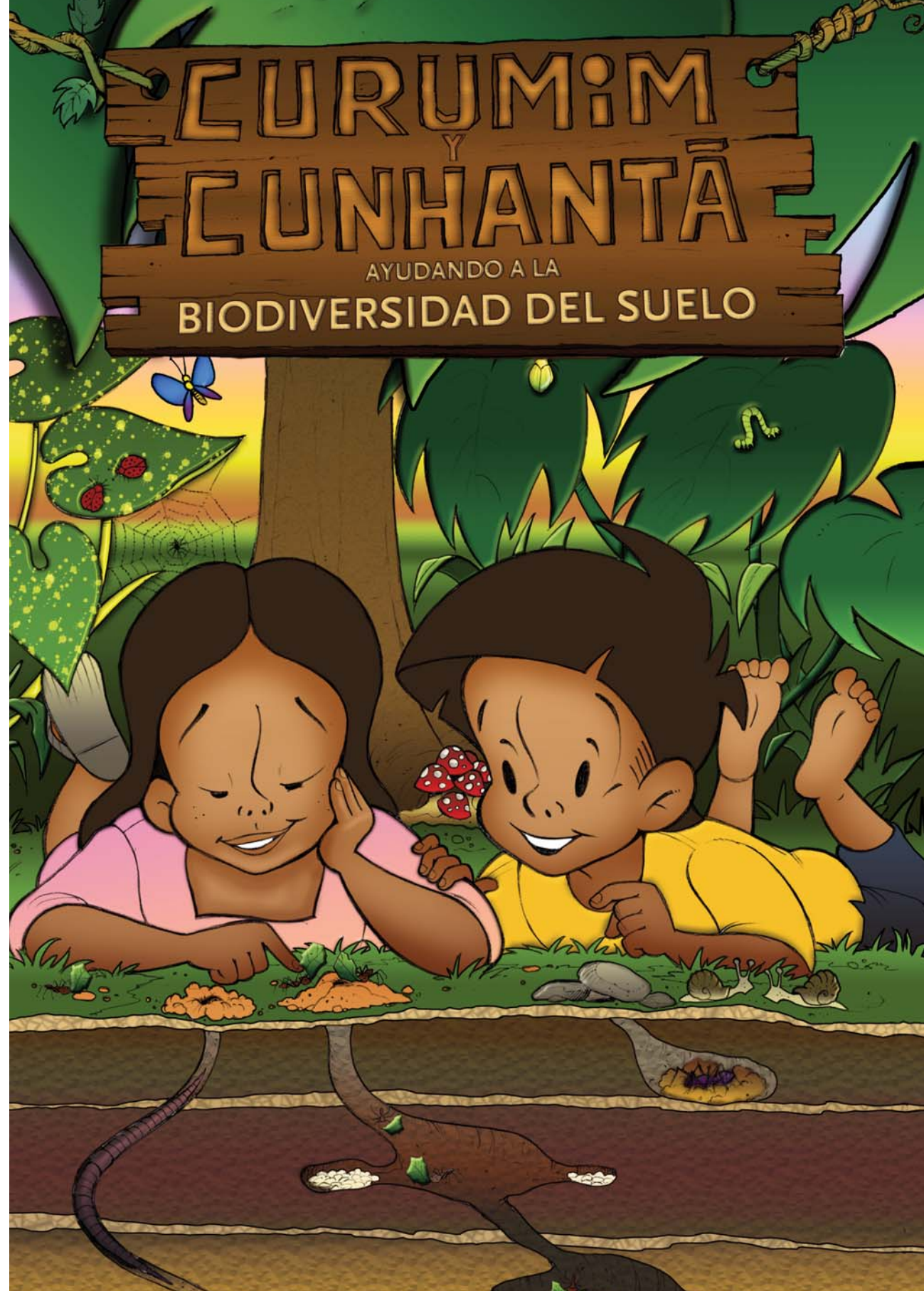
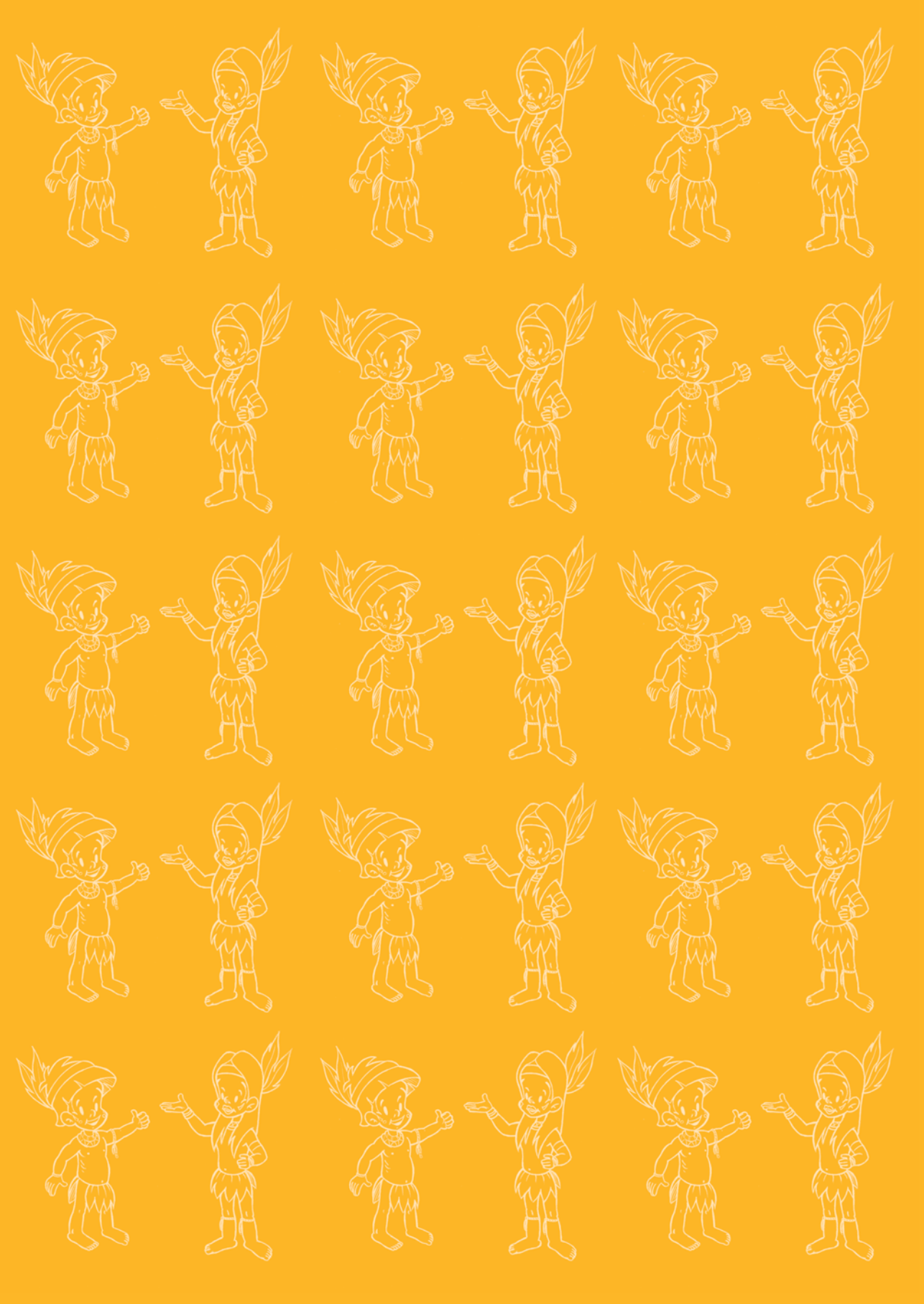


CURUMIM Y CUNHANTÁ

AYUDANDO A LA
BIODIVERSIDAD DEL SUELO





**CURUMIM
Y
CUNHANTÁ**
AYUDANDO A LA
BIODIVERSIDAD DEL SUELO

Edición y Guión:

Fatima M. S. Moreira, Júlio N. C. Louzada y Ronald Zanetti.

Ilustración:

Wilson Pinto

Color:

Deborah Telles

Proyecto Gráfico, diagramación y storyboarding:

Julio Moreira

Revisión ortográfica:

Maria José de Sant'Anna

Maria Carolina Brasileiro de Castro

Traducción al español:

Pablo Luis Gallego Toter

Agradecimientos a **Valdete da Luz Carneiro**,

directora del Instituto Natureza e Cultura de la UFAM

Curumim y Cunhantã ayudando a la Biodiversidad del Suelo / editores,
Fatima Maria de Souza Moreira, Júlio N. C. Louzada, Ronald Zanetti;
autores, Agno Acioli ... [et al.]. – Lavras: UFLA, 2009.
38 p. : il.

Proyecto BiosBrasil.

1. Macrofauna. 2. Mesofauna. 3. Nematodos. 4. Hongos. 5. Bacterias.
6. Proyecto BiosBrasil. I. Moreira, Fatima Maria de Souza. II. Louzada,
Júlio N. C. III. Zanetti, Ronald. IV. Título.

CDD- 574.5

Esta publicación presenta una parte de los resultados del proyecto internacional “Conservación y Manejo Sustentable de la Biodiversidad del Suelo”, implementado en siete países tropicales (Brasil, Costa de Marfil, India, Indonesia, Kenia, México y Uganda). El proyecto está coordinado por el Tropical Soil Biology and Fertility Institute do CIAT (TSBF-CIAT) con co-financiamiento del “Global Environmental Facility” (GEF), y apoyo para la implementación del “United Nations Environment Program” UNEP). El componente brasileño del proyecto es denominado BiosBrasil y está coordinado por la UFLA (www.bios-brasil.ufla.br). Las opiniones expresadas en esta publicación son de sus autores y no necesariamente reflejan aquellas de las instituciones a las cuales éstos están afiliados, del “United Nations Environment Programme” o del “Global Environmental Facility.”



**FATIMA MARIA DE SOUZA MOREIRA,
JÚLIO N. C. LOUZADA & RONALD ZANETTI**

EDITORA
UFLA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Presentación

Los organismos del suelo desempeñan un importante papel en varios procesos naturales responsables de la sustentabilidad de los ecosistemas. Estos procesos son influenciados por la complejidad, heterogeneidad, dinámica e interacción de los diversos factores físicos, químicos y biológicos del sistema edáfico. Por tanto, el estudio de los organismos del suelo debe ocurrir en un contexto integrado, con vistas a la aplicación del conocimiento adquirido para el desarrollo de una producción agrícola y forestal sostenible y asociada a la conservación del medio ambiente.

