

## Adubação orgânica e organomineral do cafeeiro irrigado por gotejamento

### *Organic and organic-mineral fertilization of coffee shrubs by drip irrigation*

André Luís Teixeira Fernandes<sup>1</sup>, Eusímio Felisbino Fraga Júnior<sup>2</sup>, Francisco Correa<sup>3</sup>,  
Reginaldo Oliveira Silva<sup>4</sup>

**RESUMO:** Muitas tecnologias vêm sendo utilizadas para melhorar e otimizar a produção de café, várias delas focam na utilização de fertilizantes orgânicos e organominerais. Dentro deste contexto, conduziu-se experimento com a finalidade de avaliar o efeito da aplicação de fertilizantes organominerais associados ao esterco de galinha sobre a nutrição mineral, o crescimento e a produtividade do cafeeiro irrigado e cultivado em condições de cerrado. O experimento utilizou o delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições e quatro tratamentos. Foram avaliados os aspectos biométricos e a produtividade. Concluiu-se que o uso de fertilizantes organominerais é viável para a cultura do café, na medida em que garante às propriedades favoráveis da matéria orgânica, a fim de evitar a desuniformidade das fontes nutricionais dos adubos exclusivamente orgânicos. O uso do fertilizante organomineral isolado ou em associação tem o mesmo comportamento em termos de produtividade de café com esterco de galinha, embora os aumentos absolutos de produtividade tenham sido, em quatro safras, superiores em até 10%, comparando-se com a aplicação exclusiva da fonte exclusivamente orgânica.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*. Fertilizante orgânico. Nutrição mineral.

**ABSTRACT:** Several technologies have been used to improve and optimize coffee production, especially those using organic and mineral fertilizers. An experiment, featuring randomized block design with four replicates and four treatments, was conducted to evaluate the effect of organo-mineral fertilizer associated with chicken manure on mineral nutrition, growth and productivity of irrigated coffee and cultivated under savanna conditions. Biometric aspects and productivity were evaluated. Results show organo-mineral fertilizers are feasible for coffee culture since they guarantee the favorable properties of organic matter and prevent lack of uniformity of nutritional sources of exclusively organic fertilizers. Organo-mineral fertilizers alone or in combination provides the same coffee yield as that with chicken manure. However, absolute productivity increase was higher by up to 10% in four harvests when compared with results obtained by the application of an exclusive organic source.

**Keywords:** *Coffea arabica*. Organic fertilizer. Mineral nutrition.

---

**Autor correspondente:**

André Luís Teixeira Fernandes: [andre.fernandes@uniube.br](mailto:andre.fernandes@uniube.br)

Recebido em: 29/04/2020

Aceito em: 08/02/2021

---

<sup>1</sup> Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Professor permanente dos programas de Mestrado Profissional em Engenharia Química (Uniube) e Produção Vegetal (IFTM). Uberaba (MG), Brasil.

<sup>2</sup> Doutorado (PhD) em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela ESALq/USP, com período de Doutorado Sanduíche na University of California/Davis - UC DAVIS. Professor Adjunto A1 do ICIAG / Instituto de Ciências Agrárias na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), câmpus Monte Carmelo (MG), Brasil.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Depto. Técnico Cooper citrus. Mestrando em Produção Vegetal no Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), Uberaba (MG), Brasil.

<sup>4</sup> Gestor de Agronegócios, Gerente Campo Experimental Izidoro Bronzi, Araguari (MG), Brasil.

## INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da cafeicultura brasileira consiste na adoção de sistemas de produção sustentáveis que minimizem as perdas, principalmente de fertilizantes, para que seja possível se obter produtividades compatíveis com os investimentos realizados, almejando sempre a máxima produtividade econômica (FAVARIN *et al.*, 2010; NETO *et al.*, 2016). O mercado de produtos alimentícios com o uso de fertilizantes orgânicos está expandindo no Brasil, promovendo o crescimento na demanda por estes produtos (VIANA *et al.*, 2019). FRIBERG; SANCTUARY (2018) observam que as quotas de mercado para produtos orgânicos ainda são modestas, apesar do amplo interesse do consumidor na compra de produtos orgânicos.

Os solos do cerrado possuem baixa fertilidade natural (NETO *et al.*, 2016), bem como menores teores de matéria orgânica. Uma das maiores deficiências é a de fósforo, em função da maior parte deste elemento estar indisponível para a absorção pelas plantas (DONATO *et al.*, 2019). Segundo Fernandes *et al.* (2012), os solos apresentam grande variação, em suas características morfológicas e físicas, porém, o solo predominante (cerca de 54%) compõe-se de Latossolos, geralmente pobres em nutrientes (principalmente fósforo), muito intemperizados, com baixa capacidade de troca de cátions e elevada acidez e toxidez de alumínio.

O uso de práticas culturais e nutricionais pode afetar diretamente a atividade biológica dos solos e, conseqüentemente, a sua fertilidade, tendo assim reflexos em todo o sistema de produção, que podem ser negativos ou positivos (SANTOS *et al.*, 2018).

Para avaliar a qualidade de um fertilizante, devem-se considerar alguns fatores, como a presença de vários elementos na composição, doses, forma de aplicação, condições do solo, clima e condições da cultura (LIMA *et al.*, 2002). O manejo adequado do solo também tem influência na eficiência dos fertilizantes, evitando perdas por percolação ou lixiviação.

