

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA DA MANDIOCA COM A APLICAÇÃO DE INOCULANTE BIOLÓGICO

EVALUATION OF THE GROWTH AND INITIAL DEVELOPMENT OF THE CASSAVA CULTURE WITH APPLICATION OF BIOLOGICAL INOCULANT

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO INICIAL DEL CULTIVO DE YUCA COM LA APLICACIÓN DE INOCULANTE BIOLÓGICO

Andressa de Lima Filipiini¹

Rayriane Dias Lavoratti²

Willian Pereira da Silva³

RESUMO: Esse artigo buscou observar a interação de plantas de mandioca com a aplicação de inoculante biológico. Apesar de ser uma planta resistente, exige que sejam utilizados fertilizantes no plantio para obter uma alta produtividade. Portanto, o uso de inoculante biológico pode se apresentar como uma alternativa ao produtor, especialmente pelo seu baixo custo. A pesquisa teve como finalidade a realização de um estudo com o objetivo de compreender a ação do inoculante biológico na cultura da mandioca no seu desenvolvimento inicial, em diferentes doses e métodos de aplicação. O experimento foi conduzido em vasos, com esquema fatorial 2 x 3 (métodos de aplicação x doses de Inoculante biológico) e a testemunha, com 4 repetições cada tratamento. Foram utilizados dois métodos de aplicação: 1) Imersão; 2) Pulverização, com doses de 15, 20 e 25 ml diluídas em 1000 ml de água. Após 40 dias foi avaliado a altura da parte aérea, profundidade das raízes, número de folhas, peso da parte aérea e das raízes e teor de matéria seca. Os tratamentos responderam de formas diferentes as variáveis analisadas. Sobretudo, observou-se maior números de folhas por planta, brotos, peso da raiz e influência na matéria seca, em algumas doses do inoculante.

3930

Palavras-chave: Azospirillum brasiliense. Tratamentos. Inoculação.

ABSTRACT: This article sought to observe the interaction of cassava plants with the application of biological inoculant. Despite being a resistant plant, it requires fertilizers to be used when planting to obtain high productivity. Therefore, the use of biological inoculants can be an alternative for producers, especially due to their low cost. The purpose of the research was to carry out a study with the objective of understanding the action of the biological inoculant on the cassava crop in its initial development, in different doses and application methods. The experiment was conducted in pots, with a 2 x 3 factorial scheme (application methods x doses of biological inoculant) and the control, with 4 replications of each treatment. Two application methods were used: 1) Immersion; 2) Spraying, with doses of 15, 20 and 25 ml diluted in 1000 ml of water. After 40 days, the height of the aerial part, depth of the roots, number of leaves, weight of the aerial part and roots and dry matter content were evaluated. The treatments responded differently to the variables analyzed. Above all, a greater number of leaves per plant, shoots, root weight and influence on dry matter were observed in some doses of the inoculant.

Keywords: Azospirillum brasiliense. Treatments. Inoculation.

¹Cursando ensino superior em Agronomia, Fanorte-Instituição de Ensino Superior de Cacoal.

²Cursando ensino superior em Agronomia, Fanorte-Instituição de Ensino Superior de Cacoal.

³Orientador. Agrônomo. Fanorte-Instituição de Ensino Superior de Cacoal.

RESUMEN: Este artículo buscó observar la interacción de las plantas de yuca con la aplicación de inoculante biológico. A pesar de ser una planta resistente, requiere el uso de fertilizantes a la hora de plantar para obtener una alta productividad. Por lo tanto, el uso de inoculantes biológicos puede ser una alternativa para los productores, especialmente por su bajo costo. El propósito de la investigación fue realizar un estudio con el objetivo de comprender la acción del inoculante biológico sobre el cultivo de yuca en su desarrollo inicial, en diferentes dosis y métodos de aplicación. El experimento se realizó en macetas, con un esquema factorial 2 x 3 (métodos de aplicación x dosis de inoculante biológico) y el testigo, con 4 repeticiones de cada tratamiento. Se utilizaron dos métodos de aplicación: 1) Inmersión; 2) Pulverización, con dosis de 15, 20 y 25 ml diluidos en 1000 ml de agua. A los 40 días se evaluó la altura de la parte aérea, profundidad de las raíces, número de hojas, peso de la parte aérea y raíces y contenido de materia seca. Los tratamientos respondieron de manera diferente a las variables analizadas. Sobre todo, en algunas dosis del inoculante se observó mayor número de hojas por planta, brotes, peso de raíces e influencia sobre la materia seca.

