



SOLINHO NA CAATINGA

**Parar a Salinização do Solo para
aumentar a Sua Produtividade**





**Departamento de Ciência do Solo
Programa Ponte Solo na Escola**



SOLINHO NA CAATINGA

**Parar a Salinização do Solo para
aumentar a Sua Produtividade**

Finalista no Concurso de livros infantis da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), União Internacional de Ciências do Solo (IUSS) e Parceria Global do Solo (GSP), 6º lugar (2021), sobre solos afetados pela salinização.

Coordenação geral
Antonio Carlos de Azevedo

Autores
**Bruna Arruda
Aldeir Ronaldo Silva
Clécia Cristina Barbosa Guimarães
Marcia Vidal Candido Frozza
Nayana Alves Pereira
Antonio Carlos de Azevedo**

Ilustração e Design
**Tiago Ramos de Azevedo
Josiane Millani Lopes Mazzetto
Wilfrand Ferney Bejarano Herrera
Beatriz Rosa Chiodeli**

Tradução e revisão inglês/português
**Marcia Vidal Candido Frozza
Bruna Arruda**

**Piracicaba, SP
2022**



Programa Ponte Solo na Escola

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Av. Pádua Dias, n. 11 - Agronomia, Piracicaba - SP, CEP - 13418-900, Brasil

Coordenação Geral: Antonio Carlos de Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Solino na Caatinga [livro eletrônico] : parar a salinização do solo para aumentar a sua produtividade / Bruna Arruda...[et al.] ; coordenação Antonio Carlos de Azevedo ; tradução Marcia Vidal Candido Frozza, Bruna Arruda. -- São José, SC : Marcia Vidal Candido Frozza, 2022.

Título original: Solinho in the Caatinga.

Outros autores: Aldeir Ronaldo Silva, Clécia Cristina Barbosa Guimarães, Marcia Vidal Candido Frozza, Nayana Alves Pereira, Antonio Carlos de Azevedo.

Vários ilustradores.

ISBN 978-65-00-42362-4

1. Caatinga - Literatura infantojuvenil
2. Ciências - Experiências I. Arruda, Bruna. II. Silva, Aldeir Ronaldo. III. Guimarães, Clécia Cristina Barbosa. IV. Frozza, Marcia Vidal Candido. V. Pereira, Nayana Alves. VI. Azevedo, Antonio Carlos de.

22-106163

CDD-028.5

Índices para catálogo sistemático:

1. Caatinga : Literatura infantil 028.5
2. Caatinga : Literatura infantojuvenil 028.5

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

Este livro é publicado em acesso aberto, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições, desde que sem fins comerciais e que o trabalho original dos autores e das autoras seja corretamente citado.



Introdução

Este livro é ambientado na Caatinga, único bioma exclusivo do Brasil. Isso significa que grande parte desse habitat natural e respectiva cultura não podem ser encontradas em outro lugar do planeta.

A maior parte da Caatinga localiza-se no Nordeste brasileiro e tem uma grande variedade de organismos adaptados ao clima semiárido dessa região. No entanto, o clima predominantemente seco pode fazer com que os sais se acumulem no solo em alguns lugares, em um processo denominado salinização, que pode afetar a forma como os organismos vivem nesses ambientes.

Atividades humanas - expansão antrópica - podem aumentar as áreas salinizadas, tornando urgente a união de todos para impedir que o problema se agrave. Isso porque, o processo de recuperação dessas áreas demanda muito tempo e, com frequência, é economicamente inviável.

Assim, com a licença poética, reunimos imaginação e ciência para criar e cultivar na cultura dos nossos pequenos leitores a ideia de que quando a comunidade trabalha coesa, melhores soluções para os problemas locais podem ser encontradas.



