

ARTIGO CIENTÍFICO

**EFEITO DE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROECOLÓGICOS NA
PRODUÇÃO DE MILHO CRIOULO COM FEIJÃO CAUPI**

Gilson Lages Fortes Portela¹, Luiz Carlos de Melo Júnior¹

Resumo: O consórcio do milho é uma prática comum no Brasil, podendo trazer diversos benefícios para a cultura. O presente trabalho objetivou avaliar a produtividade e ganho econômico de um genótipo de milho vermelho crioulo em diferentes sistemas de produção agroecológica. O experimento foi conduzido no campo experimental do campus José de Freitas do Instituto Federal do Piauí (IFPI), localizado na cidade de José de Freitas-Pi. Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância pelo (teste t). Foram testados quatro tratamentos: milho em monocultivo (T1), milho consorciado com feijão caupi (T2), milho consorciado com feijão caupi inoculado com *Rhizobium* nativo (T3) e milho consorciado com feijão caupi e inoculado com *Rhizobium* nativo e solução de microrganismos eficientes nativos (T4) com 30 repetições. Observou-se que os consórcios avaliados afetaram a produtividade e o maior retorno econômico do sistema ocorreu com o milho consorciado com feijão caupi inoculado com *Rhizobium* nativos e microrganismos eficientes nativos.

Palavras-chave: *Rhizobium*. Micro-organismo eficiente. Biofertilizante. Agricultura orgânica. Agricultura familiar.

**EFFECT OF THE AGROECOLOGICAL PRODUCTION SYSTEM ON THE INTERCROPPING
OF CREOLE CORN WITH COWPEA**

Abstract: Corn intercropping is a common practice in Brazil and can bring several benefits to the crop. The present work aimed to evaluate the productivity and economic gain of a red creole corn genotype in different agroecological production systems. The present work aimed to evaluate the planting of Creole red corn intercropped with cowpea. The experiment was conducted in the experimental field of José de Freitas campus from the Federal Institute of Piauí (IFPI), located in the city of José de Freitas-Pi. The data obtained were tabulated and subjected to analysis of variance using the (t test). Four treatments were tested: maize in monoculture (T1), maize intercropped with cowpea (T2), maize intercropped with cowpea inoculated with native rhizobium (T3) and maize intercropped with cowpea and inoculated with native rhizobium and solution of efficient native microorganisms with 112 plots, with 28 being replications. It was observed that the evaluated intercrops affected the productivity and the highest economic return of the system occurred with maize intercropped with cowpea inoculated with native rhizobium and eficiente native microorganisms.

Key words: *Rhizobium*. Efficient microorganism. Biofertilizer. Organic agriculture. Family farming

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 15/05/2024; aprovado em 22/10/2024

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí, Campus José de Freitas, gilsonportela@ifpi.edu.br, luizcarlos.melo@ifpi.edu.br

DOI: <http://dx.doi.org/10.35512/ras.v8i1.8526>

INTRODUÇÃO

O milho é uma das principais culturas agrícolas do Brasil. A cultura é importante pela quantidade de grãos produzidos, pelos inúmeros produtos obtidos, além da importância na alimentação humana e animal (Miranda *et al.*; 2018). Segundo o IBGE (2022), o milho é o segundo grão mais produzido no país, perdendo em produção apenas para a soja.

O emprego do sistema convencional de produção de milho, altamente dependente de tecnologias muitas vezes inviabiliza a produção para pequenos produtores familiares. Portanto, a busca por diferentes sistemas agroecológicos com a utilização de biofertilizantes, sementes crioulas, consórcio, entre outros insumos produzidos na propriedade, pode levar a uma menor dependência de pacotes tecnológicos inacessível para os pequenos produtores (Bianchetto *et al.*, 2017).

