

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



Biofertilizantes



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Algodão
Ministério da Agricultura e Pecuária**

DOCUMENTOS 292

Biofertilizantes

Magna Maria Macedo Nunes Costa
Maria Auxiliadora Lemos Barros
Rosa Maria Mendes Freire

Embrapa Algodão
Campina Grande, PB
2023

Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário
58428-095, Campina Grande, PB
Fone: (83) 3182 4300
www.embrapa.br/algodao
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Daniel da Silva Ferreira

Secretária-Executiva
Magna Maria Macedo Nunes Costa

Membros
Francisco José Correia Farias, Geraldo Fernandes de Sousa Filho, Luiz Paulo de Carvalho, Nair Helena Castro Arriel, Rita de Cássia Cunha Saboya

Supervisão editorial
Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Revisão de texto
Marcela Bravo Esteves

Normalização bibliográfica
Enyomara Lourenço Silva

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Fotos da capa
Francisco Vilela Rezende
Fonte: *Embrapa (2007b)*

1ª edição

Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Algodão

Costa, Magna Maria Macedo Nunes

Biofertilizantes / Magna Maria Macedo Nunes Costa, Maria Auxiliadora Lemos de Barros, Rosa Maria Mendes Freire. – Campina Grande : Embrapa Algodão, 2023.

PDF (27 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Algodão, e-ISSN 0000-0000 ; 292).

1. Adubação. 2. Matéria orgânica. 3. Nutrição de planta. 4. Nutriente mineral. 5. Fertilidade do solo. I. Barros, Maria Auxiliadora Lemos de. II. Freire, Rosa Maria Mendes. III. Embrapa Algodão. IV. Título. V. Série.

CDD 663.72

Autores

Magna Maria Macedo Nunes Costa

Engenheira-agrônoma, doutora em Nutrição Mineral de Plantas, pesquisadora da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

Maria Auxiliadora Lemos Barros

Ciências Econômica, M.Sc. em Economia Rural, pesquisadora da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

Rosa Maria Mendes Freire

Química Industrial, M.Sc. em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

Apresentação

Na mudança de paradigmas que a produção mundial de alimentos, fibras e energia tem vivenciado no século XXI, os bioinsumos têm tido papel de destaque como condicionadores do solo e no manejo e controle de insetos-praga, doenças e plantas espontâneas. Entre os bioinsumos destacam-se os biofertilizantes, que são adubos líquidos feitos a partir da mistura de matéria orgânica e/ou inorgânica mais água, que, por sua vez, é submetida ao processo aeróbico ou anaeróbico de decomposição para serem usados como inoculantes de sementes, adubo de solo e foliar.

Os benefícios trazidos à sustentabilidade da agricultura com o uso desses bioinsumos são vários: aumento na atividade microbiana do solo, fornecimento equilibrado de nutrientes, aumento da resistência a estresses bióticos e abióticos e aumento da produção em quantidade e qualidade. Além disso, eles não causam impactos negativos ao meio ambiente. Para o agricultor, os biofertilizantes têm a vantagem de ser de baixo custo, utilizar recursos locais e não expô-lo às substâncias tóxicas que prejudicariam a sua saúde. Para o consumidor, a vantagem está na aquisição de um produto sem resíduos tóxicos e de alto valor biológico.

Diante desse contexto, a Embrapa tem colocado a temática bioinsumos em seu portfólio de pesquisas e adquirido expertise no desenvolvimento de biofertilizantes por meio de testes em laboratório, casa de vegetação e campo, já tendo inclusive disponibilizado no mercado o biofertilizante Hortbio.

Dessa forma, este Documento tem por objetivo descrever os principais tipos de biofertilizantes, como são feitos e utilizados, e demonstrar a sua importância sobre as culturas pesquisadas na Embrapa Algodão. Ademais, espera-se que as informações aqui contidas ajudem no norteamento de pesquisas para que

mais biofertilizantes sejam desenvolvidos e aperfeiçoados pelas instituições de ensino e pesquisa agropecuária e de extensão, com o fito de cada vez mais aumentar o carbono do solo, conter o aquecimento global e melhorar a interação produtividade x preservação ambiental. Esta publicação encontra-se alinhada com a agenda 2030 por meio do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) N° 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável.

Nair Helena Castro Arriel
Chefe-Geral da Embrapa Algodão

Sumário

Introdução.....	9
Como os biofertilizantes são feitos.....	10
Como os biofertilizantes são utilizados	11
Benefícios dos biofertilizantes	12
Tipos de biofertilizantes	13
Biofertilizante simples	13
Biofertilizante à base de plantas	15
Biofertilizante à base de plantas e pó de rocha	15
Supermagro.....	17
Agrobio e Agrobom.....	18
Biogeo	20
Vairo	22
Hortbio.....	23
Biofertilizante enriquecido com mamona	26

Efeito dos biofertilizantes sobre as culturas do algodão, do gergelim, do amendoim e da mamona.....	27
Conclusão.....	30
Referências	31

Introdução

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

A importância que a sustentabilidade vem tendo no desenvolvimento agrícola impõe que alternativas ao modelo convencional, menos impactantes aos ecossistemas e às linhas de produção da agricultura, sejam criadas. Nessa perspectiva, a busca de um desenvolvimento agrícola sustentável faz com que o produtor que planeja 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, para elevar a fertilidade do solo e controlar pragas e doenças nas lavouras. Essa mudança de paradigmas tem sido legitimada tanto por comprovações empíricas como científicas (Silva et al., 2020; Betanho; Tavares, 2021; Bosa; Rover, 2021).

Entre as práticas sustentáveis com potencial de utilização nas agriculturas de base agroecológica estão os biofertilizantes. De acordo com Guazzelli et al. (2012), os biofertilizantes são adubos líquidos confeccionados a partir da mistura de matéria orgânica e/ou inorgânica com água e que, depois disso, passam por processo aeróbico e/ou anaeróbico de decomposição para serem usados em adubação de plantio, de cobertura e foliar. Segundo a Instrução Normativa 46, de 6 de outubro de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2011), os biofertilizantes são produtos que contêm componentes ativos ou agentes biológicos, que melhoram o desempenho do sistema de produção e que são isentos de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos (Lei 10.831/03).

O objetivo deste documento é entender o que são biofertilizantes, seu modo de confecção, como são aplicados às culturas, os benefícios à agricultura, os principais tipos de biofertilizantes no Brasil e seu efeito sobre as culturas do algodão, gergelim, amendoim e mamona.

Como os biofertilizantes são feitos

Existem várias maneiras de se fazer biofertilizantes, bem como de ingredientes utilizados nesse processo de produção (Sebrae, 2016). A maneira mais simples é quando se mistura esterco e água, mas, a esses dois, pode-se acrescentar também restos vegetais, leite, melão, farelos, urina animal e materiais inorgânicos como cinzas, fosfatos naturais, calcários, pó de rocha

Foto: Francisco Vilela Rezende



Figura 1. Produção de biofertilizante aeróbico.

Fonte: Embrapa (2007b).

e micronutrientes. Quanto mais variada for a composição básica do biofertilizante, mais rico ele tende a ser em nutrientes essenciais às plantas superiores, fitorreguladores, enzimas, antibióticos, vitaminas e microrganismos benéficos.

Conforme mencionado, os biofertilizantes podem ser produzidos de duas maneiras: de forma aeróbica ou anaeróbica. Os de forma aeróbica (Figura 1) são preparados em contato com o ar, com os ingredientes sendo colocados em tambores de plástico, alumínio ou inox cobertos para evitar a entrada de água da chuva, sofrendo revolvimento uma a duas vezes por dia (Moreira; Capelesso, 2006).

Já os biofertilizantes feitos de forma anaeróbica (Figura 2) não têm contato com o ar; os ingredientes são colocados em tambores de plástico, alumínio ou inox fechados com uma tampa que deve ser furada no centro, por onde ficará acoplada uma mangueira que ligará o recipiente a uma garrafa com água. Os ingredientes, incluindo a água, devem ocupar, no máximo, 75% do volume do tambor, e a mangueira, por sua vez, deve ficar nos 25% restantes ocupados pelo ar (Moreira; Capelesso,



Foto: Gustavo Schiedeck

Figura 2. Tonel com respiro lateral para a produção de biofertilizante anaeróbico.

