

# RECUPERAR SOLOS SALINIZADOS COM O USO DA FITORREMEDIAÇÃO ASSOCIADA AO USO DO GESSO AGRÍCOLA

**Letícia Garcia Gomes Rosa**

Graduanda em Agronomia,  
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/ AEMS

**Rômulo Wendell da Silva Ferreira**

Bacharel em Direito – FITL/AEMS; Esp. em Gestão Pública – UFMS;  
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

## RESUMO

A recuperação de solos salinizados com o uso da fitorremediação associada ao uso do gesso agrícola é uma das alternativas viáveis, de fácil monitoramento e que apresentam menor custo ao produtor. A utilização de plantas para a remediação de solos com altos níveis de salinidade são cada vez mais utilizadas em países desenvolvidos, devido a sua eficiência na recuperação de solos salinos de regiões áridas e semiáridas. A salinização do solo é responsável pela redução na produção agrícola, e as inadequadas técnicas de manejo do solo são fatores que favorecem essa degradação e promovem a perda de solos férteis e sua desertificação. A presente revisão bibliográfica teve como principal objetivo frisar a recuperação de solos salinizados dispondo-se dos benefícios da fitorremediação junto a gessagem. Sendo visto como um método sustentável de baixo custo e que pode estar associado a outros fertilizantes ou corretivos inseridos nas técnicas de recuperação dos solos salinos.

**PALAVRAS-CHAVE:** recuperação; fitorremediação; salinização.

## 1 INTRODUÇÃO

A recuperação e manejo dos solos salinos consistem na diminuição das concentrações dos sais solúveis no solo, e no teor de Sódio trocável (Na), onde se inclui a impermeabilidade do solo. A salinidade se caracteriza como um grave problema ambiental, pois a elevada concentração de sais no solo causa perdas consideráveis para agricultura (MAJOR; SALES, 2012).

A salinidade do solo pode ser avaliada pelo pH, condutividade elétrica (CE) e porcentagem de sódio trocável (PST). Os solos salinos são encontrados nas regiões de clima árido e semiárido, onde a falta de chuva impede que ocorra uma maior lixiviação dos sais na extensão das raízes das plantas (TAVARES FILHO, 2010).

As condições químicas sódicas do solo, causam um alto nível de toxidez à maioria das plantas afetando o seu desenvolvimento, a onde ocorre o problema da impermeabilidade, fazendo com que o solo perca a capacidade natural de adsorção da água. O sódio inibe a adsorção de cálcio e magnésio, e o gesso agrícola tem sido utilizado para esta finalidade, na correção do solo, onde a aplicação de gesso provoca

um desequilíbrio nas relações dos cátions trocáveis.

Existem várias formas de se recuperar um solo com altas concentrações de sais, tais como o uso da fitorremediação associado ao uso do gesso agrícola. A combinação de espécies fitorremediadoras juntamente com o gesso é comum no semiárido nordestino, podendo ser promissora na remoção de sais no solo, onde a disponibilidade de água para a lavagem do solo é insuficiente. A eficiência do gesso decorre de sua dissolução, que é influenciada por inúmeros fatores, especialmente pelo método de aplicação e pela granulometria do corretivo (BARROS et al., 2005).

A fitorremediação é uma técnica eficiente para solos salino-sódicos, comparando-se ao uso de produtos químicos corretivos. Para o êxito da fito-extração de sais no solo, as plantas necessitam ser tolerante a excesso de sais e de alta produção de biomassa nesta condição. Além disto, deve acumular grandes níveis de sais na parte aérea, com a finalidade de tornar-se possível a extração de sais com a colheita das plantas (ZHU, 2002; QADIR et al., 2007).

A fitorremediação apresenta inúmeras vantagens em diferentes situações. Pires et al (2003) destacam algumas características, como o menor custo e fácil monitoramento, onde as propriedades biológicas e físicas do solo são mantidas, incorporando ao solo o material orgânico. Para entender melhor como acontece o processo fisiológico da planta para uma boa fitorremediação, devemos entender que as plantas podem absorver naturalmente certos elementos do solo que fazem parte da sua nutrição natural, entre eles podemos classificar os micronutrientes e os macronutrientes. Os micronutrientes são cloro, manganês, boro, zinco, ferro, níquel, cobre e molibdênio, enquanto os macronutrientes são carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, magnésio e enxofre (KERBAURY, 2008).

Diante da importância do problema de solos com altos níveis de salinização, o presente trabalho, baseado em um levantamento bibliográfico, visa apresentar a relevância do conhecimento dessas áreas, apresentando diferentes métodos para a correção dos mesmos e assim consequentemente aumentando a produtividade.