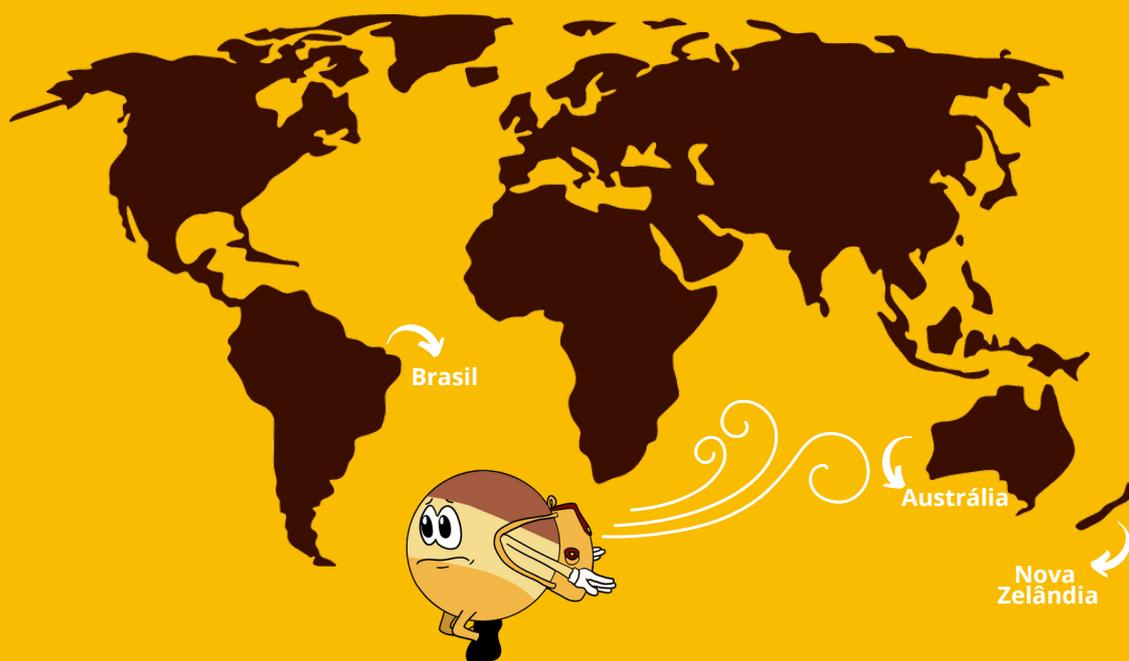


Solino, após sua aventura na Amazônia, foi chamado para uma região da Nova Zelândia que precisava de auxílio. Os poucos organismos que restavam no local relataram que os animais desidratavam facilmente, ao mesmo tempo que as plantas murchavam ainda no solo. Logo após sua chegada, também foi informado de que uma área da Austrália apresentava problema semelhante.

Como as duas situações eram muito parecidas, as comunidades trabalharam de forma cooperativa, com troca de ideias e informações, para encontrarem uma solução. Após um trabalho longo e intenso, os solos e os organismos daqueles locais começaram a se recuperar.

A missão do Solinho havia sido cumprida! Ele sabia que seus amigos continuariam trabalhando na recuperação do solo, pois estavam no caminho certo. Porém, antes mesmo de se despedir, recebeu um novo chamado, desta vez, do Brasil.

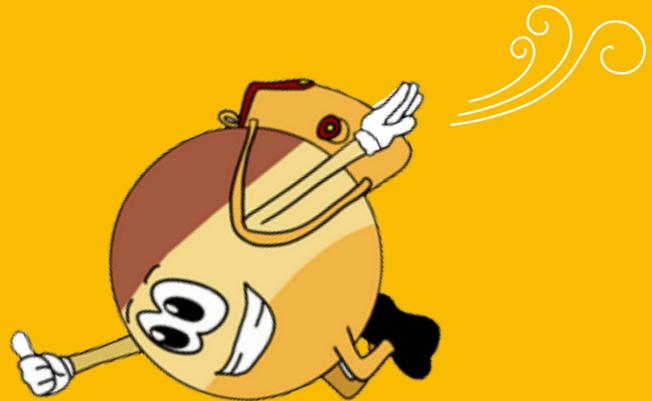
Imediatamente, pegou carona com a Corrente de Vento em direção às terras brasileiras.



Ao se aproximar do local de onde viera o chamado, avistou uma paisagem exuberante e um imponente açude. No entanto, próximo dali, havia uma grande área deserta que chamou sua atenção. O lugar parecia desolador.