Fonte: Gonçalves et al. (2009).

2006). Tanto os biofertilizantes preparados de forma aeróbica quanto os preparados anaerobicamente ficam prontos entre 20 e 30 dias.

Como os biofertilizantes são utilizados

Depois de prontos, os biofertilizantes são usados diluídos em água, numa concentração de 4% a 12% e numa frequência variável dependendo da cultura e do estágio de desenvolvimento (Silva et al., 2016). Podem ser aplicados diretamente ao solo (Figura 3) antes do plantio ou por pulverizações foliares (Wang et al., 2022). Eles também são utilizados no tratamento de sementes. Nesse caso, essas sementes são mergulhadas no biofertilizante 100% concentrado por um período de 1 a 10 minutos, secando-as em seguida na sombra e semeando-as imediatamente (Stefan et al., 2013).



Figura 3. Aplicação de biofertilizante diretamente ao solo.

Fonte: Embrapa (2007b).

Benefícios dos biofertilizantes

São muitos os benefícios trazidos pelos biofertilizantes ao solo e às plantas cultivadas: aumento na atividade microbiana do solo; fornecimento equilibrado dos elementos essenciais às plantas superiores; aumento da resistência a estresses ambientais, pragas e doenças; melhoria do desenvolvimento vegetal em todas as suas etapas e aumento da produção em quantidade e qualidade. Além disso, ele é um produto orgânico, não proveniente de energia fóssil e que não causa impacto ao meio ambiente (Schweinsberg-Mickan; Müller, 2009; Jastrzębska et al., 2018; Sousa et al., 2018; Cardoso et al., 2020; Abdelhafez et al., 2021; Yang et al., 2022).

Muitas espécies de bactérias de solo vivem na rizosfera das plantas e podem se desenvolver dentro, sobre e ao redor do tecido vegetal, estimulando o seu crescimento (Vassey, 2003). Segundo esse autor, essas bactérias são

coletivamente conhecidas pela sigla PGPR — rizobactérias promotoras do crescimento das plantas, do inglês *plant growth promoting rhizobacteria* — e a pesquisa referente ao seu modo de ação é importante para o desenvolvimento de biofertilizantes.

Entre esses modos de ação, pode-se citar as capacidades de: fixar o N_2 atmosférico; solubilizar fósforo; modificar positivamente a arquitetura das raízes para facilitar a absorção dos nutrientes; modificar a partição de fotoassimilados; promover simbiose entre raízes e micorrizas; produzir, fito-hormônios, enzimas, substâncias sinalizadoras e sideróforos. Vassey (2003) conclui que existe um enorme potencial para o uso de PGPR como agentes ativos nos biofertilizantes para uma grande variedade de plantas cultivadas em uma ampla gama de condições climáticas e edáficas.

Para o agricultor, biofertilizantes têm as vantagens de ser de baixo custo, utilizar recursos locais e não expô-lo às substâncias tóxicas que prejudicariam a sua saúde (Marques et al., 2014). Para o consumidor, a vantagem está na aquisição de produtos agrícolas sem resíduos tóxicos e de alto valor biológico (Jürkenbeck; Spiller, 2020).

Tipos de biofertilizantes

Existem inúmeros tipos de biofertilizantes em função, principalmente, dos materiais utilizados e da maneira como são confeccionados (Alves et al., 2009). Entretanto, alguns se destacam por diversas razões: ou por já serem amplamente usados pelos agricultores, ou por terem sido desenvolvidos por instituições renomadas de pesquisa científica, ou ainda por terem sido validados pela experimentação agrícola.

Biofertilizante simples

O biofertilizante mais simples conhecido é aquele no qual se mistura água com esterco fresco (Figura 4), seguido de fermentação aeróbica ou anaeróbica (Souza; Alcântara, 2008), entretanto, a incorporação de variados materiais dá origem a outros tipos como: os biofertilizantes à base de plantas (Paes, 2015) e à base de plantas e pó de rocha (Guazzelli et al., 2012); o Supermagro (Lopez et al., 2016); o Agrobio (Fernandes, 2000); o Agrobom (Silva et al., 2007b); o

Foto: Ronessa Bartolomeu de Souza



Figura 4. Biofertilizante feito de esterco fresco com água.

Fonte: Souza e Alcântara (2008).

Biogeo (Leite; Meira, 2016); o Vairo (Santos, 1992); o Hortbio (Fontenelle et al., 2017); o biofertilizante enriquecido com mamona (Stuchi, 2015) e o biofertilizante enriquecido com microrganismos eficientes (ME) (Bonfim; Fontenelle, 2017).

Cavalcante et al. (2019) afirmam que os biofertilizantes de esterco bovino exercem efeitos no solo e nas plantas. No solo, os efeitos são de natureza química, física e biológica; nas plantas, exercem ações no controle fitossanitário, na nutrição mineral e na fisiologia, com efeitos também nos componentes de produção e na qualidade pós-colheita. De acordo com esses autores, ao se considerar os aspectos biodinâmicos da agricultura, há necessidade de uma maior variedade de insumos orgânicos, aumentando o portfólio de uso dos recursos naturais. Ademais, mesmo com a confirmação de compostos

bioativos nos biofertilizantes de esterco bovino e os relatos de seus efeitos na fitoproteção, há necessidade de maior investimento em estudos científicos a fim de corroborar a ação positiva desses insumos orgânicos nos solos e nas plantas.

Biofertilizante à base de plantas

Biofertilizantes à base de plantas, além de água com esterco fresco, contêm plantas subprodutos da produção agrícola. Podem ser juntados os mais variados tipos possíveis, como leguminosas — crotalárias, feijão-de-porco, guandu, lab-lab, mucunas, soja perene e leucena, por exemplo —, ricas em nitrogênio orgânico; gramíneas — milho, sorgo e capins diversos, por exemplo —, ricas em silício, nutriente importante na proteção ao ataque de pragas e doenças; hortaliças, ricas em cálcio, enxofre e micronutrientes; e plantas medicinais e espontâneas, ricas em nutrientes e fitorreguladores.

Em uma pesquisa conduzida nas Planícies Trans-Gangéticas da Índia, de clima semiárido e subtropical, Singh et al. (2015) estudaram a incorporação de restos culturais da safra anterior, referentes às rotações arroz-trigo-arroz e arroz-trigo-feijão mungo, aos biofertilizantes utilizados, e seus efeitos sobre variáveis relacionadas à bioquímica do solo: C da biomassa microbiana (C_{mic}); C orgânico do solo (C_{org}); atividade das enzimas desidrogenase, β -glucosidase e fosfomonoesterases alcalina e ácida; glomalina; atividade microbiana do solo; respiração basal (BR); ergosterol, um marcador fúngico; razão $C_{mic}:C_{org}$ e quociente metabólico (qCO_2), que é a razão $BR:C_{mic}$. Os autores observaram vantagens agrícolas e ecológicas da incorporação de restos culturais aos biofertilizantes, em relação à restauração e manutenção da fertilidade do solo, sendo a rotação com leguminosa ainda mais vantajosa.

Biofertilizante à base de plantas e pó de rocha

Os biofertilizantes à base de plantas e pó de rocha, além dos materiais anteriormente citados, contêm rochas trituradas e moídas (Figura 5). Durante o processo de decomposição pelos microrganismos, haverá também a biomineralização, na qual os materiais provenientes da rochagem serão mineralizados, enriquecendo o biofertilizante obtido com nutrientes como potássio, cálcio e magnésio.



Figura 5. Rocha triturada e moída serve para enriquecer os biofertilizantes com nutrientes como o potássio para as plantas.

Fonte: Resende et al. (2006).

