)
1	7,35	7,10	1,00	0,64	0,05	51,6	994	8,32
2	7,39	8,47	1,00	0,51	0,08	23,3	790	8,80
3	7,43	8,33	1,00	0,49	0,07	20,2	578	8,32
4	7,47	6,8	0,90	0,42	0,05	19,6	630	7,52

A análise do composto, resultaram com pH e EC de 8,86 e 23,2 dS m⁻¹, respectivamente. Por outro lado, o biochar com diâmetro < 0,05 mm apresentou valor de pH de 9,23 e CE de 0,022 dS m⁻¹. Para a amostragem inicial e final do solo utilizou-se um trado tubular de 30 cm. As amostras foram enviadas ao Laboratório de Análise de Solos, Plantas, Água e Fertilizantes (LASPAF) da Universidade Nacional Agrária La Molina (UNALM).

Para o experimento foram marcados 80 abacateiros, com 4 anos de idade, na safra de setembro de 2019 a maio de 2020. A cultura teve como porta-enxerto e polinizador ao cultivar Zutano. A distância entre árvores e fileiras foi de 4 x 5 m, respectivamente, foram utilizadas quatro árvores por tratamento e 20 árvores em cada bloco, totalizando 80 abacateiros Hass. Os tratamentos são descritos na tabela 2. A adubação dos tratamentos foi parcelada e aplicada em 5 momentos a cada 30 dias (figura 1).

Figura 1: Fotos do experimento: 1 – Pellets de adubos; 2 – Amadurecimento de frutos; 3 – Colheita de frutos de abacate.

A quantidade total de adubo, biochar e composto de esterco de galinha foi de 974, 49 e 974 kg ha⁻¹, respectivamente. As unidades de nutrientes utilizadas para N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO, S, B, Zn e Fe foram 88, 48, 177, 41, 37, 63, 2, 11 e 0,27 kg ha⁻¹, respectivamente. Esses adubos foram distribuídos nos tratamentos (tabela 2).

Tabela 2: Tratamentos do experimento.

Tratamentos	Descrição	Forma de aplicação	Código
T0	Testemunha	-	T
T1	Composto	Sem peletizar	C
T2	NPK + Composto	Sem peletizar	NPKC
T3	NPK + Biochar + Composto	Peletizado	NPKBC (P)

T4	NPK + Composto	Peletizado	NPKC (P)
<p>As fontes de fertilizantes foram fertibraga, nitrato de amônio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio, sulfato de magnésio, sulfato de potássio, sulfato de zinco, quelato de ferro, fosfato de amônio, composto de esterco de galinha e biochar de espigas de milho amarelo duro.</p> <p>Os tratamentos experimentais foram distribuídos em blocos ao acaso (DBC). Para a análise estatística foi utilizado o programa RStudio® e o Microsoft Excel®. Para análise de normalidade e homogeneidade de variância foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk e Oneill-matews ao nível de 5% de probabilidade.</p>			
<h3>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</h3>			
<p>Nas avaliações do pH do solo (Fig. 2), os tratamentos NPKBC(P) e NPKC(P), ambos peletizados, registraram valores de 6,61 e 6,46; respectivamente e foram diferentes à testemunha (T) que tinha um valor de 7,84 de pH; mas, não com os tratamentos C e NPKC. No caso da condutividade elétrica os tratamentos com adubos sintéticos os tratamentos peletizado NPKBC(P) e NPKC(P) obtiveram os maiores valores 14,34 e 14,44 dS m⁻¹, seguido do tratamento sem peletizar NPKC. Os tratamentos não mostraram diferenças entre si.</p> <p>No experimento foram utilizados fertilizantes químicos na forma de sulfato de magnésio, potássio e zinco, que possuem efeito acidificante e são utilizados em solos com tendência à alcalinidade. Essa característica dos fertilizantes explicaria a queda do pH nos tratamentos NPKC, NPKBC(P) e NPKC(P); no entanto, a razão dessas diferenças também foi afetado pelo composto de esterco de galinha que atuam como atenuadores de mudanças bruscas no pH do solo (CHANG; CHUNG; TSAI, 2010).</p> <p>Em geral, o biochar tem pH alcalino e sua incorporação aumenta o pH do solo. No entanto, (CHEN et al., 2017) relatam que a aplicação de partículas finas de biochar, em pequenas quantidades, diminui o pH do solo. Essa porcentagem de variação depende do tipo de solo e da temperatura de produção do biocarvão (PURAKAYASTHA et al., 2019)C sequestration, and enhancing crop yield is widely reported. As such there is not much consolidated information available linking biochar modulated soil condition improvement and soil nutrient availability on crop yields. The present review paper addresses the above issues by compilation of world literature on biochar and a new dimension is introduced in this review by performing a meta-analysis of published data by using multivariate statistical analysis. Hence this review is a new in its kind and is useful to the broad spectrum of readers. Generally, alkalinity in biochar increases with increase in pyrolysis temperature and majority of the biochar is alkaline in nature except a few which are acidic. The N content in many biochar was reported to be more than 4% as well as less than 0.5%. Poultry litter biochar is a rich source of P (3.12%. Em outra pesquisa, na cultura do milho relataram diminuição do pH do solo com a mistura de fertilizantes químicos e biochar (FALOYE et al., 2017)inorganic fertilisers and drip irrigation have all been shown to have potential to increase crop yield in tropical and water-limiting environments. However, their complementary effect on crop yield is scarcely studied. In this study, we investigated the synergistic effect of biochar made from maize-cob residue and inorganic fertiliser on the yield of maize under drip irrigation system. A factorial field experiment in which the biochar was applied at four rates;</p>			