Apenas uma formiga solitária o esperava, visivelmente aliviada ao vê-lo chegando.

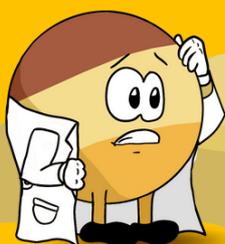
Vim assim que recebi seu recado! O que aconteceu?



Não sei exatamente, mas as coisas aqui não vão bem há algum tempo. Toda esta região já foi repleta de vida e havia grandes plantações de milho. Na época da colheita, a Festa de São João era uma alegria para todos. Mas, aos poucos, muitos dos organismos começaram a morrer, as plantas murcharam, algumas nem chegaram a nascer. Os sobreviventes mudaram-se para outros locais, em busca de alimento, então o chamei, porque não quero deixar minha terra. Acredito que, como cientista, você pode nos ajudar.



Entendo, mas preciso de mais informações. Algo mudou por aqui antes do início desses problemas?



Não tenho certeza. Lembro apenas que era muito bom e a chuva não vinha somente do céu, mas também desses canos.



A Formiga continuou: “No entanto, há algum tempo, a vida tem sido difícil, mesmo com toda essa água”.

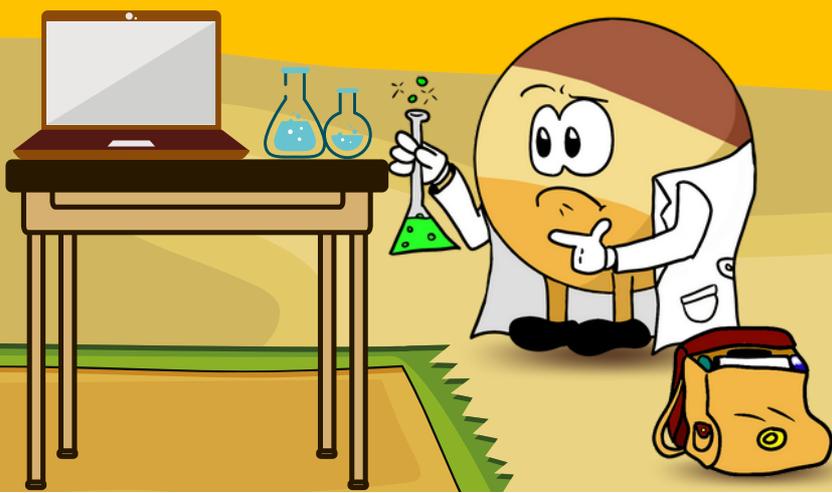
Embora a área estivesse quase deserta, o sistema de irrigação fora mantido, na tentativa de restaurar a vida no solo árido.

Solino tinha uma ideia do que poderia ser a causa do problema. Para confirmar as suspeitas, puxou um condutímetro de sua mochila e analisou a água, chegando a uma conclusão que já esperava.

Um sistema de irrigação é uma técnica usada desde o Império Persa. Consiste na canalização e disponibilização de água para o solo de forma controlada, sendo frequentemente utilizado na agricultura.

Nota:

O condutímetro verifica a quantidade de sal em uma amostra de água, medindo a facilidade com que a eletricidade passa por ela. Quanto mais sal houver, mais facilmente a corrente elétrica atravessará a amostra de água!



“Cara Formiga, sei qual é o problema” - afirmou Solinho - “Acabo de vir de locais com dificuldade semelhante e, após muito trabalho, conseguimos melhorar as condições do solo”.

Em seguida, puxou seu caderno, assim como outras coisas de que precisava para uma demonstração.



A salinização é um problema mundial que vem ocorrendo em várias regiões do planeta. Há muitas causas diferentes, o que significa que cada região precisa ser investigada por pesquisadores, para ajudar a compreender o processo.



Você também pode fazer experimentos para descobrir o que acontece quando há muito sal no solo, como o pessoal da Universidade explica na próxima página!