Em experimento que estudou a eficácia agrônômica de um biofertilizante enriquecido com rocha fosfática, enxofre e *Acidithiobacillus* sobre a cultura da jícama (*Pachyrhizus erosus*) nos solos ácidos dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil, em comparação com superfosfato triplo (TSP), Stamford et al. (2007) constataram superioridade do biofertilizante em relação ao fertilizante fosfatado solúvel no que diz respeito ao crescimento das plantas e ao teor de P disponível no solo. Em um estudo semelhante, Stamford et al. (2011) testaram um biofertilizante à base de húmus de minhoca, rocha fosfatada e potássica, enxofre elementar e *Acidithiobacillus* na produção de uva (*Vitis vinifera* cv. Italia) no Vale do São Francisco, comparando-o a fertilizantes solúveis. Os resultados mostraram que o biofertilizante proporcionou teores foliares adequados de K, S e Fe, indicando que esse bioinsumo pode ser uma alternativa aos adubos solúveis para o cultivo da uva em solos com baixa disponibilidade de P e K.

Supermagro

O Supermagro é um biofertilizante idealizado para a cultura da maçã no município de Ipê, RS, na década de 1980, com o objetivo de transição agroecológica. Consiste na fermentação, em água, de esterco bovino fresco, acrescentando-se sais de micronutrientes, bórax, fosfato natural (Figura 6), calcário, cinzas, sal amargo (fonte de magnésio), enxofre puro e melado. É preparado em bombonas de plástico na sombra e sob condição anaeróbica, mas com pequena abertura para a saída dos gases. Depois de pronto, tem um cheiro agradável, podendo ser usado como adubo foliar ou diretamente no solo. Além de nutrir a planta (Rodrigues et al., 2009), inibe o crescimento de fitopatógenos (Mazaro et al., 2013) e aumenta a resistência das plantas a insetos e ácaros (Cavalcante et al., 2019).



Foto: Paulo Odilon Ceratti Kurtz.

Figura 6. Fosfato natural: um dos ingredientes do biofertilizante Supermagro.

Fonte: Peruzzo e Wiethölter (2000).

Estudando a produção e a nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) em solo adubado com o biofertilizante Supermagro, no município de Remígio, PB, Rodrigues et al. (2009) constataram que, no início da frutificação, as plantas estavam adequadamente supridas de N, K, S, B e Zn; ademais, a massa média dos frutos foi superior nas plantas adubadas com o Supermagro. Já em outra pesquisa, Mazaro et al. (2013), estudando a produção e a qualidade do morangueiro cv. Carmosa sob diferentes concentrações do Supermagro, constataram que houve interferência positiva no número de frutos, na massa média e na produção. Além disso, esse biofertilizante não apresentou restrição alguma nas doses mais altas, não aparecendo sintomas como manchamento nos frutos; também houve redução significativa da severidade da mancha-de-micosferela (*Mycosphaerella fragariae*).

Agrobio e Agrobom

O Agrobio, biofertilizante criado pela Pesagro, RJ, possui a mesma composição do Supermagro, com a vantagem de ser obtido em sistema aeróbico — aberto —, proporcionando às plantas as mesmas vantagens deste. Já o Agrobom, também conhecido como 'calda de oligoelementos', é um biofertilizante adaptado do Agrobio. A diferença é que, na sua composição, tem a adição de esterco fresco de galinha para agir como inoculante (Figura 7). Acrescentam-se algumas gotas de solução de iodeto de potássio (KI) a 1% para fins de esterilização e oxidação da matéria orgânica (Figura 8).

Foto: Laurimar Fiorentin



Figura 7. Cama de frango é utilizada como inoculante na confecção do biofertilizante Agrobom.

Fonte: Fiorentin (2005).

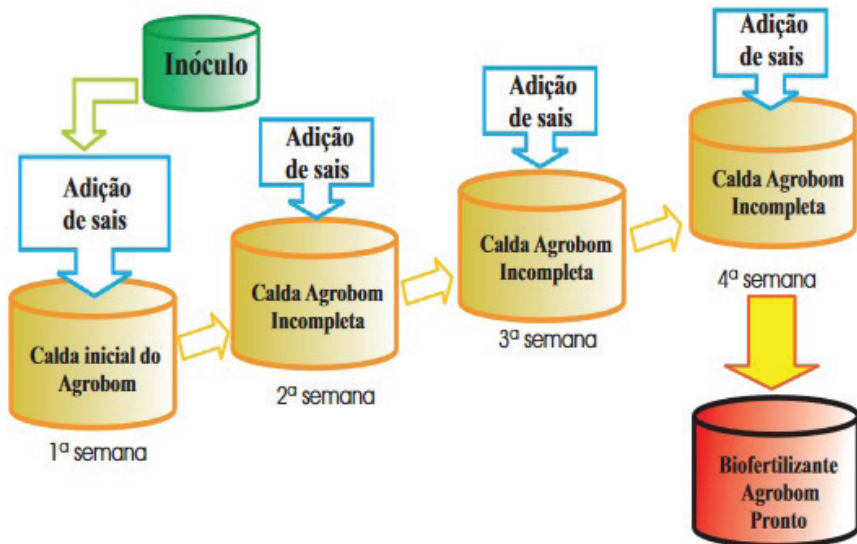


Figura 8. Etapas do processo do biofertilizante Agrobom.

Fonte: Silva et al. (2007b).

Deleito et al. (2004), em estudo que teve como objeto o biofertilizante Agrobio como alternativa no controle da mancha-bacteriana em mudas de pimentão (*Capsicum annum* L.), observaram, em bioensaios realizados em casa de vegetação, uma ação bacteriostática equivalente à de produtos químicos comerciais contra *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, numa concentração de 5%. Santos et al. (2006), estudando o efeito do Agrobio na produção de mudas de alface para cultivo orgânico, detectaram que esse biofertilizante, quando pulverizado a 8% uma vez por semana, possibilita maior peso de matéria seca da parte aérea. Fernandes et al. (2006) classificam o biofertilizante Agrobio como fertiprotetor, ou seja, ao mesmo tempo em que fornece nutrientes às plantas, as protege de pragas e doenças. Duarte Júnior e Coelho (2008), estudando a aplicação foliar de Agrobio em feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), encontraram efeitos positivos e significativos sobre os teores foliares de P e K e o número de vagens por planta.

Com relação ao Agrobom, Marrocos et al. (2012), estudando a composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decom-

posição, constataram que o esterco de galinha proporcionou aumento significativo dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio; da massa seca e também da condutividade elétrica. Na análise microbiológica, esse aditivo propiciou elevada população de microrganismos totais — bactérias, fungos e actinomicetos — em relação ao esterco de bovino. Os períodos de decomposição dos biofertilizantes influenciam nos teores de nutrientes, na diversidade e populações de microrganismos. Quanto ao Agrobom, Pinto et al. (2008), estudando o cultivo orgânico do meloeiro com a aplicação desse biofertilizante via fertirrigação, constataram aumento da produtividade e dos teores foliares de nitrogênio, potássio, enxofre, ferro, manganês e cobre. Gomes et al. (2015) também recomendam o uso do Agrobom como alternativa para fertirrigação de tomate cultivado em manejo orgânico em Petrolina, Pernambuco.

Biogeo

O Biogeo é muito utilizado na chamada agricultura biológica. Além de água com esterco bovino, esse biofertilizante é feito à base de restos culturais, tiriúca e pó de rocha, inoculados com bactérias, fungos e leveduras, postos para se decompor por meio do processo de Compostagem Líquida Continuada (CLC), que garante prazo de validade indeterminado ao biofertilizante, estando sempre pronto para ser usado (Figuras 9 e 10). Pode ser usado como adubo para o solo e foliar, e é bastante eficiente na inoculação de sementes.