Palabras clave: Azospirillum brasiliense. Tratos. Inoculación.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta*) é uma planta pertencente à família das Euforbiáceas, com característica arbustiva, perene e heliófita, que necessita de total exposição solar. O cultivo é realizado principalmente em pequenas propriedades, através de classes desfavorecidas, estando principalmente encaixadas em países em desenvolvimento, alimentando em média 500 milhões de pessoas (SOUZA E, et al., 2012).

O Brasil é o quinto maior produtor mundial de mandioca, sendo responsável por 5,8% da produção mundial. O cultivo de mandioca no Brasil em 2022, ficou caracterizado com a produção em uma área de 1,25 milhão de hectares, produzindo 18,1 milhões de toneladas de raiz, que gerou o valor bruto total de R\$ 13.697.767.823 (MAPA, 2023). Além disso, seu cultivo encontra-se distribuído em todo território nacional, sendo 19,9% de sua produção na região Nordeste, 34,0% no Norte, 25,4% no Sul, 12,6% no Sudeste e 8,1% no Centro-Oeste.

O estado de Rondônia, apresenta uma baixa produção quando comparado a outros estados, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), sua produção foi de 33.575 toneladas, com uma área de 7.200 hectares colhidos. O município de Cacoal se destacou com o 10º maior produtor do estado, responsável por 838 toneladas por hectare.

A mandioca tem como característica se apresentar de forma rústica, conseguindo se desenvolver bem em locais com baixa fertilidade, contudo, quando associadas ao uso de adubos responde de forma significativa. Fialho JF e Vieira EA (2011) relatam que para produzir 25 toneladas de raízes e parte aérea, são extraídos do solo cerca de 123 kg de N, 27 kg de P, 146 kg de

K, 46 kg de Ca e 20 kg de Mg, uma quantidade o quanto alto se compararmos com a renda da maioria dos produtores da cultura.

O uso de práticas conservacionistas na agricultura brasileira vem causando diversos problemas, principalmente no solo, através do esgotamento de nutrientes, por isso, algumas medidas podem ser adotadas para o aumento de absorção de nutrientes e a diminuição na utilização de fertilizantes químicos, pois sabemos que na agricultura atual o uso destes é uma das formas mais eficazes para suprir a demanda de nutrientes das plantas, contudo, em algumas situações o seu uso pode causar danos ambientais e riscos para a saúde humana (VEJAN P, et al., 2016).

Portanto, a inoculação com bactérias pode ser utilizada como uma boa alternativa para a redução do uso de fertilizantes químicos, pois além de promotoras de crescimento de plantas (BPCP), são ambientalmente seguras, e eficientes em auxiliar na nutrição e crescimento das plantas (TURNER TR, et al., 2013).

Segundo Teixeira MA, et al. (2007) e Sarr OS, et al (2019), a mandioca possui um grande potencial em formar associações com as bactérias promotoras de crescimento. Além disso, pelo fato de as raízes serem o principal produto na mandioca, a inoculação com *Azospirillum* 5 pode ser uma boa alternativa para promover o aumento na quantidade e no comprimento das raízes comerciais (SILVA JA, 2018).

Considerando então o promissor uso do inoculante biológico em melhorar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, o presente trabalho tem como objetivo estudar sobre os benefícios na cultura e a resposta dela ao seu uso, já que existem poucos estudos referentes. Assim, o trabalho irá avaliar a resposta da cultura a diferentes doses e métodos de aplicação de inoculante biológico.

MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Cacoal, localizado no estado de Rondônia, há aproximadamente 480 km da capital do estado, Porto Velho. O município possui clima tropical quente e úmido, com chuvas no período de outubro a março, sendo sua temperatura média anual de 28°C.

