



Foto: Fabiano Bastos

Tecnologia **BioAS**

Padrões de laudos e suas interpretações

Tecnologia BioAS

Padrões de laudos e suas interpretações

A tecnologia Embrapa de Bioanálise de Solo ou BioAS agrega o componente biológico às análises de rotina de solos e tem como base a análise da atividade das enzimas arilsulfatase e beta-glicosidase, respectivamente associadas aos ciclos do enxofre e do carbono. Por estarem relacionadas, direta ou indiretamente, ao potencial produtivo e à sustentabilidade do uso do solo, essas enzimas funcionam como bioindicadores e ajudam a avaliar a saúde dos solos. Valores elevados de atividade enzimática indicam sistemas de produção e/ou práticas de manejo do solo adequadas e sustentáveis. Ao contrário, valores baixos servem de alerta ao agricultor para uma reavaliação do sistema de produção na direção da adoção de boas práticas de manejo.

O laudo da BioAS apresenta diversos índices calculados a partir da interpretação dos resultados de análises enzimáticas e das análises tradicionais de fertilidade do solo (Figura 1). O índice que agrega o componente químico e biológico do solo é denominado Índice de Qualidade Química e Biológica do Solo ou $IQS_{FERTBIO}$. Esse índice, por sua vez, agrega três importantes funções do solo: (F1) Ciclagem de nutrientes; (F2) Armazenamento de nutrientes; e (F3) Suprimento de nutrientes. O desempenho de cada uma dessas funções é mensurado por um conjunto de indicadores associados, conforme demonstrado no esquema da Figura 1.

Funções do solo avaliadas na BioAS

F1: Ciclar nutrientes	Avalia a atividade biológica e os processos derivados dela como a ciclagem de nutrientes e a formação e decomposição da matéria orgânica do solo (MOS)
F2: Armazenar nutrientes	Quantifica o “reservatório” de nutrientes do solo, o qual está principalmente relacionado à textura, qualidade das argilas e ao conteúdo e qualidade da MOS
F3: Suprir nutrientes	Avalia a qualidade do conteúdo do “reservatório” de nutrientes do solo, como sua acidez e capacidade de disponibilizar os principais macronutrientes

Na Figura 1, ainda são apresentados dois subíndices derivados do $IQS_{FERTBIO}$: o Índice de Qualidade Biológica do Solo ($IQS_{BIOLÓGICO}$), o qual deriva da F1, e o Índice de Qualidade Química do solo ($IQS_{QUÍMICO}$), o qual deriva conjuntamente da F2 e da F3.

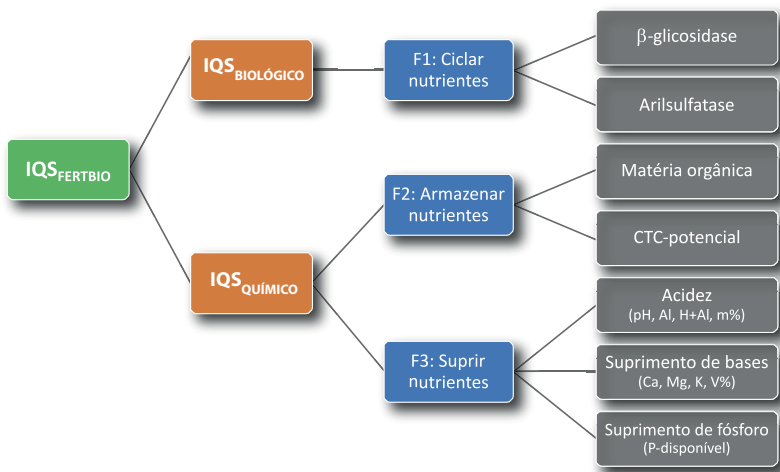


Figura 1. Modelo do $IQS_{FERTBIO}$, $IQS_{BIOLÓGICO}$ e $IQS_{QUÍMICO}$ e suas relações com as funções do solo (F1, F2 e F3) e respectivos indicadores obtidos por meio de análises de solo.

Na BioAS, os valores de atividade enzimática, os índices de qualidade de solos (IQS) e os escores das três funções são calibrados em relação ao rendimento de grãos e à matéria orgânica do solo (MOS), levando-se em consideração os teores de argila do solo. Tanto os índices quanto as funções recebem notas que variam de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, melhor o aspecto da qualidade do solo associado. Essas notas são também representadas em um padrão cromático “semafórico”, onde verde escuro ou verde claro significam valores adequados (alto e muito alto), amarelo, valores intermediários e laranja ou vermelho, valores inadequados (baixo ou muito baixo) (Figura 2).

Classe	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Faixa	0 a 0,20	0,21 a 0,40	0,41 a 0,60	0,61 a 0,80	0,81 a 1,00

Figura 2. Escala de qualidade cromática usada para classificar os índices apresentados no laudo da BioAS.

Relações entre funções do solo e a qualidade do manejo do solo

A partir do laudo da BioAS é possível verificar diferentes padrões que podem fornecer indicações relevantes sobre a qualidade do uso e manejo do solo de determinada área. Isso é possível por meio da análise dos padrões de cores atribuídos às funções F1 e F2. Esses padrões podem ser classificados em “estáveis” ou de “transição”:

- ✓ Padrões estáveis: ocorrem quando um determinado uso e manejo do solo é praticado durante um longo prazo em determinada área (geralmente acima de 3 a 5 anos). A MOS e a atividade biológica do solo atingem equilíbrio. No laudo, F1 e F2 apresentam cores similares ou próximas, podendo o solo apresentar-se basicamente em três condições: saudável, doente ou em condição intermediária.