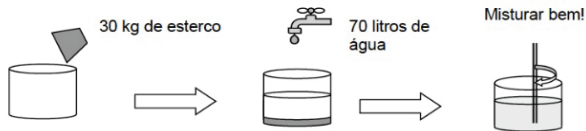
Ao comparar três tipos de biofertilizantes na cultura do maracujazeiro-amarelo — Supermagro, Agrobio e Biogeo —, na ausência e na presença de silício (Si), Guimarães et al. (2020) notaram que, quanto ao número de frutos por planta nas primeiras cinco colheitas, com a utilização do Biogeo e na presença de silício, as plantas atingiram 205 frutos e isso significou 20 vezes mais frutos do que com a utilização do tratamento convencional, sem aplicação de biofertilizantes. No que se refere à característica biométrica produtividade, ocorreu a mesma situação, em que a aplicação de Biogeo com a presença de silício potencializou o rendimento de frutos em um total de 4,82 t/ha. Em um estudo etnobotânico em urucuzeiro (*Bixa orellana*) com vistas à conservação on farm e ao melhoramento participativo, Silva (2008) verificou a efetividade do Biogeo como defensivo agrícola no controle das seguintes doenças: oídio (*Oidium* sp.), antracnose (*Colletotrichum* sp.), cercosporiose (*Cercospora bixae*) e antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*).

Como preparar o biofertilizante Biogeo:

1º passo:

Colocar o esterco fresco e a água (pura e sem cloro) dentro do vasilhame e, depois disso, misturar bem.

Deixe o vasilhame sempre destampado e ao sol.



2º passo:

Quando começar a fermentação, acrescente os restos de hortaliças, frutas e a tiririca à mistura.



3º passo:

Para enriquecer o Biogeo, acrescente fosfato natural e o pó de rocha.

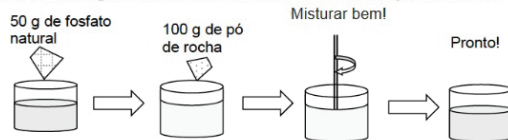


Figura 9. Como preparar o biofertilizante Biogeo.

Fonte: Leite e Meira (2016).

Figura 10. Biogeo.

Fonte: Santos et al. (2015).



Foto: Amauri da S. dos Santos e Eduardo Henrique R. de Oliveira

Vairo

O biofertilizante Vairo foi inicialmente idealizado por Vairo dos Santos (1992). Seu preparo consistia em decompor anaerobicamente esterco fresco de bovinos e água em biodigestores para adubar lavouras de cana-de-açúcar e café no interior do estado do Rio de Janeiro, em meados da década de 1980. Com o passar dos anos, a metodologia foi ajustada para decomposição aeróbica e foram adicionados outros materiais como restos culturais, cinzas, pó de rocha e farinha de ossos, estendendo-se a sua aplicação a uma ampla gama de culturas anuais e perenes (Figura 11).

Em um trabalho no qual foram estudadas as características químicas e a aceitação do biofertilizante Vairo preparado numa horta agroecológica na comunidade Nova Descoberta, no distrito de Petrolina, PE, no semiárido nor-

Fotos: Alineaurea Florentino Silva



Figura 11. Etapas da preparação do biofertilizante Vairo: esterco colocado no recipiente (A), adição de água (B) e o borbulhamento após a mistura (C).

Fonte: Silva et al. (2007b).

destino, Silva et al. (2007a) constataram que a tecnologia foi bem aceita pela maioria dos produtores daquela comunidade. Com relação à liberação dos nutrientes pelo Vairo, houve desuniformidade. Lima et al. (2018), estudando a produção de videira 'Isabel' em função de tipos e doses de biofertilizante, concluíram que os atributos produtivos massa do cacho, massa de cachos por planta e massa de baga obtiveram melhores valores com as doses ótimas que variaram entre 1,40 e 1,55 mL.planta⁻¹. Também o biofertilizante confeccionado com os mesmos ingredientes do Vairo foi o mais recomendado como alternativa de adubação orgânica da videira em condições semiáridas.

Hortbio

O Hortbio (Busato et al., 2016; Fontenelle et al., 2017), uma espécie de bokashi líquido (Figura 12), é um biofertilizante desenvolvido pela Embrapa Hortaliças, o qual não possui esterco de qualquer origem em sua composição, mas, mesmo assim, comparado a outros biofertilizantes, possui maiores



Foto: Mariana Rodrigues Fontenelle

Figura 12. Hortbio.

Fonte: Fontenelle et al. (2017).

teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Consiste numa mistura de farelos vegetais, farinha de sangue, farinha de osso e cinzas diluídos em água e cuja inoculação é feita com melado adicionado à microrganismos eficientes (ME). Estes últimos devem ser capturados em matas utilizando arroz enterrado por sete dias aproximadamente. Após esse período, descartam-se as partes escuras e são utilizadas as de colorações rosadas, azuladas, amareladas e alaranjadas (Figuras 13 e 14).

Estudando o efeito do biofertilizante Hortbio® sobre o crescimento vegetativo, o teor de clorofila e a capacidade de absorção de nutrientes de mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense*), de ocorrência natural no bioma Cerrado, Busato et al. (2016) encontraram que o bioinsumo não alterou a altura das mudas, o número de folhas, a matéria seca foliar e radicular e a área radicular

Fotos: Catharine Abreu Bonfim

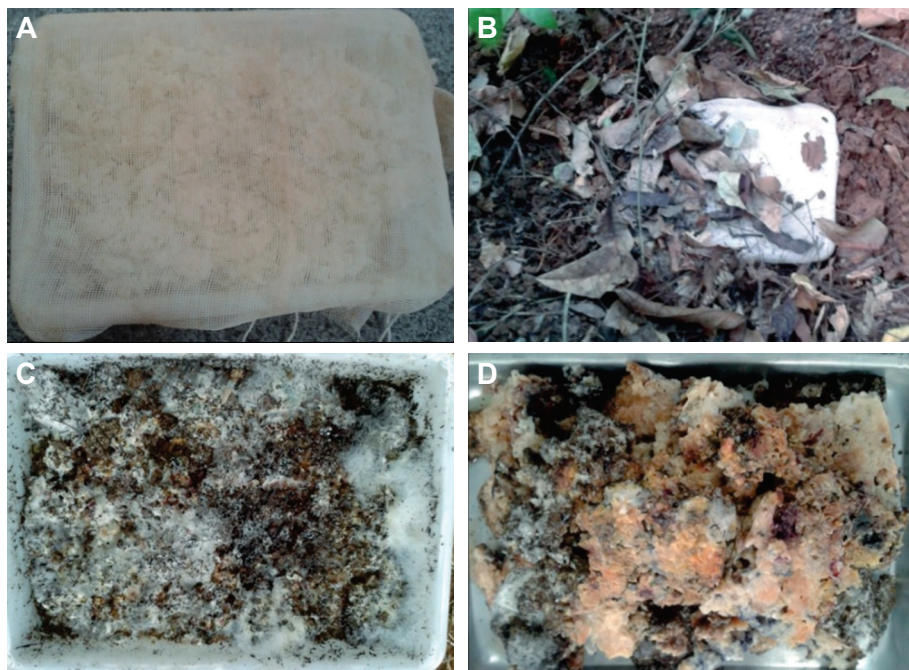


Figura 13. Preparo dos microrganismos eficientes (ME): Arroz cozido em uma bandeja tampada com sombrite (A). Bandeja colocada na mata e coberta com serapilheira (B). Arroz colonizado por microrganismos após 7 dias (C). Seleção das partes coloridas de amarelo, rosa, vermelho e eliminação das partes mais escuras (D).

Fonte: Fontenelle et al. (2017).



Fotos: Catharine Abreu Bonfim

Figura 14. Produção do Hortbio em bombonas de 200 L com mangueira branca fornecendo aeração (A). Formação de bolhas devido à aeração (B). Biofertilizante pronto após 10 dias de preparo (C).