Para entender o que está acontecendo, Solinho e a Formiga mostrarão um experimento usando sal de cozinha (Cloro de sódio, NaCl)

$$\text{Na}^+ + \text{Cl}^- \leftrightarrow \text{NaCl}$$

Na^+ = Sódio (ion)
 Cl^- = Cloro (ion)
 NaCl = Cloro de sódio (sal)

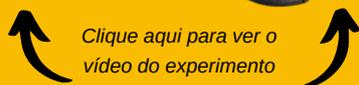


O que precisa?

- 2 recipientes
- solo
- marcador ou caneta
- etiquetas
- sementes (à sua escolha)
- água da torneira
- sal de cozinha



Exemplo:



Clique aqui para ver o vídeo do experimento

O que aconteceu?

1. Após uma semana, retire com cuidado as sementes/plântulas dos recipientes, mantendo-as separadas.

2. Descreva como as sementes/plântulas estão:

Sem sal: _____

Com sal: _____

3. Houve germinação?

Sem sal: sim () não ()

Com sal: sim () não ()

O que fazer?

- Encha 2/3 dos dois recipientes com solo;
- Com o marcador ou etiquetas, identifique-os: "com sal" e "sem sal";
- Coloque a mesma quantidade de sementes em cada recipiente (para feijão bastam três, para sementes menores, pode ser mais);
- Cubra as sementes com solo;
- No recipiente identificado como "sem sal", adicione água da torneira (sem encharcar o solo);
- Faça uma solução salina adicionando duas pitadas de sal a um copo de água e misture bem. Adicione a solução no recipiente marcado como "com sal" (sem encharcar o solo);
- Coloque os dois recipientes em um local ensolarado;
- Observe o experimento por uma semana. Se o solo secar durante esse tempo, regue novamente com água da torneira para "sem sal" e com solução salina para "com sal".

Nota:

A germinação é a primeira fase do crescimento de uma planta. A semente se abre e pequenos brotos e raízes começam a surgir. Você pôde ver isso acontecendo com suas sementes?

Na tabela ao lado, você encontra alguns exemplos de reações de plantas a muito sal no solo.

Algumas podem crescer quando a porcentagem de sódio trocável (PST) estiver acima de 40, então elas são mais tolerantes e prosperam em solo salino.

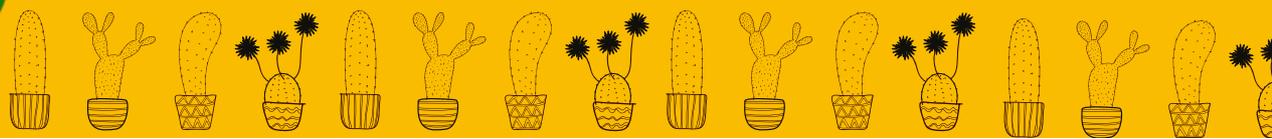
Outras não podem tolerar isso e são, portanto, consideradas sensíveis ao excesso de sal.

Tabela - Tolerância relativa das culturas* ao sódio trocável

Sensíveis (PST<15)	Semi-tolerantes (PST de 15 a 40)	Tolerantes (PST>40)
Caupi	Trigo	Capim de Rhodes
Grão de bico	Tomate	Capim Angola
Amendoim	Espinafre	Algodão
Lentilha	Sorgo	Capim Bermuda
Tangerina	Centeio	Beterraba açucareira
Pêssego	Arroz	Beterraba
Laranja	Rabanete	Cevada
Pomelo (grapefruit)	Cebola	Alfafa
Ervilha	Aveia	
Milho	Mostarda	
Algodão (germinação)	Trevo	
Feijão	Cana de açúcar	
Noz	Milheto	
Frutas caducifólias	Alface	
Abacate	Fetisca	
	Cenoura	

*Listadas em ordem crescente de tolerância

Adaptado de: Ayers & Westcot (1999 apud DIAS et al. 2016, p. 156; disponível em: https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/20361500/nfdl_pubs/P2542.pdf)



Salinização

No:

Causas naturais

Fatores globais podem causar o acúmulo de sais no solo:

- Transporte de partículas de sal pelos ventos que sopram do mar para os continentes;
- Transporte de sais pelo vento em áreas próximas a zonas de exploração mineral, como minas.