Uma das alternativas para melhorar a eficiência no aproveitamento dos nutrientes, que associa fontes orgânicas com as minerais, é o uso de fertilizantes organominerais. O aumento do conteúdo de matéria orgânica do solo melhora os atributos físicos, químicos e biológicos e estimula o crescimento e desenvolvimento das plantas. A adição de fertilizante mineral a adubo orgânico aumenta a concentração dos nutrientes presentes e uniformiza a concentração, possibilitando a aplicação de menores volumes (PRADO *et al.*, 2016).

Outro benefício direto do uso de fertilizantes organominerais é o enriquecimento das propriedades biológicas do solo. Os microrganismos que habitam o solo realizam funções de manutenção à vida vegetal e animal do solo, através da decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e energia e controle biológico de pragas e doenças, proporcionando condições mais adequadas para o aumento da biodiversidade. A utilização na agricultura de produtos que exibam ação bioestimulante, como é o caso de alguns fertilizantes organominerais

tem sido objeto de estudos de diversos autores (LI; MATSON, 2015; BATTACHARYYA *et al.*, 2015).

O experimento teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de dois fertilizantes organominerais, associados ou não ao esterco de galinha, sobre a nutrição mineral, o crescimento e a produtividade do cafeeiro irrigado e cultivado em condições de cerrado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental Izidoro Bronzi, convênio Universidade de Uberaba, Associação dos Cafeicultores de Araguari (ACA) e Fundação Procafé, em lavoura de café cultivar Catuaí Amarelo IAC 62, com 11 anos de idade, implantada no espaçamento de 3,70 m entre linhas e 0,70 m entre plantas, situada na Fazenda Chaparral, município de Araguari (MG). O clima é classificado pelo método de Köppen, como Aw, tropical, quente e úmido, com invernos frios e secos. O local situa-se nas proximidades das coordenadas geodésicas 18°33'21,9" latitude Sul e 48°12'25" longitude Oeste, na região do cerrado mineiro, com altitude média de 933 m, declividade de 3%, em um LATOSSOLO AMARELO distrófico, segundo critérios da Embrapa (2018). O sistema de irrigação é o tipo gotejamento, com emissores autocompensantes, vazão de 2,3 L h<sup>-1</sup> a cada 0,75 m.

Os dados meteorológicos durante a condução do experimento foram obtidos junto a uma estação agrometeorológica automática, marca Davis, modelo Vantage Pro 2, instalada ao lado das parcelas experimentais. Através das medidas obtidas pelos sensores (temperatura, umidade relativa, velocidade de vento e radiação solar), foi estimada a evapotranspiração da cultura pelo método de Penman Monteith. Esse método é uma adaptação do modelo original de Penman, introduzindo os conceitos de resistência do dossel ( $r_c$ ) e de resistência aerodinâmica ( $r_a$ ) e é recomendado pela FAO (VENÂNCIO *et al.*, 2019).

Para determinação do tempo de irrigação, foram considerados a vazão do emissor, o espaçamento entre emissores, o espaçamento entre linhas laterais e um fator de ajuste relacionado à redução da área molhada, por se tratar de irrigação localizada. O manejo da irrigação foi realizado a partir de balanço hídrico climatológico, com medições de precipitação e estimativa da evapotranspiração pelo método do Penman Monteith. A evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) foi estimada pela equação 1:

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c \cdot K_m \quad (1)$$

em que:

$ET_0$  - evapotranspiração de referência, estimada pela equação de Penman Monteith, com dados da estação meteorológica automática, mm.dia<sup>-1</sup>;

$K_c$  - coeficiente de cultura, conforme Santinato et al. (2008);

$K_m$  - fator de ajuste para microirrigação, decimal, calculado pela equação 2.

$$K_m = \sqrt{As} \quad (2)$$

em que:

As - fração da área sombreada pela cultura ao meio dia, decimal.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, com quatro tratamentos, com a parcela experimental sendo formada por, 25 plantas. Foram estudados tratamentos, relacionados à utilização de fertilizantes organominerais associados ou não ao esterco de galinha poedeira, que foram: Tratamento 1 (T1): Fertilizante Viva (10 mL planta<sup>-1</sup>) + Fertilizante Actiwave (5 mL planta<sup>-1</sup>); Tratamento 2 (T2): Fertilizante Viva (10 mL planta<sup>-1</sup>); Tratamento 3 (T3): Fertilizante Viva (10 mL planta<sup>-1</sup>) + Esterco Galinha (2,0 kg planta<sup>-1</sup>) e Tratamento 4 (T4): Esterco Galinha (2,0 kg planta<sup>-1</sup>). Os fertilizantes organominerais foram aplicados via jato dirigido, no colo da planta, com calda de 50 mL/planta, uma vez por ano, no início da estação das chuvas.

O Fertilizante Viva é um fertilizante organomineral para fertirrigação - classe A, e tem as seguintes garantias: 3,0% de nitrogênio solúvel em água, 9,0% de óxido de potássio solúvel em água, 8,0% de carbono orgânico total; as matérias-primas para a sua fabricação são a ureia, o vinhoto de beterraba e o extrato de algas; tem índice salino de 24,4%, densidade 1,24 g cm<sup>-3</sup> e solubilidade total em água, a 20°C; tem sido utilizado com o objetivo principal de fornecer nutrientes que estão indisponíveis aos cafeeiros, apesar de constarem nas análises de solo; promove o desenvolvimento do sistema radicular e a atividade microbiana do solo.