0, 3, 6, and 10 t/ha, in combination with NPK 15:15:15 inorganic fertiliser applied at two rates; 0 and 300 kg/ ha to a sandy soil classified as Alfisol was evaluated. The plots were irrigated by drip irrigation to keep available moisture at about 50% Maximum Allowable Deficiency (MAD).

O nitrogênio, nos adubos, pode estar na forma de nitrato (NO_3^-) ou amônio (NH_4^+), durante a nitrificação gera acidez no solo pela liberação de íons de hidrogênio (H^+). Por outro lado, o nitrato de cálcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ tem caráter básico, devido ao teor de 26% de CaO. Enquanto o fosfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ apresenta efeito ácido residual; no entanto, inicialmente tem uma reação alcalina, devido ao HPO_4^{2-} . O sulfato de potássio (K_2SO_4), desse adubo o SO_4^{2-} tem capacidade de acidificar os solos. O experimento mostrou efeito sinérgico da peletização de fertilizantes sintéticos e biochar; esses tratamentos reduziram o pH do solo. Esses valores baixos do pH, da mistura dos adubos, favorece a nutrição das plantas, já que a maioria dos nutrientes estão disponíveis entre 6,45 e 6,61 de pH do solo (LOMELÍ, 2022). Sendo indicados para solos alcalinos ou básicos como os relatados neste experimento.

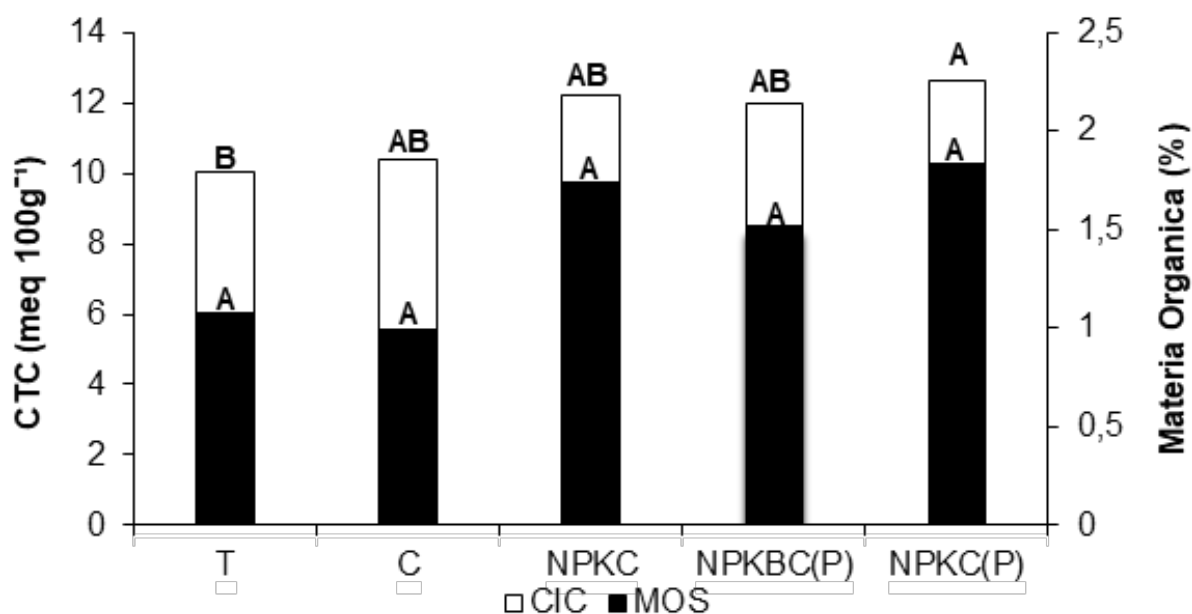
O maior aumento da CE do solo ocorreu nos tratamentos com composto e fertilizantes sintéticos, o que pode ser influenciado pelo composto, que registra CE de $23,2 \text{ dS m}^{-1}$. Outros autores relatam valores de CE de $9,61 \text{ dS.m}^{-1}$ (AGRILAB, 2021) e $33,2 \text{ dS.m}^{-1}$ (CONAGRICOLA, 2020), para composto de esterco de frango. No entanto, o biochar tem valores de CE muito baixos. KIZITO et al. (2019) relatam $0,005 \text{ dS.m}^{-1}$ de CE para biochar de espigas de milho; o que indica que o maior efeito de salinização é influenciado pelo composto e adubos sintéticos.