Fatores locais também podem causar salinização:

- Tipos de rochas na área local que dão origem a diferentes tipos de solo;
- Estações de secas prolongadas;
- Flutuação do lençol freático.

Ação humana

Algumas práticas humanas podem acelerar o processo de salinização ou piorá-lo. Um exemplo é o uso de água salina em sistemas de irrigação.

Salinização no Brasil

Embora a salinização possa ser observada em diferentes áreas em todo o Brasil, é mais comum no Nordeste, devido às condições naturais dessa região.

A água pode se transformar em gás facilmente, em um processo chamado evaporação, mas o sal dessa água, não. Isso significa que o sal da água evaporada é deixado para trás, no solo, causando salinização. Quando não chove muito, não há água para "lavar" o sal concentrado do solo.

Algumas áreas do Nordeste apresentam altas temperaturas médias, o que leva a altos níveis de evaporação. Isso, combinado com pouca chuva para repor a água, significa que essas áreas são altamente suscetíveis à salinização.

O solo da região Nordeste do Brasil é formado por meio do clima seco e de paisagem plana. A combinação desses fatores leva a um solo mais suscetível à salinização.



Consequências da salinização

- Perda da porosidade do solo devido ao efeito físico dos sais;
- Perda de flora e fauna, pois muitos organismos não toleram muito sal no solo.

O que acontece com as sementes quando cultivadas em solo com excesso de sal?

Quando as sementes são colocadas em solos com sal acumulado, onde a concentração de sal é maior do que na semente, a água na semente sairá para o solo para equilibrar a concentração de sal. A perda de água pode fazer com que a semente murche e morra.



Com sal

O que acontece com as sementes quando cultivadas em solo sem excesso de sal?

Em solos sem excesso de sal, as sementes podem absorver água do solo, pois apresentam maior concentração de elementos do que no solo. Essa água as faz germinar e se desenvolver.



Sem sal

Osmose é o movimento da água de uma solução menos concentrada para outra mais concentrada, por meio de uma membrana semipermeável, que deixa passar gases e líquidos, até que a concentração seja igual em ambos os lados.

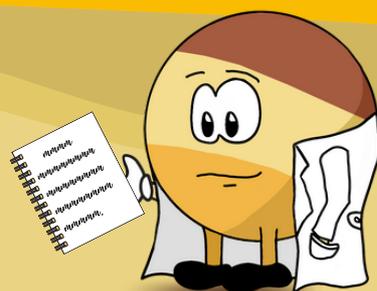




Solinho, entendo! Mas, o que você aprendeu pode ser aplicado aqui?
É possível trazermos vida novamente a este solo?



Primeiro, é necessário pesquisar mais, pois cada local tem necessidades específicas.

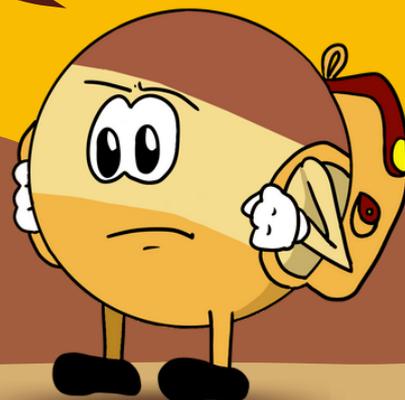


Após estudar as condições locais, Solinho explicou à Formiga que precisariam descobrir uma forma de trazer muita água sem sal para aquela região e que a recuperação do solo seria um processo longo e difícil.

Eu sei onde tem bastante água! Há um açude não muito longe daqui! Será que a água de lá é boa?



Quando cheguei, vi esse açude. Há muitas plantas crescendo ao seu redor, provavelmente poderá servir.