El proyecto “Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity” (Conservación y Manejo Sustentable de la Biodiversidad del Suelo) -CSM/BGBD) está coordinado por el “Tropical Soil Biology and Fertility Institute” (Instituto de Biología y Fertilidad del Suelo Tropical) – TSBF del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), financiado por el “Global Environment Facility” (GEF), implementado por la “United Nations Environment Programme” (Programa Ambiental de las Naciones Unidas) – UNEP y puesto en marcha en siete países: Brasil, Costa de Marfil, India, Indonesia, Kenia, México y Uganda. En Brasil, el proyecto se denomina BiosBrasil, su coordinación está a cargo de la Universidade Federal de Lavras (UFLA) y de las siguientes instituciones son co-ejecutivas: Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), EMBRAPA – Solos, Universidade Regional de Blumenau (FURB), Universidade de Brasília (UnB), Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Centro de Ensino Universitário Luterano de Manaus (CEULM/ULBRA), Comissão Executiva do Plano da Lavoura

Cacaueira (CEPLAC), y Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). En Brasil, cerca de 100 participantes, entre investigadores, estudiantes de grado y postgrado, técnicos y otros becarios actúan en el proyecto. En la fase 2 del proyecto, están participando además, otras cuatro instituciones: Universidade Federal do Piauí (UFPI), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) y Universidade Federal do Mato Grosso UFMT).

El objetivo es promover la concienciación, el conocimiento y la comprensión de la biodiversidad del suelo, importante para la producción agrícola sustentable en paisajes tropicales, y también ampliar la difusión del conocimiento científico por medio de la demostración de métodos para la conservación y manejo sustentable.

El proyecto explora la hipótesis de que, a través del manejo apropiado de la Biota arriba y abajo del suelo, la conservación de la biodiversidad para beneficios nacionales y globales puede ser alcanzada en mosaicos de uso de la tierra de diferentes intensidades de manejo y, además, resultar en ganancias simultáneas en la producción agrícola sustentable y seguridad alimentaria de las poblaciones locales.

El área de estudios del proyecto se sitúa en el municipio de Benjamin Constant, en la región denominada Alto Solimões, en el Estado de Amazonas, e involucra a las comunidades indígenas de Nova Aliança y Guanabara II. Esta publicación muestra resultados hallados por los investigadores del proyecto durante la Fase 1 (julio de 2002 hasta junio de 2005). Asociando ficción con realidad, ésta explica en un lenguaje accesible para un amplio público, la importancia de la biodiversidad del suelo en la sustentabilidad de los ecosistemas y habla de como su conservación depende de todos nosotros.

El cielo y la tierra se sentían tristes por los humanos, pues éstos estaban perdiendo la capacidad de vivir en armonía entre ellos y con la naturaleza. Los peces y otros animales estaban desapareciendo. Los árboles frondosos, reyes de la floresta, estaban siendo talados. Plagas y enfermedades surgían, causadas por animales y microorganismos, que antes eran inofensivos, pues sus enemigos naturales también habían desaparecido. El propio suelo estaba perdiendo su capacidad de producir. Por ello, el cielo y la tierra decidieron rescatar la pureza de la humanidad. Entonces, tuvieron un hijo y una hija y los enviaron a vivir entre los humanos.

Cuando cayeron a la Tierra, los dos olvidaron de donde habían venido, aunque su pureza permaneció intacta, para que los hombres y mujeres pudieran redescubrirla. Miembros de una comunidad de la Amazonía los encontraron deambulando por la floresta, los adoptaron y los llamaron Curumim y Cunhantã¹. Ambos eran alegres y curiosos, y contagiaban a todos con sus nobles sentimientos y valores.



Un día, en la escuela de la comunidad, la profesora, Doña Flora, les comentó a los alumnos acerca de la biodiversidad de la Amazonia. Dijo que en la Amazonia se encuentra la mayor biodiversidad del planeta y que ésta es muy importante para el ser humano. Señaló también que, lamentablemente, mucha gente está destruyendo la floresta, los ríos y los animales.

Curumim y Cunhantã se quedaron intrigados, pues, a pesar de que habían visto en la televisión la misma información, no sabían bien de qué se trataba la biodiversidad y cuál era su importancia para el hombre. ¿Entonces la floresta era la biodiversidad? Todo el mundo lo decía, aunque ellos continuaban sin entender claramente. Y, ¿por qué era tan importante?

Según Doña Flora, la biodiversidad era tan grande que era imposible que una sola persona la comprendiese totalmente; y por tanto había científicos especializados para cada grupo de organismos. Doña Flora dijo que había científicos estudiando la biodiversidad de florestas y tierras de cultivo cerca de su comunidad, y que ellos les podrían dar una mejor explicación.



¡Los dos se entusiasmaron muchísimo! Era la oportunidad de aclarar las dudas que les preocupaban y decidieron actuar. Llamaron a otros niños para que fuesen con ellos a aprender más; pero éstos solo querían ver televisión. Los niños solo querían aprender a luchar como los superhéroes, que hacían cosas que ningún otro guerrero de la tribu realizaba; y las niñas querían aprender a maquillarse y vestirse como las artistas de las telenovelas. Entonces, decidieron ir solos.

Al día siguiente, bien temprano, Curumim y Cunhantã tomaron a su fiel compañero Mico y partieron hacia el lugar dónde Doña Flora les había dicho que los científicos estaban trabajando. Cuando llegaron allí, vieron muchas personas diferentes y entre ellas a varias conocidas, padres y madres de algunos de sus amiguitos, que ayudaban a los científicos. Preguntaron quién podría responderles algunas preguntas y les dijeron que todos tenían algo para enseñar, que era solo cuestión de preguntarles.



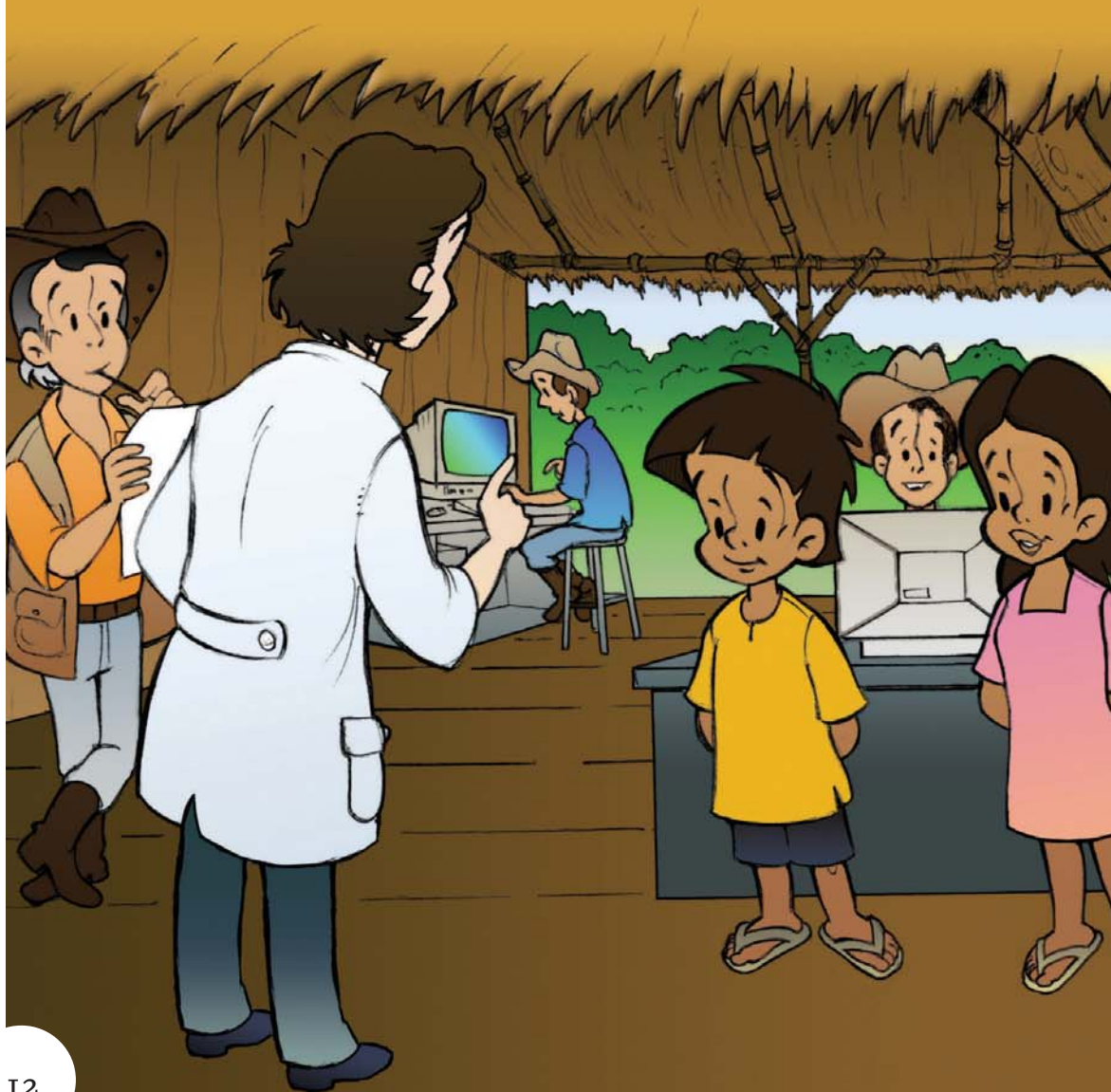
Mirando a los indiecitos en el medio de los investigadores, una científica se presentó:

– Hola, ¿puedo ayudarlos?

– Hola, mi nombre es Cunhantã y él es Curumim. Nuestra profesora nos comentó sobre una tal biodiversidad y sentimos curiosidad por conocerla. ¿Dónde está escondida? Yo nunca encontré una.

– También nos dijo que las florestas están siendo destruidas y que ayudando a ésta tal biodiversidad conseguiríamos salvarlas – dijo Curumim.