Em campos agrícolas, onde são utilizados corretivos e adubos sintéticos, é normal encontrar altos níveis de CE, pois esses produtos possuem sais como nitratos, fosfatos, sulfatos e outros (FOSAC, 2020). Os maiores valores de CE podem ser devidos ao efeito da peletização que reduz a lixiviação dos sais (FALOYE et al., 2017). Inorganic fertilisers and drip irrigation have all been shown to have potential to increase crop yield in tropical and water-limiting environments. However, their complementary effect on crop yield is scarcely studied. In this study, we investigated the synergistic effect of biochar made from maize-cob residue and inorganic fertiliser on the yield of maize under drip irrigation system. A factorial field experiment in which the biochar was applied at four rates; 0, 3, 6, and 10 t/ha, in combination with NPK 15:15:15 inorganic fertiliser applied at two rates; 0 and 300 kg/ ha to a sandy soil classified as Alfisol was evaluated. The plots were irrigated by drip irrigation to keep available moisture at about 50% Maximum Allowable Deficiency (MAD; além disso, o biochar e o composto retêm íons de adubos sintéticos que aumentam a CE da solução do solo (SHIN; PARK; JEONG, 2020). Carbon sequestration, and grain yield during rice cultivation. The treatments consisted of (1. Outros pesquisadores indicam que adicionar 3% de biochar a solos tropicais aumenta a CE em 370% (LIANG et al., 2014). Responses of microbial communities to biochar addition in particular in relation to abiotic disturbances are seldom documented. An example of these disturbances, which is predicted to be exacerbated with global warming, is regional drought. It has been known that fungal-based food webs are more resistant to drought than their bacterial counterparts. Our study found that biochar addition can increase the resistance of both the bacterial and fungal networks to drought. Contrary to expected, this result was not related to a change in the dominance of fungal or bacteria. In general, soil amended with biochar was characterized by a faster recovery of soil microbial properties to its basal values. Biochar addition to the soil also suppressed the Birch effect, a result that has not been previously reported. © 2014 IOP Publishing Ltd.”,”author”:[{“dropping-particle” :”,”family” :”Liang”,”given” :”Chenfei”,”non-dropping-particle” :”,”parse-names” :false,”suffix” :”}],{“d

ropping-particle": "", "family": "Zhu", "given": "Xiaolin", "non-dropping-particle": "", "parse-names": false, "suffix": ""}, {"dropping-particle": "", "family": "Fu", "given": "Shenglei", "non-dropping-particle": "", "parse-names": false, "suffix": ""}, {"dropping-particle": "", "family": "Méndez", "given": "Ana", "non-dropping-particle": "", "parse-names": false, "suffix": ""}, {"dropping-particle": "", "family": "Gasc", "given": "Gabriel", "non-dropping-particle": "", "parse-names": false, "suffix": ""}, {"dropping-particle": "", "family": "Paz-Ferreiro", "given": "Jorge", "non-dropping-particle": "", "parse-names": false, "suffix": ""}], "container-title": "Environmental Research Letters", "id": "ITEM-1", "issue": "6", "issued": {"date-parts": [[2014, 6, 10]]}, "page": "064013", "publisher": "IOP Publishing", "title": "Biochar alters the resistance and resilience to drought in a tropical soil", "type": "article-journal", "volume": "9"}, "uris": [{"http://www.mendeley.com/documents/?uuid=1b647391-38d3-3641-98c2-8af7fdee6b70"}], "mendeley": {"formattedCitation": "(LIANG et al., 2014; além disso, indicam que a incorporação de partículas finas de biocarvão de bambu aumenta a condutividade elétrica do solo (CHEN et al., 2018).