O Actiwave BR é um fertilizante organomineral para fertirrigação - classe A, com as seguintes garantias: 3,0% de nitrogênio solúvel em água, 7,0% de óxido de potássio solúvel em água, 18,0% de carbono orgânico total, 0,32% de enxofre solúvel em água, 0,5% de ferro solúvel em água, 3,2% de quelante EDDHA e 0,36% de agente quelante EDTA. É produzido com as matérias-primas ureia, sulfato de potássio, quelato de zinco, quelato de ferro, extrato de leveduras e extrato de algas; tem índice salino de 21,6% e densidade de 1,29 g cm<sup>-3</sup>; contém betaína, ácido algínico e caidrina, um derivado da vitamina K1 que permite nutrição equilibrada, aumentando a capacidade da planta de absorver os elementos nutritivos presentes no solo. A caidrina estimula a atividade dos portões de prótons das células de raiz, acelerando o movimento e a troca entre os íons positivos a partir do interior da raiz em direção à rizosfera, e os cátions e ânions da rizosfera na direção das raízes.

Todos os tratamentos receberam aplicações de fertilizantes e agroquímicos conforme as recomendações gerais estabelecidas pela Fundação Procafé (SANTINATO *et al.*, 2008) e conforme as práticas gerais adotadas pelos agricultores da região. Os tratamentos fitossanitários

foram exatamente iguais para todos os tratamentos, sendo as diferenças obtidas unicamente pelos produtos específicos de cada tratamento (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produtos aplicados no solo, nas 4 safras, Campo Exp. Izidoro Bronzi, Araguari (MG)

Insumos	Época Aplicação	Doses Kg ha <sup>-1</sup> Nutrientes Utilizados			
		T1	T2	T3	T4
Calcário dolomítico	set./out.	2.000	2.000	2.000	2.000
MAP	set./out.	222	222	222	222
SFTriplo	set./out.	300	300	300	300
Ureia	nov; dez; jan; fev.	2.500	2.500	2.500	2.500
Cloreto potássio	nov; dez; jan; fev.	1.000	1.000	1.000	1.000
Sulfato de amônio	set./out.	1.000	1.000	1.000	1.000
Esterco de galinha	set./out.	10.000	10.000	10.000	10.000

Fonte: Dados da pesquisa.

O esterco de galinha, após as análises realizadas, indicou 8,78 de pH em água, 8,5 de pH em CaCl<sub>2</sub>; 7,4 mS cm<sup>-1</sup> de condutividade elétrica; 0,9 kg dm<sup>-3</sup> de densidade e 270 g kg<sup>-1</sup> de carbono orgânico na matéria seca. Os teores totais dos demais nutrientes foram: 25,0 e 2,5 g kg<sup>-1</sup> de N total e mineral e 40, 25, 70 e 1,20 g kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, Ca e S, respectivamente.

Na Tabela 2 são apresentados os padrões de análise de solo em faixas de interpretação, para cultura do café com a faixa considerada adequada ao cafeeiro, na qual se objetivará enquadrar o experimento num programa nutricional adequado. Foram coletadas, anualmente, 20 amostras simples por tratamento para compor uma amostra composta. A coleta foi feita no período da pré até a pós-colheita, nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm nos dois lados da linha de café, na área de formação do bulbo molhado do gotejador.

Foram feitas também retiradas de folhas para análises anuais. Foram coletadas folhas na altura média dos cafeeiros, dos dois lados da linha de café, no terceiro e no quarto pares de folhas e um número de 50 pares por parcela. As coletas foram feitas na época do verão, no meio do programa nutricional, para que fosse possível proceder às correções, caso estas se fizessem necessárias no final do verão e início do outono. As folhas foram acondicionadas em embalagens isentas de impurezas, sendo enviadas imediatamente a laboratório credenciado para análise. Na Tabela 3 constam os padrões para as análises de folha.

**Tabela 2.** Valores de determinações analíticas do solo e sua interpretação para o cafeeiro

Determinações analíticas		Faixas de fertilidade				
		M. baixa	Baixa	Média	Adequada	Excesso
Acidez	pH - CaCl <sub>2</sub>	< 4,0(1)	4,0-5,0 (2)	5,0-5,5 (3)	5,6-6,5 (4)	> 6,5 (5)
	Al -cmol dm <sup>-3</sup>	> 2,0(1)	1,0-2,0 (2)	0,5-1,0 (3) (5)	< 0,5 (4)	> 0,5 (5)
M.O.	Arenoso	<0,5	0,5-0,7	0,71 -1,0	1,1 -2,0	>2
	Text. Média	< 1,0	1,0-1,5	1,6-2,0	2,1 -3,0	>3
	Argiloso	<2,0	2,0-2,5	2,6-3,0	3,1 -4,0	>4
P (mg dm <sup>-3</sup> )	Resina	<6	7-12	13-30	31 -60	>60
	Melich	<5	5-10	11 -20	21 -30	>30
Bases de CTC	K (%)	< 1,5	1,5-3,0	3,1 -5,0	5,1 -7,0	>7
	Mg (%)	<5	5-10	11-15	15-20	>20
	Ca (%)	< 10	10-20	21 -40	41-60	>60
Sat. Bases	V%	<20	20-30	30-50	50-70	>70
CTC (cmol/dm <sup>3</sup> )	(cm <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Variável de 2 a 3 para arenosos até > 15 para argilosos				
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	DPTA	< 1,25	1,25-2,5	2,6 -3,7	3,8-7,5	>7,5
	HCl 0,05N	<2,5	2,5-5,0	5,1 -7,5	7,6-15	> 15
Boro (mg kg <sup>-1</sup> )	Água quente	<0,2	0,2-4,0	0,41 -0,6	0,61 - 1,5	>1,5
	HCl 0,05N	<0,3	0,3-0,5	0,51 -0,7	0,81 -2,0	>20
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	DPTA	<0,2	0,2-0,4	0,41 -0,6	0,61 - 1,5	> 1,5
	P. Melich 1	<0,4	0,4-0,8	0,81 -1,2	1,21 -3,0	> 3,0
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	DPTA	<2,5	2,5-5,0	5,1 -7,5	7,6-15	> 15
	P. Melich 1	<5,0	5,0-10,0	11 -15	15-20	> 20

Obs. 1: Para pH (1) acidez muito alta; (2) - acidez alta; (3) - acidez média; (4) - acidez adequada 5 - excessiva.