De acordo com Silva *et al.* (2020), o consórcio do milho é uma prática comum no Brasil. Essa prática pode trazer diversos benefícios para a cultura, como um melhor uso dos fatores ambientais, uma maior fertilidade e cobertura do solo. Segundo Paz *et al.* (2017), além da utilização de adubos orgânicos, o milho pode ser consorciado com diversas plantas, entre elas o feijão caupi. No consórcio, há o fornecimento de nitrogênio, elemento limitante ao crescimento e produção de milho, pois o feijão caupi fixa nitrogênio atmosférico por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*.

Um dos fatores de produção no consórcio é a escolha da semente a ser utilizada. As sementes crioulas correm sério risco de erosão genética pela substituição dessas sementes por híbridos convencionais e transgênicos (Souza; Silva; Melgarejo, 2017). De acordo com Almeida *et al.* (2017), as sementes crioulas apresentam uma melhor adaptação às condições edafoclimáticas da região por apresentarem uma base genética mais ampla. Também são sementes que ao longo do tempo são armazenadas pelos produtores, principalmente pelo produtor familiar.

O uso de semente de milho crioulo associado a adubação utilizando recursos disponíveis na propriedade reduz os custos de produção, aumenta a produtividade e leva a um aporte de matéria orgânica ao solo (Rodrigues *et al.*, 2012). Entre esses adubos alternativos se destacam os biofertilizantes, que são adubos de baixo custo e eficientes na melhoria da fertilidade do solo (Stuchi, 2015).

Sendo assim, é necessária a obtenção de informações sobre os parâmetros agrônômicos e de vantagens econômicas em relação ao sistema de cultivo praticado na região para sua adoção pelos produtores rurais.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar a produtividade e o desempenho econômico do milho crioulo e do feijão caupi consorciados em diferentes sistemas agroecológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental do campus José de Freitas do Instituto Federal do Piauí (IFPI), localizado no município de José de Freitas-PI, a 4°45'11" de latitude Sul e 42°34'36" de longitude Oeste, altitude de 133 metros. José de Freitas possui clima tropical semiúmido com duas estações características: o período das chuvas (que ocorre no verão e outono) e o período seco (que ocorre no inverno e primavera) (Andrade Junior *et al.*, 2004).

O solo da área de cultivo é classificado com um argissolo, apresentando relevo plano e características dos atributos químicos apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos atributos químicos do solo da área experimental do Instituto Federal do Piauí, José de Freitas, Piauí nas camadas de 0-20 e 20-40 cm.

pH (H ₂ O)	H+Al -----cmol _c	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P mg	Na ⁺ dm ⁻³	C g dm ⁻³	CTC Cmol	V %
6,8	0,9	-	3,5	1,2	0,17	60,4	7,8	1,1	5,80	84,5

Foram testados quatro tratamentos: milho em monocultivo (T1), milho consorciado com feijão caupi (T2), milho consorciado com feijão caupi e inoculado com *Rhizobium* nativo (T3) e milho consorciado com feijão caupi e inoculado com *Rhizobium* nativo e microrganismos eficientes nativos (T4). Cada tratamento foi implantado numa área de 49 m², sendo a parcela experimental constituída de plantas de milho dispostas em sete fileiras com 14 plantas/fileira, totalizando 98 plantas, com espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,50 m entre plantas. A área útil de coleta de dados de cada tratamento, foram as 3 fileiras centrais com 10 plantas/fileira, totalizando 30 plantas de milho (repetições), sendo o restante servindo de bordadura. A semente crioula foi de milho vermelho produzido por produtores locais e a do feijão caupi utilizado no consórcio, foi a cultivar Tumucumaque obtida na Embrapa Meio Norte.

A adubação básica dos quatro tratamentos foi a aplicação semanal de calda biofertilizante a 1%, 400 mL/40 litros de água. As sementes de feijão caupi no T3 e T4, foram inoculadas com bactérias do gênero *Rhizobium* coletadas em plantio de feijão em áreas de agricultores familiares do município segundo metodologia da Embrapa Agrobiologia (Rumjanek *et al.*, 2017). No T4, juntamente com o biofertilizante semanal, foram aplicados 200 mL de calda com micro-organismos eficientes nativos (MEN). O plantio do milho e do feijão foram realizados no mesmo dia, o milho com três sementes/cova, aos 21 dias após a germinação, foi feito o desbaste do milho deixando uma planta por cova. O feijão foi plantado com 5 sementes por metro linear, entre as linhas de milho. As plantas foram irrigadas por gotejamento

diariamente e os tratos culturais se resumiram ao controle das plantas espontâneas através de capinas até as plantas de feijão cobrirem o solo.