## 2 OBJETIVOS

A presente tem como objetivo descrever a importância da recuperação de solos salinizados com o uso da fitorremediação associada ao uso do gesso agrícola, vista como uma técnica sustentável no ramo da biotecnologia.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo constitui-se de uma pesquisa bibliográfica, na qual se realizou uma consulta em materiais já publicados em artigos científicos, selecionados em bancos de dados do Scielo e do Google acadêmico.

### 4 TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE SOLOS SALINO-SÓDICOS

Na correção de solos salinos, sódicos ou salino-sódicos, o gesso agrícola tem sido proposto por porcentagens de sódio trocável (PST) e na capacidade de troca catiônica. Avaliando a influência da aplicação de gesso para a correção de um solo salino-sódico chegaram à conclusão que a aplicação de gesso, incorporado ao solo, foi mais eficaz no aumento da percentagem de germinação e na produção de matéria seca. Que a quantidade de  $\text{Ca}^{2+}$  do gesso não alterou a relação  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  na planta (Barroset al., 2004). Outro corretivo que pode ser usado é o calcário, que libera cálcio em solos pobres deste nutriente, mas que apresenta pouca solubilidade comparado ao gesso.

De acordo com os autores encontram-se casos em que solos salinos promoveram aumento de produção pela aplicação de fertilizantes. E que seriam uma maneira de melhorar o desenvolvimento das plantas, na literatura a recomendações para os produtores usarem espécies tolerantes à salinidade, no caso as plantas fito extratoras, fazendo o uso da fitorremediação. Algumas plantas apresentam a capacidade de sobreviver em circunstâncias estressantes. Mecanismos bioquímicos, fisiológicos, anatômicos e morfológicos a qual estas apresentam e correspondem a esse fator, contribuindo na aclimação ao estresse salino, proporcionando o seu desenvolvimento mesmo em condições desfavoráveis (SANTOS, 2016). Plantas que possuem grande capacidade de acumular altas quantidade de sais em seus tecidos e habituadas a altas concentrações do mesmo são chamadas de halófitas.

Dentre as halófitas, o gênero *Atriplex* tem mostrado um excelente potencial na recuperação de solos salinos. A *Atriplex numulária* tem se acertado muito bem nas regiões semiáridas por alcançar um ótimo desenvolvimento mesmo em ambiente com alta aridez e salinidade (PORTO; AMORIM; JÚNIOR, 2011). Souza et al. (2011) utilizaram a *Atriplex numulária lindl* para um estudo de fitoextração de sais, onde objetivou avaliar o potencial extrator da planta em solo salino sódico perante o

estresse hídrico. Em um neossolo flúvico sódico salino foram utilizados quatro níveis de umidade na capacidade de campo, após 134 dias atingiu o maior valor de teor médio em relação ao sódio na folha da planta, com um teor de 124,73 g kg<sup>-1</sup>. Constatou também que a extração de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> pela folha + caule foi de 644,25; 757,81; 1.058,55 e 1.182,00 kg ha<sup>-1</sup> desses elementos para 35, 55, 75 e 95% da capacidade de campo, pode-se concluir com esse estudo que a espécie avaliada demonstra alta capacidade de fitoextração de sais. Estudos realizado por Leal et al. (2008) utilizando o mesmo tipo de solo, confirmaram também a competência da espécie, constatando que a *Atriplex nummulária* apresentou alto potencial de fitoextração de sais.

Segundo SANTOS (2016), além da espécie *Atriplex nummulária lindl*, espécies como leucena (*Leucaenaleucocephala* (Lam.) de Wit), nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) também apresentam potencialidade fitorremediadora de solos salinizados. Em seus estudos onde foi realizado em uma área degradada do semiárido pernambucano, na qual não havia um acúmulo excessivo de sais, definiu-se 8 tratamentos, sendo 4 individualizados, 3 em associação com a *Atriplex* e um sem cultivo. Depois de 18 meses de transplante das espécies, observou-se uma baixa da sodicidade onde as espécies foram plantadas. Houve uma redução na porcentagem de 65,65%; 10,84%; 26,75%; 30,36% de sódio trocável nos tratamentos individualizados em atriplex, leucina, nim e sabiá, redução essa que se deu através da absorção de sódio pela parte aérea das plantas.

É importante lembrar que a água também apresenta altos níveis de salinidade, se for utilizada a irrigação deve-se avaliar cuidadosamente as concentrações de íons solúveis, pois são esses os parâmetros utilizados para evitar uma possível seca fisiológica. Onde as plantas retiram a água do solo quando o tecido das raízes é superior às forças com que a água é retirada no solo.

