

ARTIGO CIENTÍFICO

CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E FERTILIDADE DO SOLO NA CULTURA DO ALGODOEIRO SOB O USO DE BIOFERTILIZANTES E ADUBAÇÃO NPK

Magna Maria Macedo Nunes Costa¹, Rita de Cassia Cunha Saboya², José Wellington dos Santos³

Resumo: Os biofertilizantes são adubos líquidos naturais à base de substâncias orgânicas ou inorgânicas. Eles passam por processo aeróbico e/ou anaeróbico de decomposição e são usados na fertilização de plantio e/ou cobertura. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi estudar o efeito do biofertilizante VIUSID agro® sobre o crescimento, a produção e a fertilidade do solo em algodoeiro, bem como compará-lo com outros três biofertilizantes disponíveis no mercado (BioBokashi®, Aquafish Mel® e CropTurfa®) e com a adubação mineral com NPK. A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, entre setembro de 2018 e fevereiro de 2019. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com 9 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos constaram de um fatorial com quatro biofertilizantes, em ausência ou presença de adubação NPK, mais um tratamento adicional representado apenas pela adubação mineral. O biofertilizante Viusid @gro estimulou o crescimento e a reprodução do algodoeiro; proporcionou um enverdecimento mais intenso das folhas, o que evidencia maior taxa de fotossíntese; e melhorou, no solo, pH, capacidade de troca de cátions e percentagem de saturação por bases. Dessa forma, concluímos que os biofertilizantes constroem a fertilidade do solo ao longo dos plantios em relação à adubação mineral e que o VIUSID agro® mostrou-se um produto inovador em relação aos mais tradicionais encontrados no mercado.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L. VIUSID agro. BioBokashi. Aquafish Mel. CropTurfa

GROWTH, PRODUCTIVITY AND SOIL FERTILITY IN COTTON CULTIVATION UNDER THE USE OF BIOFERTILIZERS AND NPK FERTILIZATION

Abstract: The biofertilizers are natural liquid fertilizers made based in organic and/or inorganic substances. They undergo by an aerobic and/or anaerobic decomposition process, and are used in planting and/or mulch fertilization. Thus, the objective of the research was to study the effect of the biofertilizer VIUSID agro® on the growth, production and fertility of the soil in cotton, as well as to compare it with other three biofertilizers available on the market (BioBokashi®, Aquafish Mel® and CropTurfa®) and with mineral fertilizer with NPK. The research was conducted in a greenhouse at Embrapa Cotton, Campina Grande, PB, between September 2018 and February 2019. The experimental design used was the completely randomized with 9 treatments and 4 replications. The treatments consisted of a factorial with four biofertilizers, in the absence or presence of NPK fertilization, plus an additional treatment represented only by mineral fertilization. The biofertilizer Viusid @gro stimulated the growth and reproduction of cotton; it provided a more intense greening of the leaves, which shows a higher rate of photosynthesis; and improved, in soil, macronutrients, pH, cation exchange capacity and percentage of base saturation. Thus, we conclude that biofertilizers build soil fertility over time in relation to mineral fertilization and that the VIUSID agro® proved to be an innovative product in relation to traditional products found on the market.

Key words: *Gossypium hirsutum* L. VIUSID agro. BioBokashi. Aquafish Mel. CropTurfa

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 27/01/2021; aprovado em 20/05/2021

¹ *Pesquisadora A da Embrapa Algodão atuando na área de Solos e Nutrição de Plantas. E-mail: magna.ferreira@embrapa.br

² Pesquisadora da Embrapa Algodão, Campina Grande -PB. E-mail: cassia.saboya@embrapa.br

³ Pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande – PB. E-mail: wellington.santos@embrapa.br

DOI: <http://dx.doi.org/10.35512/ras.v5i3.5355>

INTRODUÇÃO

O maior desafio da agricultura do século XXI é desenvolver sistemas agrícolas sustentáveis para a produção de alimentos, fibras e energia em quantidade e qualidade que acompanhem o crescimento demográfico, ao mesmo tempo que não afetem os recursos naturais e a saúde dos trabalhadores rurais e consumidores” (CAMPOS et al., 2015).

A importância que a sustentabilidade vem tendo no desenvolvimento agrícola coloca as linhas de produção da agricultura que propõem alternativas de manejo ao modelo convencional em posição de destaque na busca de tecnologias que sejam menos agressivas ao ecossistema. As agriculturas de base ecológica, tais como as agriculturas orgânica, natural, biológica e biodinâmica, bem como a permacultura, o plantio direto e a integração lavoura-pecuária-floresta, podem ser consideradas alternativas ao modelo hegemônico de produção, e são partes intrínsecas de uma novo modelo agrícola definido generalizadamente como agroecológico (TESSEROLI NETO, 2006).

A busca de um desenvolvimento agrícola sustentável faz com que o produtor que busca uma transição para um modelo agroecológico passe cada vez mais a se distanciar de insumos convencionais, como agrotóxicos e adubos químicos de alta solubilidade, e a fazer uso de substâncias naturais que não poluem o ambiente, para elevar a fertilidade do solo e controlar pragas e doenças nas lavouras (OLIVEIRA, 2020). Essa mudança de paradigmas, ao mesmo tempo em que tem comprovações empíricas, tem demandado investigações científicas no sentido de tornar as práticas ecológicas mais eficientes (LACEY, 2015; NODARI; GUERRA, 2015).