O material utilizado para propagação da mandioca, foram ramas coletadas na Chácara Aluzitana ($11^{\circ}28'12,8''S$ $61^{\circ}29'03,1''W$), localizada na linha Miguel Arcanjo, setor prosperidade. As ramas utilizadas foram crioulas, onde o produtor produz apenas para o consumo próprio.

O Inoculante biológico utilizado foi o BioCompost, onde ele possui quatro bactérias promotoras do crescimento vegetal, sendo elas: *Azospirillum brasiliense*, *Rhizobium tropici*, *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas fluorescens*. Elas agem em sinergia influenciando positivamente no desenvolvimento da cultura.

O experimento foi realizado em vasos com delineamento experimental inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2×3 (métodos de aplicação \times doses de Inoculante biológico) e a testemunha, com 4 repetições cada tratamento. Foram utilizados dois métodos de aplicação: 1) Imersão; 2) Pulverização, através de pulverizador manual de pressão. As doses utilizadas foram de 15, 20 e 25 ml diluídas em 1000 ml de água.

Após receber os tratamentos as manivas foram plantadas em vasos de 4,3 litros, com 19,5 cm de altura, 13,5 cm de largura do fundo e 22,5 cm de largura da “boca”, sendo utilizados um total de 35 vasos.

Para o plantio foi realizada a coleta de solo de uma camada de 0 - 20 cm da propriedade do agricultor Joaquim Cardoso, localizada na linha 07 ($11^{\circ}20'17,8''S$ $61^{\circ}26'34,7''W$), na cidade de Cacoal, onde foi encaminhada para o Laboratório Precisão, localizado na cidade de Rolim de Moura para a realização da análise de solo (Figura 1).

Figura 1 – Análise de Solo

Resultados das Análises Químicas															
Cód. Lab	Descrição amostra	pH		P (Res)	P (Rem)	P (Meh)	S	K	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	MO
		H ₂ O	CaCl ₂	mg/dm ³				cmolc/dm ³				g/dm ³			
S.3023.2023.SOLO.1.1	0-20 PASTAGEM AMOSTRA 01	5,77	5,05	n.s.	n.s.	2,77	n.s.	80,00	0,20	n.s.	1,36	0,32	0,00	2,08	19,52

Resultados Complementares														
Cód. Lab	Descrição amostra	SB	CTC	V	K	Ca	Mg	H	Al	Al(C. ef m%)	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K
		cmolc/dm ³		%	Saturação por Elemento (%)					%	Relação entre as Bases			
S.3023.2023.SOLO.1.1	0-20 PASTAGEM AMOSTRA 01	1,88	3,96	47,56	5,16	34,32	8,08	52,44	0,00	0,00	4,25	6,65	1,56	8,21

Cód. Lab	Descrição amostra	Resultados Micronutrientes					Resultados das Análises Físicas				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Argila	Silte	Classificação Textural	Cond. Elétrica
		mg/dm ³					Textura (g/Kg)				uS/cm
S.3023.2023.SOLO.1.1	0-20 PASTAGEM AMOSTRA 01	0,26	0,90	19,15	26,00	0,90	705,00	250,00	45,00	2	n.s.

Fonte: FILIPIINI AL e LAVORATTI RD, 2023

Após o resultado da análise de solo, foi realizado os cálculos de necessidade de adubação, seguindo as recomendações do livro “Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais: 5ª aproximação”. A adubação foi realizada nos vasos antes do plantio, com doses de 80 kg /ha de fosforo e 5 kg /ha de Zinco. Foi levado em consideração, o diâmetro e o tamanho dos vasos para chegar as doses necessárias.

Posteriormente, foi aberto em cada vaso uma pequena cova com profundidade de 4 a 5 cm, colocando a maniva na posição vertical. As manivas foram padronizadas por número de gemas, sendo de 4 a 5 e por sua posição, mantendo sempre as gemas inclinadas para cima, facilitando assim seu brotamento.

Após o plantio o experimento foi conduzido por um período de 40 dias, onde foi irrigado duas vezes ao dia manualmente, procurando manter o solo sempre com umidade próximo a sua capacidade de campo. A cada sete dias era realizado um sorteio e trocadas de posição para uma melhor uniformidade das plantas no ambiente.