O biofertilizante foi produzido de forma anaeróbica, utilizando como ingrediente esterco bovino e água em tambores plásticos. Depois de adicionado os ingredientes, o recipiente foi fechado com tampa furada no centro, por onde ficou acoplada uma mangueira para receber o gás produzido. O recipiente foi completado em 75% de seu volume pelo esterco e água.

A obtenção do *Rhizobium* foi realizada conforme metodologia de Bonfim *et al.* (2011), em área histórico de plantio de feijão caupi na cidade de José de Freitas. A coleta de raízes inoculadas naturalmente foi realizada no início do florescimento do feijão caupi, onde foram selecionados os nódulos ativos que se caracterizam pela coloração rósea.

As raízes foram colocadas sobre uma peneira fina e submetidas à lavagem em água corrente. Após a eliminação da terra e detritos na lavagem, os nódulos presentes foram separados do restante das raízes (Rumjanek *et al.*, 2017). Para obtenção do inoculante, foram colocados os nódulos em um liquidificador. Em seguida, diluiu-se em cerca de três volumes de água filtrada e homogeneizada por 3 a 5 minutos. A suspensão obtida foi filtrada antes de aplicada.

Os micro-organismos eficientes foram capturados em mata nativa existente no campus e multiplicados utilizando-se como substrato de captura o arroz cozido, segundo metodologia de Bonfim *et al.* (2011).

Avaliou-se produtividade dos sistemas de produção e rendimento econômico de cada tratamento Para estimar a produtividade foram analisadas a quantidade de vagem por planta e o peso médio de grãos por planta, a partir desses dados estimou-se a produção de um hectare para uma população de 30.000 plantas/hectare. Para análise do rendimento econômico o preço médio nacional do feijão caupi foi de (R\$ 160,00/60 kg) e do milho (R\$ 57/60 kg).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e as diferenças entre as médias dos tratamentos foram avaliadas duas a duas pelo Teste t a 5% de probabilidade utilizando o software Jamovi (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados não evidenciaram efeitos significativos entre os tratamentos de milho em monocultivo (T1) e milho consorciado com feijão caupi inoculado e uso de MEN (T4), sendo esses tratamentos superiores ao milho consorciado com feijão (T2) e o milho consorciado com feijão e inoculado com a bactéria (T3), segundo figura 1. A adubação com biofertilizante pode ter sido suficiente para atender a demanda do milho por nitrogênio em monocultivo e que o rendimento do milho expressou-

se independente da presença do *Rhizobium* e ou MEN. Quando analisamos apenas os tratamentos onde foi cultivado o milho crioulo em consórcio com o feijão caupi, a presença do microrganismo eficiente potencializou o efeito benéfico do consórcio, mostrando a superioridade na produtividade do milho, conforme Figura 1. Segundo Santos *et al.* (2016), o consórcio pode levar a um melhor suprimento de nutrientes, mas pode também aumentar a competição entre plantas por energia luminosa, água e nutrientes e interferir na produtividade.