Fonte: Fontenelle et al. (2017).

e foliar durante a fase inicial de crescimento em viveiro. Entretanto, os teores de clorofila, N total, K, Mg, S e B aumentaram significativamente. Segundo Fontenelle et al. (2017), o Hortbio® tem demonstrado grande potencialidade como fertilizante para produção de hortaliças. Além de se constituir em importante fonte de macro e micronutrientes, apresenta, em sua composição, a presença de fito-hormônios e microrganismos benéficos, criando um ambiente satisfatório para o desenvolvimento vegetal. Entretanto, os autores

alertam que o biofertilizante não deve ser aplicado sem prévia diluição, uma vez que a aplicação da forma concentrada traz danos às culturas devido à alta condutividade elétrica do Hortbio®. Esses danos ocorrem à semelhança daqueles decorrentes dos cultivos em solos salinos: baixo desenvolvimento vegetal, murcha da planta, queima das folhas, morte da planta, entre outros. O mais adequado é utilizá-lo diluído a 5% para desenvolvimento vegetal e 2% para produção de mudas.

Biofertilizante enriquecido com mamona

O biofertilizante enriquecido com mamona (Figura 15) é feito à base de esterco curtido diluído em água ao qual se acrescentam triturados; partes vegetais de mamona — folhas, talos, bagas e hastes tenras —, na mesma proporção do esterco, e cinza vegetal. Em seguida, submete-se a mistura à decomposição anaeróbica — fermentação — por aproximadamente dez dias. Quando apresentar um cheiro parecido com vinagre, leite fermentado ou silagem, o bioadu-

Foto: Adalberto Francisco Cordeiro Júnior



Figura 15. Plantas de mamona: partes vegetais servem para enriquecer biofertilizante simples

Fonte: Embrapa (2007a).

bo estará pronto. Além de ser fonte de nutrientes às plantas (Silva et al., 2012), ajuda no combate às pragas e doenças (Rossi et al., 2010; Santos et al., 2019).

Comparando biofertilizantes feitos à base de proteína animal — farinha de sangue, pó de casco e chifre, farinha de ossos e farinha de sangue — com um à base de torta de mamona, Almeida et al. (2021) encontraram que os de origem animal foram mais promissores em fornecer N às plantas, entretanto, o biofertilizante à base de mamona teve maior concentração de fósforo e potássio disponível.

O biofertilizante enriquecido com mamona também apresenta grande potencial como defensivo natural. Rossi et al. (2010) afirmam que os extratos das folhas da mamoneira possuem um fator não proteico que inibe a tripsina do bicho-mineiro do cafeeiro, podendo ser uma estratégia promissora de combate a diversas pragas que atacam essa cultura. Dessa forma, a identificação e caracterização desses inibidores são etapas muito importantes para que novas formas de controle de pragas sejam desenvolvidas. Os inibidores de tripsina atuam na digestão primária de proteínas e comprometem o processo digestivo por completo, reduzindo a disponibilidade de aminoácidos ao inseto. Já Santos et al. (2019) verificaram, em condição de casa de vegetação climatizada, que a torta de mamona é uma alternativa promissora para o manejo da hémia-das-crucíferas (*Plasmodiophora brassicae* (Wor.), que causa prejuízos em nível mundial à produção de couve-flor e demais brássicas, entretanto, mais estudos devem ser realizados no campo.

Efeito dos biofertilizantes sobre as culturas do algodão, do gergelim, do amendoim e da mamona

Um estudo foi conduzido por Tagaev et al. (2022) a fim de verificar o efeito de biofertilizantes sobre a produtividade e a qualidade do algodão Maktaaral 4011. O teor de húmus e a estrutura do solo melhoraram significativamente com a aplicação de biofertilizantes, ao passo que, com a adubação mineral, regrediram. A produtividade aumentou 35% e 37% em relação ao controle com a adubação mineral e o biofertilizante, respectivamente; e todas as variáveis relacionadas à qualidade da fibra foram superiores com o uso do bio-melhorador de solo.

Laxman et al. (2017b), em um experimento com algodão Bt, concluíram que os biofertilizantes aumentaram o número de capulhos por planta, o peso dos capulhos e da pluma. Ademais, houve um aumento na fertilidade do solo e absorção de nutrientes na fase de desenvolvimento vegetativo; na fixação do N_2 pelas bactérias de vida livre, na solubilização de fosfatos insolúveis e na produção de substâncias de crescimento vegetal, no solo. Na mesma pesquisa, Laxman et al. (2017a) afirmaram que houve um aumento, no solo, da população de *Azotobacter* e fungos benéficos no período de florescimento do algodoeiro.

Uma pesquisa desenvolvida por Arif et al. (2018) para testar o efeito de um biofertilizante feito a partir de restos vegetais e pó de rocha sobre a cultura do algodoeiro comprovou melhoria na eficiência do uso de nutrientes, no crescimento da planta e no rendimento de algodão em relação à aplicação de Superfosfato Simples (SSP). O efeito foi potencializado ainda mais quando bactérias solubilizadoras de fósforo foram adicionadas ao biofertilizante.

Estudando o efeito do biofertilizante simples sobre variáveis produtivas do gergelim, Lima et al. (2013) constataram que, com o uso desse bioinsumo, houve um aumento no peso de 1.000 sementes, no peso e número de cápsulas. Segundo esses autores, o biofertilizante bovino pode atenuar os efeitos das perdas elevadas de água por evaporação no Semiárido. Shakeri et al. (2013) afirmam, fundamentados por experimento de campo, que os biofertilizantes aumentam o rendimento de sementes de gergelim, o número de ramos e cápsulas por planta, o número de sementes por cápsula e o teor de óleo nas sementes. Segundo os autores, os biofertilizantes podem muito bem substituir a adubação química nitrogenada. Sousa et al. (2017) afirmam que os biofertilizantes atenuam os efeitos da salinidade em solos do Semiárido sobre o crescimento das plantas de gergelim.

Na avaliação do efeito da inoculação de sementes de gergelim com biofertilizantes, Das e Biswas (2020) encontraram que essa prática aumentou a absorção de N, P K e S pelas plantas bem como o número de bactérias fixadoras de N_2 — *Azotobacter* — e solubilizadoras de P. Jahan et al. (2013), em sua pesquisa, afirmaram que a inoculação das sementes de gergelim com biofertilizantes antecipou em 15 dias o tempo para atingir o índice máximo de área foliar assim como fez com que as plantas obtivessem a produção máxima de matéria seca aos 60 dias após a emergência, resultado de maior radiação

absorvida. Também houve aumento significativo no índice de colheita e nos teores de óleo e proteína das sementes. Segundo os autores, a inoculação de sementes de gergelim com biofertilizantes melhorou a utilização da radiação interceptada e absorvida pelo dossel das plantas e, conseqüentemente, os rendimentos quantitativos e qualitativos sem o uso de insumos sintéticos, o que pode ser de grande importância em regiões áridas e semiáridas.

Pesquisando o efeito dos biofertilizantes na cultura do amendoim no Semiárido, Julião et al. (2022) verificaram que esses bioinsumos melhoraram a nodulação nas raízes e aumentaram, por planta, o número de vagens maduras, as massas de vagem e de semente. Wang et al. (2021), em um estudo de longo prazo — 5 anos — para verificar o efeito dos biofertilizantes sobre a produção de amendoim e a comunidade microbiana do solo, concluíram que foram aumentados significativamente a produção total de amendoim, o teor foliar de N e o teor de proteína nas sementes, em relação ao uso de fertilizantes químicos. O teor de matéria orgânica, a atividade microbiana, a fertilidade, a solubilização de P inorgânico e a mineralização de P orgânico também foram aumentados no solo pelo uso de biofertilizantes.

Um biofertilizante simples foi enriquecido com micorrizas, fosforina e nanopartículas compostas por 200 ppm de cálcio (Ca) e 200 ppm de boro (B) para a inoculação de sementes de amendoim cv. Gizé 6 (Abdelghany et al., 2022). Essas sementes foram utilizadas em um experimento de campo que durou dois anos — 2020-2021 — para verificar o efeito dessa prática sobre o amendoim. Os autores observaram aumento no peso de 100 sementes, na produção biológica e comercial, na taxa de crescimento da cultura, no número de ramificações por planta e no teor de proteína das sementes, em relação ao controle, sugerindo que a biofertilização, quando associada à nanotecnologia, contribui para uma agricultura mais sustentável. Melo Filho et al. (2016) afirmam que a salinidade do solo diminui o crescimento e a produtividade do amendoim, entretanto o uso de biofertilizantes atenua esse quadro.