Obs.2: Para alumínio (1) - muito tóxico; (2) - tóxico; (3) - medianamente tóxico; (4) - não tóxico para o cafeeiro; (5) - toxidez para o cafeeiro.

Fonte: Santinato, Fernandes e Fernandes (2008)

**Tabela 3.** Valores de determinações analíticas de folhas e sua interpretação para o cafeeiro

Níveis (nutrientes)		Faixas de interpretação			
		Deficiente com sintomas	Deficiente sem sintomas	Adequado	Alto/Excessivo
N	%	<2,5	2,5-3,0	3,1 -3,5	>3,5
	g Kg <sup>-1</sup>	<25	25-30	31 -35	>35
P	%	<0,05	0,05-0,12	0,13-0,25	>0,25
	g Kg <sup>-1</sup>	<0,5	0,5-1,2	1,3-2,5	>2,5
K	%	<1,4	1,4-1,8	1,9-2,5	>2,5
	g Kg <sup>-1</sup>	14	14-18	19-25	>25
Ca	%	<0,5	0,5-1,0	1,1 -1,5	>1,5
	g Kg <sup>-1</sup>	5	5-10	11 -15	> 15
Mg	%	<0,25	0,25-0,35	0,36-0,5	>0,5
	g Kg <sup>-1</sup>	<2,5	2,5 - 3,5	3,6-5,0	>5
S	%	<0,05	0,05-0,15	0,16-0,25	>0,25
	g Kg <sup>-1</sup>	<0,5	0,5-1,5	1,6-2,5	>2,5
Zn	mg Kg <sup>-1</sup>	<7	7-10	11 -25	>25
B	mg Kg <sup>-1</sup>	<30	30-60	61 -80	>80
Cu	mg Kg <sup>-1</sup>	<5	5-15	16-25	>25
Mn	mg Kg <sup>-1</sup>	<50	50-100	101 -200	>200
Fe	mg Kg <sup>-1</sup>	<50	50-100	101 -200	>200

Fonte: Santinato, Fernandes e Fernandes (2008)

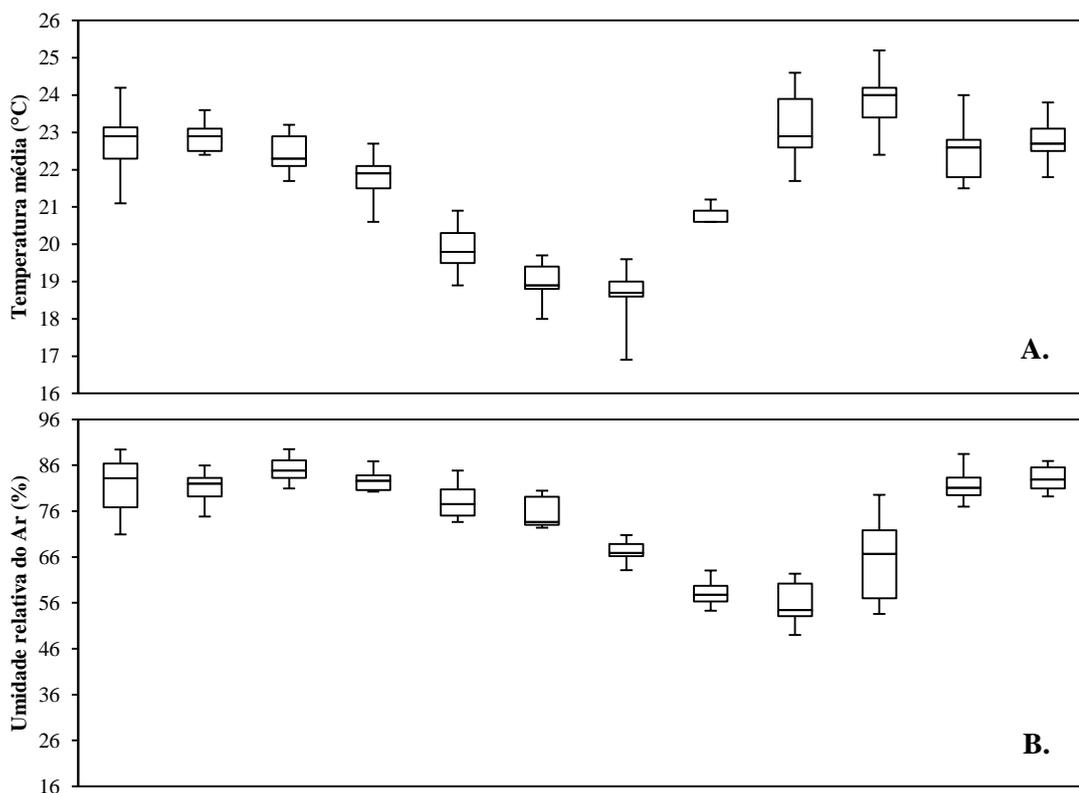
As avaliações do experimento constaram de quatro safras. As avaliações de biometria foram realizadas mensalmente após a primeira aplicação dos fertilizantes organominerais, durante todo o experimento. Estas consistiram em contagem do número de internódios e comprimento de ramos plagiotrópicos.