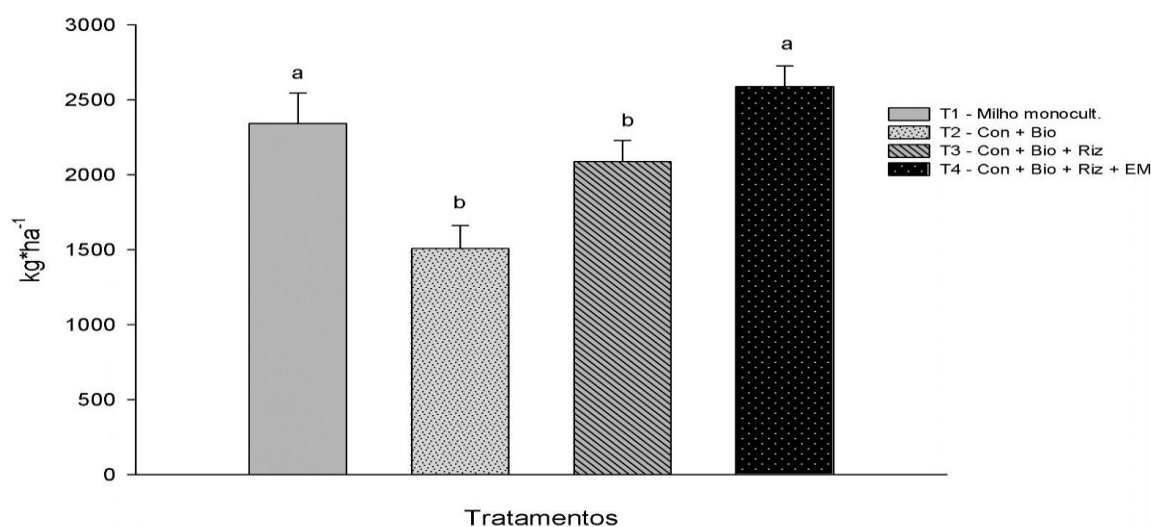


Figura 1. Produtividade de milho crioulo vermelho consorciado com feijão caupi, José de Freitas, Piauí. *As médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 – Milho em monocultivo; T2 – Milho consorciado com feijão caupi; T3 – Milho consorciado com feijão caupi inoculado; T4 – Milho consorciado com feijão caupi inoculado e uso de MEN.

Pesquisando o consórcio de milho com leguminosas, entre elas o feijão caupi, Paz *et al.* (2017) concluíram que o consórcio não prejudicou o desempenho do milho. De acordo com Silva *et al.* (2017), quando o milho é cultivado em sistema solteiro apresenta melhores resultados em todas as variáveis analisadas que o milho em consórcio com o feijão caupi. Santos *et al.* (2016) testaram diversos arranjos no sistema de produção de milho e feijão caupi e concluíram que os sistemas de consórcios avaliados afetaram a produtividade do milho e do feijão. De acordo com Arf *et al.* (2018) o consórcio interfere negativamente na produtividade do milho.

Em relação a produtividade do feijão caupi consorciado em sistema agroecológico, houve diferenças estatísticas no tratamento composto de milho consorciado com feijão caupi inoculado com *Rhizobium* e MEN onde a produtividade foi superior aos demais tratamentos, conforme pode ser observado na Figura

2. O aumento de produtividade do feijão deve-se à presença do *Rhizobium* e do MEN no sistema de produção. Segundo Graça et al. (2015) e Pedrosa et al. (2015), a utilização de MEN pode ser uma alternativa potencial, sustentável e de baixo custo para o aumento da produtividade de espécies vegetais com importância agrônômica. Calero-Hurtado et al. (2018) afirmam que os MEN estimulam os parâmetros morfológicos e produtivos do feijão.