Com relação à cultura da mamoneira, foi realizado um experimento para verificar o efeito de biofertilizante e gesso agrícola nos atributos químicos de um solo salino-sódico e no crescimento inicial das plantas nas cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu (Mesquita et al., 2015). A aplicação desses dois condicionadores de solo juntos promoveu maior desenvolvimento inicial da mamoneira em ambas as cultivares, corrigiu a salinidade e a sodicidade

do solo e aumentou a disponibilidade de nutrientes às raízes. Ferreira et al. (2015), estudando o efeito da irrigação, da cobertura do solo e de biofertilizante sobre o crescimento e a produção da mamoneira cv. BRS Paraguaçu, concluíram que as plantas irrigadas com 50% da ETc no solo com cobertura morta e biofertilizante bovino na dose de 3,6 L.planta⁻¹ atingiram áreas foliares e produções semelhantes às cultivadas em sistema convencional sem cobertura e irrigadas com 100% da ETc, demonstrando a superioridade do sistema orgânico de produção com a utilização de biofertilizante em regiões semiáridas.

De modo a verificar a ação de um biofertilizante confeccionado à base de esterco de galinha e inoculado com cerealina — um alcaloide retirado do grão de trigo que potencializa a fermentação do bioinsumo — sobre a produtividade e a qualidade da mamona, em solo arenoso do deserto do Egito, Hussein et al. (2013) verificaram efeito positivo nos teores de óleo, proteína bruta, fibra e cinza, consistindo numa alternativa sustentável de biofertilização do solo para a cultura da mamoneira em regiões áridas e semiáridas do globo.

O biofertilizante enriquecido com mamona apresenta grande potencial como fertilizante orgânico para a própria mamoneira. Silva et al. (2012), avaliando o potencial de uso da torta de mamona no cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cv. Al Guarani, em casa de vegetação, encontrou teores de nutrientes no solo e nos tecidos vegetais proporcionais à dose aplicada.

Conclusão

Existem vários tipos de biofertilizantes e todos eles são importantes para a construção da fertilidade do solo sob a perspectiva de sustentabilidade agrícola. Como cada biofertilizante diferencia-se dos outros pelos materiais utilizados na sua confecção e pelo processo de preparação, é importante que cada produtor, dentro dos seus contextos ambiental, social e econômico, saiba escolher o mais propício à sua realidade. Para isso, o agricultor deve contar com o amplo apoio das instituições de transferência de tecnologia.

Ademais, é fundamental que a pesquisa agropecuária pesquise sobre diferentes biofertilizantes aplicáveis às diversas culturas e condições ambientais em cultivos agroecológicos.

Referências

ABDELGHANY, A. M.; EI-BANNA, A. A. A.; SALAMA, E. A. A.; ALI, M. M.; AI-HUGAIL, A. A.; ALI, H. M.; PASZT, L. S.; EI-SORADY, G. A.; LAMLLOM, S. F. The individual and combined effect of nanoparticles and biofertilizers on growth, yield, and biochemical attributes of peanuts (*Arachis hypogea* L.). **Agronomy**, v. 12, n. 2, e398, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/2/398>. Acesso em: 22 nov. 2022.

ABDELHAFEZ, A. A.; EID, K. E.; EI-ABEID, S. E.; ABBAS, M. H. H.; AHMED, N.; MANSOUR, R. R. M. E.; ZOU, G.; IQBAL, J.; FAHAD, S.; ELKELISH, A.; ALAMRI, S.; SIDDIQUI, M. H.; MOHAMED, I. Application of soil biofertilizers to a clayey soil contaminated with *Sclerotium rolfsii* can promote production, protection and nutritive status of *Phaseolus vulgaris*. **Chemosphere**, v. 271, e129321, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653520335189>. Acesso em: 18 nov. 2022.

ALMEIDA, L. G. de; CANDIAN, J. S.; CARDOSO, A. I. I.; GRASSI FILHO, H. Nitrogen, phosphorus, and potassium content of six biofertilizers used for fertigation in organic production system. **Comunicata Scientiae**, v. 12, p. 1-6, 2021.

ALVES, G. S.; SANTOS, D.; SILVA, J. A.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G. Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizantes. **Acta Scientiarum**, v. 31, n. 4, p. 661-665, 2009.

ARIF, M.; AHMED, W.; TANVWER-UI-HAQ; JAMSHAID, U.; IMRAN, M.; AHMAD, S. Effect of rock phosphate based compost and biofertilizer on uptake of nutrients, nutrient use efficiency and yield of cotton. **Soil and Environment**, v. 37, n. 2, p. 129-135, 2018.

BETANHO, C.; TAVARES, R. A. P. Uma avaliação da ação “Geração de conhecimentos sobre gestão para agricultores familiares e camponeses em transição agroecológica” no campo mercadológico – olhando da porteira para fora. **Caminho Aberto**, n. 13, p. 35-44, 2021.

BONFIM, C. A.; FONTENELLE, M. R. **Microrganismos benéficos em biofertilizantes**. Brasília: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/22865878/microrganismos-beneficos-em-biofertilizantes>. Acesso em: 17 jun. 2021.

BOSA, J. A.; ROVER, O. J. Desafios e aprendizados para a transição agroecológica do café orgânico: o caso da agricultura familiar do Leste de Minas Gerais. **Desenvolvimento e meio Ambiente**, v. 58, p. 404-425, 2021.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 46, de 6 de outubro de 2011. Estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos sistemas orgânicos de produção. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 out. 2011. Seção 1, v. 194, p. 4.

BUSATO, J. G.; ZANDONADI, D. B.; SOUSA, I. M. de; MARINHO, E. B.; DOBBS, L. B.; MÓL, A. R. Efeito do extrato húmico solúvel em água e biofertilizante sobre o desenvolvimento de mudas de *Callophyllum brasiliense*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 86, p. 161-168, 2016.

CARDOSO, A. da S.; JUNQUEIRA, J. B.; REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C. How do greenhouse gas emissions vary with biofertilizer type and soil temperature and moisture in a tropical grassland? **Pedosphere**, v. 30, n. 5, p. 607-617, 2020.

CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, F. T. C.; SOUTO, A. G. de L.; BEZERRA, M. A. F.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; FERREIRA, J. F. da S.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Biofertilizers in horticultural crops. **Comunicata Scientiae**, v. 10, n. 4, p. 415-428, 2019.

DAS, A.; BISWAS, P. K. Effect of sulphur and biofertilizer in nutrient uptake by sesame and microbial population in Red and Lateritic Soil of West Bengal. **Agricultural Science Digest**, v. 40, n. 3, p. 226-233, 2020.

DELEITO, C. S. R.; CARMO, M. G. F. do; FERNANDES, M. do C. de; ABOUD, A. C. de S. Biofertilizante agrobio: Uma alternativa no controle da mancha bacteriana em mudas de pimentão (*Capsicum annum* L.). **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1035-1038, 2004.

DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C. Aplicação foliar de Agrobio® e molibdênio em dois cultivares de feijão comum. **Revista Ceres**, v. 55, n. 1, p. 41-48, 2008.

EMBRAPA. **Mamona - BRS Energia**. Brasília: Embrapa, 2007a. (Technological Solutions). Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/908/mamona---brs-energia>. Acesso em: 17 jun. 2021.

EMBRAPA. **Processo de fabricação de biofertilizante**. Brasília: Embrapa, 2007b. (Technological Solutions). Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/804/processo-de-fabricacao-de-biofertilizante>. Acesso em: 11 jun. 2021.

FERNANDES, M. C. A. O biofertilizante Agrobio. **A Lavoura**, v. 103, n. 634, p. 42-43, 2000.