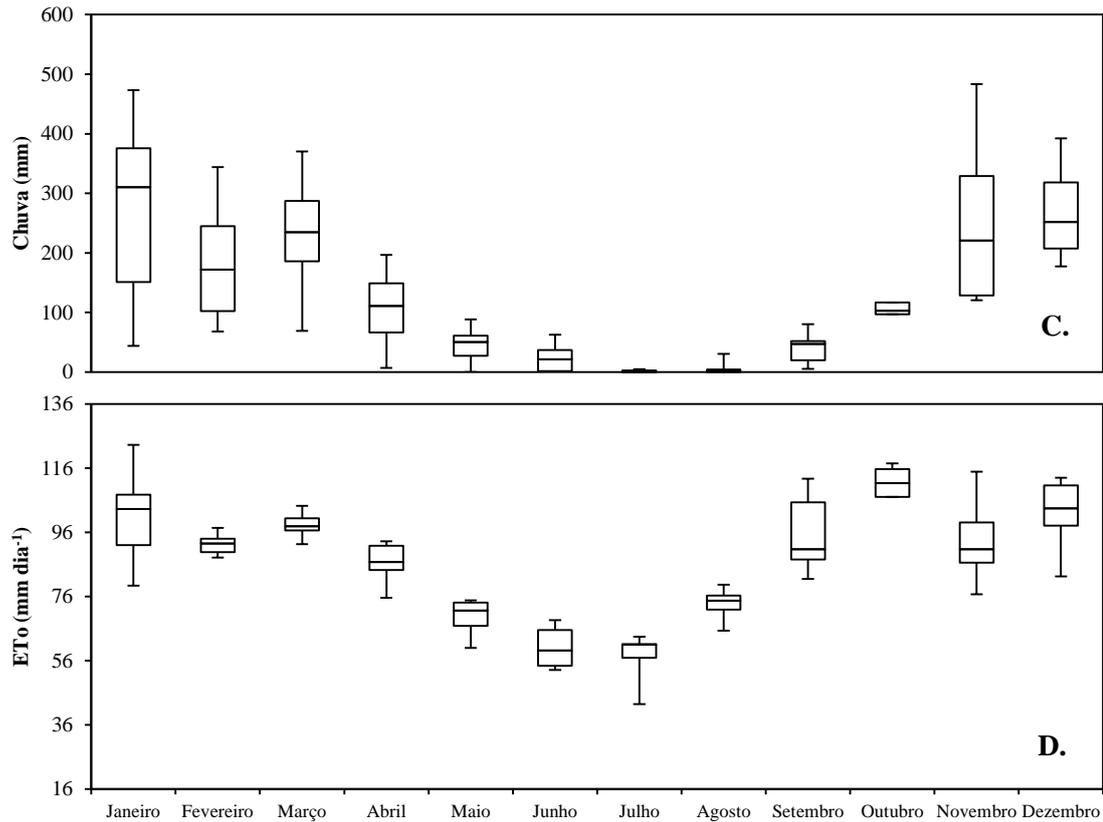
No período de maio a agosto de cada ano foi realizada a colheita dos frutos das oito plantas centrais de cada parcela quando apresentavam um máximo de 15% de frutos verdes. Os cafés colhidos tiveram os volumes medidos através de recipiente graduado e colocados para secagem até o ponto de proceder ao beneficiamento. Com o peso do café beneficiado, realizou-se a transformação em sacas beneficiadas de 60,0 kg ha<sup>-1</sup>, para cada parcela.

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva e inferencial, com nível de significância de 5%. Para a verificação da normalidade e da homocedasticidade dos dados de produtividade, foram utilizados os testes Kolmogorov-Smirnov e Bartlett, respectivamente. Após estas verificações da normalidade e homocedasticidade dos dados, foi utilizada a verificação de significância da ANOVA e então o teste de Tukey para comparações múltiplas entre as médias de tratamentos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os resultados mensais das variáveis meteorológicas monitoradas.





**Figura 1.** Gráficos *box-plot* para temperatura média do ar (A), umidade relativa do ar (B), chuva (C) e evapotranspiração de referência (D) para os anos de condução do experimento.

Dentre os parâmetros climáticos, a temperatura é um fator muito importante, pois tem reflexo direto no desenvolvimento da cultura e também atua na duração do ciclo reprodutivo da cultura (PEZZOPANE *et al.*, 2003). As temperaturas médias anuais ideais para o desenvolvimento do cafeeiro estão na faixa de 17°C a 23°C (ASSAD *et al.*, 2001).

As maiores temperatura médias mensais foram observadas no mês de outubro, na ordem de 23,7 °C. Já para os dados de temperatura mínima, foram observadas nos meses de junho ou julho valores médios de 18,7°C. Nos meses de verão e no início do outono foram encontrados os maiores valores para a umidade relativa do ar (UR), sempre acima de 80%; entre os meses de agosto e setembro, aconteceram os menores valores de UR, entre 56 e 58%.

Quanto à precipitação, os meses de dezembro e janeiro foram os mais chuvosos, porém com bastante variabilidade entre os anos monitorados, caracterizando nestes meses a existência de veranicos. Com baixa variabilidade entre os anos, os meses de julho e agosto foram os que apresentaram os mais baixos índices pluviométricos.

Ao longo de seis anos de condução do experimento, as lâminas de irrigação aplicadas nos diferentes meses foram variáveis. Observa-se que houve a necessidade de irrigação desde 132 mm anuais (no 5º ano de condução do experimento) até 274 mm (no último ano), com média de 190 mm de irrigação, em seis anos. O mês de maior necessidade de irrigação é agosto, com aplicação média de 56 mm de água. É importante destacar o ano 2016 que apresentou um

dos maiores índices pluviométricos anuais, 1.618 mm e, em contrapartida, foi um dos períodos com maior necessidade de irrigação, 242 mm.