Ao final do experimento realizamos a avaliação da altura, medindo a partir do colo até o último folíolo da mandioca, avaliação da profundidade das raízes com o auxílio de uma fita métrica, o número de brotações de cada maniva, número de folhas por planta, peso da parte aérea e das raízes com auxílio de uma balança de precisão e diâmetro do caule, medindo 5 cm acima da superfície. Além disso, foi realizada também a massa de matéria seca das plantas, na qual será coletada a parte aérea das plantas de cada amostra, trituradas, e pesadas frescas em balança de precisão, para posteriormente serem colocadas em estufa até a massa constante.

3934

Os dados obtidos serão submetidos a estatística descritiva.

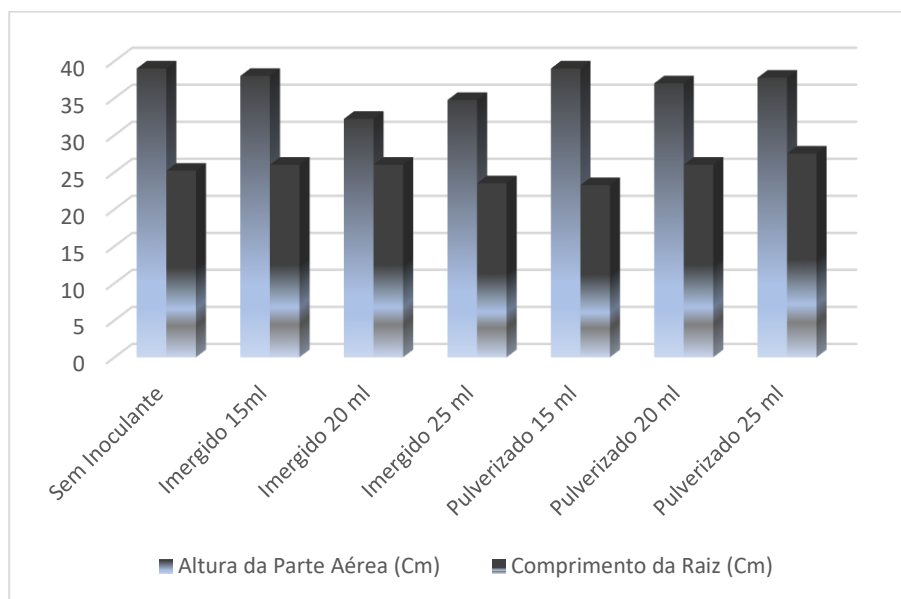
RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Teixeira MA, et al. (2007) e Hungria M (2011), as interações entre as plantas, o solo e os microrganismos ainda apresentam efeitos individuais, o que se torna difícil de ser estudado, principalmente pelo pouco conhecimento. Portanto, faz se necessário estudos considerando o maior número de fatores possíveis, como: material genético, sanidade, estado nutricional, condições químicas, físicas e biológicas do solo, e condições climáticas.

Quanto aos efeitos do inoculante biológico em relação à altura da parte aérea das plantas avaliadas, observa-se no Gráfico 1, que ambos os tratamentos e métodos de aplicação não influenciaram nessa variável, é possível notar que a testemunha avaliada obteve a mesma média ou superior à dos tratamentos realizados.

O principal produto na mandioca são as raízes reservas, portanto a inoculação pode ser uma alternativa para promover um aumento de raízes comerciais (SILVA JA, 2018). No entanto, o comprimento das raízes no gráfico 1, não houve uma diferença significativa em relação ao tratamento sem inoculante, mesmo com a presença da bactéria.

Gráfico 1 - Comparação dos valores médios da altura da parte aérea das plantas e comprimento das raízes referente a cada tipo de tratamento utilizado nas plantas de mandioca.