Entre as práticas sustentáveis que têm potencial de utilização nas agriculturas de base agroecológica, estão os biofertilizantes. De acordo com Guazzelli et al. (2012), os biofertilizantes são adubos líquidos que passam por processo aeróbico e/ou anaeróbico (fermentação). Eles podem ser feitos com qualquer tipo de matéria orgânica (esterco animal, restos culturais, farelos, sobras) e/ou inorgânica (ureia, pó de calcário, fosfatos naturais, salitre do Chile) mais água, sendo usados em adubação de plantio e/ou de cobertura.

Sob a forma líquida, os biofertilizantes contêm os nutrientes essenciais às plantas; atuam como defensivos agrícolas, pois combatem pragas, doenças e plantas invasoras; atuam como um corretivo da acidez do solo, pois possuem um pH em torno da neutralidade; contribuem para a proliferação de microrganismos benéficos; além de melhorar as propriedades físicas do solo (KAUR et al., 2017).

Ainda por cima, de acordo com Mendoza et al. (2018), “apresentam um baixo custo quando comparados aos adubos químicos”. González et al. (2013) demonstrou claramente “a eficácia de biofertilizantes sobre as culturas do couve, do tomate, do pimentão e do mamão, tendo as três últimas um considerável aumento na produção de flores e frutos”.

O VIUSID agro®, da Catalysis USA, que se apresenta como uma solução contendo ácido málico, glicirrizinato de amônio, aminoácidos, fosfatos, vitaminas e minerais, para ser diluída na água de irrigação, é um biofertilizante/biorregulador que estimula o crescimento e desenvolvimento das plantas e aumenta a sua produtividade” (CALZADA et al., 2015a). Nos últimos cinco anos alguns resultados de pesquisa com o biofertilizante VIUSID agro® têm sido publicados em periódicos especializados onde foram demonstrados diversos resultados satisfatórios na produtividade, em quantidade e qualidade, nas culturas do “feijão comum” *Phaseolus vulgaris* L. (CALZADA et al., 2015c; 2017a,b), “tomate” *Solanum lycopersicum* L. (CALZADA et al., 2016), “a flor antúrio” *Anthurium andreanum* Lind. (CALZADA et al., 2015b), “alface, acelga, beterraba e rabanete” (CALZADA et al., 2017c) e “cana-de-açúcar” (KOSKY et al., 2020). Dessa forma, necessário se faz ampliar o espectro de culturas testadas em sua resposta a esse biofertilizante. Dessa forma, é oportuno que pesquisas sejam desenvolvidas no sentido de testar esse produto.

O objetivo da presente pesquisa foi estudar o efeito do biofertilizante VIUSID agro® sobre o crescimento, a produção e a fertilidade do solo em algodoeiro, bem como compará-lo com outros três biofertilizantes disponíveis no mercado (BioBokashi®, Aquafish Mel® e CropTurfa®) e com a adubação mineral com NPK.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, entre setembro de 2018 e fevereiro de 2019. O biofertilizante VIUSID agro® foi testado em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) cv. BRS 286 juntamente com mais três biofertilizantes normalmente encontrados no mercado: BioBokashi®, Aquafish Mel® e CropTurfa®, todos na presença ou não de adubação química NPK.

A adubação química e a calagem foram feitas antes da instalação dos experimentos, de acordo com a análise química do solo procedida no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas (LSNP) da Embrapa Algodão (Tabela 1). A calagem foi realizada em todo o solo utilizado no experimento. Já a adubação NPK apenas nos tratamentos que receberiam fertilização química com NPK. As doses de biofertilizantes foram supridas semanalmente

durante quatro meses. O VIUSID agro® foi aplicado na dose de 1 mL do produto para cada 5 L de água. As doses dos outros três biofertilizantes foram estabelecidas de modo a receberem semanalmente a mesma dosagem de nitrogênio do VIUSID agro®.

Tabela 1 – Análise química do solo utilizado no experimento.

pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	H + Al	T	V	Al ³⁺	P	M.O.
Água (1 : 2,5)	-----mmol _c dm ⁻³ -----						%	mmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	g kg ⁻¹	
5,3	14,1	3,8	0,4	1,5	19,8	9,1	28,9	68,6	0,0	40,8	7,9

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com nove tratamentos e quatro repetições, perfazendo um total de trinta e seis parcelas experimentais, cada uma representada por um balde plástico de 20 L enchido com solo onde duas plantas de algodoeiro foram conduzidas. Os tratamentos constaram de um arranjo fatorial 4 x 2, onde o primeiro fator foram quatro biofertilizantes e, o segundo, dois níveis de adubação mineral, 0 e 1. Aos oito tratamentos do fatorial adicionou-se mais um, representado apenas pela adubação NPK.