Na Tabela 4 constam as análises de solo finais após quatro anos de colheita do experimento. O pH está entre baixo a médio, com valores mais próximos dos adequados do tratamento. A saturação de bases, também reflexo do pH e da soma de bases, ficou na faixa média (entre 45 e 54%), para todos os tratamentos, conforme análise dos padrões para o cafeeiro (Tabela 4). Os valores de fósforo para todos os tratamentos estão acima dos considerados adequados para o cafeeiro (acima de 30 mg/dm<sup>3</sup>), bem como os de potássio. Os níveis de alumínio estão abaixo dos considerados prejudiciais ao cafeeiro, para todos os tratamentos, especialmente no tratamento com apenas a utilização de esterco de galinha (não foi detectado alumínio). Com relação à matéria orgânica do solo, todos os tratamentos apresentaram níveis altos (acima de 3,5%), principalmente, em razão das fontes de fertilizantes orgânicos e organominerais utilizados. Os níveis de cálcio, magnésio e enxofre ficaram dentro dos níveis adequados, para todos os tratamentos.

Na Tabela 5, observam-se os resultados de análise de folha ao final do experimento. Após comparar com os níveis considerados adequados para a cultura, constata-se que para nitrogênio, os resultados encontram-se na faixa deficiente para o cafeeiro, porém, sem sintomas, para os tratamentos 2 e 3. Para os tratamentos 1 e 4 os teores foliares são adequados. Para fósforo, todos os tratamentos se encaixam nos valores deficientes, sem sintomas (valores abaixo de 1,3%). Para potássio, os valores estão dentro dos níveis adequados para todos os tratamentos (valores acima de 19%). Para cálcio e magnésio, os níveis foliares estão dentro dos padrões adequados para a cultura (entre 1,1 a 1,5% para Ca e entre 0,36 e 0,50% para Mg). Para enxofre, os valores estão na faixa adequada para a cultura (valores 0,15 e 0,25%). Para os micronutrientes, os elementos boro e cobre estão em níveis deficientes, sem sintomas para todos os tratamentos. Os elementos zinco e ferro estão nos limites adequados e manganês está em excesso, em todos os tratamentos.

**Tabela 4.** Resultados das análises químicas de solo para todos os tratamentos, após 6 anos de condução do experimento (4 safras), Campo Experimental Izidoro Bronzi, Araguari (MG)

Tratamentos	Análises químicas de solo									
	pH H <sub>2</sub> O	V %	P (Melich)	K	S (mg dm <sup>-3</sup> )	Ca	Mg	Al <sup>+3</sup>	M. Org. (g dm <sup>-3</sup> )	C. org.
T1: Fertilizante Viva (10 mL Planta <sup>-1</sup> ) + Fertilizante Actiwave (5 mL Planta <sup>-1</sup> )	4,9	50	88,4	88,0	5,0	1,5	0,3	0,4	3,9	2,3
T2: Fertilizante Viva (10 mL Planta <sup>-1</sup> )	4,6	47	65,3	78,0	5,5	1,4	0,4	0,6	3,8	2,2
T3: Fertilizante Viva (10 mL Planta <sup>-1</sup> ) + Esterco galinha (2,0 kg Planta <sup>-1</sup> )	5,0	45	85,2	164,0	12,0	1,8	0,4	0,2	3,8	2,2
T4: Esterco galinha (2,0 kg Planta <sup>-1</sup> )	5,3	54	74,5	110,0	5,0	2,3	0,4	0,0	3,5	2,0

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 5.** Resultados das análises de folha para todos os tratamentos, após 6 anos de condução do experimento (4 safras), Campo Experimental Izidoro Bronzi, Araguari (MG)

Tratamentos	Análise foliares										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>				
T1: Fertilizante Viva (10 mL Planta <sup>-1</sup> ) + Fertilizante Actiwave (5 mL Planta <sup>-1</sup> )	30,1	0,9	23,5	15,0	3,6	1,4	32,0	14,0	142,0	320,0	12,0
T2: Fertilizante Viva (10 mL Planta <sup>-1</sup> )	29,4	1,2	24,0	14,5	3,7	1,3	40,0	14,0	124,0	274,0	11,0
T3: Fertilizante Viva (10 mL Planta <sup>-1</sup> ) + Esterco galinha (2,0 kg Planta <sup>-1</sup> )	29,4	1,2	24,0	15,4	3,3	1,4	48,0	13,0	161,0	206,0	11,0
T4: Esterco galinha (2,0 kg Planta <sup>-1</sup> )	31,5	1,2	26,0	14,8	2,9	1,5	43,0	14,0	135,0	218,0	11,0

Fonte: Dados da pesquisa.

As avaliações biométricas estão dispostas na Tabela 6. Houve superioridade dos tratamentos com o uso de fertilizantes organominerais no segundo ano para número de internódios e comprimento de nós, corroborando os resultados obtidos por Prado *et al.* (2016), que tiveram melhores resultados biométricos e de produção na soja com o uso de organominerais. Para o primeiro ano de avaliações biométricas, houve superioridade estatística apenas para comprimento de nós, nos tratamentos 1, 2 e 3 (tratamentos com o uso de fertilizantes organominerais). Para as avaliações dos anos 3 e 4, não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos para número de internódios e comprimento dos nós. Alguns estudos indicam que a aplicação de fertilizantes organominerais, aliada à adubação orgânica, apresenta melhora nos parâmetros morfológicos, corroborando o que ocorreu neste experimento, para dois anos agrícolas (BRUNO *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2007; GROHSKOPF, 2019; SÁ *et al.*, 2017).