A adubação peletizada, no tratamento NPKC, apresentou o maior incremento na capacidade de troca de cations (CTC) (12,64 meq 100g⁻¹) seguido do tratamento NPKC (Sem peletizar), mas s foi diferente com a testemunha (T). A variável matéria orgânica do solo (MOS) teve o comportamento similar a CTC, os maiores valores foram do tratamento NPKC (Peletizado) e NPKC (Sem peletizar) com valores de 1,84 e 1,74 %, respectivamente. O tratamento NPKBC (Peletizado) teve para a CTC e MOS valores de 11,96 meq 100g⁻¹ e 1,52 %, respectivamente.

Figura 2: Efeito dos tratamentos na matéria orgânica do solo (MOS, CV=19,42 %) e capacidade de troca de cátions (CIC, CV=8,97%). As comparações de medias pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, medias da mesma letra maiúscula não diferem entre si.



Os resultados indicam que a aplicação conjunta do composto com fertilizantes sintéticos, peletizados ou não, favorece o acúmulo de MOS. Por outro lado, a irrigação por gravidade seria um fator na lixiviação da MOS, aplicada na forma de composto; outro fator que influenciou na baixa retenção de MOS é a textura franco-arenosa da área do experimento. Dada a importância do carbono orgânico (CO) na fertilidade potencial do solo, os níveis de armazenamento do solo são controlados principalmente pela quantidade e

tipo de resíduo orgânico (FAO e ITPS, 2015). A incorporação de resíduos orgânicos tende a aumentar o teor de carbono orgânico do solo (STEVENSON et al., 2023) but rates of change in carbon stocks remain to be quantified for many soils and ecosystems. We sampled 145 sandy soils (mostly Psamments. O aumento de carbono orgânico do solo pode ser explicado pela aplicação de composto e biochar como fonte de carbono (PURAKAYASTHA et al., 2019) C sequestration, and enhancing crop yield is widely reported. As such there is not much consolidated information available linking biochar modulated soil condition improvement and soil nutrient availability on crop yields. The present review paper addresses the above issues by compilation of world literature on biochar and a new dimension is introduced in this review by performing a meta-analysis of published data by using multivariate statistical analysis. Hence this review is a new in its kind and is useful to the broad spectrum of readers. Generally, alkalinity in biochar increases with increase in pyrolysis temperature and majority of the biochar is alkaline in nature except a few which are acidic. The N content in many biochar was reported to be more than 4% as well as less than 0.5%. Poultry litter biochar is a rich source of P (3.12%. De acordo com Amoakwah et al. (2022) enzyme activities, and associated biological properties in response to biochar application in a tropical ecosystem. The treatments included control/no biochar (CT, observaram que o uso de biochar aumentou a biomassa microbiana, nitrogênio e carbono mineralizado de 4,5 para 8,2; 1,4 a 2,7 e 1,2 a 1,7 vezes, respectivamente.

