



# SOLINHO EN LA CAATINGA

**Detener la Salinización de los Suelos,  
Aumentar su productividad**





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



# SOLINHO EN LA CAATINGA

**Detener la Salinización de los Suelos,  
Aumentar su productividad**

Finalista en el concurso de libros infantiles de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación ([FAO](#)), la Unión Internacional de Ciencias del Suelo (IUSS) y la Asociación Mundial del Suelo (GSP), 6º lugar (2021), sobre suelos afectados por la salinización.

Coordinador general  
**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**

Ilustración y diseño  
**Tiago Ramos de Azevedo  
Josiane Millani Lopes Mazzetto  
Wilfrand Ferney Bejarano Herrera  
Beatriz Rosa Chiodeli**

Traducción y revisión  
**Marcia Vidal Candido Frozza  
Bruna Arruda  
Wilfrand Ferney Bejarano Herrera**

**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

**Coordenador general:** Antonio Carlos de Azevedo

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

Solino en la Caatinga [livro eletrônico] :  
detener la salinización de los suelos, aumentar  
su productividad / Bruna Arruda...[et al.] ;  
coordenação Antonio Carlos de Azevedo ;  
tradução Marcia Vidal Candido Frozza, Wilfrand  
Ferney Bejarano Herrera. -- São José, SC : Marcia  
Vidal Candido Frozza, 2022.  
PDF

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 978-65-00-42361-7

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.

22-106162

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

Todos los derechos están garantizados. Se trata de un libro publicado en acceso abierto, lo que permite su uso, distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que sea sin fines de lucro y que se cite correctamente la obra original de los autores.



# Introducción

Este folleto cuenta una historia ambientada en la Caatinga brasileña, el único bioma exclusivo de este país, lo que significa que gran parte de este hábitat natural y su historia no se pueden encontrar en ningún otro lugar del planeta.

La mayor parte de la Caatinga se encuentra en la región Nordeste de Brasil y tiene una amplia variedad de organismos que viven allí debido al clima predominantemente seco. Sin embargo, un clima seco también puede hacer que la sal se acumule en el suelo en algunos lugares, en un proceso llamado salinización, que puede afectar la forma en que viven los organismos en estos ambientes.

La salinización puede empeorar por las acciones humanas, por lo que las personas deben unirse para detener el problema, ya que estas áreas tardan mucho en recuperarse una vez que se acumula la sal y, a menudo, cuesta más dinero del que la gente quiere gastar.

Así, con un poco de expresión poética, estamos reuniendo imaginación y ciencia para explorar soluciones que, aunque no siempre son posibles en el mundo real, se están estudiando para resolver el problema de la salinización.



Cactus vector: [https://www.freepik.com/free-vector/different-types-cactus-plants-realistic-decorative-illustration-set\\_38177855.htm#from\\_view=search](https://www.freepik.com/free-vector/different-types-cactus-plants-realistic-decorative-illustration-set_38177855.htm#from_view=search)