**Tabela6.** Avaliações biométricas, 4 anos - Campo Exp. Izidoro Bronzi, Araguari (MG)

Tratamentos	Nº de Internódios					Comp. Nó (cm)			
	Maior/Ano1	Maior/Ano2	Maior/Ano3	Maior/Ano4	Maior/Ano1	Maior/Ano2	Maior/Ano3	Maior/Ano4	
T1: Fertilizante Viva (10 mL Planta <sup>-1</sup> ) + Fertilizante Actiwave (5 mL Planta <sup>-1</sup> )	16,0 a	12,2 a	12,75a	10,5a	42,3 a	29,7 ab	28,2a	19,75a	
T2: Fertilizante Viva (10 mLPlanta <sup>-1</sup> )	15,0 a	11,5 ab	12,75a	9,75a	40,5 a	27,3 b	29,0a	20,0a	
T3: Fertilizante Viva (10 mL Planta <sup>-1</sup> ) + Esterco galinha (2,0 kg Planta <sup>-1</sup> )	13,2 a	12,5 a	12,5a	10,0a	40,3 a	33,0 a	28,0a	20,5a	
T4: Esterco galinha (2,0 kg Planta <sup>-1</sup> )	12,7 a	10,7 b	11,5a	10,25a	28,6 b	25,7 b	27,1a	20,75a	
<b>C.V. %</b>	<b>9,92</b>	<b>5,3</b>	<b>7,25</b>	<b>13,3</b>	<b>11,9</b>	<b>8,41</b>	<b>3,7</b>	<b>9,17</b>	

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 7 constam os resultados da produção. No primeiro ano de condução do experimento, verificou-se que os tratamentos que utilizaram fontes organominerais foram superiores ao tratamento 4, que utilizou apenas fontes orgânicas (esterco de galinha). Nos dois

anos subsequentes, não houve diferença entre os tratamentos. Já na quarta safra, novamente houve superioridade dos tratamentos que utilizaram fontes organominerais, comparando-se com o tratamento com fonte apenas orgânica. O efeito da matéria orgânica na produtividade do cafeeiro foi comprovado por Fernandes et al. (2013), que concluíram que é viável a utilização do esterco de galinha como fonte de N, P, K e S na redução desses nutrientes, na adubação mineral exclusiva do cafeeiro.

Esta superioridade, segundo CERRI (2011), pode ser atribuída à melhoria da capacidade de agregação do solo; aumento da capacidade de retenção; complexação de metais pesados; manutenção de equilíbrio do pH; e aumento na aeração do solo e maior favorecimento do crescimento de microrganismos benéficos.

Na média de quatro safras, não houve diferença significativa entre os tratamentos, apesar da superioridade dos tratamentos que utilizaram Viva e Actiwave de 3 a 10%, comparando-se com a aplicação de adubos químicos + esterco de galinha. O esterco de galinha poedeira é considerado fonte importante de nutrientes para diferentes culturas, principalmente, em razão do elevado conteúdo de nitrogênio (BOATENG *et al.*, 2006). Outro fator importante desta fonte orgânica é a baixa relação carbono/nitrogênio (relação C/N), conforme relatam FIGUEIROA *et al.* (2012).

A utilização de fontes exclusivamente orgânicas para a nutrição mineral do cafeeiro é inviável, em decorrência da desuniformidade na concentração de nutrientes, variação na disponibilidade dos nutrientes e no período para a mineralização, além da necessidade de aplicação de grande volume para atender às exigências nutricionais do cafeeiro (FAVARIN *et al.*, 2010). Por isso, os fertilizantes organominerais são uma alternativa a essas limitações.

**Tabela 7.** Produtividade, em sacas beneficiadas por hectare, por ano e na média de 4 safras, Campo Exp. Izidoro Bronzi, Araguari (MG)

Tratamentos	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Média	PR%*
T1: Fertilizante Viva (10 mL Planta <sup>-1</sup> ) + Fertilizante Actiwave (5 mL Planta <sup>-1</sup> )	36,6 a	86,9 a	36,25 a	57,3 a	54,3 a	110
T2: Fertilizante Viva (10 mL Planta <sup>-1</sup> )	37,4 a	87,8 a	35,0 a	52,2 ab	53,1 a	108
T3: Fertilizante Viva (10 mL Planta <sup>-1</sup> ) + Esterco galinha (2,0 kg Planta <sup>-1</sup> )	35,3 a	81,9 a	36,9 a	50,9 ab	51,2 a	103
T4: Esterco galinha (2,0 kg Planta <sup>-1</sup> )	28,9 b	81,0 a	37,4 a	50,0 b	49,4 a	100
<b>C.V. %</b>	<b>28,86</b>	<b>8,23</b>	<b>13,54</b>	<b>5,92</b>	<b>12,41</b>	

\*PR = produção relativa dos tratamentos, comparando-se com o padrão (tratamento 4, com a utilização apenas da adubação orgânica convencional, com esterco de galinha).

Fonte: Dados da pesquisa.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a condução do experimento pelo período de seis anos, pode-se concluir que:

- o uso de fertilizantes organominerais é viável para a cultura do café, na medida em que garante as propriedades favoráveis da matéria orgânica, evitando a desuniformidade das fontes nutricionais dos adubos exclusivamente orgânicos;
- o uso do fertilizante organomineral, isolado ou em associação, tem o mesmo comportamento em termos de produtividade do esterco de galinha, embora os aumentos absolutos de produtividade tenham sido, em quatro safras, superiores em até 10%, comparando-se com a aplicação exclusiva de esterco de galinha.