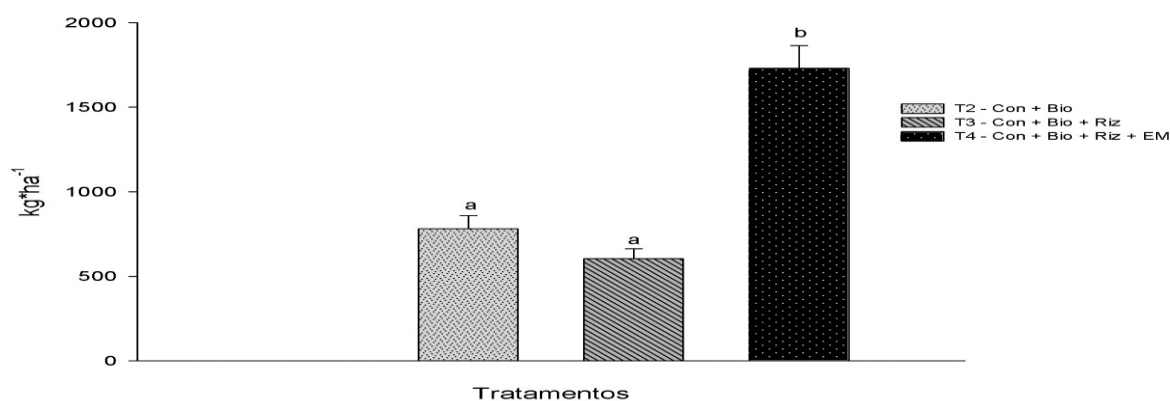


Figura 2. Produtividade de feijão caupi em sistema agroecológico em José de Freitas. * As médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 – Milho em monocultivo; T2 – Milho consorciado com feijão caupi; T3 – Milho consorciado com feijão caupi inoculado; T4 – Milho.

Quanto à lucratividade do sistema (Figura 3), podemos perceber que o consórcio do milho vermelho com o feijão caupi em sistema agroecológico se mostrou vantajoso para o produtor, pois, apesar da produtividade do milho em monocultivo, sistema T1, ter sido superior ao T2, T3 e equivalente ao T4 (figura 01), apresentou uma receita bruta de R\$ 2.223,58 reais, inferior aos sistemas de produção T2 (R\$ 3.514,73), T3 (R\$ 3.652,67) e T4 (R\$ 7.074,32). Os custos dos sistemas não foram quantificados porque todos não houve utilização de insumos externos buscando se assemelhar aos pequenos produtores rurais do Nordeste do Brasil. O consórcio garante ao produtor uma maior segurança ao produzir, maior retorno e menor risco de perdas. O retorno do consórcio está relacionado também a outros fatores como, por exemplo, variedades envolvidas e arranjos das plantas.

Carvalho *et al.* (2017), pesquisando consórcio de milho com feijão caupi, afirma que o consórcio apresenta um maior retorno financeiro para o produtor. Resultado semelhante obtiveram Santos *et al.* (2016), que confirmam que o consórcio entre milho e feijão há um melhor aproveitamento da área e retorno econômico.

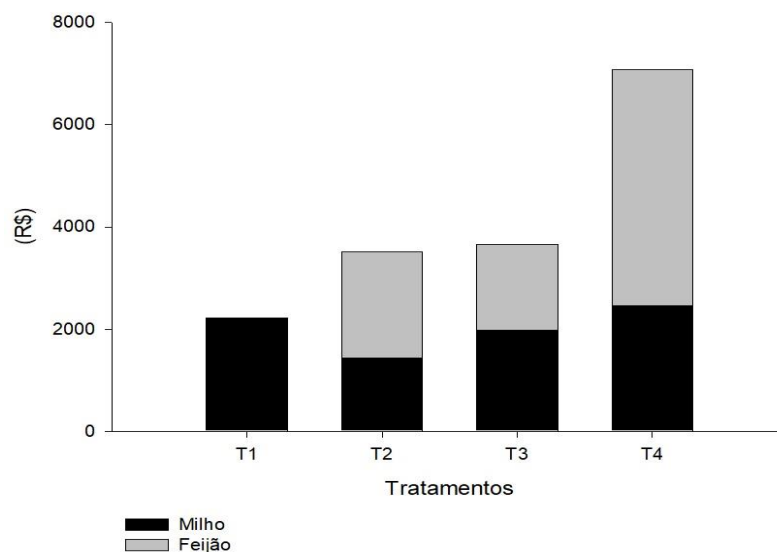


Figura 3. Lucratividade bruta do sistema de produção agroecológica com preços regionais do feijão caupi R\$ 160,00/60 kg e milho R\$ 57/60 kg, José de Freitas, Piauí, no ano de 2020.