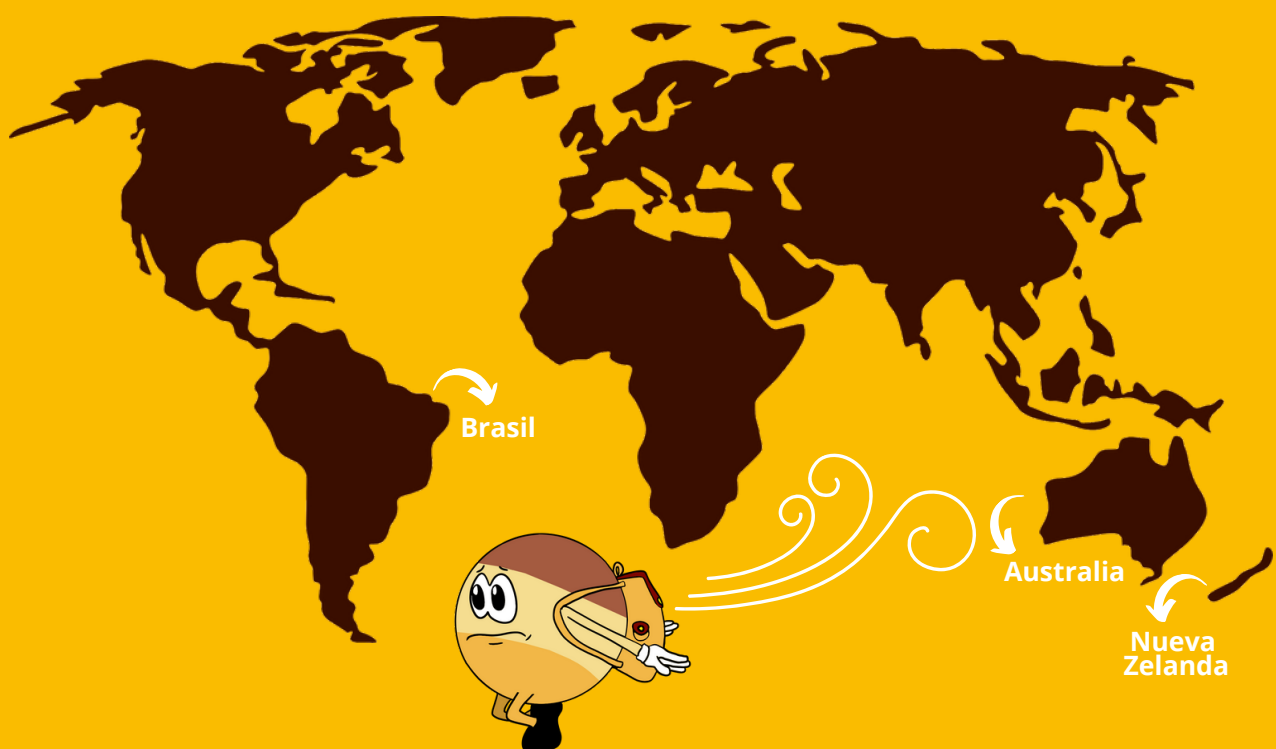


Solino, tras su aventura en la Amazonia, fue llamado a un lugar de Nueva Zelanda que necesitaba su ayuda. Solo quedaron unos pocos organismos y la mayoría de ellos estaban deshidratados, los animales tenían sed y las plantas se marchitaban en el suelo. Poco después de llegar, Solinho recibió otro informe de que una zona de Australia tenía un problema similar.

Como los dos problemas eran muy similares, las comunidades trabajaron juntas e intercambiaron ideas e información en busca de una solución. Tomó mucho trabajo, pero finalmente los suelos y organismos en esos lugares comenzaron a recuperarse.

¡La misión de Solinho estaba completa! Sus amigos continuarían trabajando, restaurando el suelo, pero ahora estaban en el camino correcto. Sin embargo, antes de que Solinho pudiera siquiera despedirse, recibió un nuevo llamado de auxilio, esta vez de Brasil.

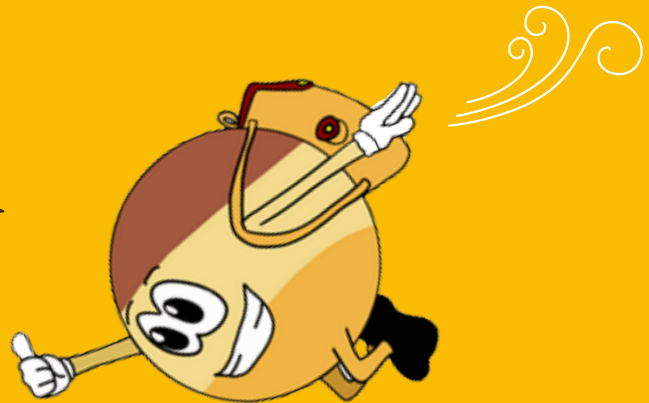
Inmediatamente tomó un viaje con la corriente del viento desde Brasil.



Solino llegó al lugar de donde había venido el llamado y vió un paisaje verde y frondoso y una presa imponente. Sin embargo, justo al lado de esto había una gran área desértica que llamó su atención. El lugar se veía desolado.

Solo había una hormiga solitaria esperando a Solinho, visiblemente aliviada de verlo.

¡Vine tan pronto  
como recibí su  
llamado!  
¿Qué sucedió?



No lo sé exactamente, pero las cosas aquí no han ido bien desde hace un tiempo. Toda esta región fue una vez hermosa y llena de vida, y había grandes plantaciones de maíz. Cuando llegaba la época de la cosecha, la Fiesta de São João hacía felices a todos. Pero, poco a poco, muchos de los organismos empezaron a morir, las plantas se marchitaron y algunas no empezaron a germinar en absoluto. Los animales que sobrevivieron tuvieron que mudarse para buscar comida, así que lo llamé porque no quiero dejar mi tierra. Creo que usted, como científico, puede ayudarnos.



Ya veo, pero necesito más información. ¿Hubo algo que cambió por aquí justo antes de que comenzaran estos problemas?



No estoy segura. Solo recuerdo que estaba muy bien aquí, donde la lluvia venía no solo del cielo, sino también de estas tuberías.