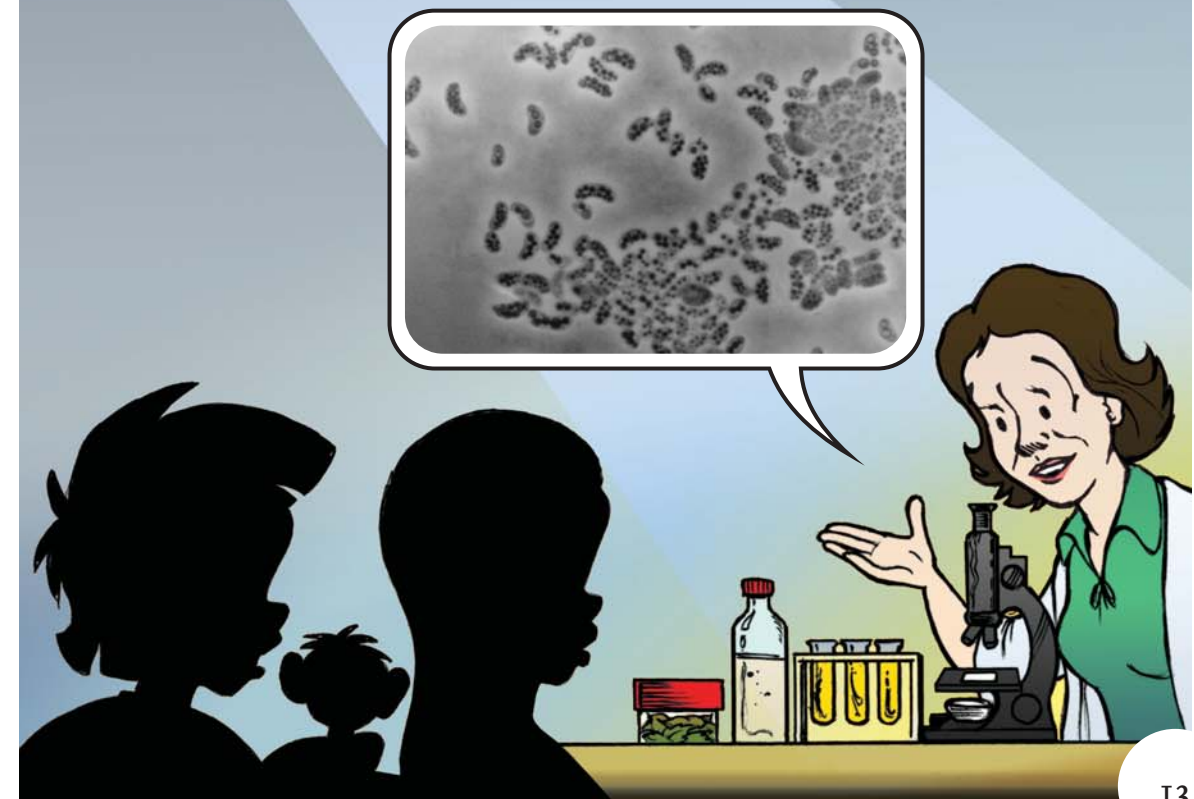
– Yo soy la coordinadora de este proyecto. Todos nosotros tendremos el inmenso placer de mostrarles a ustedes y a todos sus amiguitos qué es la biodiversidad y por qué es tan importante.



La científica entonces les explica:

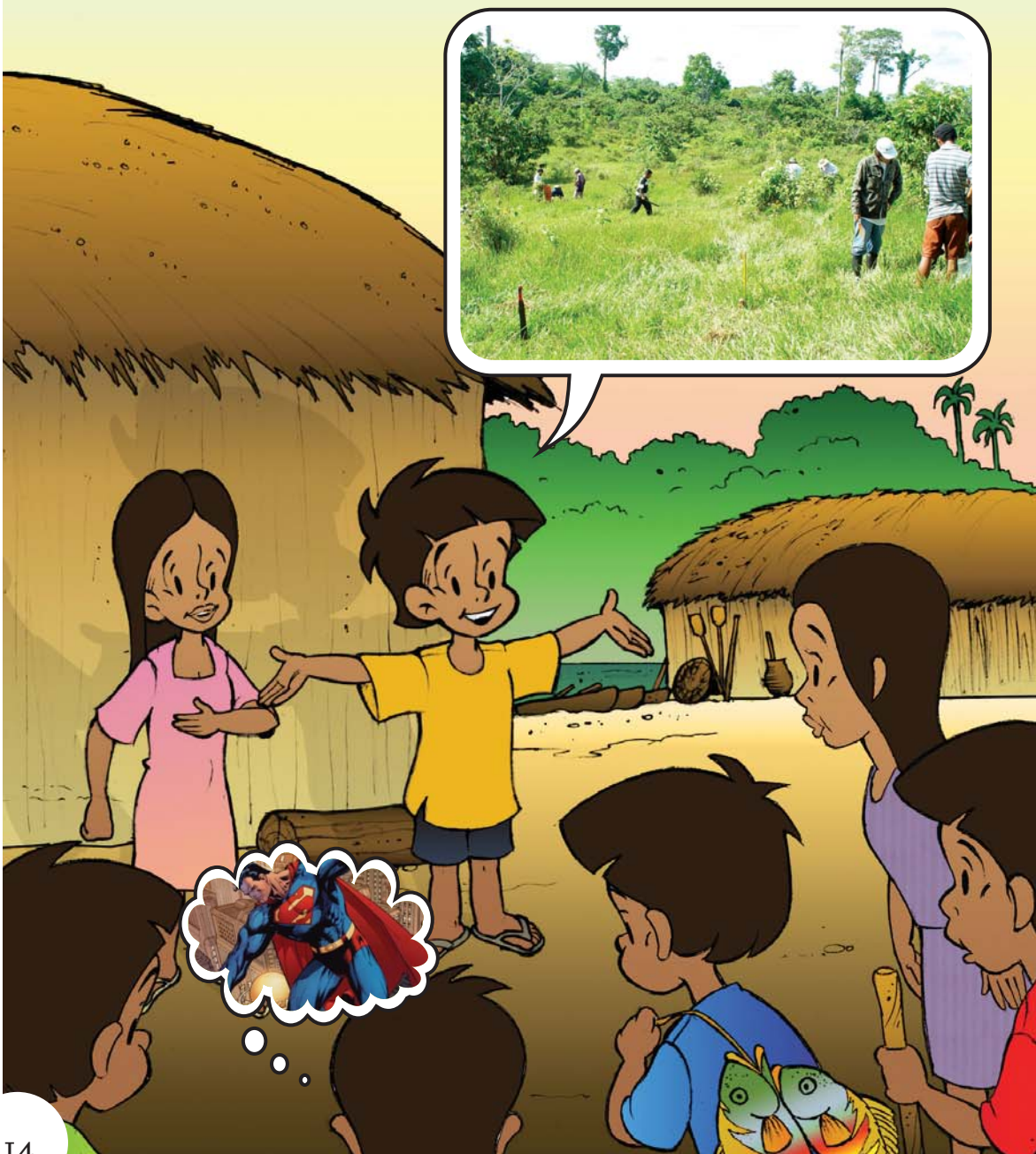
– La biodiversidad son todos los organismos vivos, de diversos tamaños y formas, que habitan un lugar. Todos nosotros estamos rodeados de ella sin que lo notemos, y más aquí en la Amazonia, que es el paraíso de la biodiversidad en el mundo. Todos estos organismos viven en diferentes ecosistemas. Un ecosistema es la combinación de un ambiente, con todas sus características como la cantidad de lluvia, la temperatura, el tipo de suelo, etc., y los organismos que habitan en él. Por ejemplo, un *igarapé*² es un ecosistema, como también la floresta es otro ecosistema diferente.

– En el caso de nuestro grupo – continuó – el interés principal es, por ejemplo, estudiar la biodiversidad de organismos que viven en el suelo de los diferentes ambientes de la región: floresta, *capoeira* (matorral o fachinal), tierras de cultivo, chacras y pastizales. Estos organismos son de diversos tamaños, desde lombrices hasta otros que, como las bacterias, son tan pequeños que precisamos un microscopio para verlos. Todos se ven afectados por la forma en que utilizamos el suelo de las áreas para producir alimentos, por ejemplo. Como ellos son muy importantes para el funcionamiento de la naturaleza, si los perdemos, tal vez en el futuro no podamos producir alimentos como lo hacemos hoy en día. Es muy importante que los pueblos de la floresta sepan lo que estos organismos hacen, pues, de ese modo, entenderán la importancia de conservarlos.



La científica combina con Curumim y Cunhantã que vuelvan al día siguiente, trayendo consigo a sus compañeritos, para conocer un poco más sobre la biodiversidad junto a otros científicos investigadores del proyecto.

Los dos volvieron a casa muy contentos con esta idea y llamaron a sus compañeros para visitar el proyecto al día siguiente. El grupo quedó dividido entre los que querían ver a los superhéroes, artistas y cantantes en la televisión y aquellos que querían saber qué era esa cosa llamada biodiversidad. Sin embargo, Curumim y Cunhantã contagiaron a buena parte con su entusiasmo y acabaron aceptando la invitación.



Al día siguiente, allí estaban ellos y su pandilla, con las preguntas en la punta de la lengua.

– ¡Buen día, chicos! – dijo la coordinadora.

– ¡Buen día! – respondieron todos muy animados.

Ella empezó explicando que en otros países, con florestas semejantes a las de Amazonia, otros investigadores estaban también haciendo el mismo tipo de estudio y que en cada país había varios científicos expertos.

– Voy a empezar presentándoles a la experta que trabaja con mapas. Y ahí Curumim no aguantó más:

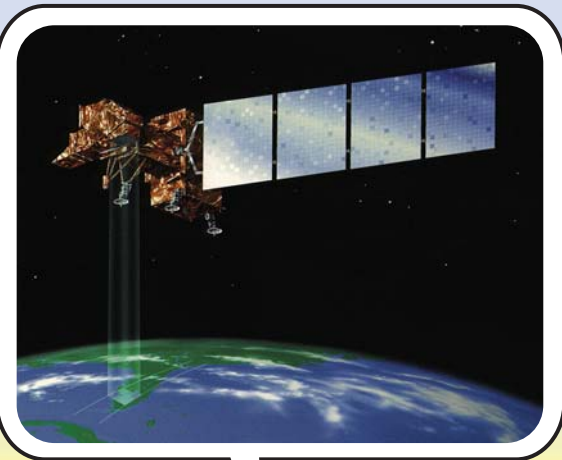
– Entonces, ¿mapa también es biodiversidad?

– ¡No! – respondió la investigadora que hacía mapas, feliz con la pregunta. – Voy a mostrarles la importancia de los mapas.



– Los diferentes usos de la tierra afectan la biodiversidad. Entonces, en primer lugar, precisamos confeccionar un mapa que muestre dónde están esos usos y cuánto ocupa cada uno de ellos de la región. El mapa es importante para que ubiquemos las florestas, los desmalezados, los terrenos de cultivo y otros lugares donde la biodiversidad se encuentra. Esto es más fácil de hacer a través de imágenes satelitales. El satélite está en el cielo, girando alrededor de la Tierra y logrando imágenes como ésta de aquí, del municipio de Benjamin Constant con el Río Solimões.