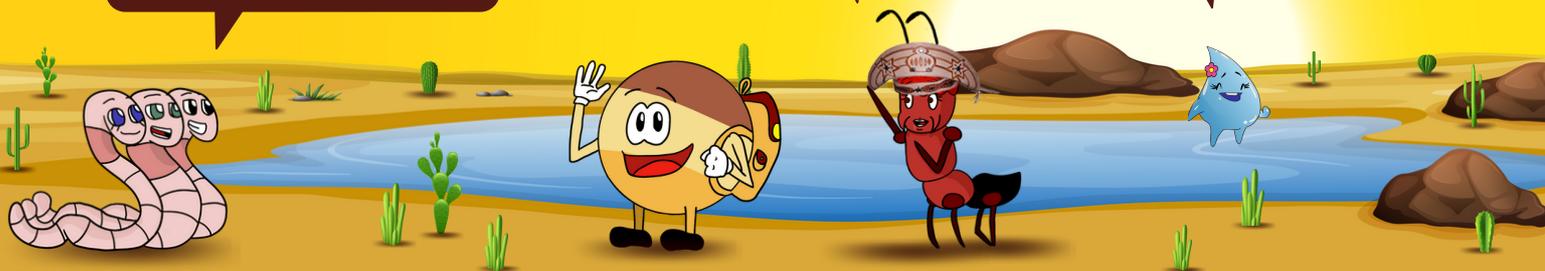


Assim, eles empreenderam uma longa e exaustiva jornada em busca de água. Quando chegaram ao açude, a Formiga teve uma agradável surpresa ao encontrar suas amigas Minhocas, engenheiras de solo.

Olá, Formiga, que bom ver você. Já faz tempo que deixamos nossa terra. As coisas melhoraram por lá?

Infelizmente, estão piorando, por isso estamos aqui. Viemos em busca de água doce para resolver o problema!

Ah, então vieram ao lugar certo. Prazer em conhecê-los, eu sou Aguinha!



Sentindo-se encorajados com a confirmação da Aguinha, Solinho e Formiga explicaram a ideia. As Minhocas ficaram entusiasmadas com a possibilidade de voltarem para casa e ofereceram auxílio.

Podemos fazer pequenos canais no solo para formar um sistema de irrigação e drenagem sem agredir o meio ambiente. Nossos amigos, os Cupins, podem ajudar.

Logo, vários organismos começaram a trabalhar para transportar água doce até a área salinizada. Eles esperavam criar e manter uma camada de água que resistisse à evapotranspiração.

A evapotranspiração é a perda de água da crosta terrestre para a atmosfera a partir da evaporação do solo e transpiração pelas plantas.



Antes de tirar o excesso de sal do solo, a Aguinha falou que não bastaria apenas lavá-lo, pois o processo geraria bastante água salobra que precisaria ser descartada de maneira adequada.

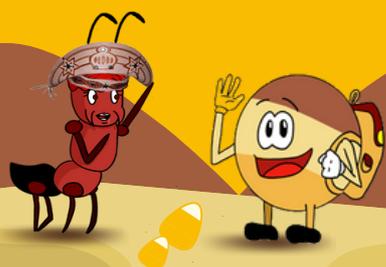
Solinho ficou um pouco desanimado, mas a Aguinha sabia o que fazer, pois já havia pesquisado sobre o assunto.

Conforme alertara Aguinha, após intenso trabalho de lavagem do solo, restou muita água salobra. Ela decidiu, então, que era chegada a hora de pôr em prática a segunda parte do seu plano. Assim, pediu ao vento que trouxesse sementes de *Atriplex nummularia* e as espalhasse por toda a região afetada.



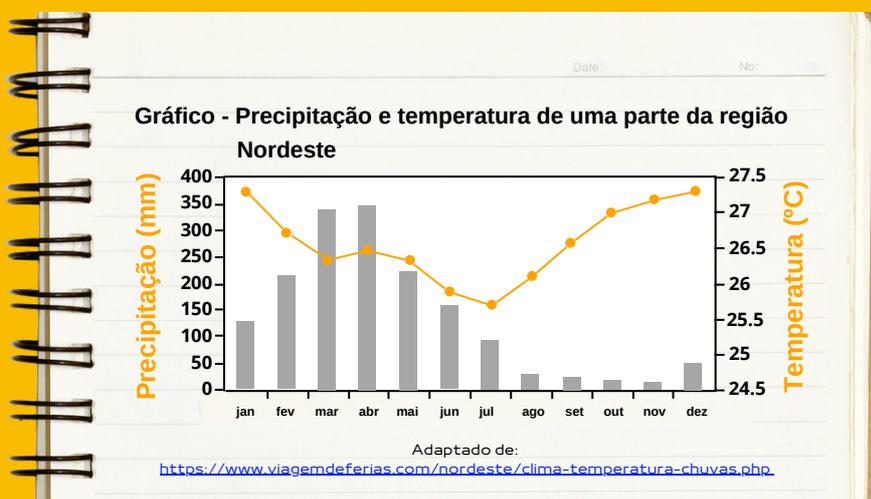
Atriplex nummularia (família Chenopodiaceae) é uma planta halófito (tolerante à salinidade) utilizada na região Nordeste do Brasil desde a década de 1930 por sua capacidade de acumular quantidades significativas de sais em suas folhas.