Hormiga continuó: "Sin embargo, desde hace algún tiempo la vida ha sido difícil, incluso con toda esta agua".

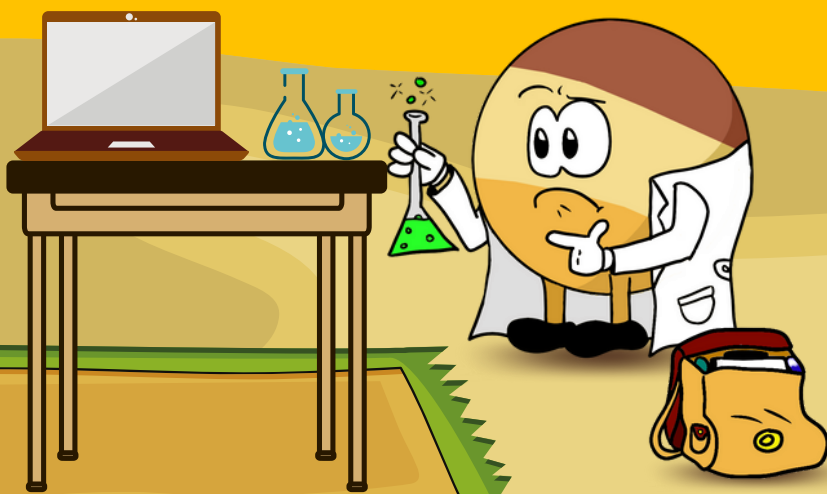
Aunque la zona estaba prácticamente desierta, el sistema de riego se había mantenido en un intento de devolver la vida al suelo árido.

Solinho ya tenía una idea de cuál podría ser el problema. Para confirmar sus sospechas, sacó un conductímetro de su siempre presente mochila y analizó el agua que salía de las tuberías. Ahora lo sabía con certeza.

Un sistema de riego es una técnica que se ha utilizado desde el Imperio Persa. Funciona canalizando el agua para ponerla a disposición del suelo de forma controlada, y se utiliza a menudo en la agricultura.

### Nota:

Un conductímetro mide la cantidad de sal en una muestra de agua midiendo qué tan rápido pasa la electricidad a través de ella. ¡Cuanta más sal haya, mayor será la corriente eléctrica!



"Querida Hormiga, sé cuál es el problema", dijo Solinho. "Acabo de llegar de lugares que tenían un problema similar y, después de mucho trabajo, pudieron comenzar a mejorar el suelo nuevamente".



Solinho sacó su libreta, además de otras cosas que necesitaba para una demostración.

La salinización es un problema mundial que se ha estado produciendo en diferentes regiones de todo el planeta. Tiene muchas causas diferentes, lo que significa que cada región debe ser investigada por científicos para ayudar a comprender el proceso.



¡También puede hacer experimentos para descubrir qué sucede cuando hay demasiada sal en el suelo, como explica el personal de la Universidad en la siguiente página!

Para comprender lo que está sucediendo, Solinho y la Hormiga organizaron un experimento con sal de mesa (Cloruro de sodio, NaCl)

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

$\text{Na}^+$  = Sodio (ión)  
 $\text{Cl}^-$  = Cloro (ión)  
 $\text{NaCl}$  = Cloruro de sodio (sal)



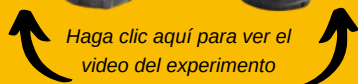


## ¿Qué necesita?

- 2 recipientes
- suelo
- rotulador
- etiquetas
- semillas (tu elección)
- agua
- sal de mesa



### Ejemplo:



## ¿Qué sucedió?

1. Después de una semana, retire con cuidado las semillas / plántulas de los recipientes, teniendo cuidado de mantenerlas separadas.

2. Describa cómo están las semillas / plántulas:

Sin sal: \_\_\_\_\_

Con sal: \_\_\_\_\_

3. ¿Hubo germinación?

Sin sal: sí ( ) no ( )

Con sal: sí ( ) no ( )

En la tabla al lado, puede encontrar algunos ejemplos de respuestas de cultivos para exceso de sal en el suelo.

Algunos pueden crecer cuando el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) es superior a 40, por lo que son más tolerantes y prosperan en suelos salinos. Otros no pueden tolerar esto y son por lo tanto considerados sensibles al exceso de sal.