## REFERÊNCIAS

ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A.; SILVA, F. A. M.; CUNHA S. A. R.; ALVES, E. R.; LOPES, T. S. S.; PINTO, H. S.; ZULLO J. Zoneamento agroclimático para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no estado de Goiás e sudoeste do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p.510-518, 2001.

BATTACHARYYA, D.; BABGOHARI, M. Z.; RATHOR, P. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticultura**, v. 196, p. 39-48, 2015.

BOATENG, S. A.; ZICKERMANN, J.; KORNAHRENS, M. Poultry manure effect on growth and yield of maize. **West Africa Journal of Applied Ecology**, v. 9, p.1-11, 2006.

BRUNO, R. L. A.; VIANA, J. S.; SILVA, V. F.; BRUNO, G. B.; MOURA, M. F. Produção e qualidade de sementes e raízes de cenoura cultivada em solo com adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 170-174, 2007.

CERRI, C. E. **Eficiência agrônômica dos organominerais**. Informe Abisolo. São Paulo, SP: ABISOLO, 2011. 10 p.

DONATO, A.; MAIA, T. F. CONTO, T.; PEREIRA, M. G.; FRAGA, M. E. Micobiota produtora de fitase isolada de solo e serapilheira do Bioma Cerrado. **Ciência Florestal**, v.29, n.3, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: DF, 2018.

FAVARIN, J. L.; TEZOTTO, T.; NETO, A. P.; PEDROSA, A.W. Cafeeiro. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (ed.) **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2010, p. 411-467 (capítulo 10).

FRIBERG, R.; MARK, S. Market Stealing and market expansion: an examination of product introductions in the Organic Coffee Market. **Environmental Economics and Policy Studies**,

v. 20, n.2, p.: 287–303, 2018 Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10018-017-0194-5>. Acesso em: 15 mar.2018.

FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 231-240, 2012.

FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, F.; FERREIRA, R. T.; SANTINATO, R. Adubação orgânica do cafeeiro, com uso do esterco de galinha, em substituição à adubação mineral. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 4, p. 486-499, 2013.

FIGUEROA, E. A.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; WIETHOLTER, S. Dose de esterco de ave poedeira e suprimento de nitrogênio à cultura do trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 714-720, jul. 2012. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000700003>. Acesso em: 04 mar. 2019.

GROHSCOPF, M. A.; CORRÊA, J. C.; FERNANDES, D. M.; BENITES, V. M.; TEIXEIRA, P. C.; CRUZ, C. V. Phosphate fertilization with organomineral fertilizer on corn crops on a Rhodic Khandiudox with a high phosphorus content. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 54, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.00434>. Acesso em: 22 jan. 2020.

LIMA, P. C.; MOURA, W. V.; AZEVEDO, M. S. F. R.; CARVALHO, A. F. Estabelecimento de cafezal orgânico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 33-52, jan./abr. 2002.

LI, Y; MATTSOM, M. Effects of seaweed extract application rate and method on post-production life of Petunia and Tomato trasnplants. **Hortechology**, v. 25, p. 505-510, 2015.

NETO, A. N.; FAVARIN, J. L.; HAMMOND, J. P.; TEZOTTO, T.; COUTO, H. T. Z. Analysis of phosphorus use efficiency traits in Coffea Genotypes reveals Coffea Arabica and Coffea canephora have contrasting phosphorus uptake and utilization efficiencies. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1-10, 2016.

OLIVEIRA, A. P., BARBOSA, A. H. D.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, A. N. P. Produção da batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizantes. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, p.1722-1728, 2007.

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JUNIOR, M. J.; PAES DE CAMARGO, M.B.; FAZUOLLI, L.C. Temperatura-Base e graus dia com correção pela disponibilidade hídrica para o cafeeiro ‘Mundo Novo’ no período florescimento-colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., Campinas, SP. **Anais [...]**. Campinas, 2005.

PRADO, M.R.V. et al. Liquid organomineral fertilizer containing humic substances on soybean grown under water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 5, p. 408-414, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n5p408-414> Acesso em: 22 jan 2020.

SÁ, J. M.; JANTALIA, C. P.; TEIXEIRA, P. C.; POLIDO, J. C.; BENITES, V. M.; ARAÚJO, A. P. Agronomic and P recovery efficiency of organomineral phosphate fertilizer

from poultry litter in sandy and clayey soils. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 52, n. 9, p. 786-793, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2017000900011>. Acesso em: 22 jan. 2020.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. 2. ed. Uberaba: O Lutador, 2008. v. 1. 483p.

SANTOS, J. B.; RAMOS, A. C.; AZEVEDO JÚNIOR, R.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Soil macrofauna in organic and conventional coffee plantations in Brazil. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 2, 2018. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2018-0515>. Acesso em: 22 jan. 2020.

VENANCIO, L. P.; CUNHA, F. F.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; EUGENIO, F. C.; ALEMAN, C. C. Penman-Monteith with missing data and Hargreaves-Samani for ETo estimation in Espírito Santo state, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 23, n. 3, p. 153-159, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n3p153-159>. Acesso em: 22 jan. 2020.

VIANA, E.S.; REIS, R. C.; ROSA, R. C. C.; PÁDUA, T. R. P.; MATOS, A. P. Quality and sensory acceptance of 'Pérola' pineapple grown in soil with application of organic fertilizer. **Ciencia Rural**, vol. 49, n. 7, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20170631>. Acesso em: 22 jan. 2020.