Os tratamentos ficaram assim representados:

T₁ – Viusid @gro

T₂ – BioBokashi

T₃ – Aquafish Mel

T₄ – CropTurfa

T₅ - Viusid @gro + NPK

T₆ – BioBokashi + NPK

T₇ - Aquafish Mel + NPK

T₈ – CropTurfa + NPK

T₉– NPK

Antes do enchimento dos baldes com solo, os mesmos foram perfurados na parte inferior para o escoamento do excesso de água, visando deixar o solo sempre na capacidade de campo. Foram retiradas amostras simples em todo o volume do solo após o mesmo chegar às instalações da Embrapa Algodão. Essas amostras simples foram juntadas para a obtenção da amostra composta, a qual foi levada ao LSNP para a análise química de rotina (Tabela 1). De posse dessas análises, corrigimos todo o volume de solo e adubamos aproximadamente metade conforme recomendação técnica para a cultura do algodão.

Após enchido com solo devidamente corrigido e, conforme o tratamento, adubado, os baldes foram identificados quanto ao tratamento e a repetição, e dispostos em bancada na casa-de-vegetação. Em seguida, foram molhados até o atingimento da capacidade de campo. Em 05 de setembro de 2018, sementes de algodoeiro da variedade BRS 286 foram semeadas numa densidade aproximada de 6 (seis) sementes por vaso. A germinação ocorreu cerca de uma semana depois. Aos nove dias após a emergência (DAE), foi feita a primeira aplicação dos biofertilizantes, operação essa que foi repetida semanalmente durante quatro meses. Aos 20 DAE foi feito o desbaste, deixando-se duas plântulas por vaso, as que estavam com o melhor aspecto visual em relação ao vigor.

As irrigações foram feitas de acordo com a necessidade das plantas, sempre de modo a deixar o solo na capacidade de campo. Para o controle de pragas e doenças, foram sendo utilizados defensivos naturais específicos, sob recomendação técnica.

Durante a condução do experimento foram tomadas as seguintes variáveis: altura da planta (Alt), Índice SPAD (teor de clorofila) e área foliar (AF). Ao final, todo o material foi coletado em casa de vegetação com o objetivo de se determinar as variáveis relacionadas ao crescimento e à produção: matéria seca remanescente da parte aérea (MSPA), número de botões florais (BF) e peso dos capulhos (PC). Posteriormente, foram coletadas amostras de solo de todas as parcelas para serem levadas ao LSNP para a quantificação das seguintes variáveis: pH; teores de Ca, Mg, Na, K, S, H+Al, Al, P e MO (matéria orgânica); CTC (capacidade de troca de cátions) e V (percentagem de saturação por bases), conforme metodologia proposta por Carmo et al. (2000).

Os dados foram tabulados no programa Excel 2013 da Microsoft Word e em seguida analisados estatisticamente no programa SAS (Statistical Analysis System) versão 9.2, de 2008. Foi feita análise estatística do fatorial 4 biofertilizantes (B) vs 2 níveis de adubação NPK (A), da interação B vs A e do fatorial B x A vs a testemunha (apenas com adubação NPK) para todas as variáveis estudadas. Em seguida as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey. Também, foi feita análise de variância para seis contrastes de interesse prático:

- 1- T1 vs T2, T3 e T4 (Viusid @gro vs BioBokashi, Aquafish Mel e CropTurfa);
- 2- T1 vs T9 (Viusid @gro vs NPK);
- 3- T1 vs T5 (Viusid @gro vs Viusid @gro + NPK);

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à altura das plantas, área foliar, massa seca remanescente da parte aérea (MSRPA), número de botões florais por planta, peso de capulhos por planta e índice SPAD encontram-se nas Tabela 2, 3, 4 e 5.

Tabela 2 – Análise de variância referente ao crescimento e produção de plantas de algodoeiro submetidas a adubação com biofertilizantes e NPK.

FV	GL	QM					
		Altura da planta	Área foliar	MSRPA	Nº botões florais	Peso de capulhos	Índice SPAD
Biofertilizante (B)	3	2812,56**	222302,88 ^{ns}	108,24**	24,78*	21,27 ^{ns}	153,80**
Adubação NPK (A)	1	648,00*	6297319,00**	271,74**	34,03*	447,01**	1,36 ^{ns}
B x A	3	307,14 ^{ns}	115645,10 ^{ns}	10,14 ^{ns}	2,78 ^{ns}	10,19 ^{ns}	21,20*
Fatorial x Testemunha	1	55,12 ^{ns}	1033243,00*	40,46 ^{ns}	0,28 ^{ns}	108,81*	28,25*
Tratamento	8	1257,78**	1043050,70**	83,42**	14,63**	81,28**	69,32**
Erro	27	123,55	229452,00	13,40	4,44	15,77	4,48
CV (%)		17,54	42,98	37,24	40,11	43,26	4,63
C1	1	7227,52**	213529,38 ^{ns}	82,79*	35,02**	5,68 ^{ns}	92,96**
C2	1	1610,28**	1224902,04*	11,02 ^{ns}	3,13 ^{ns}	135,71**	103,68**
C3	1	162,00 ^{ns}	138642,54*	112,28**	6,13 ^{ns}	87,25*	35,28**

MSRPA – Matéria seca remanescente da parte aérea

A análise de variância revelou que houve diferença significativa entre os tratamentos para todas as variáveis referentes ao crescimento e à produção, bem como para o índice SPAD, no algodoeiro submetido à adubação com biofertilizantes e NPK (Tabela 2). Ao desdobrar o fatorial biofertilizante (B) x adubação NPK (A), constatou-se que, para o fator B, houve efeito significativo em altura da planta, MSRPA, número de botões florais e índice SPAD; para o fator A, com exceção do índice SPAD, as variáveis apresentaram efeito significativo. A interação B x A mostrou-se significativa apenas para índice SPAD e, a interação fatorial x testemunha - apenas adubação mineral – mostrou-se significativa às variáveis área foliar, peso de capulhos e índice SPAD (Tabela 2).