## ¿Qué hacer?

- Llene 2/3 de los dos recipientes con suelo;
- Con el marcador / etiquetas, etiquete los recipientes "con sal" y "sin sal";
- Ponga la misma cantidad de semillas en cada recipiente (para frijoles, tres son suficientes, para semillas más pequeñas, puede ser más);
- Cubra las semillas con suelo;
- En el recipiente etiquetado como "sin sal", agregue agua del grifo (sin encharcar el suelo);
- Haga una solución salina agregando dos pizcas de sal a una taza de agua y mezcle bien. Agregue esto al recipiente etiquetado como "con sal" (sin encharcar el suelo);
- Coloque los dos recipientes en un lugar soleado;
- Observe el experimento durante una semana. Si el suelo se seca durante la semana, vuelva a regarlo con agua del grifo para "sin sal" y con la solución salina para "con sal".

### Nota:

La germinación es la primera etapa del crecimiento de la planta. La semilla se rompe y pequeñas hojas y raíces comienzan a salir de ellas. ¿Puedes ver esto con tus semillas?

Tabla - Tolerancia relativa de cultivos\* al sodio intercambiable

Sensibles (PSI<15)	Semi-tolerantes (PSI de 15 a 40)	Tolerantes (PSI>40)
Caupí	Trigo	Hierba de Rodas
Garbanzo	Tomate	Hierba de Angola
Maní	Espinaca	Algodón
Lenteja	Sorgo	Gramma
Mandarina	Centeno	Remolacha azucarera
Durazno	Arroz	Raíz de remolacha
Naranja	Rábano	Cebada
Pomelo	Cebolla	Alfalfa
Guisante	Avena	
Maíz	Mostaza	
Algodón (germinación)	Trébol	
Frijol	Caña de azúcar	
Nuez	Mijo	
Frutos caducifolios	Lechuga	
Palta	Fetusca	
	Zanahoria	

\* Listados en orden ascendente de tolerancia  
Adaptado de: Ayers & Westcot (1999 apud DIAS et al. 2016, p. 156; disponible en: [https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/20361500/pdf\\_pubs/P2542.pdf](https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/20361500/pdf_pubs/P2542.pdf))



# Salinización

No:

## Causas naturales

Los factores globales pueden provocar la acumulación de sales en el suelo:

- Transporte de partículas de sal por los vientos que soplan desde el mar hacia los continentes;
- Transporte de sales por el viento en áreas próximas a zonas de explotación minera, como minas.

Los factores locales también pueden causar salinización:

- Tipos de rocas del área local que dan lugar a diferentes tipos de suelo;
- Estaciones con sequías prolongadas;
- Fluctuación del nivel freático.

## Acción humana

Algunas prácticas humanas pueden acelerar el proceso de salinización o empeorarlo. Un ejemplo es el uso de agua salina en sistemas de riego.

## Salinización en Brasil

Aunque la salinización se puede ver en diferentes áreas de todo Brasil, es más común en el Nordeste, debido a las condiciones naturales de esta región.

El agua puede convertirse en gas fácilmente, en un proceso llamado evaporación, pero la sal en esa agua no lo hace. Esto significa que la sal del agua evaporada se queda en el suelo, provocando la salinización. Cuando no llueve mucho, no hay agua para "lavar" la sal concentrada del suelo.

Algunas áreas del Nordeste tienen temperaturas promedio altas, lo que conduce a altos niveles de evaporación. Esto, combinado con poca lluvia para reemplazar esta agua, significa que estas áreas son altamente susceptibles a la salinización.

El suelo en la región Nordeste de Brasil se forma a través del clima seco y el paisaje plano. La combinación de estos factores conduce a un suelo más susceptible a la salinización.





## Consecuencias de la salinización

Date:

No:

- Pérdida de la porosidad del suelo por efecto físico de las sales;
- Pérdida de flora y fauna, ya que muchos organismos no toleran mucha sal en el suelo.

¿Qué les sucede a las semillas cuando son sembradas en un suelo con exceso de sal?

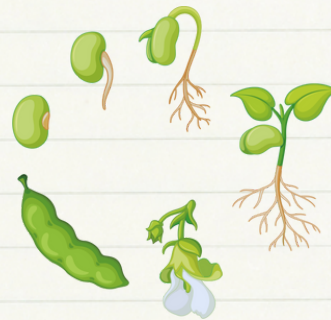
Cuando las semillas se colocan en suelos con sal acumulada, donde la concentración de elementos es mayor en el suelo que en la semilla, el agua de la semilla irá al suelo para equilibrar la concentración de sal. La pérdida de agua puede hacer que la semilla se marchite y muera.



Con sal

¿Qué les sucede a las semillas cuando son sembradas en suelo sin exceso de sal?


En suelos sin exceso de sal, las semillas pueden absorber agua del suelo porque tienen una mayor concentración de elementos en la semilla que en el suelo. Esta agua los hace germinar y desarrollarse.