## **5 PORQUE O GESSO AGRÍCOLA É O PRODUTO MAIS UTILIZADO PARA A CORREÇÃO DOS SOLOS SALINO-SÓDICOS?**

A literatura apresenta várias técnicas de manejo para a recuperação de solos salino-sódicos, os métodos para a recuperação variam conforme a natureza da degradação, é importante notar se há capacidade de recuperação natural destes solos, por mais que seja um processo longo e delicado temos que levar em

consideração o ponto de vista ecológico. Dentre os métodos mais utilizado para retomar a vida desse solo estão: lixiviação do perfil, emprego de corretivos químicos e incorporação de restos vegetais.

Visto que o principal objetivo dessas práticas de manejo é a redução de concentrações de sais solúveis e do sódio trocável. Ferreira (1997) dividiu as práticas de manejo em longo e curto período. As que são classificadas em longo período propõem-se a evitar o impacto de acúmulo dos sais na extensão radicular da planta, encontram-se a drenagem e a lixiviação, pois elas iram substituir o uso da fitorremediação. Já as práticas de manejo em curto período são utilizadas irrigações com mais frequência na área do plantio.

Palkhiwala e Shah (1975) indicaram as seguintes práticas como fundamentais para a recuperação de solos salino-sódicos (1) lixiviação dos sais, com consequente decréscimo nos níveis de salinização; (2) aumento de teor de cálcio no solo, em substituição ao sódio no complexo de troca, por tratamentos químicos e (3) melhora da estrutura do solo e aumento da condutividade hidráulica do solo, por métodos químicos, mecânicos ou biológicos.

Para a escolha do corretivo a ser aplicado é fundamental considerar sua dissolução para que o mesmo alcance as camadas mais profundas do solo. É muito importante o conhecimento específico para se entender que os fatores físicos e químicos do solo podem favorecer a salinização, e a água também pode estar interferindo através dos elevados níveis do pH, alcalinidade e dureza.

Por apresentar menor custo, fácil manuseio e relativa facilidade com que é encontrado no mercado, quando comparado a outros corretivos, o gesso é o produto mais utilizado para correção de solos salino-sódicos (PEREIRA et al., 1986).

O gesso agrícola é um subproduto da produção industrial do ácido fosfórico, proveniente da digestão da rocha fosfática pelo processo de acidulação (PEREIRA et al., 1986). O ácido fosfórico resultante é utilizado na fabricação de fertilizantes fosfatados concentrados, enquanto o subproduto (gesso agrícola) é coletado como resíduo (ALCORDO; RECHCIGL., 1993).

Nas últimas décadas o gesso agrícola vem sendo empregado com bastante êxito na recuperação de solos salino-sódicos e sódicos (LIANG et al., 1995). No entanto, há alguns trabalhos de adequação na fertilidade dos solos onde alguns autores afirmam que o uso do gesso agrícola pode contaminar o solo e a água, por

isso requer um monitoramento rigoroso. Vários pesquisadores e consultores discutem sobre o uso do gesso agrícola na agricultura, pois o gesso contém ácidos residuais na sua composição, que são poluentes para as plantas e para o solo.

O gesso agrícola produzido no Brasil é classificado como resíduo não perigoso e não-inerte, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (FREITAS et al., 1992). O procedimento para determinar a necessidade de gesso no solo recomendado como o padrão que a EMBRAPA estabeleceu, segue os métodos de Schoonover (1952), que consiste em agitar 5 gramas de uma amostra de solo com uma solução saturada de gesso agrícola (100 ml), os resultados são expressivos a necessidade de incorporar gesso ao solo é dada pelo decréscimo de cálcio no solo, entendendo a que camada do solo em questão de profundidade ele pode responder. Foram feitas modificações nesta metodologia para eliminação de interferência de carbonatos e bicarbonatos solúveis (ABROL et al., 1975). A eficiência do gesso agrícola como corretivo é dependente da dissolução, sendo assim possibilita maior teor de cálcio no perfil do solo em camadas mais profundas, obtendo sucesso quando emitido ao solo.

Essa melhoria na distribuição das raízes nas camadas mais profundas do solo implica em uso mais eficiente de água e de nutrientes do solo, ou seja, as raízes das plantas que iram ser usadas pra fitorremediação irão ter uma área de maior expansão, contribuindo para a correção deste solo salino-sódico.

A forma de aplicação e a granulometria do corretivo determinam a extensão e a rapidez do processo de recuperação (ABROL et al., 1995). O pesquisador da Embrapa solos afirma que observaram a incorporação do gesso a 40 cm de profundidade, e que a solubilidade do gesso é 172 vezes maior que a do calcário. Esses efeitos podem ser observados já no ano agrícola de aplicação do gesso, onde o cálcio apresenta maior movimentação no solo, observou-se também que 5 t/ha de gesso agrícola melhora a qualidade química da subsuperfície do solo até 80 cm de profundidade. Porém isso não significa que o calcário não seja eficiente, pois o calcário é muito utilizado em manutenção da condutividade elétrica, onde se torna indispensável na agricultura de precisão.