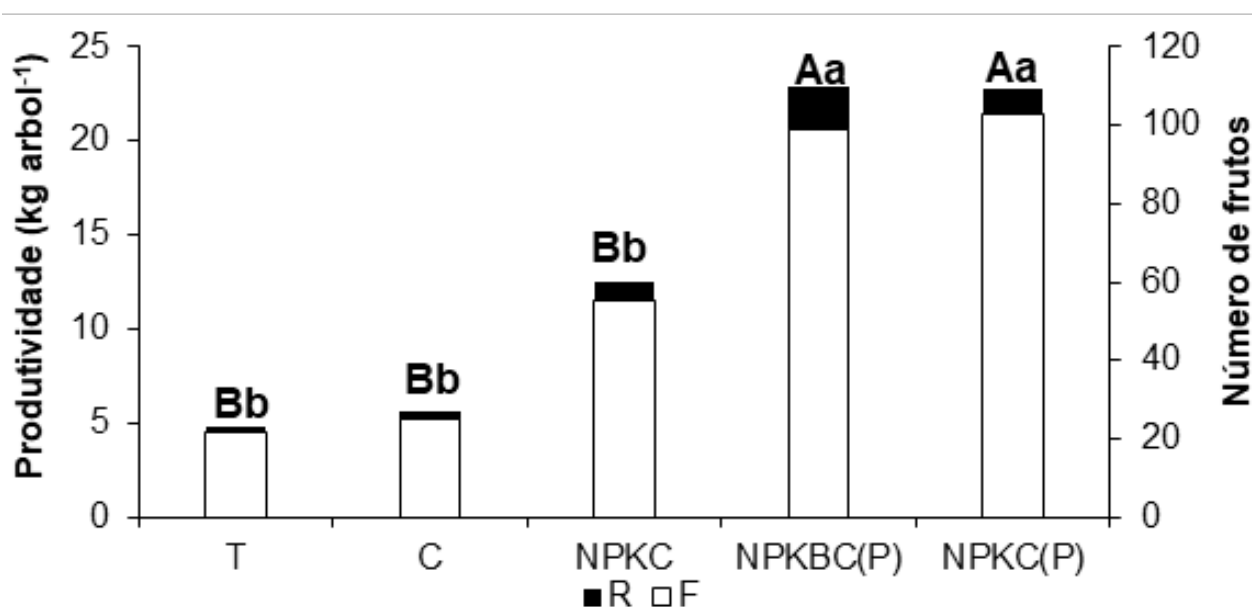
O Biochar exerce alterações físicas, químicas e biológicas no solo; isso ocorre, pelos grupos funcionais COOH, OH, ROH e outros, que podem interagir com as moléculas orgânicas e nutrientes como N, P, K, Mg, Ca e S (PATEL, 2018) there has been increasing interest on land application of biochar for improved carbon sequestration, pollutants removal, and soil amelioration. The biomass conversion into biochar and subsequent land application of biochar significantly stabilizes the ecosystem via GHG emission reduction and carbon sequestration, thus leading to the climate change mitigation. Biochar properties (e.g., surface area, microporosity, and pH. Esses grupos funcionais são capazes de modificar a capacidade de troca catiônica e aniônica, o que favorece a retenção de amônio e outros nutrientes (MANDAL et al., 2018) we investigated the influence of biochar feedstocks (poultry manure, green waste compost, and wheat straw. Essas pesquisas podem explicar o aumento do CTC encontrados neste experimento.

Os tratamentos peletizados NPKBC(P) e NPKC(P) obtiveram produtividades de 22,86 e 22,81 kg árbol^{-1} e com 99 e 103 frutos árbore^{-1} , respectivamente; sendo diferentes aos tratamentos T, C e NPKC (figura 3). Huaman (2017) se desarrollaron entre los años febrero del 2010 hasta el febrero del 2015, como encargado de campo, en el que mi responsabilidad fue de las labores de manejo agronómico del palto variedad Hass, siendo mis funciones en las diferentes etapas de producción de palto las: producción de plántones, programación y aplicación fitosanitaria, programación y monitoreo de riego y fertilización, programación y supervisión de labores culturales, elaboración de protocolos para ensayos demostrativos, proyección y ejecución de la cosecha de palta. Los conocimientos adquiridos en la labor profesional como encargado de campo en la Empresa Agrícola Pampa Baja S.A.C, son descritos y plasmados en el presente informe de forma estrictamente personal, describiendo las diferentes etapas de desarrollo y producción del cultivo. Agrícola Pampa Baja S.A.C, es una empresa dedicada a la agricultura de exportación, produce y exporta una gran variedad de hortalizas (pimientos, cebollas, alcachofa, entre otros reportou produtividades similares de 14,33 t ha^{-1} em plantações de abacate Hass de 4 anos. A quantidade de adubos utilizados concorda com Torres (2017) con fotos a color, 4 p., que sinala 82-25-131 kg ha^{-1} de NPK para 10 t ha^{-1} e com Silber et al. (2018) especially during flowering and the early period of fruit development that may affect

later on the fruitlet abscission and determine crop yield. The experimental design included three fertigation treatments applying a fixed nutrient solution at three different starting dates of fertigation: (a que indica adubação de 250-300, 80-120 e 500-600 kg ha⁻¹ de NPK, estimados para 30 t ha⁻¹).