– Con respecto al uso de la tierra, vamos a conocer las diversidades de las especies de plantas que componen cada uno de estos usos. Voy a presentarles a la botánica, que es una experta en plantas, y al agrónomo, que sabe cómo cuidar a las especies cultivables. Ellos les van a contar lo que vieron aquí en el Alto Solimões.



– ¿Vamos para allá, niños? – dice la botánica – En esta región, encontramos 599 especies de plantas en la floresta y 69 especies en el pastizal. Son dos tipos de paisajes muy diferentes. En la floresta, encontramos principalmente árboles altos, con grandes troncos. Debajo de ellos, aparecen creciendo algunas plantas, en el medio de varias hojas, ramas, flores y frutos caídos. El pastizal, en cambio, está conformado principalmente por gramíneas o pastos, hierbas y algunos árboles. Esto se debe a que el criador de ganado quiere que su pastizal tenga solamente el capín para alimentar al ganado y algunos árboles para dar sombra en las horas calientes del día. Se puede decir que es un paisaje de biodiversidad pobre. No sólo porque existen pocas especies de plantas, sino también pocas especies de otros organismos, como fue observado por los otros expertos.

– Ya en las tierras de cultivo – dice el agrónomo – encontramos 187 especies de plantas, algunas de las cuales son de cosecha anual, como la mandioca, el maíz y la calabaza. En estas áreas todavía son cultivados árboles de frutas como la papaya, el cupuaçu³, la pupunha⁴, el plátano y otros. Pero la mayoría son hierbas que aparecen espontáneamente y precisan ser removidas entre dos y tres veces al año.

– Cuando los campos de cultivo se convierten en *capoeira* – añade la botánica – el número de especies aumenta. *Capoeira* es la mata formada por varias especies que crecen espontáneamente donde hubo deforestación. Encontramos 291 especies en la *capoeira* nueva y 255 en la vieja. El paisaje y el número de especies de la *capoeira* vieja son parecidos a los de la chacra. ¿Ustedes sabían que en la *capoeira* vieja hay menor cantidad de plantas pequeñas por causa de la sombra? Ya en la chacra encontramos 196 especies de plantas, que son principalmente las fruteras que ustedes adoran, y debajo de ellas, algunas especies de plantas que pueden soportar la sombra.



– Bueno, niños, voy a llamar ahora al edafólogo. Él es el experto que estudia los suelos.

– ¡Hola! – ¡dijo él desde dentro de un pozo!

– ¡Hola! – exclamaron los niños, curiosos y entusiasmados con tantos conocimientos.

– Bueno, el suelo es la parte bien de arriba, superficial y suave del planeta Tierra. Él es como la cáscara que recubre la naranja. Es en el suelo que las plantas crecen, de donde retiramos nuestros alimentos y donde construimos nuestras casas y carreteras. De él dependemos para mantenernos vivos. Existen varios tipos de suelos, que los científicos consiguen distinguir en el campo por nombres específicos, así como las personas. Si Pedro y Juan son nombres de personas, Oxisoles, Cambisoles, Ultisoles, Gleysoles y varios otros son algunos nombres de suelos que los edafólogos inventaron. Es muy importante saber los nombres de los suelos y distinguirlos en el campo. Cada tipo de suelo tiene características que pueden favorecer, dificultar o incluso impedir el crecimiento de plantas como la mandioca, el maíz, y todas las otras plantas que conocemos.



– En el caso de la biodiversidad de organismos del suelo – continuó él -, es importante que también sepamos qué tipos de suelos hay en el lugar. El suelo es como una casa para los organismos. Por ello, sus características son muy importantes. Por ejemplo, algunos lugares tienen el suelo más oscuro, otros, más claros; otros, encharcados; otros, secos; otros, profundos; otros, rasos. En estos suelos rasos, como el de aquí, la roca dura está bien cerca, a pocos centímetros de la superficie. Otros, suelos tienen más arena, otros, más arcilla, que es un granito mucho pequeño que el de arena. Estas características y muchas otras ayudan a separar los suelos en el campo y darles nombres, como también favorecen o dificultan el crecimiento de las plantas y organismos que en viven en los suelos.

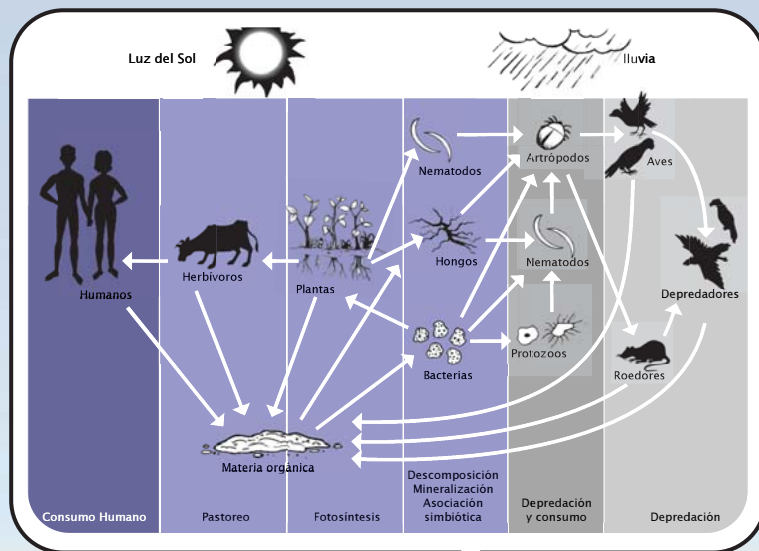
– Una característica de los suelos es muy importante – observa el edafólogo. – Estos pueden ser más ricos o más pobres en nutrientes que son la comida que hacen que las plantas crezcan en los suelos y también son importantes para los organismos que viven de ellos. Por eso, la cantidad de nutrientes de un suelo tiene un papel muy importante en la biodiversidad.

– Los suelos de tierra firme de aquí – continuó – son muy ácidos y tienen mucha arcilla. Poseen una gran cantidad de ciertos nutrientes, como Calcio, Magnesio, Azufre, Zinc, Manganeso, Hierro y Cobre, aunque, poca cantidad de otros, como de Potasio y, principalmente, de Fósforo y de Boro. Hay también otros elementos en los suelos que no son buenos para las plantas, como el Aluminio, por ejemplo, que causa su envenenamiento, y el Hidrógeno que, junto con el Aluminio, torna los suelos ácidos, como los de aquí. Cuando eso ocurre, precisamos usar el calcáreo para corregir ese problema, pues la acidez dificulta el crecimiento de las plantas e incluso impedir que ellas consigan los nutrientes que precisan para crecer y fructificar. Cuando el suelo está más cerca del río o en lugares inundados, éste permanece lleno de agua, buena parte del tiempo. Esto puede llevar a que las raíces de algunas especies de plantas no consigan crecer, o incluso lleguen a pudrirse, por la gran cantidad de agua y falta de oxígeno para la respiración.



– Niños, ahora les presento a otro experto llamado ecólogo, que puede explicarles las relaciones entre las plantas y los organismos.

– ¡Hola, chicos! ¿Uds. sabían que las plantas son importantes también para los organismos del suelo? Ellas sirven como alimento para estos, tanto cuando están vivas como cuando están muertas. Ellas también liberan varios tipos de alimentos a través de las raíces, que los organismos del suelo adoran. Cada organismo tiene sus preferencias alimenticias. Algunos comen plantas y otros son predadores, esto quiere decir que comen otros organismos. Incluso hay un gran grupo de organismos que comen varios detritos producidos en la floresta. Una red, como la que tejen las arañas, ejemplifica bien la variedad de relaciones entre todos los organismos del suelo. Entonces vamos a llamarlas redes alimentarias.



– ¡Ah, bueno! Así es más fácil de entender. ¿Y esa biodiversidad del suelo, cómo es? – preguntó Cunhantã.

– En ese caso – respondió él -, quienes pueden explicar eso muy bien son las personas que trabajan con los organismos del suelo, tales como los varios tipos de animales – dijo el científico.

– ¿En el suelo hay animales? – pregunta Curumim.

– Sí, y muchos. Hay tanto bichitos en el suelo que la gente que trabaja con ellos suele dividirlos en grupos: los mayores, denominados macrofauna, los de tamaño medio, mesofauna, y los pequeños, también conocidos como microfauna; e incluso están los microorganismos, ¡qué son muchísimos! ¡En el suelo hay trillones de organismos macro y microscópicos por metro cuadrado y puede haber diez toneladas en un área del tamaño de un campo de fútbol! En cuanto al número de especies, sabemos que aún no conocemos todas, pero ciertamente hay millones de ellas.

– ¡Guauuuuuuuu! – exclamaron los chicos admirados.

– Nosotros no conseguimos ver esta enorme diversidad, pues la mayoría de los organismos se encuentra escondida en el suelo, además de que muchos son microscópicos como las bacterias, o sea, no visibles a la vista. Nosotros solo vemos una pequeña parte de las especies, que son aquellas macroscópicas que visitan la superficie del suelo o viven en ella, aclara él.

– ¿Qué forma parte de la macrofauna: carpincho, papagayo? – preguntó Cunhantã.



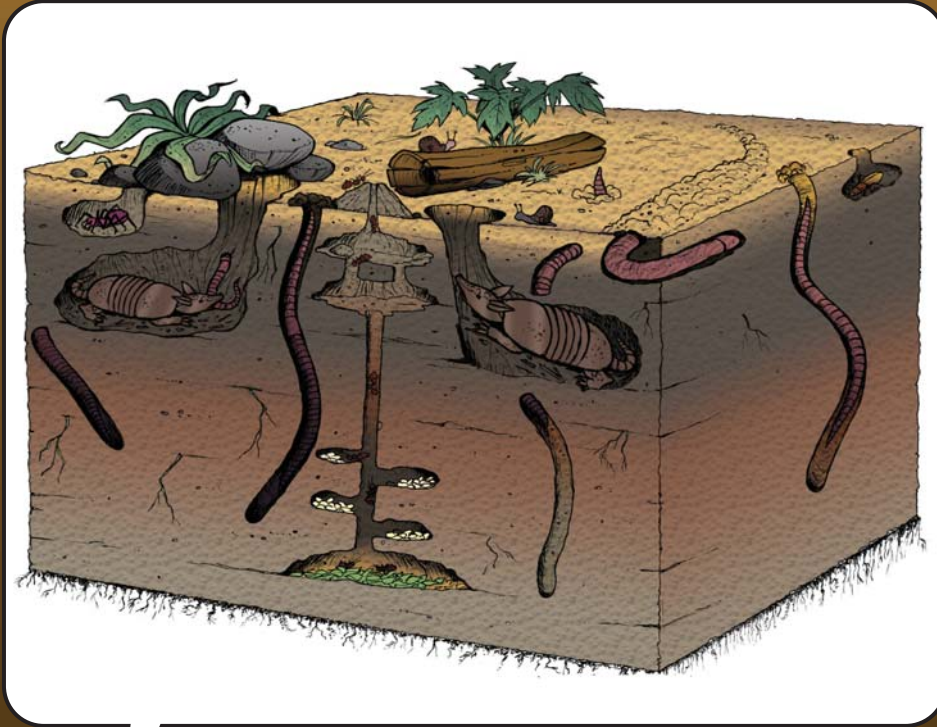
– ¡No, no! – exclamaron los científicos expertos en fauna.