Padrões estáveis de saúde/qualidade do solo que podem ser identificados em laudos da BioAS a partir das cores atribuídas às funções F1 e F2

Condição do solo	F1 - Ciclar nutrientes	F2 - Armazenar nutrientes	O que fazer?
Solo saudável/ alta qualidade	verde claro	verde claro	Manter práticas de manejo
Solo doente/ baixa qualidade	vermelho	vermelho	Solo na UTI! Reavaliar práticas de manejo
Saúde / qualidade média	laranja	laranja	Verificar possíveis melhorias no manejo

- ✓ Padrões de transição: ocorrem após mudanças significativas no uso e manejo do solo em período relativamente recente (normalmente até 3 anos). Ocorre um desequilíbrio temporário entre os níveis de MOS e de atividade biológica que pode levar a saúde/qualidade do solo a níveis mais baixos ou mais elevados conforme detalhado abaixo:
 - ✓ F1 baixa/F2 alta: solo em processo de perda de qualidade ou “adoecendo” devido a um manejo inadequado, o qual primeiramente leva à queda na atividade enzimática do solo. Esse padrão é um alerta precoce para reavaliação de práticas de manejo. Se nada for feito, no longo prazo a condição de qualidade de F2 transita para uma condição de baixa qualidade (verde para o vermelho).

- ✓ F1 alta/F2 baixa: solo em processo de melhoria ou recuperação de uma condição degradada. Como as enzimas são mais sensíveis, a F1 é rapidamente melhorada após a implementação de boas práticas de uso e manejo do solo. No longo prazo, F2 também transita para uma condição alta de qualidade (vermelho para o verde).

Padrões de transição da condição de saúde/qualidade do solo que podem ser identificados em laudos da BioAS a partir das cores atribuídas às funções F1 e F2

Condição do solo	F1 – Ciclar nutrientes	F2 – Armazenar nutrientes	O que fazer?
Solo adoecendo	baixo/muito baixo	muito alto/alto	Atenção! Reavaliar práticas de manejo
Solo em recuperação	muito alto/alto	baixo/muito baixo	Manter práticas de manejo.

Diferentemente de F1 e F2, as quais são interdependentes e influenciadas pelo uso e manejo do solo de forma mais ampla (ex., sistema de plantio, rotação de culturas, etc.), a F3 está diretamente relacionada ao manejo da adubação e calagem do solo. Portanto, valores altos ou muito altos (cores verde escuro e claro) indicam solos com níveis adequados de acidez e de disponibilidade de macronutrientes para as culturas e vice-versa.

Um alto nível de F3 é tão importante quanto de F1 e F2 em um contexto de uso do solo para produção de alimentos, fibras ou energia. Um solo pobre em nutrientes dificilmente alcançará altas produtividades, as quais são necessárias para promover a maquinaria biológica do solo e a formação e acúmulo de MOS em longo prazo.

Em solos degradados e improdutivos, a correção da fertilidade (F3) e a implementação de boas práticas de manejo funcionam como gatilho para início do processo de recuperação de um solo contendo, inicialmente, baixos valores das três funções. Após a elevação de F3 e mantendo-se as boas práticas de manejo, o tempo se encarregará das mudanças em F1 e, posteriormente, em F2, até que as três funções atinjam seus níveis ótimos.

Cronossequência mostrando os estágios de qualidade de um solo degradado durante seu processo de recuperação vistos através do laudo da BioAS

Condição do solo	Laudo da BioAs			Observação
	F1	F2	F3	
Solo doente/baixa qualidade				Solo degradado e improdutivo com todas as três funções em nível baixo
Solo doente/baixa qualidade				Solo degradado após correção da fertilidade e implementação de boas práticas de manejo. F3 é elevada para o nível ótimo
Solo em recuperação (estágio inicial)				Com a melhoria da fertilidade e implementação de boas práticas de manejo, ocorre a reativação da maquinaria biológica do solo demonstrado pela gradual elevação de F1
Solo em recuperação (estágio intermediário)				Com o passar do tempo, o alto nível de atividade biológica começa a resultar em melhorias estruturais no solo, como o acúmulo de MOS
Solo em recuperação (estágio avançado)				Com o passar do tempo, o alto nível de atividade biológica começa a resultar em melhorias estruturais no solo, como o acúmulo de MOS
Solo saudável/alta qualidade				No fim do processo, o solo atinge seu mais alto nível de saúde/qualidade, apresentando todas as funções em condição ótima

Em síntese, o agricultor ou técnico deve buscar como alvo, através do bom manejo do solo e da adubação, ótimos níveis em todas as três funções, resultando em um IQSFERTBIO o mais próximo a um. A adoção de sistemas de manejo e práticas agrícolas como o plantio direto (sem revolvimento do solo), a rotação de culturas, o uso de plantas de cobertura e a integração lavoura pecuária são exemplos de práticas e sistemas de manejo comprovadamente capazes de conduzir para a obtenção de solos saudáveis, ou seja, biologicamente mais ativos e produtivos.

Para mais informações sobre a Tecnologia BioAS acesse:

<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/6047/bioas--tecnologia-de-bioanalise-de-solo->



Unidades responsáveis pelo conteúdo

Embrapa Cerrados
Embrapa Agrobiologia

Unidade responsável pela edição

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
Fax: (61) 3388-9879
embrapa.br/fale-conosco/sac

CGPE 016852

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