Sin sal

La ósmosis es el movimiento del agua de una solución menos concentrada a una más concentrada a través de una membrana semipermeable, que deja pasar gases y líquidos, hasta que la concentración es igual en ambos lados.






¡Solinho, lo entiendo! ¿Se puede aplicar aquí lo que ha aprendido?  
¿Es posible que devolvamos la vida a este lugar?

Primero, es necesario investigar más aquí, ya que cada lugar tiene sus propias necesidades especiales.

Después de que Solinho estudió las condiciones del sitio, habló con la Hormiga: " - Necesitamos traer mucha agua sin sal". Y advirtió que el proceso sería largo y difícil.



¡Lo sé, hay una presa no muy lejos de aquí! ¿Será buena el agua de allí?

Cuando llegué, vi que tenía muchas plantas creciendo a su alrededor, ¡así que podría funcionar!

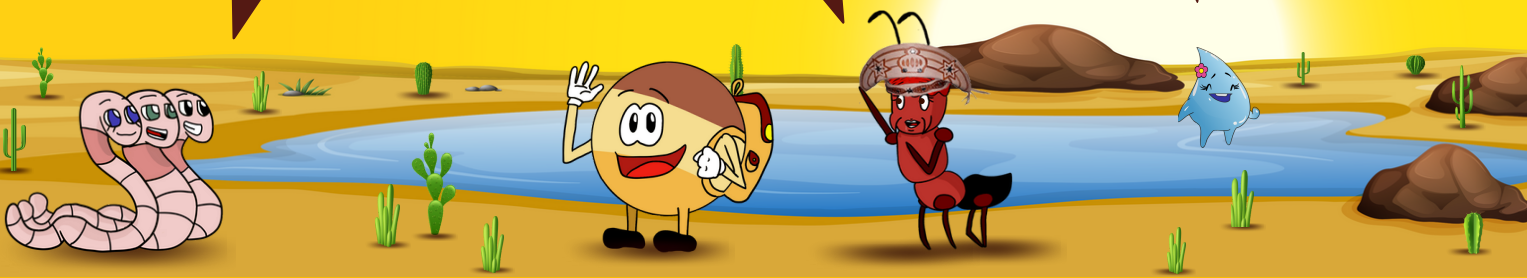


Así emprendieron un largo y agotador viaje en busca de agua. Cuando llegaron allí, Hormiga se sorprendió gratamente al encontrar a sus amigas Lombrices de tierra, que son ingenieras de suelos.

Hola Hormiga, es bueno verla. Ha pasado tanto tiempo desde que dejamos nuestra tierra. ¿Han mejorado las cosas allí?

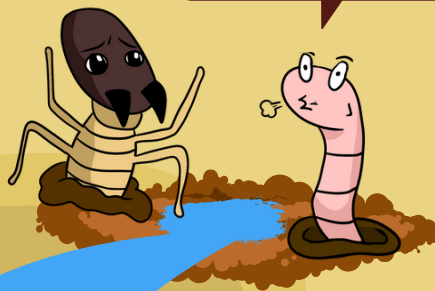
Desafortunadamente, las cosas están empeorando, por eso estamos aquí. ¡Estamos buscando agua dulce para solucionar el problema!

Ah, entonces llegaron al lugar correcto. ¡Encantada de conocerlos, soy Agüinha!



Animados por la confirmación de Agüinha, Solinho y Hormiga explicaron su idea. Las Lombrices de tierra estaban entusiasmadas con la idea de regresar finalmente a casa y se ofrecieron como voluntarias para ayudar.

Podemos hacer pequeños canales en el suelo para formar un sistema de riego y drenaje sin dañar el medio ambiente. Nuestras amigas, las Termitas, pueden ayudar.



Pronto, varios organismos comenzaron a ayudar a transportar agua dulce a la zona con demasiada sal en el suelo. Esperaban crear y mantener una capa de agua que resistiera la evapotranspiración.

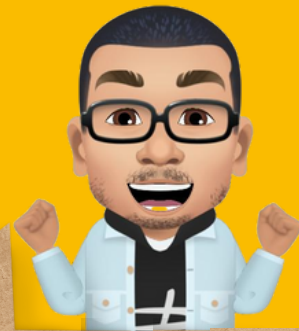
La evapotranspiración es la pérdida de agua de la costra terrestre para la atmósfera a través de la evaporación del suelo y transpiración por las plantas.



Antes de retirar la sal del suelo, Agüinha dijo que lavar el suelo no sería suficiente, ya que el proceso generaría mucha agua salobre que habría que eliminar correctamente.