Tabela 3 – Médias referentes ao crescimento e produção de plantas de algodoeiro submetidas a adubação com biofertilizantes e NPK

	Altura da planta	Área foliar	MSRPA	Nº botões florais	Peso de capulhos
Biofertilizante:					
Aquafish Mel	57,56 b	1150,84 a	10,44 ab	5,34 ab	10,49 a
BioBokashi	51,19 b	856,55 a	6,20 b	4,25 b	6,69 a
Cropturfa	52,25 b	984,00 a	6,96 b	3,63 b	7,23 a
Viusid @gro	90,75 a	1227,50 a	14,23 a	7,63 a	9,16 a
Adubação NPK:					
0	58,44 b	611,11 b	6,54 b	4,19 b	4,23 b
1	67,44 a	1498,33 a	12,37 a	6,25 a	12,30 a
Média fatorial	62,49 a	1054,72 b	9,46 a	5,22 a	8,57 b
Média da testemunha	66,88 a	1593,79 a	12,83 a	5,50 a	14,10 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 – Médias referentes ao índice SPAD de plantas de algodoeiro submetidas a adubação com biofertilizantes e NPK

Biofertilizante	Sem NPK	Com NPK
Aquafish Mel	44,90 Ab	42,67 Ab
BioBokashi	46,42 Aab	43,32 Bb
Cropturfa	43,32 Ab	42,80 Ab
Viusid @gro	50,45 Ba	54,65 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas, e de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Contrastes referentes ao crescimento, produção e teor de clorofila de plantas de algodoeiro submetidas a adubação com biofertilizantes e NPK.

Contraste	Altura da planta	Área foliar	MSRPA	Nº botões florais	Peso de capulhos	Índice SPAD
Y ₁	49,08**	266,79 ^{ns}	5,25*	3,42**	1,37 ^{ns}	5,57**
Y ₂	28,38**	-782,59*	-2,35 ^{ns}	1,25 ^{ns}	-8,24**	7,20**
Y ₃	9,00 ^{ns}	-832,59*	-7,50**	-1,75 ^{ns}	-6,61*	-4,20**

^{ns}, **, * Não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade.

Conforme podemos constatar nas tabelas 3, 4 e 5, o biofertilizante Viusid @gro apresentou maiores altura da planta, MSRPA, número de botões florais e índice SPAD em relação aos demais biofertilizantes. “A presença de nitrogênio orgânico no referido biolíquido, com significativa proporção dos aminoácidos aspartato, arginina, glicina e triptofano, colaboraram significativamente com os processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, justificando os resultados obtidos” (YAO et al., 2018). Ademais, “o florescimento foi estimulado pelos processos metabólicos ocorridos a nível celular que estimulam a produção de fitorreguladores ligados à iniciação de meristemas reprodutivos”, conforme também encontrado por Ramya et al. (2015) em berinjelas. Quanto à área foliar e ao peso de capulhos não houve diferença significativa entre os quatro biorreguladores. Por outro lado, as plantas adubadas com NPK apresentaram um valor significativamente maior das variáveis relacionadas ao crescimento e à produção em relação às não adubadas (Tabela 3). Entretanto, isso não ocorreu com relação ao teor de clorofila (índice SPAD), onde se constatou que o biofertilizante BioBokashi apresentou até mesmo um valor significativamente maior para esse índice quando não adubado e, o Viusid @gro, quando adubado (Tabela 4). Amjad et al. (2015) também encontraram “um aumento na produção de clorofila em folhas de algodoeiro tratado com biofertilizante.

Quando analisamos os três contrastes de interesse prático escolhidos (Tabelas 2 e 5), constatamos que, com relação às variáveis relacionadas ao crescimento, o biofertilizante Viusid @gro mostrou-se superior aos demais em altura da planta e MSRPA. No entanto, não houve diferença significativa em relação à área foliar. Calzada et al. (2018), “testando o efeito de doses crescentes de Viusid @gro sobre os indicadores morfo-fisiológicos e produtivos de rabanete (*Raphanus sativus* L.), também encontraram respostas positivas para biomassa fresca e seca da planta, bem como para os seus órgãos individuais, como os talos por exemplo, e para eficiência produtiva”.

O Viusid @gro também mostrou-se superior no desenvolvimento da clorofila, representada pelo índice SPAD, nas folhas. Tal fato pode ser explicado pelo fato desse biofertilizante ser rico em nitrogênio orgânico: as clorofilas são os pigmentos naturais mais abundantes nas células vegetais; são moléculas derivadas de porfirinas, constituídas por quatro anéis pirrólicos, um átomo central de magnésio ligado a quatro átomos de nitrogênio e uma longa cadeia lateral hidrofóbica que serve para ancorar a molécula (WILLOWS et al., 2013). Um maior índice SPAD está diretamente relacionado a uma maior produção de clorofilas ‘a’ e ‘b’ pelas plantas e, conseqüentemente, de fotoassimilados, os quais irão contribuir diretamente com seu crescimento e desenvolvimento. Com relação às duas variáveis relacionadas à produção, o Viusid @gro proporcionou às plantas um maior número de botões florais, mas não diferiu dos demais em relação ao peso de capulhos (ZHOU; YIN, 2018). Esse autores

reforçam a ideia de que as alterações metabólicas provocadas pelos fatores presentes nos biofertilizantes atuam de forma direta no processo de florescimento das plantas.

