

RESUMO - CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

CARACTERIZAÇÃO MORFOQUÍMICA POR MEV-EDS DO ÁCIDO FÚLVICO ENRIQUECIDO COM KAPPAPHYCUS ALVAREZII

Samuel Willian De Oliveira Da Silva (samuelwillian@ufrj.br)

Felipe Teixeira Mothé (felipemothe@ufrj.br)

Yan Miranda Mostacada Ramalho (yanmmramalho@outlook.com)

Ana Luisa Norberto Alvarez (analuisanalvarez@gmail.com)

Raphaella Esterque Cantarino (esterque.ufrj@gmail.com)

Andres Calderin Garcia (cg.andres@gmail.com)

Em um cenário marcado pela emergência climática e pelo aumento da demanda alimentar, torna-se essencial desenvolver tecnologias e insumos capazes de aumentar a produtividade, minimizando o uso de insumos químicos e preservando a integridade do solo. Nesse contexto, o ácido fúlvico (AF) se destaca como alternativa promissora, devido à sua segurança ecológica, sendo uma fração húmica encontrada na matéria orgânica humificada, onde possui propriedades que além de estimularem positivamente as plantas, favorecendo a absorção de água e nutrientes, também atuam como condicionadores do solo. A macroalga *Kappaphycus alvarezii* destaca-se por seu rápido crescimento e elevado potencial de sequestro de carbono, atuando também como bioestimulante agrícola. Seu extrato, K-sap, demonstrou aumentar a produtividade em diversas culturas, devido à presença de compostos bioativos, como fenóis, flavonoides, fitormônios e antioxidantes, além de minerais

essenciais, como potássio, fósforo, ferro e zinco. Ambos, surgem como aliados importantes na busca por práticas agrícolas mais sustentáveis. Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), o ácido fúlvico (AF) extraído do vermicomposto e enriquecido com 10% de extrato da alga *Kappaphycus alvarezii*, a fim de verificar seu potencial como uma alternativa de um bioestimulante sustentável. O ácido fúlvico utilizado neste estudo foi obtido a partir de vermicomposto (AFVC), produzido pela ação de minhocas sobre esterco bovino por aproximadamente 90 dias, ao qual foi incorporado 10% do extrato líquido de *Kappaphycus alvarezii* (K-sap). Posteriormente, o material foi submetido a extração e purificação, seguindo o protocolo padronizado pela International Humic Substances Society (IHSS), descrito por Swift. A análise morfológica foi realizada por microscopia eletrônica de varredura (MEV), utilizando o equipamento Phenom ProX acoplado à espectroscopia por dispersão de energia (EDS). A análise EDS foi conduzida no modo de mapeamento (MAP), permitindo a identificação e a distribuição espacial dos principais elementos presentes na superfície das partículas. As imagens de MEV do material, revelaram superfícies heterogêneas, rugosas, fissuradas e porosas, indicando alta área superficial favorável à interação com nutrientes e microrganismos. A espectroscopia EDS da amostra (imagens 1A e 1B) mostrou composição rica em carbono ($\approx 31\%$) e oxigênio ($\approx 42\%$), além de nitrogênio ($\approx 4\text{--}5\%$), potássio (11–13%), silício ($\approx 4\text{--}5\%$), enxofre, cloro e traços de rutênio. A amostra apresentou composição orgânica rica, com destaque nas quantidades de carbono e oxigênio, evidenciando alta proporção de matéria humificada, com grupos funcionais oxigenados que aumentam a reatividade e disponibilidade de nutrientes. O nitrogênio pode estar associado a aminoácidos ou proteínas residuais da alga, enquanto o potássio, intensificado pelo K-sap contribui para fotossíntese, regulação osmótica e tolerância a estresses. O silício auxilia no fortalecimento dos tecidos vegetais; o enxofre participa da síntese de aminoácidos; e o cloro aparece em níveis adequados. Esse conjunto de elementos reforça o potencial agrônomo do material como bioestimulante, unindo nutrientes essenciais (K, Si, N, S, Cl) e compostos bioativos de origem algal. Além disso, pode melhorar a estrutura e retenção de água no solo, reduzir lixiviação e recuperar fertilidade, promovendo maior resiliência das plantas. A associação entre MEV e EDS forneceu uma visão integrada, evidenciando tanto a morfologia quanto a composição da amostra e confirmando seu valor para a nutrição vegetal e no aumento da resistência a estresses. Esses resultados indicam que o AF+K-sap apresenta forte potencial como bioestimulante vegetal e como insumo para melhoria da qualidade do

solo. Aumentando a disponibilidade de nutrientes, podendo ativar processos fisiológicos que favorecem o crescimento das plantas, além de melhorar a estrutura do solo. Configurando-se um bioestimulante viável e sustentável.

Palavras-chave: macroalgas; sustentabilidade; substâncias húmicas; vermicomposto.