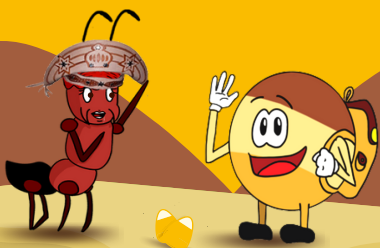
Solino quedó un poco desanimado, pero Agüinha sabía qué hacer, porque ya había investigado un poco sobre el asunto.

Después de mucho trabajo, el lavado de sales del suelo produjo el agua salobre, Agüinha decidió que era hora de poner en acción la segunda parte de su plan. Le pidió al viento que le trajera semillas de *Atriplex nummularia* y las esparciera por toda la región afectada.



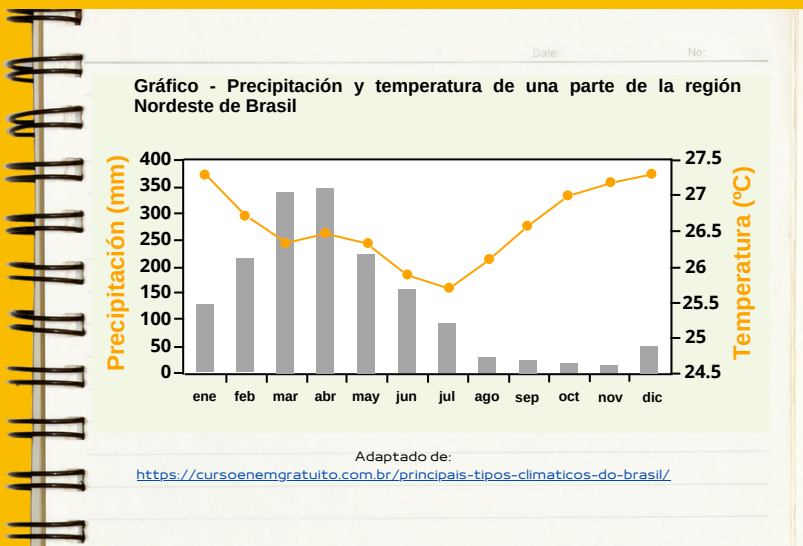
*Atriplex nummularia* (de la familia Chenopodiaceae) es una planta halófila (una planta tolerante a la salinidad) utilizada en la región nordeste de Brasil desde la década de 1930 por su capacidad para acumular cantidades importantes de sales en sus hojas.

Mientras esperaban a que el suelo se recuperara, Hormiga le mostró a Solinho una colección de semillas que había guardado, con la esperanza de que algún día pudiera plantarlas y volver a sembrar maíz.



Como había advertido Solinho, no fue ni rápido ni fácil, pero, finalmente, Agüinha y las plantas halófitas lograron reducir el exceso de sal acumulada en el suelo y empezaron a crecer otras plantas.

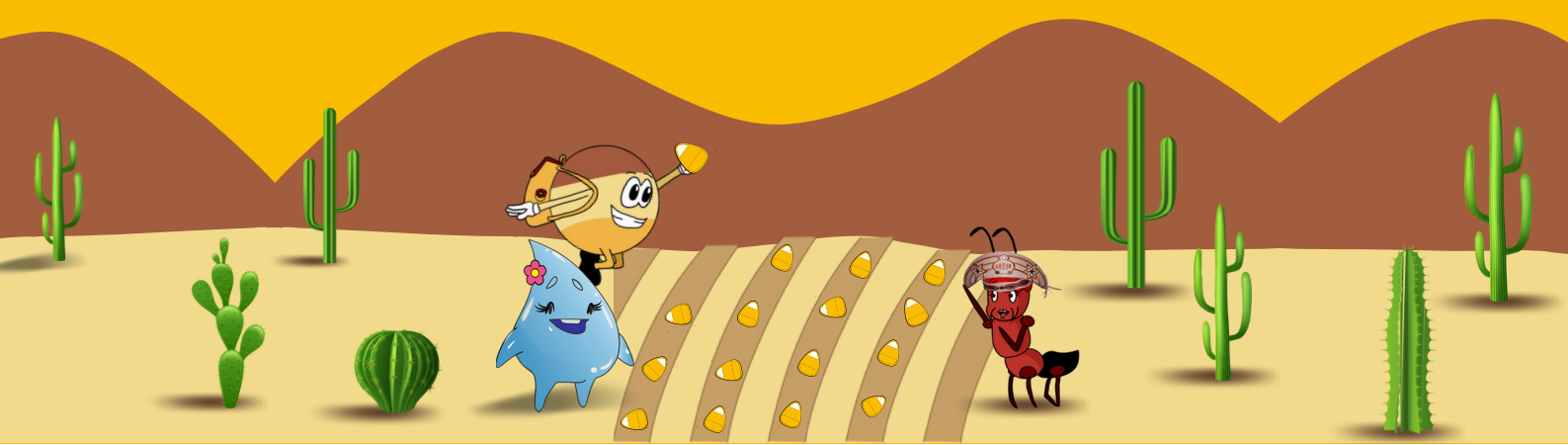
Finalmente, llegó un día muy especial, uno que Hormiga había esperado durante mucho tiempo.