Com relação à comparação entre o biofertilizante Viusid @gro e a adubação NPK, àquele foi superior apenas em altura da planta e índice SPAD, tendo a adubação NPK proporcionado maiores área foliar e peso de capulhos. Com isso infere-se que, mesmo que o Viusid @gro tenha proporcionado maior produção de clorofila, é a área foliar e não a produção deste pigmento por cm² de folha que proporciona maior produção de fibras. Em uma pesquisa onde foi estudada a área foliar na construção de um modelo matemático para prever a produção de fibras de algodão, Lijun et al. (2015) “encontraram resultados satisfatórios que correlacionavam bem estas variáveis”. Também, contrastando o Viusid @gro com a adubação NPK, a fertilização com os macronutrientes primários proporcionou área foliar, MSRPA, peso de capulhos e índice SPAD estatisticamente superiores em relação ao biofertilizante. Tal resultado é atribuído ao fato dos adubos químicos estarem prontamente disponibilizados às raízes das plantas para serem absorvidos.

A análise de variância revelou que houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis referentes à fertilidade do solo, exceto para Na e Al (Tabela 6). Ao desdobrar o fatorial biofertilizante (B) x adubação NPK (A), constatou-se que, para o fator B, com exceção de pH, Ca, Al e MO, as demais variáveis apresentaram diferença significativa; para o fator A, houve diferença significativa para pH, Ca, V e MO. Não ocorreu interação significativa B x A e a interação fatorial x testemunha - apenas adubação mineral – mostrou-se significativa apenas às variáveis Ca, P e MO (Tabela 6).

Tabela 6 – Análise de variância referente às variáveis relacionadas à fertilidade do solo onde plantas de algodoeiro foram submetidas a adubação com biofertilizantes e NPK

FV	GL	QM											
		pH	Ca	Mg	Na	K	S	H + Al	CTC	V	Al	P	MO
Biofertilizante (B)	3	0,09 ^{ns}	2,85 ^{ns}	1,75 ^{**}	1,20 [*]	4,79 ^{**}	38,03 ^{**}	3,12 ^{**}	31,38 ^{**}	31,27 ^{**}	0,00 ^{ns}	4574,08 ^{**}	0,70 ^{ns}
Adubação NPK (A)	1	0,45 ^{**}	12,25 ^{**}	0,85 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,11 ^{ns}	12,88 ^{ns}	3,58 [*]	2,94 ^{ns}	34,03 [*]	0,00 ^{ns}	3,00 ^{ns}	3,51 [*]
B x A	3	0,01 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,36 ^{ns}	3,84 ^{ns}	0,56 ^{ns}	5,39 ^{ns}	4,70 ^{ns}	0,00 ^{ns}	14,24 ^{ns}	1,28 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	0,16 ^{ns}	9,90 [*]	1,36 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,26 ^{ns}	15,45 ^{ns}	0,65 ^{ns}	9,57 ^{ns}	7,28 ^{ns}	0,00 ^{ns}	249,76 [*]	4,86 ^{**}
Tratamento	8	0,12 [*]	4,02 [*]	1,08 [*]	0,60 ^{ns}	1,98 ^{**}	19,24 ^{**}	1,91 [*]	15,35 ^{**}	18,65 ^{**}	0,00 ^{ns}	1752,21 ^{**}	1,79 [*]
Erro	27	0,04	1,67	0,37	0,29	0,27	4,21	0,59	4,57	5,04	0,00	46,22	0,59
CV (%)		2,91	6,84	7,59	21,67	21,67	6,46	95,60	6,56	2,30	0,00	16,31	13,28
C1	1	0,00 ^{ns}	7,84 [*]	3,05 ^{**}	1,51 [*]	11,51 ^{**}	84,01 ^{**}	1,69 ^{ns}	62,34 ^{**}	22,14 [*]	0,00 ^{ns}	6730,80 ^{**}	0,12 ^{ns}
C2	1	0,21 [*]	2,31 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,61 ^{ns}	6,48 ^{ns}	3,13 ^{ns}	0,08 ^{ns}	4,35 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,00 ^{ns}	3801,92 ^{**}	3,65 [*]
C3	1	0,25 [*]	0,72 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,78 ^{ns}	1,45 ^{ns}	5,28 ^{ns}	0,00 ^{ns}	2,65 ^{ns}	0,36 ^{ns}