Este trabalho relatasse a eficiência do gesso agrícola é superior a do calcário porque está diretamente ligada a dissolução, ou seja o tamanho das partículas do gesso que é considerado como um fator limitante, para a recuperação de solos salino-

sódicos são obtidos o uso de partículas de gesso de diâmetro inferior a 2 mm (PIZARRO et al., 1985). A granulometria está em função do tempo, pois o tempo requerido para atingir a permeabilidade é de acordo com o tamanho dessas partículas, quanto mais finas elas forem maior será a reatividade.

## 6 COMO CONTROLAR A SALINIZAÇÃO NO SOLO

A salinização em solos já ocorre há muito tempo, mas sua magnitude e intensidade têm aumentado, resultando em uma expansão alarmante da área de solos degradados por salinidade e sodicidade (SOUSA, 2007). A salinidade é considerada como um desequilíbrio ecológico, sendo responsável por modificar toda a estrutura de um solo, onde esta mudança pode originar reações em cadeia e repercutir diretamente no funcionamento do ecossistema (RIBEIRO, 2009).

Entre os impactos causados nesses solos pode-se citar: baixa produtividade agrícola e altos custos de produção. O que resulta no abandono destas áreas pela redução da produção e a dificuldade de trabalhar nestes solos.

Para controlar e evitar a salinização dos solos são adotadas práticas de manejo específicas visando sua sustentabilidade e alternativas de uso e recuperação (LEAL et al., 2008).

Em solos afetados por sais, são alcançados resultados promissores de recuperação com a instalação de um sistema adequado de drenagem subterrânea e utilização de lâminas de lavagens de recuperação, ou mesmo deixando-se que se recupere naturalmente pela lavagem causada pelas águas das chuvas (BATISTA et al., 2002; DUARTE et al., 2007). Porém, nem toda área possui água em abundância para que ocorra a lavagem deste solo, pois os solos salinos são encontrados em maior proporção nas regiões de clima árido e semiárido, onde a maior evapotranspiração e insuficiência de chuvas impedem que ocorra uma maior lixiviação dos sais na zona das raízes das plantas.

Neste caso dispõem-se dos corretivos como: a) Sais de cálcio solúveis (cloreto de cálcio,  $\text{CaCl}_2$ ) e gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), b) Ácidos ou formadores de ácido: enxofre, ácido sulfúrico, sulfato de ferro ou alumínio e óxido de cálcio, c) Sais de cálcio de baixa permeabilidade: carbonato de cálcio e, derivados de fábrica de açúcar. Os produtos mais comumente empregados para substituir o sódio do complexo do solo por cálcio são o gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e o enxofre (ABROL et al., 1988; BATISTA et al., 2002).

É importante salientar que não há nenhum método de recuperação em curto prazo, por se tratar de um processo lento que engloba todas as características físicas, químicas e biológicas do solo. E o método utilizado para evitar que ocorra essa degradação é o manejo adequado juntos as práticas de uso de aeração e ao balanço de sais.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a recuperação dos solos salinos a aplicação de gesso tem se mostrado ser a ferramenta mais eficaz para redução da concentração de sódio no solo elevando com certa rapidez os teores de bases trocáveis ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ), principalmente  $\text{Ca}^{2+}$  que substitui o  $\text{Na}^+$  trocável e reduz drasticamente a sodicidade através da melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, favorecendo assim a lixiviação dos sais e a sua retirada do sistema solo.

A utilização de plantas fitoextratoras tem apresentado bom potencial na redução da concentração de sais do solo, porém se trata de uma técnica que tem que ser aliada a um corretivo para uma melhor resposta.

## REFERÊNCIAS

LEAL, I. G. et al. Fitorremediação de solo salino sódico por *Atriplexnummularia* e gesso de jazida. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 3, p.1065-1072, 2008.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; JÚNIOR, L. G. A. S. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplexnummularia*). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 5, n. 1, p.111-114, 2011.

SANTOS, M. A. ADAPTABILIDADE E POTENCIAL FITORREMEIADOR DE ESPÉCIES VEGETAIS EM SOLO SALINO. 2016. 128 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016

SOUZA, E. R. et al. Fitoextração de sais pela *Atriplexnummularialindl.* sob estresse hídrico em solo salino sódico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 15, n. 5, p.477-483, 2011.