CONCLUSÃO

A produtividade do milho é afetada pelos sistemas de produção agroecológica, dentro das condições experimentais.

O uso de bactéria *Rhizobium* e microrganismos eficientes nativos aumenta a produtividade do feijão caupi.

O sistema consorciado milho com feijão caupi e inoculado com bactéria *Rhizobium* e microrganismos eficientes nativos confere maior retorno econômico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARF, O. et al. Benefícios do milho consorciado com gramínea e leguminosas e seus efeitos na produtividade em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.17, n.3, p.431-444, 2018. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n3p431-444>

ANDRADE JUNIOR, A. S. de et al. **Atlas Climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004, 151 p. (EMBRAPA Meio-Norte. Documento 101).

ALMEIDA, R. S. de et al. Avaliação de diferentes fontes de adubação orgânica em cultivo de milho *Zea mays* crioulo. **Revista de Agroecologia no Semiárido**, v.1, n.2, p.10-17, 2017. <http://dx.doi.org/10.35512/ras.v1i2.1788>

BIANCHETTO, R. et al. Desempenho agrônomo de milho Criolo em diferentes níveis de adubação no Sul do Brasil. **Revista Eletrônica Científica UERGS**. v.3, n. 3, p. 528-545, 2017.

BONFIM, F. P. G. et al. **Caderno dos microrganismos eficientes**: instruções práticas sobre o uso ecológico e social do EM. 2 ed. UFV, 2011.

CALERO-HURTADO, A. et al. Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes. **Cultivos Tropicales**, Havana, v.39, n.3, p. 5-10, 2018.

CARVALHO, I. D. E. de et al. Viabilidade econômica do consórcio entre genótipos de milho com feijão comum na região da Zona da Mata alagoana. *Revista Agropecuária Técnica*, Areia-PB, v.38, n.4, p. 177-184, 2017. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v38i4.36226>

GRAÇA, J. P. et al. **Microrganismos estimulantes na agricultura**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2015. 56 p.: il. (Série Produtor Rural, nº 59).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

JAMOVI. (Version 1.6) **The jamoviproject** (Computer Software). Retrieved from <https://www.jamovi.org>, 2021. Acesso em fevereiro de 2023.

MIRANDA, R. A. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n.829, p.24-27, 2018.

PAZ, L. B. da et al. Desempenho e produtividade do milho safrinha em consórcio com leguminosas em sistema orgânico. **Revista de Ciências Agrárias**, v.40, n.4, p.788-794, 2017. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA16240>

PEDROSA, M. V. B. et al. Importância ecológica dos microrganismos do solo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11, n.22, p.100-114, 2015.

RODRIGUES, T. R. D. et al. Desenvolvimento da cultura do milho submetida a fertilizantes orgânicos e minerais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.4, p.509-514, 2012.

RUMJANEK, N. G. et al. **Práticas alternativas para inoculação de sementes de feijão-caupi a partir de um preparado de raízes finas noduladas**. Seropédicas, RJ: Embrapa Agrobiologia (Comunicado Técnico 145), 2017.

SANTOS, M. A. S. et al. Desempenho agrônômico de milho consorciado com feijão-de-corda em diferentes populações e arranjos de plantas no semiárido mineiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.10, n.3, p.201-208, 2016. DOI:10.18227/1982-8470ragro.v10i3.3286

SOUZA, M. M. O.; SILVA, N. C. M.; MELGAREJO, L. Agricultura Transgênica e impactos socioambientales: una lectura a partir del Cerrado/Brasil. **Agroecología**, v.12, n.2, p.59-70, 2017.

SILVA, T. I. et al. Produtividade de milho em função do consórcio com feijão caupi para região do cariri cearense. **Essentia**, v. 18, n 2, p.10-19, 2017.

SILVA, L. E. B. et al. Desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.): revisão de literatura. *Diversitas Journal*, v.5, n.3, p.1636-1657, 2020. <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i3-869>

STUCHI, J. F. **Biofertilizante**: um adubo líquido de qualidade que você pode fazer. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 16 p.