O aumento na produtividade dos abacateiros pode ser devido à pelletização da mistura de adubos sintéticos, biochar e composto, que apresentaram efeitos sinérgicos melhorando a eficiência no uso dos adubos (CHEN et al., 2018); ademais, os pellets reduz a lixiviação de nutrientes e fornecendo maior disponibilidade de nutrientes devido ao baixo pH. Além disso, a aplicação de fertilizantes pelletizados à base de compostos orgânicos pode melhorar as propriedades físicas do solo e a capacidade de retenção de água (LÜ et al., 2016). Chammem et al. (2021) relatam que os pellets podem absorver água até 4 vezes seu peso, melhorando a umidade e solubilização do adubo no solo.

Figura 3: Efeito dos tratamentos na produtividade (R, CV = 15,09 %) e número de frutos (F, CV = 15,2 %) As comparações de medias pelo teste de Tukey ao 5 % de probabilidade, medias da mesma letra maiúscula (Produtividade) ou minúscula (Número de frutos) não diferem entre si.



O processo de translocação de fotossintatos é favorecido pelo teor de potássio nas árvores. O porta-enxerto Zutano, em condições de salinidade, absorve maiores concentrações de K⁺ (GAMBINI, 2019) e menores concentrações de sódio e cloreto sob condutividade elétrica do solo de 5 dS m⁻¹; essas características são mantidas quando são enxertadas com gemas da cultivar Hass (GAMBINI, 2019). Isso explicaria os maiores rendimentos de abacate Hass. O maior peso dos frutos a favor do tratamento NPKBC(P) pode ser devido ao efeito do biochar no sistema radicular; Amendola et al. (2017) increase carbon sequestration, enhance crop production and mitigate climate change. However, although the fine root system is fundamental for plant growth, crop productivity, carbon and nutrient cycling, little is known about the effect of biochar on plant fine roots. This study, conducted in a Montepulciano (*Vitis vinifera* L. relatam, que o biochar aumentou o diâmetro radicular de videiras, que favorece uma maior absorção de nutrientes e água. Olmo et al. (2016), apontam que o biochar aumenta a proliferação de raízes finas; ademais, gera mudanças favoráveis na biomassa radicular para absorção de nutrientes (AGHAJANI et al., 2020).

Outros resultados semelhantes, na cultura de milho, foram relatados na adubação da mistura de adubos sintéticos com biochar, de espiga de milho, que apresentou incremento na produtividade do milho de 6,03 para 10,43 t ha⁻¹ (FALOYE et al., 2017) inorganic fertilisers and drip irrigation have all been shown to have potential to increase crop yield in tropical and water-limiting environments. However, their complementary effect on crop yield is scarcely studied. In this study, we investigated the synergistic effect of biochar made from maize-cob residue and inorganic fertiliser on the yield of maize under drip irrigation system. A factorial field experiment in which the biochar was applied at four rates; 0, 3, 6, and 10 t/ha, in combination with NPK 15:15:15 inorganic fertiliser applied at two rates; 0 and 300 kg/ha to a sandy soil classified as Alfisol was evaluated. The plots were irrigated by drip irrigation to keep available moisture at about 50% Maximum Allowable Deficiency (MAD; Major et al. (2010) relatam incrementos de 140 e 144% (Macdonald et al., 2014). Na cultura de arroz, a aplicação de biochar com NPK aumentou o rendimento em 85,4% em relação ao controle (ZHENG et al., 2019) O biochar, na rotação de arroz e trigo, aumentou o rendimento da cultura em 9,2% (WU et al., 2019) estimations of the long-term greenhouse gas (GHG.

4 CONCLUSÃO

A adubação peletizada na cultura do abacateiro pode reduzir a lixiviação de nutrientes e evitar a imobilização de nutrientes no solo. A adubação peletizada de NPK com composto e biochar obteve produtividades de 22,81 e 22,86 kg árvore⁻¹ com 103 e 99 frutos, respectivamente; também apresentaram valores menores de pH 6,45 e 6,60, mudando a classificação de acidez fraca do solo para moderadamente ácido. A peletização dos fertilizantes sintéticos com biochar e composto registrou 14,33 e 14,43 dS.m⁻¹ de condutividade elétrica, respectivamente. A aplicação de fertilizantes peletizados não afetou o teor de matéria orgânica no solo. Esses resultados mostram potencial para utilizar a peletização de adubos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGHAJANI, S. D. et al. Soil respiration, root traits and dry matter yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) as affected by biochar application under different cropping patterns and irrigation method. **International Agrophysics**, v. 34, n. 4, p. 495–502, 21 dez. 2020.

AGRILAB. Informe de resultados de caracterización y composición de gallinaza compostada . Disponível em: <www.agrilab.com.co>. Acesso em: 1 ago. 2022.