Conforme podemos constatar na Tabela 7, o biofertilizante Viusid @gro proporcionou ao solo os maiores valores para macronutrientes, capacidade de troca de cátions (CTC) e percentagem de saturação por bases (V%), sendo estatisticamente significante em relação a magnésio (Mg), potássio (K), enxofre (S), fósforo (P) e CTC, inclusive para fósforo o valor, 78,40 mg dm⁻³, foi mais do que o dobro do encontrado no segundo colocado, 32,79 mg dm⁻³, referente ao Aquafish Mel. Esses resultados indicam claramente que o Viusid @gro, quando aplicado pela primeira vez a um solo pobre, tem mais influência sobre a construção da fertilidade do que até mesmo sobre os atributos relacionados ao crescimento e à produção. Sendo assim, a aplicação desse biolíquido ao longo dos plantios tem o potencial de tornar o solo sustentável. Essa sustentabilidade ocorre não apenas pela aplicação dos nutrientes essenciais, mas também, pelo fato ser um produto orgânico, ativar a microbiota benéfica. Lin et al. (2017), estudando o potencial de biofertilizantes no controle do fungo de solo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc), causador da murcha de Fusarium em bananas, constatou não apenas o controle do fungo patogênico, como também uma maior proliferação de bactérias e fungos benéficos no solo, os quais, além de ser antagonistas de doenças, também contribuíram para o aumento da fertilidade.

Com relação à variável H + Al, indicadora da acidez potencial do solo, o biofertilizante Viusid @gro proporcionou o menor valor em relação aos demais (Tabela 7), indicando claramente a sua capacidade de colocar o pH numa faixa favorável ao desenvolvimento da maioria das plantas cultivadas como também de desativar as espécies tóxicas de alumínio. Jia et al. (2020) também constataram que “os biofertilizantes melhoraram significativamente os atributos de fertilidade de um solo utilizado para o cultivo de brassicáceas, entre eles o pH, além de terem aumentado a produção e melhorado a qualidade do produto colhido, e aumentado a população bacteriana benéfica, como por exemplo a de bactérias diazotróficas”. Para teor de matéria orgânica do solo – ácidos húmicos e fúlvicos -, não houve diferença significativa entre os biolíquidos, embora o Aquafish Mel, talvez pelo fato de ser o único entre os quatro a apresentar proteína animal – de peixe – dissolvida, tenha tido um valor ligeiramente superior aos demais. Illera-Vives (2015), “estudando a dinâmica de mineralização em um solo adubado com composto confeccionado à base de algas e peixes, também verificaram um incremento no teor de ácidos húmicos e fúlvicos, concordando, desta forma, com os resultados aqui obtidos”.

A adubação NPK proporcionou maiores pH, entretanto não teve influência estatisticamente significativa em relação a Mg, K, S, P e CTC (Tabela 7), ao contrário do que foi observado nos biofertilizantes, o que atribui a estes uma maior influência sobre a fertilidade do solo em relação aos adubos solúveis. Herdiyanti et al. (2015), estudando na Indonésia o efeito da aplicação ao solo de palha de arroz, fertilizantes orgânicos e biofertilizantes sobre a produção de três variedades de arroz de ‘terras

baixas’, encontraram que os condicionadores orgânicos reduziram em até 50% o uso de adubos inorgânicos, podendo contribuir com uma rizicultura mais sustentável naquele país.

Tabela 7 - Médias referentes às variáveis relacionadas à fertilidade do solo onde plantas de algodoeiro foram submetidas a adubação com biofertilizantes e NPK

	Variável											
	pH	Ca	Mg	Na	K	S	H + Al	CTC	V	Al	P	MO
Biofertilizante:												
Aquafish Mel	6,94 a	18,45 a	7,75 b	2,46ab	2,09 b	30,75 b	1,03ab	31,76 b	96,79ab	0,00 a	32,79 b	6,05 a
BioBokashi	6,79 a	18,36 a	7,80 b	2,44ab	2,11 b	30,71 b	1,66 a	32,35ab	94,84 b	0,00 a	29,21 b	5,54 a
Cropturfa	7,03 a	18,41 a	7,63 b	1,99 b	1,91 b	29,94 b	0,41 b	30,35 b	98,66 a	0,00 a	30,03 b	5,35 a
Viusid @gro	7,00 a	19,60 a	8,65 a	2,94 a	3,58 a	34,76 a	0,31 b	35,08 a	99,19 a	0,00 a	78,40 a	5,69 a
Adubação NPK:												
0	6,82 b	18,09 b	7,79 a	2,54 a	2,48 a	30,91 a	1,19 a	32,08 a	96,34 b	0,00 a	42,30 a	5,33 b
1	7,06 a	19,33 a	8,12 a	2,37 a	2,36 a	32,18 a	0,52 b	32,68 a	98,40 a	0,00 a	42,91 a	5,99 a
Média fatorial	6,94 a	18,71 b	7,96 a	2,46 a	2,42 a	31,54 a	0,85 a	32,38 a	97,37 a	0,00 a	42,61 a	5,66 b
Média da testemunha	7,15 a	20,38 a	8,58 a	2,53 a	2,15 a	33,63 a	0,43 a	34,03 a	98,80 a	0,00 a	34,23 b	6,83 a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Contrastes referentes às variáveis relacionadas à fertilidade do solo onde plantas de algodoeiro foram submetidas a adubação com biofertilizantes e NPK.