FERNANDES, M. do C. de A.; LEITE, E. C. B.; MOREIRA, V. E. **Defensivos alternativos:** ferramenta para uma agricultura ecológica, não poluente, produtora de alimentos saudáveis. Niterói: PESAGRO-RIO, 2006, 22 p. (PESAGRO-RIO. Informe Técnico, 34). Disponível em: <http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/publicacao/IT34_defensivos.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2016.

FERREIRA, N. M.; MESQUITA, E. F. de; SÁ, F. V. da S.; BERTINO, A. M. P.; PAIVA, E. P. de; FARIAS, S. A. R. Crescimento e produção da mamoneira BRS Paraguaçu sob irrigação, cobertura do solo e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 9, p. 857-864, 2015.

FIORENTIN, L. **Reutilização de cama de frangos e as implicações de ordem bacteriológica na saúde humana e animal.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005. 24 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 94).

FONTENELLE, M. R.; LIMA, C. E. P.; BONFIM, C. A.; ZANDONADI, D. B.; BRAGA, M. B.; PILON, L.; MACHADO, E. R.; RESENDE, F. V. **Biofertilizante Hortbio®:** propriedades agrônômicas e instruções para o uso. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2017. 11 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 162).

GOMES, A. da S.; SANTOS, F. A.; YURI, J. E.; COSTA, N. D. Avaliação de genótipos de tomate cultivados em manejo orgânico. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 10., 2015, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. p. 15-20. 1 CD_ROM. (Embrapa Semiárido. Documentos, 264).

GONÇALVES, M. de M.; SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E. **Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de base ecológica.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 7 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 78).

GUAZZELLI, M. J. B.; RUPP, L. C. D.; VENTURINI, L. **Biofertilizantes.** Bento Gonçalves: MDA/IBRAVIN, 2012. 13 p. (MD/IBRAVIN. Publicação Técnica, 1).

GUIMARÃES, T. E.; FERREIRA, J. P. M.; MACHADO, L. de F. C.; TEODORO, M. L.; REIS, L. L. dos; ARAÚJO, J. R. de. Biofertilizantes e silício na produção sustentável de maracujazeiro-amarelo. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 12.; SIMPÓSIO DA PÓS-GRADUAÇÃO IFSULDEMINAS, 9., 2020, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Instituto Federal Sul de Minas Gerais, 2020. Disponível em: <https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jctpcs2020/jctpcs2020/paper/viewFile/6471/4551>. Acesso em: 10 mar. 2022.

HUSSEIN, M. M.; TAWFIK, M. M.; EI HABBASHA, S. F.; MEKKI, B. B. Prospect of bacterial inoculants and organic fertilizers for improving growth, productivity and quality of castor bean (*Ricinus communis* L.) plants in newly reclaimed sandy soils. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 9, n. 6, p. 421-428, 2013.

JAHAN, M.; NASSIRI MAHALLATI, M.; AMIRI, M. B.; EHYAJI, H. R. Radiation absorption and use efficiency of sesame as affected by biofertilizers inoculation in a low input cropping system. **Industrial crops and products**, v. 43, p. 606-611, 2013.

JASTRZĘBSKA, M.; SAEID, A.; KOSTRZEWSKA, M. K.; BAŚLADYŃSKA, S. New phosphorus biofertilizers from renewable raw materials in the aspect of cadmium and lead contents in soil and plants. **Open Chemistry**, v. 16, n. 1, p. 35-49, 2018.

JULIÃO, A. K. S.; LUZ, L. N. da; GADELHA, M. T.; OLIVEIRA, M. L.; SILVEIRA, M. V. S.; CASTRO S. F. A. O.; BARROS, L. P. Do biofertilizers affect nodulation ability and pod production in peanut genotypes? **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, n. 2, e20201163, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/lj/aabc/a/RZGvjhGRKNz5tVBgvJ9rWmR/?lang=en#>. Acesso em: 22 nov. 2022.

JÜRKENBECK, K.; SPILLER, A. Consumers' evaluation of stockfree-organic agriculture - a segmentation approach. **Sustainability**, v. 12, n. 10, e4230, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/10/4230>. Acesso em: 18 nov. 2022.

LAXMAN, T.; RAM PRAKASH, T.; AVIL KUMAR, K.; SRINIVAS, A. Microbial activity in Bt cotton soils as influenced by the biofertilizer consortia and foliar nutrition under rainfed. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 8, p. 3551-3554, 2017a.

LAXMAN, T.; SRINIVAS, A.; AVIL KUMAR, K.; RAM PRAKASH, T. Yield and yield attributes of Bt cotton as influenced by the biofertilizer consortia and foliar nutrition under rainfed. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 8, p. 1-4, 2017b.

LEITE, C. D.; MEIRA, A. L. **Biofertilizante Biogeo**. Fichas Agroecológicas – Tecnologias apropriadas para agricultura orgânica, 9. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas/arquivos-fertilidade-do-solo/9-biofertilizante-biogeo.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2019.

LIMA, A. S. de; SILVA, F. L. da; SANTOS, J. da M.; SANTOS, J. G. R. dos; ALVES, J. de M.; SOUSA, C. da S. Produção da videira 'Isabel' em função de tipos e doses de biofertilizante. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 39, n. 3, p. 238-245, 2018.

LIMA, F. A.; SOUSA, G. G. de; VIANA, T. V. de A.; PINHEIRO NETO, L. G.; AZEVEDO, B. M. de; CARVALHO, C. M. de. Irrigação da cultura do gergelim em solo com biofertilizante bovino.

Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 7, n. 2, p. 102-111, 2013.

LOPEZ, M. A. R.; JUNQUEIRA, A. M. R.; MEJIA, L. M. Estabilidade do biofertilizante

Supermagro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 2, p. 152-156, 2016.

MARQUES, S. M. A. de A.; SILVA JÚNIOR, F. J. da S.; MONTEIRO, M. K. D.; VIEIRA, A. S.;

VENTURA, A. F. A.; VENTURA JÚNIOR, R. Produção de biofertilizante, adubo orgânico e

biogás para agricultura familiar. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia**

Ambiental, v. 18, n. 3, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/13798>.

Acesso em: 16 fev. 2022.

MARROCOS, S. de T. P.; NOVO JÚNIOR, J.; GRANGEIRO, L. C.; AMBROSIO, M. M. de Q.;

CUNHA, A. P. A. da. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes

tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012.

MAZARO, S. M.; MANGNABOSCO, M. C.; CITADIN, I.; PAULUS, D.; GOUVEA, A. de.

Produção e qualidade de morangueiro sob diferentes concentrações de calda bordalesa,

sulfocálcica e biofertilizante supermagro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, supl. 1, p.

3285, 2013.

MELO FILHO, J. S. de; VÉRAS, M. L. M.; ALVES, L. de S.; SOUSA, N. A.; CAVALCANTE, L.

de M.; MELO, E. N. de; ANDRADE, R. A. de; SILVA, S. S.; DIAS, T. J.; GONÇALVES NETO, A.

C. Growth indexes, production and tolerance of peanut irrigated with saline water and bovine

biofertilizer. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 44, p. 4470-4479, 2016.

MESQUITA, E. F. de; SÁ, F. V. da S.; BERTINO, A. M. P.; CAVALCANTE, L. F.; PAIVA, E. P. de;

FERREIRA, N. M. Effect of soil conditioners on the chemical attributes of a saline-sodic soil and

on the initial growth of the castor bean plant. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2527-

2538, 2015.

MOREIRA, V. R. R.; CAPELESSO, E. **Orientações para uma agricultura de base ecológica**

no pampa gaúcho. Bagé: Gráfica Instituto de Menores, 2006.

PAES, L. S. O. P. **Biofertilizantes e defensivos naturais na agricultura orgânica**: receitas e

recomendações. Antonina, PR: Ademadan, 2015. 27 p.

PERUZZO, G.; WIETHÖLTER, S. **Fosfatos naturais reativos**: resultados obtidos no Sul do

Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 28 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa, 4).