Enquanto esperavam a recuperação do solo, a Formiga mostrou ao Solinho uma coleção de sementes que guardava, na esperança de que um dia sua terra voltasse a produzir milho.



Como Solinho avisou, não foi rápido nem fácil, mas, finalmente, a Aguinha e as plantas halófitas conseguiram reduzir o excesso de sal acumulado no solo e outras plantas começaram a crescer.

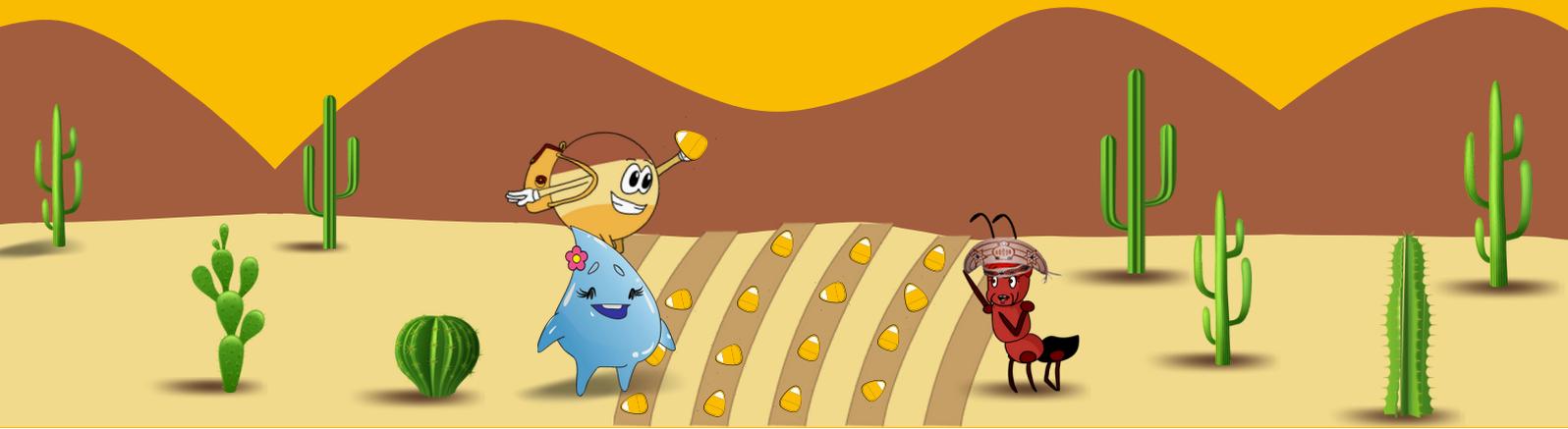
E então, chegou um dia especial, que a Formiga, há muito, esperava.



No gráfico ao lado, as barras cinza mostram a quantidade de chuva em um mês e os pontos laranja mostram a temperatura para uma parte da região Nordeste do Brasil.

Os primeiros meses do ano são mais chuvosos; portanto, compõem a melhor época para a sementeira.

Com cuidado, a Formiga e o Solinho depositaram as sementes de milho, a Aguinha ajudou, regando o solo, e todos ficaram ansiosamente aguardando sua germinação.



Com o tempo, as raízes de muitas outras plantas começaram a crescer e a espalhar as boas novas, alcançando as plantas que viviam em regiões não afetadas.

Clique aqui para saber mais sobre a comunicação entre as plantas

Quando receberam a mensagem, os amigos da Formiga começaram a retornar à terra natal.