– Esos no forman parte de la macrofauna del suelo – dijo uno de los entomólogos -La macrofauna está formada por organismos mayores de un centímetro como escarabajos, lombrices, hormigas, termitas, arañas, caracoles, además de varios otros. Los zoólogos y entomólogos hallaron muchas especies de macrofauna aquí, por ejemplo: 239 de hormigas, 75 de termitas y 53 de escarabajos; y otros grupos en los cuales aún estamos identificando las especies, porque, desafortunadamente, los expertos que los estudian son escasos. Por eso, buena parte de la diversidad del suelo es desconocida.

– Todos esos grupos de macrofauna – añadió otro entomólogo – se ven muy afectados cuando la floresta es quemada para uso agrícola y, principalmente, para pastoreo. Felizmente, como ocurre con las plantas en esta área, en la *capoeira* hay una recuperación de la diversidad, porque los que se refugiaron en la floresta que no fue quemada, regresan.



– Organismos pertenecientes a la macrofauna, como las lombrices, termitas, escarabajos y hormigas, cavan túneles, galerías, que ayudan a que el aire entre en el suelo. Las raíces de las plantas y muchos de los organismos que están en el suelo también respiran y, por lo tanto, precisan aire. Todos, al igual que nosotros, precisan agua.



– La macrofauna también ayuda en las fases iniciales de descomposición de la materia orgánica, que, después, es completada por los microorganismos. Materia orgánica son todos los organismos, animales o plantas, muertos. ¿Ya pensaron que pasaría si no hubiera descomposición de hojas, ramas, animales muertos, heces y otros tipos de detritos? ¡Nosotros estaríamos atascados en nuestra propia basura! Además de este proceso de descomposición algunos organismos, como los escarabajos, entierran en el suelo excrementos de otros animales. De esta forma, ellos ayudan a abonar el suelo y evitan la contaminación. Por ello, podemos llamarlos “recolectores de basura” de los ecosistemas.

– ¡Guauuu! – dijeron en coro los chiquillos.



– ¡Hola, niños! – aparece la experta en fertilidad del suelo – Completando lo que mi colega explicó, cuando la materia orgánica se descompone, libera los nutrientes que fueron retirados del suelo por las plantas. Estos nutrientes irán a aumentar la fertilidad y podrán ser usados por otros organismos vivos, como las propias plantas, para crecer y reproducirse. El suelo es como una gran máquina, que digiere todo el material orgánico y libera, por un lado, los nutrientes y, por otro, la materia orgánica, que denominamos humus.

– La cantidad de nutrientes del suelo – continúa ella – también cambia dependiendo de la forma en que éste es usado. Por ejemplo, cuando se coloca abono o estiércol en el suelo, éste posee más nutrientes y las plantas crecen mejor. Otra cosa que modifica la cantidad de nutrientes ocurre cuando una floresta es cortada y quemada. Cuando esto sucede, todos los nutrientes de las hojas, ramas y troncos quedan en el suelo en forma de cenizas. Estas cenizas, además de ser los nutrientes para las plantas, también ayudan a corregir la acidez y el Aluminio, que es nocivo para las plantas. Pero estas cenizas se agotan rápido cuando plantamos mandioca tras cortar y quemar la floresta. Eso ocurre porque la mandioca va absorbiendo los nutrientes para crecer. Luego de 2 o 3 años, los nutrientes de las cenizas ya fueron todos utilizados por la mandioca o llevados por el agua de la lluvia. Entonces el suelo vuelve a quedar como si no hubiera recibido las cenizas y, por eso, al dejar que la *capoeira* crezca, con el pasar de los años, el suelo vuelve a ser parecido a lo que era en la floresta nativa.

– Profesora, entonces cuando mi papá usa el *paú* él está ayudando a aumentar los nutrientes y la fertilidad del suelo para que las plantas crezcan, ¿es así?

– ¡Exactamente, Cunhantã!

– ¡Guau! ¡Entonces esa biodiversidad hace cosas realmente importantes de las que precisamos para vivir!



– ¡Hola, cómo están? También soy un entomólogo. Voy a charlar sobre otro grupo importante: el de la mesofauna. ¿Ustedes ya escucharon hablar en mesofauna? Vean en el microscopio. Ella está compuesta por otros animales entre 0,2 y 10 milímetros como los colémbolos y las garrapatas, que ustedes conocen. Como así también la macrofauna, ellos son importantes para mantener las poblaciones de varias especies bajo control, pues comen ellas e incluso ayudan en la descomposición de los detritos. También como la macrofauna, la mesofauna ayuda a dispersar a los microorganismos que llevarían años para moverse desde un punto hasta otro distante, pues, para ellos, una distancia de un metro es como, para nosotros, ¡la distancia de aquí a la Luna! Por otro lado, la macrofauna también ayuda a dispersar a algunos representantes de la mesofauna como los pseudoescorpiones y ácaros, pues estos pueden viajar como polizones debajo de las alas de grandes escarabajos o agarrados a las patas de las mariposas y así desplazarse largas distancias.



– ¡Vaya! Si eso es mesofauna, creo que nunca ví una microfauna – dijo uno de los niños.

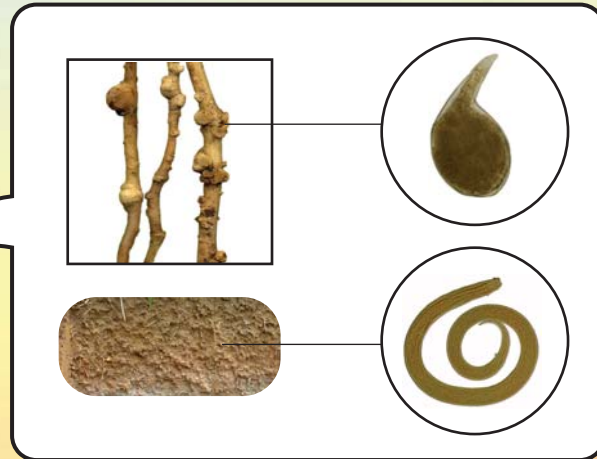
– ¡Es así, chicos! – dijo el experto en nematodos: el fitopatólogo. – Generalmente solo conseguimos ver la microfauna en el microscopio. ¿Ustedes están viendo esta foto de raíz engrosada? En ella existen miles de parásitos llamados nematodos que nosotros solo vemos en el microscopio. Aquí ellos están parasitando la planta y causándole una enfermedad. Pero hay otras especies que tienen funciones benéficas en la naturaleza. Algunas se alimentan de otros microorganismos y controlan las poblaciones de ellos. Ellas mantienen el número de individuos de esos microorganismos no muy elevado, para que de esta forma ellos no compitan con otras especies y evitar así que algunas de ellas causen enfermedades en plantas. ¿Ustedes ya vieron una enfermedad o plaga acabar con por lo menos parte de la floresta?

– Sí, ya vimos, profesor, ¡es la plaga de los hombres!

¡Todos los científicos se rieron!

– Tienen razón, niños, sin embargo estamos hablando de las plagas y enfermedades provocadas por otros organismos.

– ¡Ah, sí! De ese tipo nunca vimos.