PINTO, J. M.; GAVA, C. A. T.; LIMA, M. A. C.; SILVA, A. F.; RESENDE, G. M. de. Cultivo orgânico de meloeiro com aplicação de biofertilizantes e doses de substância húmica via fertirrigação. **Revista Ceres**, v. 55, n. 4, p. 280-286, 2008.

RESENDE, A. V.; MACHADO, C. T. T.; MARTINS, E. de S.; NASCIMENTO, M. T. do; SENA, M. C. de; SILVA, L. de C. R.; LINHARES, N. W. **Rochas moídas como fontes de potássio para o milho em solo de cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 20 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e Desenvolvimento, 162).

RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. P. de; SOUSA, J. T. de; MESQUITA, F. O. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 117-124, 2009.

ROSSI, G. D.; SANTOS, C. D. dos; CARDOSO, M. das G.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P. de; PAIVA, L. V. Inibição da tripsina de bicho-mineiro do cafeeiro por um fator não-protéico presente em extratos de folhas de mamona. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 361-366, 2010.

SANTOS, A. C. V. dos. **Biofertilizante líquido**: o defensivo agrícola da natureza. 2. ed. Niterói: Emater, 1992. 16 p. (Emater. Agropecuária Fluminense, 8).

SANTOS, A. da S. dos; CURADO, F. F.; FONTES, H. R.; CARVALHO, L. M. de; TAVARES, E. D.; ANJOS, J. L. dos. **Vitrines Agroecológicas**: espaço para a construção do conhecimento. 1. ed. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 2 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1044546/1/vitrinestecnologicas.1pdf.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2021.

SANTOS, C. A. dos; DINIZ, C. S.; LIMA, J. de O.; OLIVEIRA, L. da S. de S.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. do; CARMO, M. G. F. do. Avaliação preliminar do uso de torta de mamona no manejo da hérnia das crucíferas em couve-flor. **Colloquium Agrariae**, v. 4, n. 3, p. 31-38, 2019.

SANTOS, V. L. da; FERNANDES, M. do C. de; MOREIRA, V. F.; CASTILHO, A. M. C.; CARVALHO, J. F. Efeito do biofertilizante Agrobio e de diferentes substratos na produção de mudas de alface, para cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 1, n. 1, 2006.

SCHWEINSBERG-MICKAN, M. S. Z.; MÜLLER, T. Impact of effective microorganisms and other biofertilizers on soil microbial characteristics, organic-matter decomposition, and plant growth. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 172, n. 5, p. 704-712, 2009.

SEBRAE. **Biofertilizantes**: práticas sustentáveis para pequenos negócios. Florianópolis: Centro Sebrae de Sustentabilidade, 2016. 5 p. (Sebrae. Sustentabilidade, Boletim de Tendências).

SHAKERI, E.; AMINI DEHAGHI, M.; TABATABAEI, S. A.; MODARES SANAVI, S. A. M. Effect of chemical fertilizer and biofertilizer on seed yield, its components, oil and protein percent in sesame varieties. **Majallah-i Dānishi-i Kishāvarzī Va Tawfīd-i Pāydār**, v. 22, n. 1, p. 71-85, 2013.

SILVA, A. F.; COELHO, A. I. de A.; RAMOS, J. B.; SANTANA, L. M. de; FRANÇA, C. R. R. S. Características químicas e aceitação de biofertilizante preparado em horta agroecológica do Semi-Árido nordestino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 5., 2007, Guarapari. **Agroecologia e territórios sustentáveis**: resumos. Guarapari: ABA, 2007a. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/162193>. Acesso em: 11 mar. 2022.

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. de A.; SILVA, M. L. S. da; MATOS, A. N. B. **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007b. 4 p. (Embrapa Semiárido. Comunicado Técnico, 130).

SILVA, F. P. da; OLIVEIRA, G. R.; CUNHA, C. A. da; WANDER, A. E. Transição agroecológica em cooperativa de agricultores familiares de Itapuranga, Goiás. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 3, p. 309-318, 2020.

SILVA, S. de D. da; PRESOTTO, R. A.; MAROTA, H. B.; ZONT, E. Uso de torta de mamona como fertilizante orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 19-27, 2012.

SILVA, S. do N. **Estudo Etnobotânico em Urucueiro com vistas à Conservação On Farm e ao Melhoramento Participativo**. 2008. 88 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

SILVA, W. O.; STAMFORD, N. P.; SILVA, E. V. N.; SANTOS, C. E. R. S.; FREITS, A. D. S.; SILVA, M. V. The impact of biofertilizers with diazotrophic bacteria and fungi chitosan on melon characteristics and nutrient uptake as an alternative for conventional fertilizers. **Scientia Horticulturae**, v. 209, p. 236-240, 2016.

SINGH, G.; KUMAR, D.; SHARMA, P.; KRAKAUER, N. Effect of organics, biofertilizers and crop residue application on soil microbial activity in rice – wheat and rice-wheat mung bean cropping systems in the Indo-Gangetic plains. **Cogent Geoscience**, v. 1, n. 1, e1085296, 2015.

Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23312041.2015.1085296>. Acesso em: 18 nov. 2022.

SOUSA, G. G. de; RODRIGUES, V. dos S.; SOARES, S. da C.; DAMASCENO, I. N.; FIUSA, J. N.; SARAIVA, S. E. L. Irrigation with saline water in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in a soil with bovine biofertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 9, p. 604-609, 2018.

SOUSA, G. G.; FIUSA, J. N.; LEITE, K. N.; SOARES, S. C.; SILVA, G. L. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na cultura do gergelim. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 3, p. 116-125, 2017.

SOUZA, R. B. de; ALCÂNTARA, F. A. de. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 8 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 65).

STAMFORD, N. P.; ANDRADE, I. P.; SILVA JÚNIOR, S. da; LIRA JÚNIOR, M. A.; SANTOS, C. E. de R. e S.; FREITAS, A. D. S. de; STRAATEN, P. V. Nutrient uptake by grape in a Brazilian soil affected by rock biofertilizer. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 11, n. 4, p. 79-88, 2011.

STAMFORD, N. P.; SANTOS, P. R.; SANTOS, C. E. S.; FREITAS, A. D. S.; DIAS, S. H. L.; LIRA JÚNIOR, M. A. Agronomic effectiveness of biofertilizers with phosphate rock, sulphur and *Acidithiobacillus* for yam bean grown on a Brazilian tableland acidic soil. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 6, p. 1311-1318, 2007.

STEFAN, M.; MUNTEANU, N.; STOLERU, V.; MIHASAN, M.; HRITCU, L. Seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria enhances photosynthesis and yield of runner bean (*Phaseolus coccineus* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 151, p. 22-29, 2013.

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

TAGAEV, A. M.; DAURENBEEK, N. M.; BASTAUBAEVA, Sh O. The effect of biofertilizers on cotton productivity and quality. **Earth and Environmental Science**, v. 1043, n. 1, e012055, 2022. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1043/1/012055/pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

VASSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v. 255, n. 2, p. 571-586, 2003.

WANG, B.; SUN, M.; YANG, J.; SHEN, Z.; OU, Y.; FU, L.; ZHAO, Y.; LI, R.; RUAN, Y.; SHEN, Q. Inducing banana Fusarium wilt disease suppression through soil microbiome reshaping by pineapple–banana rotation combined with biofertilizer application. **Solo**, v. 8, p. 17-29, 2022.

WANG, Y.; PENG, S.; HUA, Q.; QIU, C.; WU, P.; LIU, X.; LIN, X. The long-term effects of using phosphate-solubilizing bacteria and photosynthetic bacteria as biofertilizers on peanut yield and soil bacteria community. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, e693535, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2021.693535/full>. Acesso em: 21 nov. 2022.

YANG, L-Y.; ZHOU, S-Y-D.; LIN, C-S.; HUANG, X-R.; NEILSON, R.; YANG, X-R. Effects of biofertilizer on soil microbial diversity and antibiotic resistance genes. **Science of the Total Environment**, v. 820, e153170, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722002601>. Acesso em: 18 nov. 2022.

Embrapa

Algodão

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

CGPE 18312