Fonte: FILIPIINI AL e LAVORATTI RD, 2023

Em relação a quantidade de brotos, ficou uma média de 1,75 a 3 brotos por plantas, sendo a testemunha e o tratamento imerso com 25 ml obtendo o menor percentual de brotos, e os tratamentos imerso e pulverizado com 15 ml um maior número de brotos, portanto, podemos constatar que o inoculante sobre a dose menor de inoculante apresentou um efeito relativamente positivo a cultura. Contudo, ainda não são totalmente esclarecidos os fatores que influenciam as respostas das culturas a inoculação das bactérias (REPKE RA, et al., 2013).

Na tabela 1, os tratamentos com 15 ml apresentaram números superiores em relação a quantidade de folhas por plantas, sendo necessário estudar melhor as doses. De acordo, com Döbereiner J (1989), o aumento de folhas pode estar relacionado ao efeito da *Azospirillum brasilense*, pois ela atua na promoção de crescimento.

Tabela 1 – Valores médios da quantidade de folhas por plantas de mandioca referentes a cada tratamento.

Tratamentos	Quantidade de folhas / planta
Sem inoculante	17
Imergido 15 ml	26,5
Imergido 20 ml	15,5
Imergido 25 ml	17
Pulverizado 15 ml	25,5
Pulverizado 20 ml	15,5
Pulverizado 25 ml	14,25

Fonte: FILIPIINI AL e LAVORATTI RD, 2023

O diâmetro do caule não apresentou grandes variações entre os tratamentos. O maior diâmetro foi notado no tratamento imergido com 25 ml com 0,8 cm, seguido do imergido com 20 ml, pulverizado com 25 ml e sem inoculante com 0,7 cm. O tratamento imergido com 15 ml apresentou 0,6 cm. Os demais tratamentos com o diâmetro de 0,5 cm. Albuquerque JAA, et al. (2009) relata o qual importante é o diâmetro do caule para a escolha do material a ser propagado. Por serem oriundas de diferentes partes da planta, o material utilizado para propagação vegetativa geralmente apresenta alta variabilidade, assim conseqüentemente há também variação nas reservas nutritivas em função do diâmetro. De acordo com Sagrilo E, et al. (2002) espera-se que caules com diâmetros maiores possuam uma quantidade maior de reservas nutritivas, o que resulta em desenvolvimento inicial mais vigoroso.

O peso da parte aérea foi semelhante diante os tratamentos, e em alguns casos como o tratamento pulverizado com 20 e 25 ml e imergido com 25 ml apresentaram dados médios relativamente baixos comparados aos demais tratamentos, como o imergido com 15 ml que apresentou um peso de 21,5 gramas (Tabela 2). Sobretudo, algumas condições ambientais e a competição com outras estipes e microrganismos já existentes no solo, pode afetar fortemente a colonização das bactérias (SKONIESKI FR, et al., 2017)

A *Azospirillum*, de acordo com Trentini F (2019), apresenta ter potencial em promover crescimento em relação as variáveis massa total da planta, massa total das raízes e massa total da

planta seca. Na Tabela 2, observa-se que plantas inoculadas, que receberam o tratamento, obtiveram uma menor porcentagem de matéria seca.

Em relação ao peso das raízes (Tabela 2), em um estudo realizado na Índia, Hridya AC, et al. (2013) observou que a inoculação com *Azospirillum* em condições de campo, até mesmo em plantas com metade da adubação recomendada, obteve uma melhor produtividade das raízes.

Tabela 2 – Efeitos do Inoculante para variáveis peso da parte aérea (PA), peso das raízes (PR) e massa seca da parte aérea (MSA) nas plantas de mandioca.

	PA	PR	MSA
	(g)	(g)	(%)
Sem Inoculante	20,25	5,25	39
Imergido 15 ml	21,5	5,25	24
Imergido 20 ml	20	4,5	21
Imergido 25 ml	16,25	5,75	26
Pulverizado 15 ml	21,25	7,5	30
Pulverizado 20 ml	13,25	9,5	22
Pulverizado 25 ml	14,75	9	18