AMENDOLA, C. et al. Short-term effects of biochar on grapevine fine root dynamics and arbuscular mycorrhizae production. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 239, p. 236–245, 15 fev. 2017.

AMOAKWAH, E. et al. Biochar amendment impacts on microbial community structures and biological and enzyme activities in a weathered tropical sandy loam. **Applied Soil Ecology**, v. 172, p. 104364, 1 abr. 2022.

CHAMMEM, H. et al. Effect of a Wood-Based Carrier of *Trichoderma atroviride* SC1 on the Microorganisms of the Soil. **Journal of Fungi** 2021, Vol. 7, Page 751, v. 7, n. 9, p. 751, 13 set. 2021.

CHANG, E. H.; CHUNG, R. S.; TSAI, Y. H. Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 53, n. 2, p. 132–140, abr. 2010.

- CHEN, J. et al. Response of microbial community structure and function to short-term biochar amendment in an intensively managed bamboo (*Phyllostachys praecox*) plantation soil: Effect of particle size and addition rate. **Science of The Total Environment**, v. 574, p. 24–33, 1 jan. 2017.
- CHEN, Q. et al. Cow dung-derived engineered biochar for reclaiming phosphate from aqueous solution and its validation as slow-release fertilizer in soil-crop system. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 2009–2018, 20 jan. 2018.
- CONAGRICOLA. FICHA TÉCNICA GALLINAZA COMPOSTADA. Agricultura Ecológica Carbonatos y Abonos. Disponível em: <www.abonosconagricola.com>. Acesso em: 1 ago. 2022.
- DUHAN, J. S. et al. Nanotechnology: The new perspective in precision agriculture. **Biotechnology Reports**, v. 15, p. 11–23, 1 set. 2017.
- FALOYE, O. T. et al. Synergistic effects of biochar and inorganic fertiliser on maize (*zea mays*) yield in an alfisol under drip irrigation. **Soil and Tillage Research**, v. 174, p. 214–220, 1 dez. 2017.
- FOSAC. **Conductividad Eléctrica en las enmiendas orgánicas (compost): Importancia, efecto y recomendaciones**. Disponível em: <<https://fosacperu.com/conductividad-electrica-en-las-enmiendas-organicas-compost-importancia-efecto-y-recomendaciones/>>. Acesso em: 1 ago. 2022.
- FRODESON, S.; HENRIKSSON, G.; BERGHEL, J. Pelletizing Pure Biomass Substances to Investigate the Mechanical Properties and Bonding Mechanisms. **BioResources**, v. 13, n. 1, p. 1202–1222, 2018.
- GAMBINI, T. Tolerancia a la salinidad del sustrato de cuatro portainjertos de palto (*Persea americana* Mill.), injertados con dos cultivares en vivero. 2019. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4259>>. Acesso em: 7 ago. 2022.
- HUAMAN, J. C. **Servicios profesionales en el cultivo de palto** (*Persea americana*) cv. ‘Hass’ para exportación en la Empresa Agrícola Pampa Baja SAC. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4438>>. Acesso em: 24 jul. 2022.
- KIM, P.; HENSLEY, D.; LABBÉ, N. Nutrient release from switchgrass-derived biochar pellets embedded with fertilizers. **Geoderma**, v. 232–234, p. 341–351, 1 nov. 2014.
- KIZITO, S. et al. Role of Nutrient-Enriched Biochar as a Soil Amendment during Maize Growth: Exploring Practical Alternatives to Recycle Agricultural Residuals and to Reduce Chemical Fertilizer Demand. **Sustainability** 2019, Vol. 11, Page 3211, v. 11, n. 11, p. 3211, 10 jun. 2019.
- KOTTEK, M. et al. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.
- LAHAV, E.; WHILEY, A. W.; TURNER, D. W. Irrigation and mineral nutrition. In: LAHAV, E.; WHILEY, A.; TUERNER, D. (Ed.). **The avocado: botany, production and uses**. 2nd edition ed. Wallingford, UK : CABI International, 2013. p. 301–341.
- LEHMANN, J. et al. Biochar in climate change mitigation. **Nature Geoscience** 2021 14:12, v. 14, n. 12, p. 883–892, 2 dez. 2021.
- LI, H. et al. Biochar phosphorus fertilizer effects on soil phosphorus availability. **Chemosphere**, v. 244, p. 125471, 1 abr. 2020.
- LIANG, C. et al. Biochar alters the resistance and resilience to drought in a tropical soil. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 6, p. 064013, 10 jun. 2014.