En el gráfico al lado, las barras grises muestran la cantidad de lluvia en un mes y los puntos naranjas muestran la temperatura de una parte de la región Nordeste de Brasil.

Los primeros meses del año son más lluviosos; por lo tanto, es el mejor momento para sembrar.

Con cuidado, Hormiga y Solinho plantaron las semillas de maíz en el suelo. Agüinha ayudó regando el suelo, y todos esperaban ansiosamente su germinación.

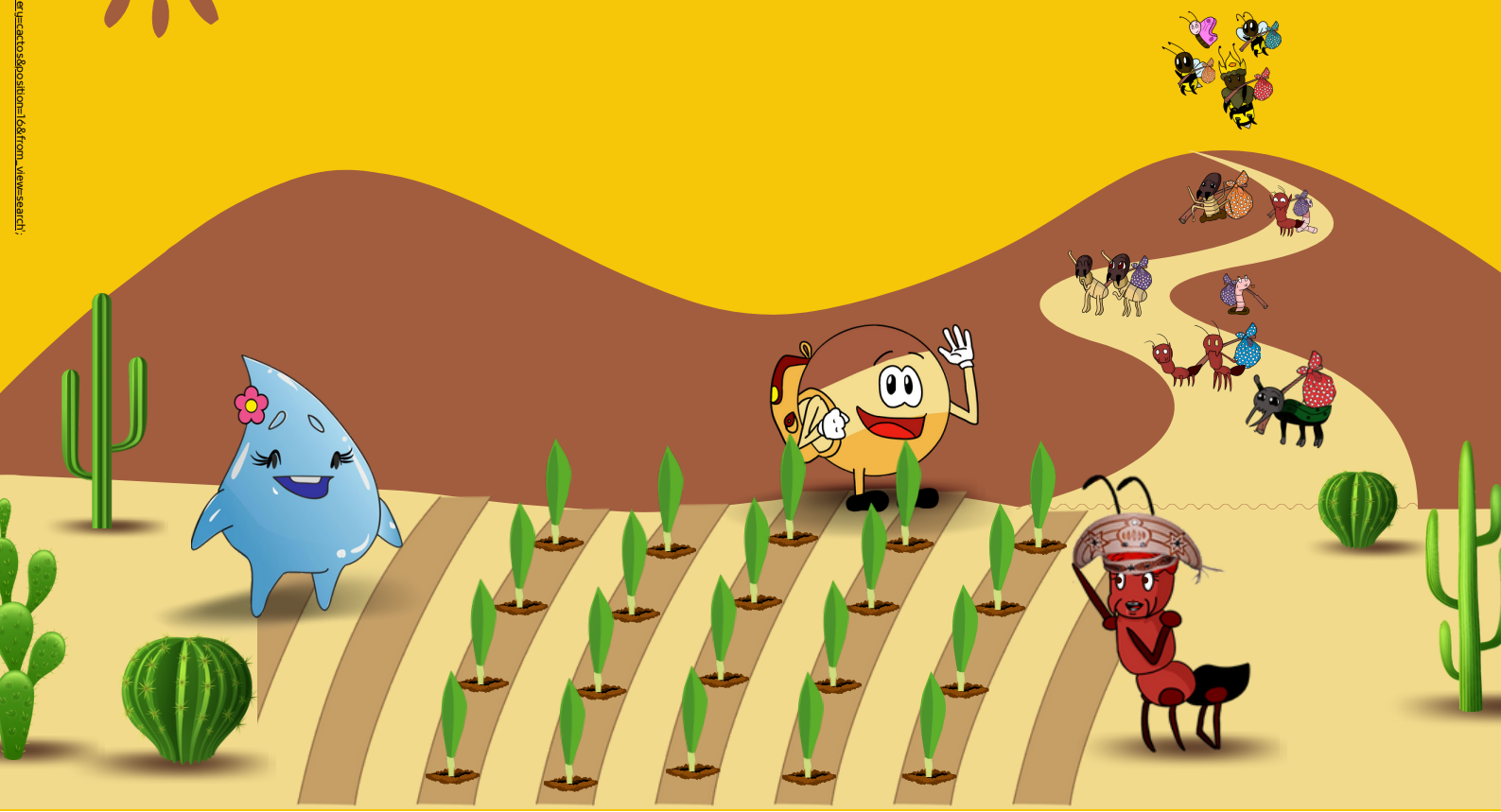


Con el tiempo, las raíces de muchas plantas comenzaron a crecer y a difundir las buenas noticias al acercarse a las plantas que vivían en las regiones no afectadas.