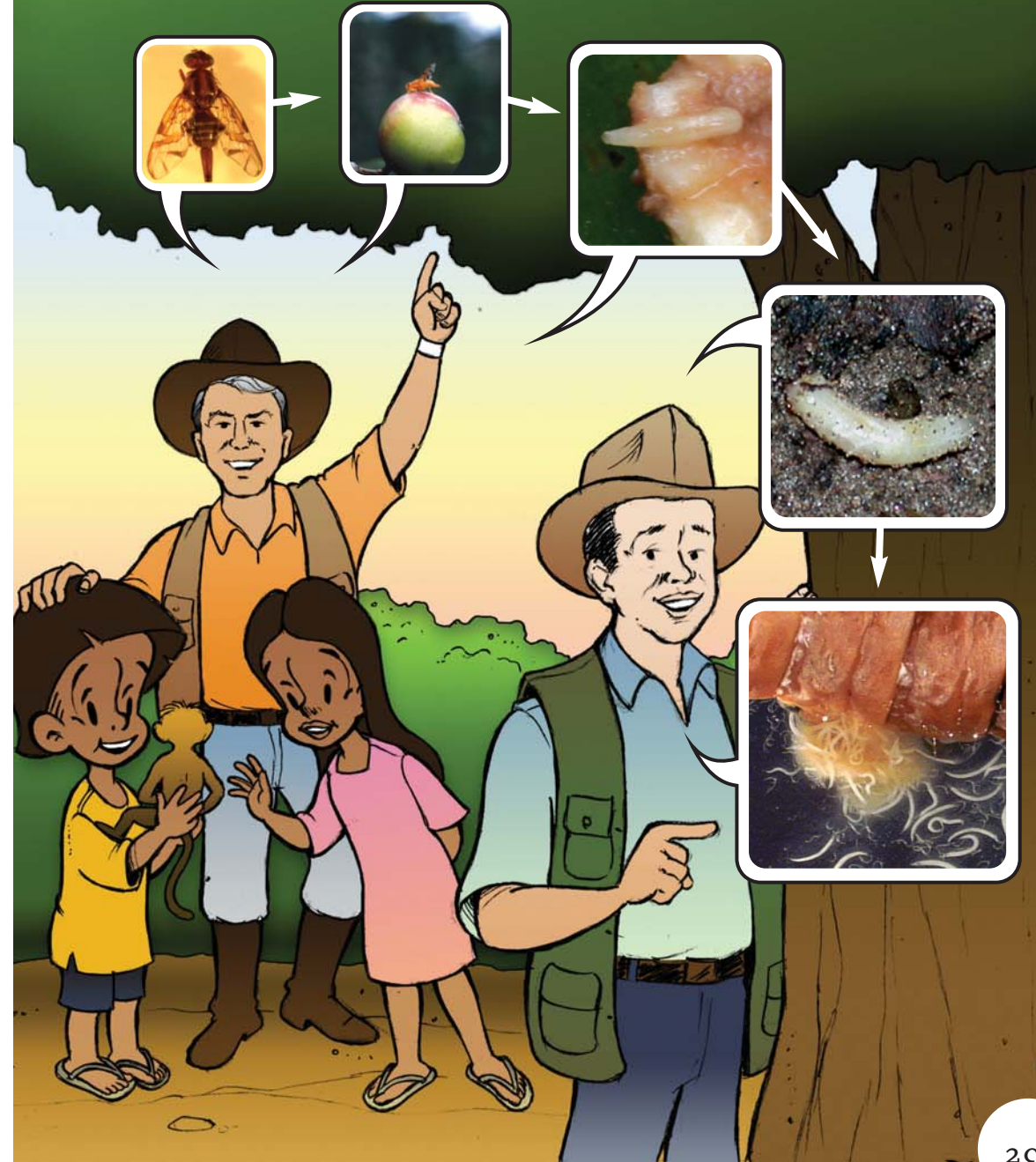
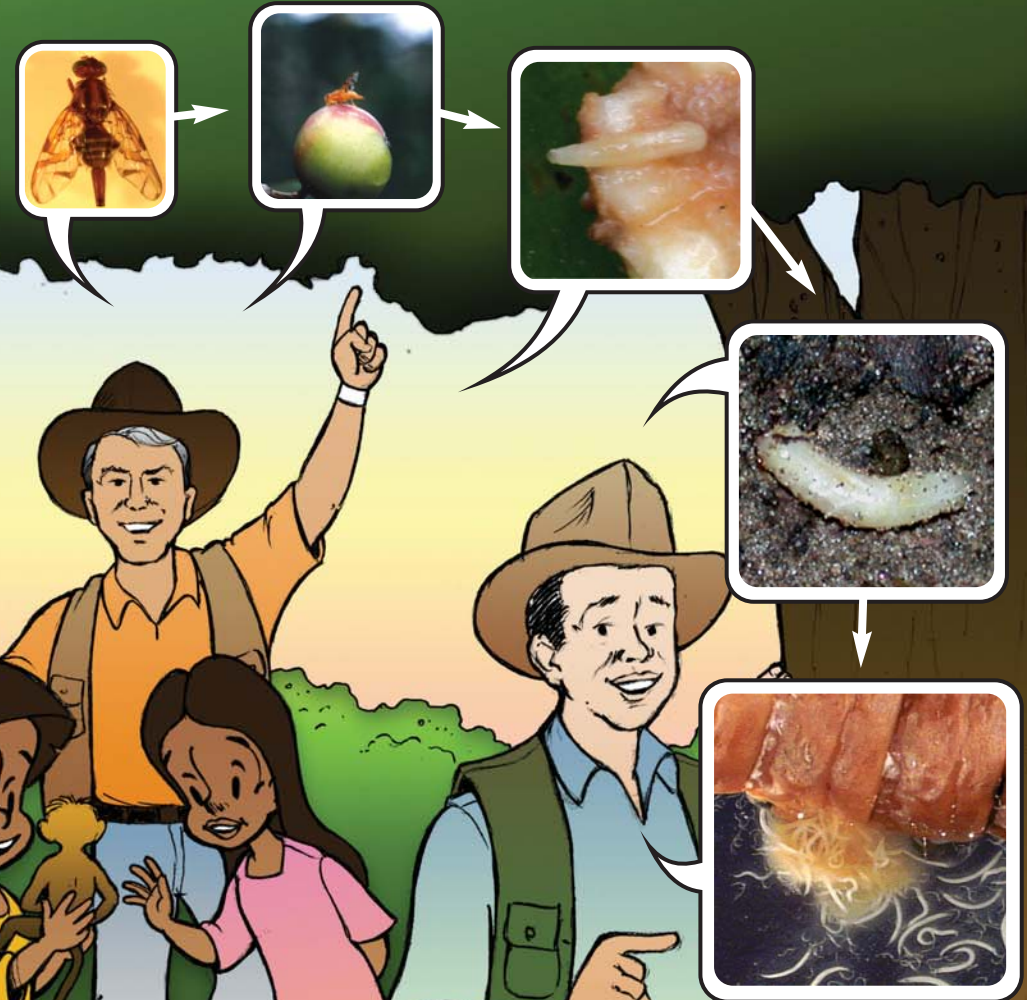


– Las miles de relaciones entre los organismos permiten que todos sobrevivan en armonía y que la población de ninguno aumente en perjuicio de otras.

– ¡Vaya! ¿Deberíamos aprender de ellos, no les parece?

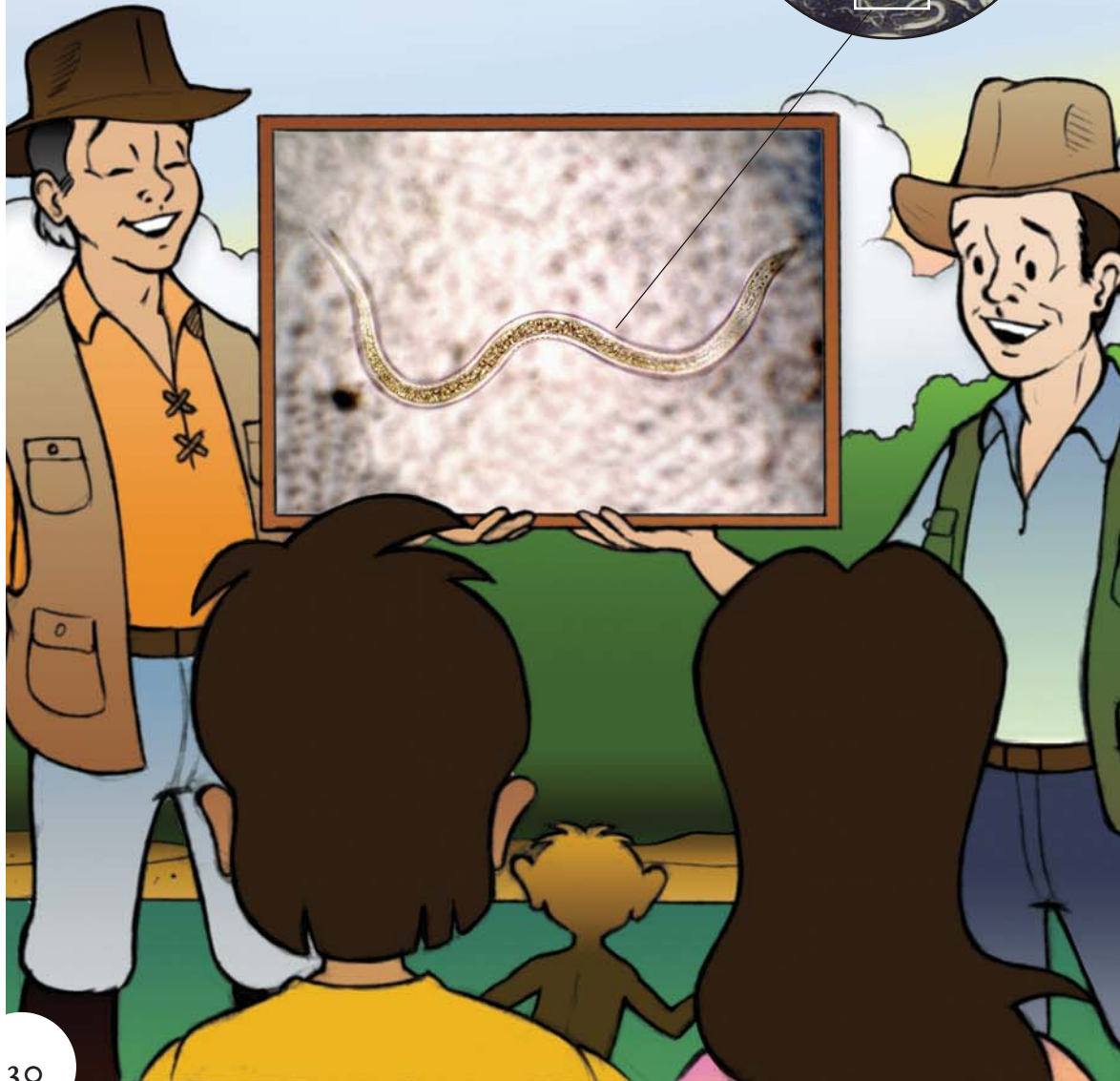
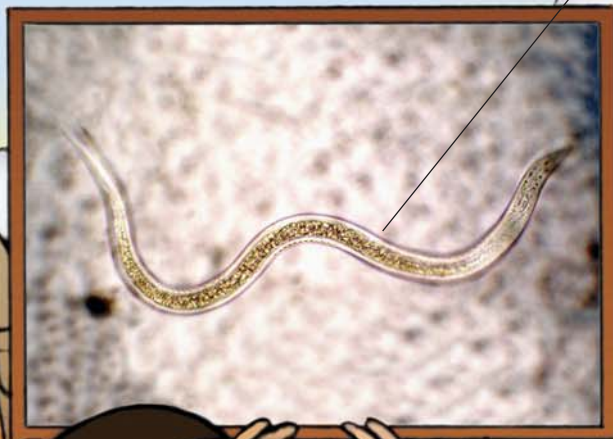
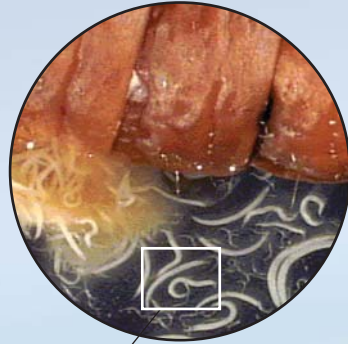
– Sí, la naturaleza brinda grandes lecciones y los hombres tienen mucho que aprender de ella.

– Nosotros podemos incluso usar la biodiversidad a nuestro favor. Por ejemplo, muchos nematodos pueden parasitar insectos que son plaga, como las moscas de la fruta, que atacan a las guayabas y otros frutos de los alrededores.