Enquanto o milho crescia lindamente, Solinho, Formiga e seus amigos aguardavam ansiosos a época mais importante de todas: a colheita do milho e a Festa de São João.





A Festa de São João no Brasil é comemorada geralmente em junho. Na região Nordeste, ela coincide com a colheita do milho, que dá origem a muitas receitas deliciosas.

Nota:

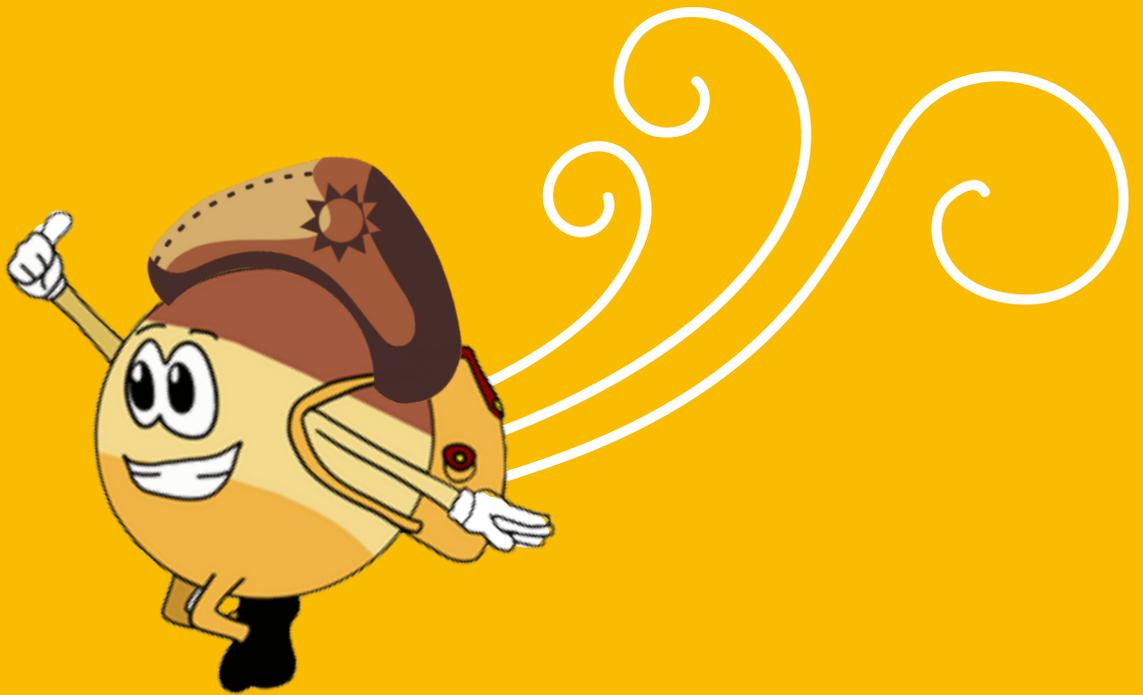
Inicialmente, os chapéus de couro serviam, principalmente, para proteger a cabeça do vaqueiro das ervas daninhas da Caatinga, bem como do sol e da chuva. Mais tarde, virou tradição devido a Luiz Gonzaga, cantor e compositor, que utilizava vários modelos de chapéu de couro em suas apresentações no Sudeste para representar sua origem nordestina.



Clique aqui para ouvir música tradicional do Nordeste Brasileiro, escrita e interpretada por Luiz Gonzaga.



Terminada a Festa, Solinho sabia que a sua missão estava cumprida e que seus amigos continuariam a cuidar do solo quando ele partisse.



Aldeir Ronaldo Silva



Brasil

Clécia Guimarães



Brasil

Marcia Vidal Frozza



Brasil

Psjy!

**Autores
e
Designers**



Antonio Carlos de Azevedo



Brasil

Nayana Alves Pereira



Brasil

Beatriz Rosa Chiodeli



Brasil

Tiago Ramos de Azevedo



Brasil

Bruna Arruda



Colômbia

Josiane Mazzetto



Para Zelândia

Wilfrand Bejarano



Colômbia

Fim.