Contraste	pH	Ca	Mg	Na	K	S	H + Al	CTC	V%	P	MO
Y ₁	0,00 ^{ns}	1,62*	1,01**	0,71*	1,96**	5,29**	-0,75 ^{ns}	4,56**	2,72*	47,37**	0,20 ^{ns}
Y ₂	-0,35*	-1,08 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,55 ^{ns}	1,80**	1,25 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,48 ^{ns}	-0,42 ^{ns}	43,60**	1,35*
Y ₃	-0,40*	-0,60 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,85 ^{ns}	-1,63 ^{ns}	-1,15 ^{ns}	0,43 ^{ns}

^{ns}, **, * Não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade

Ao contrastar o Viusid @gro com os outros três biofertilizantes, foi observado que o mesmo proporcionou ao solo maiores valores de Ca, Mg, K, S, P, CTC e V%, além de menor acidez potencial (Tabelas 6 e 8), demonstrando que o seu uso “melhora significativamente os atributos relacionados à fertilidade”, conforme constatado por Calzada et al. (2018). Ao contrastar o Viusid @gro com a adubação NPK, verificou-se superioridade do biolíquido para K, S, CTC, V, comprovando que os biofertilizantes são excelentes construtores da fertilização, podendo muito bem serem recomendados para substituir a adubação mineral. Ao se adicionar NPK ao Viusid @gro - contraste 3 -, aumentou-se o teor de Ca, Mg, P e V (Tabelas 6 e 8) pois os fertilizantes comerciais são prontamente solúveis na solução do solo conforme constatado por Lopes et al. (2017).

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos podemos concluir que:

- O biofertilizante Viusid @gro estimulou o crescimento e a reprodução do algodoeiro representados pelas maiores altura da planta, peso de matéria seca da parte aérea, área foliar e produção de botões florais, em relação aos demais biofertilizantes.

- O biofertilizante Viusid @gro proporcionou um enverdecimento mais intenso das folhas de algodoeiro, o que evidencia maior taxa de fotossíntese pelos pigmentos responsáveis em nutrir organicamente a planta.

- O biofertilizante Viusid @gro melhorou as variáveis relacionadas à fertilidade do solo: macronutrientes, capacidade de troca de cátions e percentagem de saturação por bases.

- Os biofertilizantes constroem a fertilidade do solo ao longo dos plantios, em relação à adubação mineral.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Davida Group, distribuidora do biofertilizante VIUSID agro® no Brasil, pelo valioso apoio logístico e financeiro e à Fundação Parque Tecnológico da Paraíba pela administração dos recursos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMJAD, M.; AKHTAR, J.; RASHID, M. S. Evaluating the effectiveness of biofertilizer on salt tolerance of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Archives of Agronomy and Soil Science**, v.61, n.8, p.1165-1177, 2015.

CALZADA, K. P.; FERNANDÉZ, J. C. R.; MELÉNDREZ, J. F. El VIUSID AGRO una alternativa el incremento de la producción agrícola. In: **YAYABOCIENCIA. CONFERENCIA CIENTIFICA INTERNACIONAL DE LA UNISS**, 3, 2015, Sanctis Spíritus. Anais... Sanctis Spíritus: UNISS, 2015a.

CALZADA, K. P.; FERNANDÉZ, J. C. R.; MELÉNDREZ, J. F. El VIUSID AGRO uma alternativa en el incremento de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, v.5, 2016.

CALZADA, K. P.; FERNANDÉZ, J. C. R.; RODRÍGUEZ, J. F. M.; SILVA, M. L. C.; ÁLVAREZ, B. E. Efecto de la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente en el cultivo de *Anthurium andreanum* Lind. **Revista Granma Ciencia**, v.19, n.3, 2015b.

CALZADA, K. P.; FERNANDÉZ, J. C. R.; SOTOLONGO, M. S. Comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ante la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente. **Avances**, v.17, n.4, p.327-337, 2015c.

CALZADA, K. P.; FERNANDÉZ, J. C. R.; SOTOLONGO, M. S.; VICIEDO, D. O.; EXPÓSITO, C. D. V.; HERNÁNDEZ, R. D. Effects of a growth promoter on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crops in Sancti Spíritus province, Cuba. **Acta Agronómica**, v.66, n.3, p.360-366, 2017a.

CALZADA, K. P.; RODRÍGUEZ, J. C.; OLIVERA, D.; MELÉNDREZ, J.; RODRÍGUEZ, L.; GARCÍA, R.; RODRÍGUEZ, L. Effects of a growth promoter on diferente vegetable crops. **International Journal of Development Research**, v.7, n.2, p.11737-11743, 2017c.

CALZADA, K. P.; RODRÍGUEZ, J. C.; OLIVERA, D.; ORELLANA, N. L.; LUGONES, Y. Efecto de um promotor del crecimiento em el comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Avances en Investigación Agropecuaria**, v.21, n.1, p.35-45, 2017b.

CALZADA, K. P.; RODRÍGUEZ, J. C.; VICIEDO, D. O.; HURTADO, A. C.; MELÉNDREZ, J. F.; VALDEZ, R. G. VIUSID @gro® dose effect on the morpho-physiological and productive behavior of radish (*Raphanus sativus* L.). **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.35, n.3, p.293-317, 2018.

CAMPOS, A. de; MELLO, G.; COVARI, L.; CARBO, L.; SILVA, J. da; SENRA, R.; COELHO, M. A agroecologia como ciência mediadora entre a formação do agrônomo e a agricultura sustentável. **Interciência**, v.40, n.3, p.172-178, 2015.