Fonte: FILIPIINI AL e LAVORATTI RD, 2023

Contudo, de acordo com Queiroz LLC (2023) a resposta ao inoculante pode se diferenciar por diferentes fatores como a cultivar, clima e solo. Com o vasto acesso de materiais genéticos de mandioca existentes no Brasil, bem como a diversidade de interações que podem ocorrer das bactérias promotoras do crescimento das plantas, devemos considerar necessário que seja realizado mais estudos nesta área, tendo como objeto entender melhor este processo e identificar as associações mais promissoras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve respostas diferenciadas para cada variável analisada, pois, os tratamentos responderam de formas diversas. Apesar disso, pode se concluir que o inoculante atua de formas diferentes na cultura da mandioca, como observado no trabalho, em determinadas doses, houve um aumento no número de brotos, quantidade de folhas por plantas, peso da raiz e na matéria seca. Portanto, o uso de inoculantes biológicos, é uma tecnologia que pode contribuir

significativamente o desenvolvimento e a produtividade da cultura da mandioca, contudo, se faz necessário mais estudos referentes ao tema, sobretudo, as doses utilizadas e o inoculante, para se obter conclusões mais precisas sobre o efeito das bactérias na cultura.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE JAA, et al. Caracterização morfológica e agrônômica de clones de mandioca cultivados no Estado de Roraima. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 2009. v. 4, n. 4, p. 388-394.

DÖBEREINER J. Avanços recentes na pesquisa em fixação biológica de nitrogênio no Brasil. *Estudos Avançados*, 4:144-152, 1989.

FIALHO JF, VIEIRA EA. Mandioca no Cerrado: orientações técnicas / editores técnicos, Josefino de Freitas Fialho, Eduardo Alano Vieira. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011; 208 p. c.

HRIDYA AC, et al. Effect of biocontrol agents and biofertilizers on root rot, yield, harvest index and nutrient uptake of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Archives of Agronomy and Soil Science*, v. 59, p.1 215 - 1227. 2013.

HUNGRIA M. Inoculação com *Azospirillum* brasileiro: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2011. 36 p. (Documentos, 325).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. **Censo Agro, 2017.** Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=tema11&tema=76500. Acesso em: 10 nov. 2023.

MAPA, 2023. – Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento. 2023. Valor bruto da produção. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/valor-da-producao-agropecuaria-de-2022-esta-estimado-em-r-1-185-trilhao>. Acesso em: 28 de maio 2023.

QUEIRÓS LLS. Aspectos biométricos da planta e produção de mandioca com inoculantes biológicos. Dissertação (Mestrado em mestrado profissional em bioenergia e grãos) – Instituto Federal Goiano, Campus, 2023; 51p

REPKE RA, et al. Eficiência da *Azospirillum* brasileiro combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 12, n. 3, p. 214-226, 2013.

SAGRILO E, et al. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. *Bragantia*, 2002. 61(2), 115-125.

SARR PS, et al. Diversity and distribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) croplands in Cameroon as revealed by Illumina MiSeq. *Rhizosphere*, 2019; v. 10, 100147.

SILVA JA. Inoculação de *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada nas culturas da mandioca e batata. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2018; 138 p.

SKONIESKI FR, et al. Effect of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and nitrogen fertilization rates on maize plant yield and silage quality. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, n. 9, p. 722-730, 2017.

SOUZA E, et al. A cadeia produtiva da mandiocultura no vale do Jequitinhonha (MG): Uma análise dos aspectos sócio produtivos, culturais e da geração de renda para a Agricultura familiar. *Revista: ISEGORIA, Ação Coletiva em Revista*. Ano 1, vol. 1, n. 2, set. de 2011/fev. de 2012.

TEIXEIRA MA, et al. Microrganismos endofíticos de mandioca de áreas comerciais e etnovariedades em três estados brasileiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2007; v. 42, p. 43-49.

TRENTINI F, et al. Inoculação de *Azospirillum brasilense* em mandioca (*Manihot esculenta crantz*) cultivada em Maria Helena, Paraná. Simpósio da Pós-graduação em Agronomia Produção Vegetal da UFPR, 2019; Curitiba, PR. 91 p.

TURNER TR, et al. The plant microbiome. *Genome Biology*, 2013; p. 209 – 218.

VEJAN P, et al. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability - a review. *Molecules*, 2016; v. 21, n. 5;