Haga clic aquí para obtener más información sobre la comunicación de las plantas

Cuando recibieron el mensaje, los amigos de Hormiga comenzaron a regresar a su tierra natal.

Con todos de regreso y el maíz creciendo maravillosamente, todos estaban esperando el momento más importante de todos: la cosecha de maíz y la Fiesta de São João.







La Fiesta brasileña de São João se celebra generalmente en junio. En la región Nordeste, coincide con la cosecha de maíz, lo que da lugar a muchas recetas deliciosas.



### Nota:

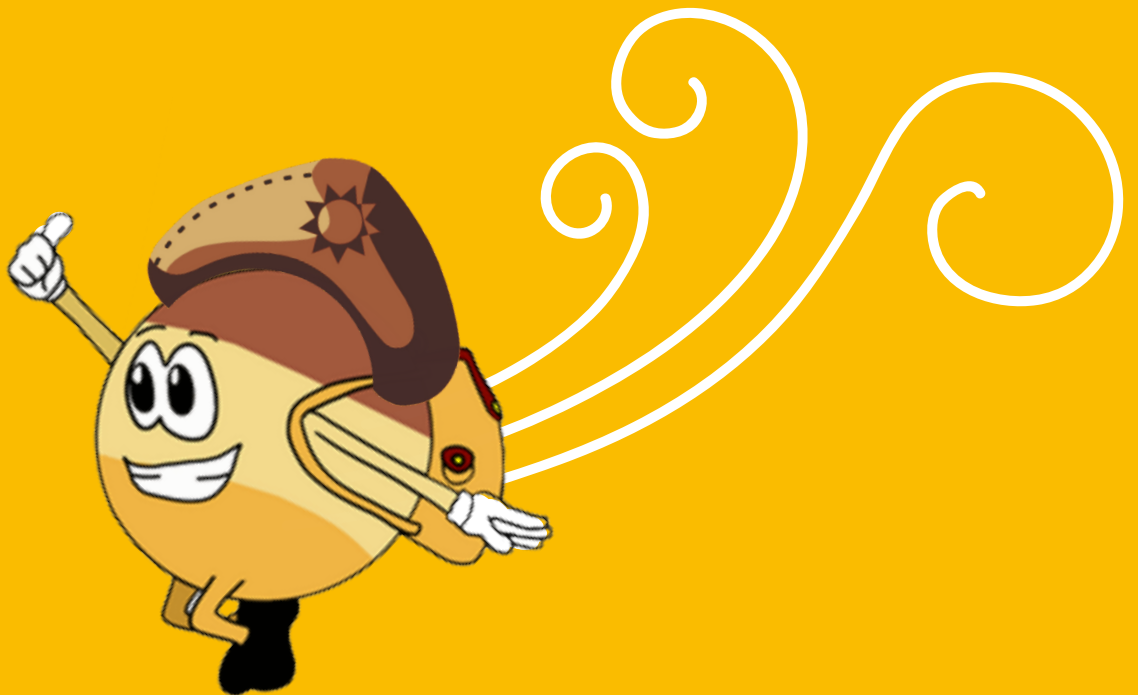
Inicialmente, los sombreros de cuero se usaban principalmente para proteger la cabeza del vaquero de las malas hierbas espinosas de la Caatinga, así como del sol y la lluvia. Pero luego se convirtió en una tradición gracias a Luiz Gonzaga, un cantautor, que utilizó varios modelos de sombrero de cuero en sus actuaciones en el Sureste, para representar su origen del Nordeste.



Haga clic aquí para escuchar musica tradicional de Nordeste brasileiro, escrita e interpretada por Luiz Gonzaga.



Quando terminó la Fiesta, Solinho sabía que su misión estaba completa y que sus amigos seguirían cuidando el suelo cuando él no estuviera.



Aldeir Ronaldo Silva



Brasil

Clécia Guimarães



Brasil

Marcia Vidal Frozza



Brasil

Psjy!

# Autores Y Diseñadores



Antonio Carlos de Azevedo



Brasil

Nayana Alves Pereira



Brasil

Beatriz Rosa Chiodeli



Brasil

Tiago Ramos de Azevedo



Brasil

Bruna Arruda



Colombian

Josiane Mazzetto



Muera Zelanda

Wilfrand Bejarano



Colombian

**Fin.**