CARMO, C. A. F. de S.; ARAÚJO, W. S. de; BERNARDI, A. C. de C.; SALDANHA, M. S. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41 p. (Embrapa Solos. Circular Técnica, 6).

GONZÁLES, E.; RODRÍGUEZ, M.; BAÑOS, H.; MONTANO, R.; GARCÍA, A.; VILLAR, J.; ENRIQUE, R.; MUÑOZ, R.; GONZÁLES, E.; RODRÍGUEZ, R.; REYES, O. USO DE Fitomas-E® em los cultivos de col, tomate, pimiento y papaya. **Agricultura Organica**, v.19, n.2, p.27-31, 2013.

HERDIYANTI, T.; SUGIYANTA; ASWIDINNOOR, H. Response of Three Rice Varieties to Combination of Fertilizers with Straw Incorporation System. **Jurnal Agronomi Indonesia**, v.43, n.3, p.179-185, 2015.

ILLERA-VIVES, M.; LÓPEZ-FABAL, A.; LÓPEZ-MOSQUERA, M. E.; RIBEIRO, H. M. Mineralization dynamics in soil fertilized with seaweed–fish waste compost. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.95, n.15, p.3047-3054, 2015.

JIA, Y.; LIAO, Z.; CHEW, H.; WANG, L.; LIN, B.; CHEN, C.; LU, G.; LIN, Z. **Effect of *Pennisetum giganteum* z.x.lin mixed nitrogen-fixing bacterial fertilizer on the growth, quality, soil fertility and bacterial community of pakchoi (*Brassica chinensis* L.).** **PLoS One**, v.15, n.2, p.1-17, 2020.

KAUR, H.; GOSAL, S. K.; WALIA, S. S. Synergistic effect of organic, inorganic and biofertilizers on soil microbial activities in rhizospheric soil of green pea. **Applied Ecology and Environmental Research**, v.12, n.4, p.1-11, 2017.

KOSKY, R. G.; JARAMILLO, D. N.; ESQUIRO, C. R.; VILLEGAS, A. B.; CALIMANO, M. B.; ARMAS, P. M.; FERREIRO, J. A.; PINEDA, E.; KUKURTCU, B.; DANIELS, D. D. Effect of VIUSID Agro® and FitoMas-E® on the Ex Vitro Acclimatization of Sugarcane Plants (*Saccharum* spp.) Cultivar C90-469. **Sugar Tech**, v.22, n.1, p.42-51, 2020.

LACEY, H. A agroecologia: uma ilustração da fecundidade da pesquisa multiestratégica. **Estudos Avançados**, v.29, n.83, p.175-181, 2015.

LIJUN, S.; WANG, Q.; WANG, C. Simulation models of leaf área index and yield for cotton grown with diferente soil conditioners. **PLoS One**, v.10, n.11, 2015.

LIN, F.; PENTON, C. R.; RUAN, Y.; SHEN, Z.; XUE, C.; LI, R.; SHEN, Q. Inducing the rhizosphere microbiome by biofertilizer application to suppress banana Fusarium wilt disease. **Soil Biology and Biochemistry**, v.104, p.39-48, 2017.

LOPES, L. O.; LACERDA, J. J. de J.; RATKE, R. F.; MATIAS, S. S. R.; MOURA, M. C. S. de; ARAÚJO, R. L. Nitrogen and potassium in cover fertilization of cotton in latossols with different clay content. **Comunicata Scientiae**, v.8, n.2, p.287-295, 2017.

MENDOZA, J. L. L. H.; QUEIROZ-VELÁSQUEZ, J. D. C.; OLIVARES, J. G. G.; ORTEGA, C. L.; RODRÍGUEZ, M. C.; RODRÍGUEZ, M. A. I. Análisis económico del uso de biofertilizantes comerciales en el cultivo del sorgo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.35, n.4, p.496-513, 2018.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. A agroecologia: estratégia de pesquisa e valores. **Estudos Avançados**, v.29, n.83, p.183-207, 2015.

OLIVEIRA, D. Inovação e transição agroecológica em Ipê e Antônio Prado/RS. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v.28, n.2, p.339-363, 2020.

RAMYA, S.; VIJAYANAND, N.; RATHINAVEL, S. Foliar application of liquid biofertilizer of brown alga *Stoechospermum marginatum* on growth, biochemical and yield of *Solanum melongena*. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v.4, n.3, p.167-173, 2015.

WILLOWS, YAQIONG, L.; SCHEER, H.; CHEN, M. Structure of Chlorophyll *f*. **Organic Letters**, v.15, n.7, p.1588-1590, 2013.

YAO, Y.; ZHANG, M.; TIAN, Y.; ZHO, M.; ZENG, K.; ZHANG, B.; ZHAO, M.; YIN, B. Azolla biofertilizer for improving low nitrogen use efficiency in an intensive rice cropping system. **Field Crops Research**, v.216, p.158-164, 2018.

ZHOU, G.; YIN, X. Assessing nitrogen nutritional status, biomass and yield of cotton with NDVI, SPAD and petiole sap nitrate concentration. **Experimental Agriculture**, v.54, n.4, p.531-548, 2018.