– En esos casos, pueden ser usados en el control biológico de esos insectos, substituyendo los insecticidas, veneno que puede hacer mal a otros animales e incluso al hombre. Como esos insectos viven parte de su vida en el suelo, podemos aumentar el número de los nematodos benéficos, que viven allí y que causarían enfermedades en las larvas y pupas de las moscas que están en el suelo.

– Aquí en esta foto encontramos una nueva especie de nematodos dice el entomólogo, experto en control biológico – que puede ser usada para controlar plagas como las moscas de la fruta que vimos hace poco en el árbol. Sólo la encontramos en la floresta y en la *capoeira*: la llamamos *Heterorhabditis amazonensis*.



– Volví, niños – aparece la coordinadora. – Ahora vamos a conocer otros organismos que no pueden ser vistos con nuestros ojos y que, por eso, necesitamos un microscopio para ver: Son los hongos y las bacterias. Estos organismos tan pequeños existen en cantidades enormes en cada pedacito de tierra. Ellos tienen funciones importantes en la naturaleza. Ciertos hongos llegan a crecer tanto que se tornan visibles al ojo, o sea, quedan macroscópicos. Como en todos los otros grupos de organismos, existen microorganismos benéficos y perjudiciales. Esto desde el punto de vista del hombre, pues en la naturaleza, como ellos están en equilibrio, no hay enfermedades ni plagas que diezmen a otros organismos. Ellos se controlan para no volverse numerosos y no tornarse plaga o causar enfermedades en las plantas. Vamos a empezar hablando con uno de los micólogos.

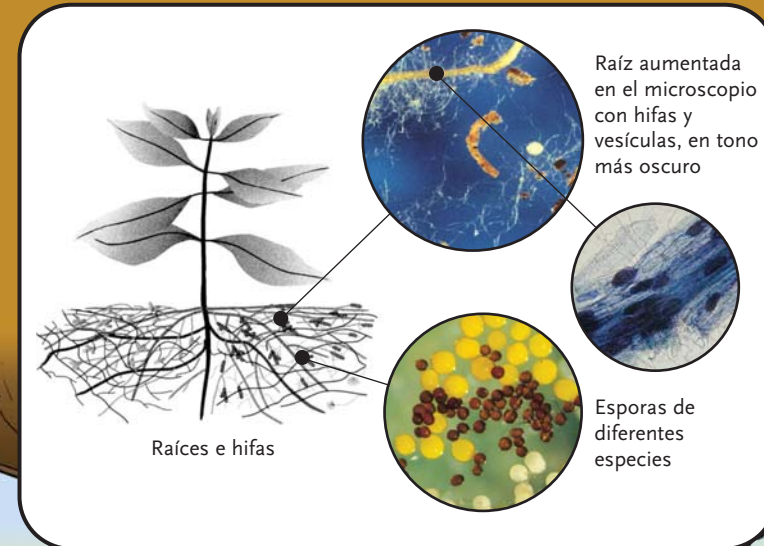
– ¡Holaaa! – Gritan los niños entusiasmados.



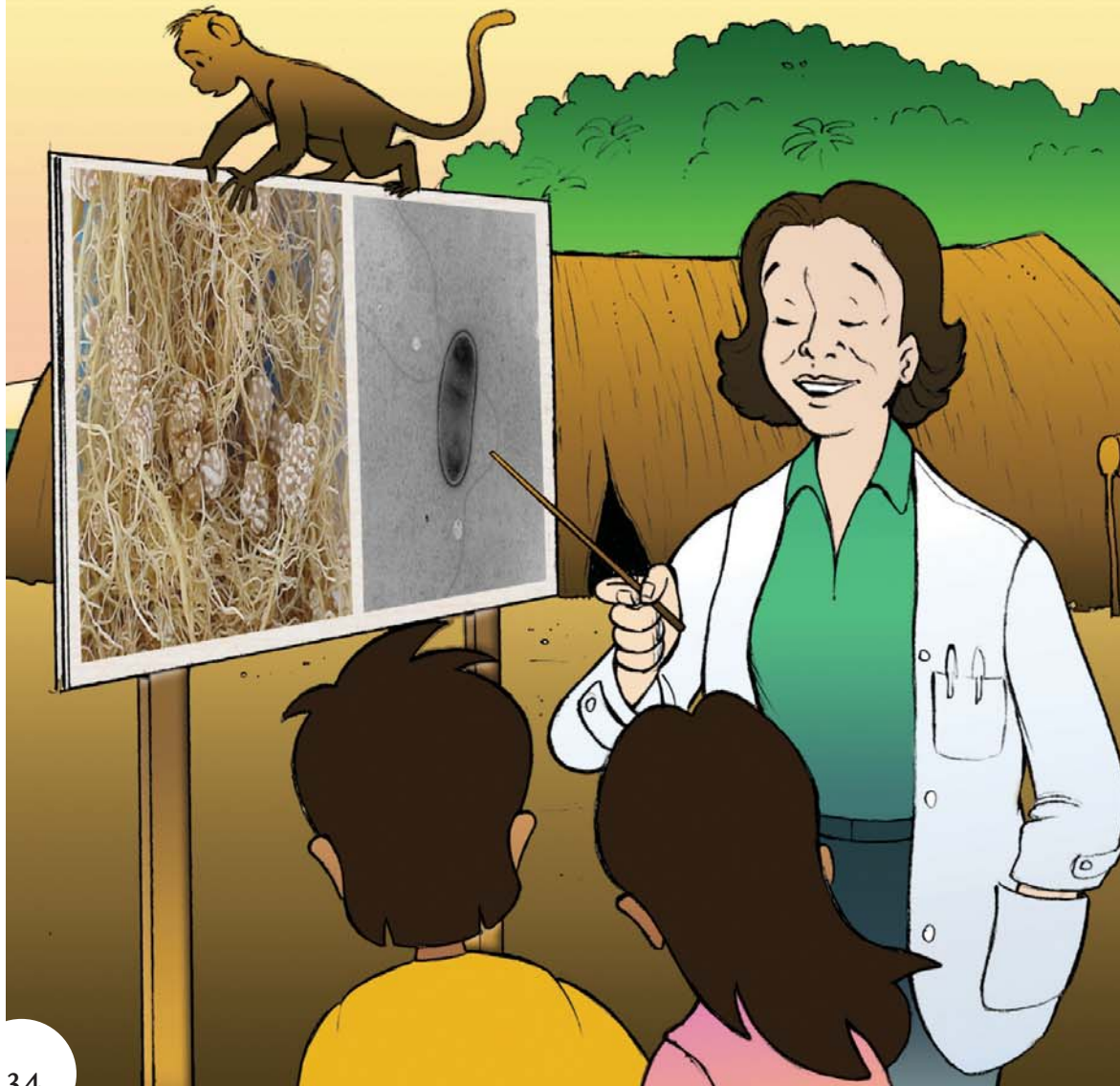
– ¡Hola, chicos! Yo soy el micólogo.
 – ¿Usted estudia a nuestro amigo Mico? – preguntó Cunhantã. Todos se rieron.
 – No, los micólogos estudian los hongos. Los hongos son muy importantes, porque transforman restos de plantas, como hojas, troncos de árboles y otros materiales orgánicos, como animales muertos, en humus y nutrientes para las plantas vivas. También existen tipos de hongos que pueden infectar a otros organismos. Los llamamos antagonistas. Ellos pueden ser usados como los nematodos, de los cuales ya hablamos, para controlar plagas causadas por insectos y enfermedades provocadas por otros hongos.



– Otros hongos microscópicos garantizan el mantenimiento de las plantas – comenta otro micólogo -, pues ayudan a las raíces a buscar los nutrientes que están fuera de su alcance. Ellos también ayudan a buscar agua y proteger a estas raíces de otros organismos que causan enfermedades. Los llamamos hongos micorrízicos, porque viven junto a las raíces de casi todas las plantas. Saliendo de las raíces para explorar los nutrientes del suelo están las hifas de los hongos, que parecen cabellos. Cuando vemos en un microscopio estas raíces aumentadas, además de las hifas, vemos las vesículas de los hongos. Por otro lado las esporas de esos hongos, que parecen y tienen la misma función que semillas de plantas, germinan y dan origen a nuevas hifas.



– Hay otros organismos, menores todavía, que hacen cosas que los otros no hacen. Por ejemplo, nosotros estudiamos bacterias que transforman el nitrógeno del aire de una forma que las plantas puedan usarlo – dijo la coordinadora que también era microbióloga. – Muchas de estas bacterias viven en las bolitas de raíces de las leguminosas que son los ingas, los frijoles y las habas, entre otros. Además – dice la científica -, esta es la familia que tiene la mayor diversidad de especies en la Amazonia. Y la mayor parte de esas especies pueden tener estas bolitas, que nosotros llamamos “nódulos”. En Brasil, esas bacterias ya substituyen a los abonos nitrogenados como la urea, para fertilizar la soja, economizando muchísimo dinero.



– Como todos estos organismos son muy importantes, precisamos garantizar que la acción del hombre en la naturaleza no los coloque en riesgo de extinción. Además de esto, podemos usar lo que tienen de bueno para ayudarnos a producir alimentos sin perjudicar el ambiente. Cuando vamos a producir mandioca, precisamos derrumbar la floresta, quemar, trabajar el suelo, desmalezar y hacer un montón de otras actividades que pueden dañar a algunos de ellos o incluso a todos. Con esto, también eliminamos las plantas que sirven de alimento para varios organismos, que a su vez sirven de alimento para otros. ¿Recuerdan la red alimentaria?

– Ahí entra el objetivo del proyecto – explica -, porque, aun corriendo riesgo de alterar la biodiversidad, precisamos producir alimentos, ¿no les parece? Entonces este proyecto intentará responder cuál es la forma de producción de alimentos que provoca menos daño a la naturaleza, y cuál aprovecha el servicio que ellos ya están prestando gratuitamente. Además, vamos a ver cuales organismos pueden ayudarnos a producir más alimentos. A esto nosotros lo llamamos “servicios de los ecosistemas”. A las formas de producción diferentes las llamamos “sistemas de uso de la tierra”, como floresta, *capoeira* vieja, *capoeira* nueva, chacra, tierra de cultivo y pastizales. Sabemos que la floresta es el sistema mejor preservado y con mayor biodiversidad. Así, cuantas menos especies haya en un área, menos preservada estará, como en los pastizales. Los otros sistemas están a mitad de camino.



– Entonces – preguntó el indiecito -, ¿nuestros terrenos de cultivo y nuestra chacra son mejores que el pasto pero peores que la floresta?