- LOMELÍ. pH Y LA DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES . Disponível em: <<https://gatmeks.com/ph-y-la-disponibilidad-de-nutrientes/>>. Acesso em: 7 ago. 2022.
- LÜ, S. et al. Multifunctional Environmental Smart Fertilizer Based on l -Aspartic Acid for Sustained Nutrient Release. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 24, p. 4965–4974, 22 jun. 2016.
- MAJOR, J. et al. Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. **Plant and Soil**, v. 333, n. 1, p. 117–128, 10 mar. 2010. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-010-0327-0>>. Acesso em: 5 ago. 2022.
- MANDAL, S. et al. The effect of biochar feedstock, pyrolysis temperature, and application rate on the reduction of ammonia volatilisation from biochar-amended soil. **Science of The Total Environment**, v. 627, p. 942–950, 15 jun. 2018.
- MELO, T. M. et al. Management of biosolids-derived hydrochar (Sewchar): Effect on plant germination, and farmers' acceptance. **Journal of Environmental Management**, v. 237, p. 200–214, 1 maio 2019.
- OLMO, M. et al. Changes in soil nutrient availability explain biochar's impact on wheat root development. **Plant and Soil**, v. 399, n. 1–2, p. 333–343, 1 fev. 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-015-2700-5>>. Acesso em: 24 jul. 2022.
- PATEL, A. K. Land Applications of Biochar: An Emerging Area. **Energy, Environment, and Sustainability**, p. 171–197, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-7431-8_9>. Acesso em: 24 jul. 2022.
- PURAKAYASTHA, T. J. et al. A review on biochar modulated soil condition improvements and nutrient dynamics concerning crop yields: Pathways to climate change mitigation and global food security. **Chemosphere**, v. 227, p. 345–365, 1 jul. 2019.
- SHARMA, G. K. et al. Phycoremediated N-fertilization approaches on reducing environmental impacts of agricultural nitrate leaching. **Journal of Cleaner Production**, v. 345, p. 131120, 15 abr. 2022.
- SHIN, J. Du et al. Agro-environmental impacts, carbon sequestration and profit analysis of blended biochar pellet application in the paddy soil-water system. **Journal of Environmental Management**, v. 244, p. 92–98, 15 ago. 2019.
- SHIN, J. Du; PARK, S. W.; JEONG, C. Assessment of Agro-Environmental Impacts for Supplemented Methods to Biochar Manure Pellets during Rice (*Oryza sativa* L.) **Cultivation. Energies** 2020, Vol. 13, Page 2070, v. 13, n. 8, p. 2070, 21 abr. 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1996-1073/13/8/2070/htm>>. Acesso em: 17 jul. 2022.
- SILBER, A. et al. Avocado fertilization: Matching the periodic demand for nutrients. **Scientia Horticulturae**, v. 241, p. 231–240, 18 nov. 2018.
- STEVENSON, A. et al. Rates of soil organic carbon change in cultivated and afforested sandy soils. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 360, p. 108785, 1 fev. 2024.
- TOMCZYK, A.; BOGUTA, P.; SOKOŁOWSKA, Z. Biochar efficiency in copper removal from Haplic soils. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 16, n. 8, p. 4899–4912, 1 ago. 2019. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-019-02227-4>>. Acesso em: 22 jul. 2022.

TORRES, A. Manual del cultivo del Palto. **Instituto de Investigaciones Agropecuarias**. Gobierno de Chile, 2017. Disponível em: <<https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/6709>>. Acesso em: 7 set. 2022.

WU, Z. et al. Biochar amendment reduced greenhouse gas intensities in the rice-wheat rotation system: six-year field observation and meta-analysis. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 278, 15 nov. 2019.

YU, L. et al. Combined biochar and nitrogen fertilizer reduces soil acidity and promotes nutrient use efficiency by soybean crop. **Journal of Soils and Sediments**, v. 17, n. 3, p. 599–610, 1 mar. 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-016-1447-9>>. Acesso em: 19 jul. 2022.

ZHENG, Y. et al. Effects of Biochar and Straw Application on the Physicochemical and Biological Properties of Paddy Soils in Northeast China. **Scientific Reports** 2019 9:1, v. 9, n. 1, p. 1–11, 11 nov. 2019. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-019-52978-w>>. Acesso em: 16 jul. 2022.