– Todo depende de la manera de cultivar el suelo. Lo que estamos observando aquí es que dejar la tierra con *capoeira* después de prepararla para el cultivo y para la hacienda hace que la biodiversidad aumente. Solo que aquí es diferente de otros lugares de la Amazonia, pues áreas grandes de floresta son preservadas, lo que contribuye a la conservación de la biodiversidad. De esta forma, después de la quema, los organismos que están en las áreas de floresta preservada pueden retornar a esas áreas. ¿Será que las formas de cultivo de aquí tienen consecuencias diferentes a las de las plantaciones de soja y maíz que realiza la gente del Sur? ¿Será que la forma de plantar usada aquí preserva mejor la biodiversidad del suelo que la forma del Sur? Para responder a estas preguntas, medimos la cantidad de especies de organismos del suelo, los tipos, el número de individuos de cada una en todos los sistemas de uso de la tierra y a partir de eso hacemos comparaciones entre ellos. Además, claro, identificamos las especies de plantas y las características de los suelos que tienen relación con todo esto.

– ¡Vaya! Es realmente importante que conozcamos la biodiversidad. ¡Los organismos del suelo son verdaderos superhéroes!

– Claro que sí, Curumim. Por otro lado, lo que ustedes ven en la televisión, haciendo cosas increíbles, son de mentira, son todos efectos especiales. En la naturaleza las actividades de los organismos son reales y ayudan a las plantas, a los ecosistemas como la floresta, y a nosotros mismos a que existamos. Por eso, debemos ayudar a conservarlos y dejar que continúen trabajando.



Curumim, Cunhantã y los chiquillos preguntaron en coro:

– ¿Nosotros también podemos ayudar a la biodiversidad?

– Claro que pueden: conocer más sobre ella, como ustedes hicieron hoy, es el primer paso. ¿Quién sabe, si entre ustedes no existen futuros científicos que contribuirán a esto? Los próximos pasos son conservar la biodiversidad, como ustedes, de cierta forma, ya lo hacen aquí y usarla a nuestro favor, pero siempre respetando la naturaleza.

Los chicos se levantaron y dijeron entusiasmados:

– Vamos a comenzar ahora mismo, profesores.

La madre Tierra y el padre Cielo sonrieron, a su manera, muy felices.



Los autores

Agno N. S. Acioli, DSc – Entomología | termitas | UFAM-BC | Instituto Natureza e Cultura (INC) | acioli@ufam.edu.br

Alcides Moino Jr., DSc – Entomología y control microbiano de insectos | UFLA | alcino@ufla.br

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, DSc – Sensoreamiento Remoto y Geoprocamiento | EMBRAPA | Suelos | efidalgo@cnps.embrapa.br

Fatima M. S. Moreira, PhD – Microbiología y Bioquímica del suelo | bacterias fijadoras de nitrógeno | Universidade Federal de Lavras (UFLA) | fmoreira@ufla.br

Hiroshi Noda, DSc – Agronomía | INPA | hnoda@inpa.gov.br

Ieda Amaral, MSc – Botánica | INPA | iamara@inpa.gov.br

José Oswaldo Siqueira, PhD – Microbiología y Bioquímica del suelo | hongos micorrízicos | UFLA | siqueira@ufla.br

José Wellington de Moraes, DSc – Entomología | mesofauna y macrofauna | INPA | morais@inpa.gov.br

Júlio N. C. Louzada, DSc – Entomología | escarabajos | UFLA | jlouzada@ufla.br

Juvenil Cares, PhD – Fitopatología | nematodos | Universidade de Brasília (UnB) | cares@unb.br

Ludwig H. Pfenning, PhD – Micología | hongos fitopatogénicos | UFLA | ludwig@ufla.br

Mauricio Rizzato Coelho, DSc – Edafología | EMBRAPA | Suelos | mrcoelho@cnps.embrapa.br

Maria da Glória B. F. Mesquita, DSc – Física del Suelo | UFLA | mgbastos@ufla.br

Neliton Marques da Silva, DSc – Entomología | moscas de las frutas | Universidade Federal do Amazonas (UFAM) | nmarques@ufam.edu.br

Reginaldo Constatino, PhD – Entomología | termitas | UnB | constant@unb.br

Ronald Zanetti, DSc – Entomología | hormigas | UFLA | zanetti@ufla.br

Sandra Noda, DSc – Socioeconomía | UFAM | snoda@ufam.edu.br

Sidney Luiz Stürmer, PhD – Microbiología | hongos micorrízicos | Universidade Regional de Blumenau | (FURB) | sturmer@furb.br

Sonia Senna Alfaia, PhD – Fertilidad del Suelo | Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA) | sonia@inpa.gov.br

Glosario, notas y fotos

Página 13 | Foto de especie de bacteria fijadora de nitrógeno del aire: *Azospirillum lipoferum* que mide 0,6 micrómetros de diámetro. Aparece principalmente en las raíces de gramíneas y de palmeras.

Página 16 | Imagen del satélite Landsat 7.

Página 18 | Foto de perfil de Cambisoles en el área de tierra firme de la comunidad de Guanabara II en el Municipio de Benjamin Constant.

Páginas 22 y 23 | Fotos de izquierda a derecha: Larva de mosca de frutas de especie del género *Anastrepha*; escarabajo de especie del género *Canthon*, junto con otros géneros de la misma tribu son denominados “rola-bosta” porque viven en las heces; lombriz de la especie *Pontoscolex corethrurus*, de amplia presencia en todo Brasil; soldado de termita, especie del género *Nasutitermes* y soldado y operario de la especie *Syntermes molestus*; hormigas de especie del género *Azteca* que viven en el suelo, en la hojarasca y en árboles (en los árboles frutales como en la guayaba, ataca a las moscas de la fruta evitando que estas coloquen huevos en los frutos).

Fueron encontradas en las áreas de tierra firme estudiadas por el proyecto: 239 especies de hormigas, 75 de termitas y 53 de escarabajos rola-bosta. En el mundo existen 12.000 especies de hormigas, 2.800 de termitas, 350.000 de escarabajos y 8.800 de lombrices.

Página 25 | Foto de secuencia de hojas ilustrando diferentes estadios de degradación de la materia orgánica por la acción conjunta de organismos macro y microscópicos del suelo.

Foto de escarabajo rola bosta de especie del género *Dichotomius* enterrando heces en el suelo.

Página 27 | Fotos de izquierda a derecha: pseudoescorpión y bicho colorado, los dos con aproximadamente 2 mm de largo.

Página 28 | Fotos de raíz de mamón atacada por la especie de nematodo *Meloidogyne mayaguensis*. Raíces con la enfermedad causada por el nematodo presentan engrosamientos denominados “agallas” donde están concentrados los nematodos; hembra de nematodo, especie del género *Meloidogyne* con dimensiones de 0,75 X 0,35 mm, que causa “agallas” en las raíces de plantas de varias especies; Nematodo de especie del género *Miconchus* (de 0,91 mm) predador de otros nematodos en el suelo.

En Benjamin Constant fueron encontrados 82 géneros de nematodos del suelo, incluyendo tanto parásitos como predadores. En el mundo existen cerca de

1.000 géneros en los más diversos hábitats, incluyendo el suelo.

Página 29 | De izquierda a derecha: Ciclo de vida de la mosca de la fruta de la especie *Anastrepha obliqua* mostrando el desove en frutos de mapati (o Cucura, planta de la familia de las moráceas) y los frutos con larvas de esta mosca. Larva de mosca del fruto en el suelo y después infectada por nematodo parásito.

Página 31 | De izquierda a derecha: hongo microscópico de la especie *Fusarium solani* que causa enfermedad en el tomate, el pimentón y otras especies cultivadas de la familia Solanaceae; hongos macroscópicos de los géneros *Xylaria* y *Peziza*.

Fueron identificadas cerca de 120 especies de hongos filamentosos microscópicos del Filo Ascomycota en el área de Benjamin Constant. Existen 69.000 especies de hongos microscópicos y macroscópicos en el mundo.

Página 32 | Fotos de hongos macroscópicos descomponiendo restos vegetales.

Página 33 | En la foto pueden observarse esporas de hongos micorrízicos de especies *Scutellospora heterogama* (marrones), *Gigaspora gigantea* (amarillos) y *Gigaspora margarita* (blancos) con un diámetro aproximado de, respectivamente: 150, 250 y 300 micrómetros.

En Benjamin Constant fueron identificadas 70 de las 200 especies del Filo Glomeromycota existentes en el mundo. La mayor parte de las especies microscópicas no puede ser cultivada en laboratorio en medios de cultivo (por ejemplo el “moho” que aparece en el pan es un hongo microscópico que se tornó visible tras multiplicarse en miles de millones de individuos. El pan sirvió como “medio de cultivo”. Entre las especies no cultivables se encuentran los hongos micorrízicos arbusculares. Ellos sólo crecen junto (en simbiosis) con las raíces.

Página 34 | Foto de la bacteria fijadora de nitrógeno del aire de la especie *Azorhizobium doebereineriae*, que mide 1 micrómetro de diámetro y que vive en nódulos (“bolitas”) de especies leguminosas y también puede vivir en el suelo fuera de las raíces. Nódulos en las raíces de frijoles de playa inducidos por bacterias del género *Bradyrhizobium*.

Nódulos son fáciles de distinguir de las agallas de nematodos pues se destacan fácilmente de las raíces, mientras que no es posible diferenciar las agallas. Son conocidas cerca de 70 especies de esas bacterias en el mundo. En Benjamin Constant ya encontramos, hasta el presente, 30 especies.

Notas

- 1 NT: Las palabras Curumim y Cunhantã de la lengua indígena tupí-guaraní significan niño y niña respectivamente. El tupi- guaraní es hablado por los pueblos nativos de la floresta tropical de América del Sur Central.
- 2 Río pequeño que tiene las mismas características que los grandes y generalmente es navegable; los mayores se denominan *igarapés-açus* y los menores, *igarapés-mirins*.
- 3 Árbol, grande o pequeño, cuyo fruto tiene una pulpa aromática, dulce, comestible, usada en compotas y jugos, y el sabor de cuyas semillas se asemeja al del cacao verdadero.
- 4 Pegybae – Palmera de la floresta amazónica, que produce frutos amarillos, de sabor agradable y de gran importancia en la alimentación de las comunidades autóctonas.
- 5 Paú: abono, restos de materia orgánica (hojas, troncos, etc.) en descomposición, ricos en nutrientes que son usados como fertilizante natural del suelo por las poblaciones indígenas en la Amazonia



BioBrasil



ISBN 978-85-87692-76-4



9 788587 692764 >