

Breve
guía a
la
cromatografía
circular
de suelos

Edición para talleres

Introducción

El suelo es una sustancia extremadamente compleja: minerales, agua, aire, materia orgánica y una multitud de seres vivos se encuentran para crear un dinámico sistema auto-regulado. A menudo ignorado y poco entendido, el suelo es crucial para la supervivencia de nuestra civilización. Más allá de ser el soporte para producir alimento, regula el ciclo del agua, sustenta la biodiversidad y estabiliza el clima. En este fanzine, exploramos como utilizar la cromatografía circular como una herramienta educativa para interactuar y aprender acerca del suelo.

La cromatografía circular es un método de análisis que fue desarrollado a mediados del siglo XX que es utilizado por agricultores "biodinámicos" de todo el mundo. En esta técnica, los líquidos viajan a través de un filtro de papel impulsados por fuerzas capilares. Los componentes individuales de un extracto de suelo viajan más despacio o más lento dependiendo de su tamaño y características físico/químicas. El papel de filtro es embebido previamente con una solución diluida de nitrato de plata, conocido por su extrema sensibilidad a la luz. Los distintos componentes del suelo son separados a medida que el extracto avanza por el papel de filtro creando patrones y colores característicos al reaccionar con el nitrato de plata.

Sustancias similares comparten patrones y colores característicos similares. Esto significa que los cromatogramas de suelos degradados pueden asemejarse entre sí pero son muy diferentes de los que pueden presentar suelos ricos en materia orgánica o composts. Durante las últimas décadas, se han realizado numerosos esfuerzos en cuantificar y objetivar los resultados obtenidos de la cromatografía de suelos con interesantes resultados (ver lecturas complementarias). Sin embargo, la mayor fortaleza de este método reside precisamente en su naturaleza subjetiva.

La cromatografía circular como herramienta educativa

Un buen taller une a las personas y crea un ambiente relajado ideal para el aprendizaje práctico, el intercambio y la discusión. La cromatografía circular es lo suficientemente simple como para realizarse con grupos de adolescentes o adultos, abordando al mismo tiempo varios temas interesantes, desde química y física hasta biología, arte y filosofía. Puede verse como un método científico, una técnica para la exploración artística y, de alguna manera, incluso como una experiencia espiritual. La historia de su adaptación como herramienta para el análisis biodinámico de suelos nos permite discutir no solo importantes cuestiones sobre la fertilidad del suelo, sino también reflexionar acerca de diferentes modos de pensar.

Al examinar muestras de suelo de distintos lugares, los participantes pueden aprender sobre los factores que impactan la salud del suelo, como la agricultura, la contaminación y las prácticas de gestión de la tierra. Dependiendo de la ubicación y el contexto del taller, esta experiencia ofrece múltiples oportunidades de reflexión: paisajes degradados, jardines comunitarios y parques urbanos ofrecen una amplia variedad de tipos de suelo y ecosistemas que se pueden comparar entre sí; en una finca o granja, se pueden analizar suelos provenientes de diferentes sistemas de cultivo, estiércol o compost.

El revelado de los cromatogramas ("cromas") en un proceso lleno de sorpresas, aun para practicantes experimentados. Cada croma es única ya que refleja no solo la muestra de la que proviene sino que, hasta cierto grado, también refleja las condiciones ambientales (temperatura, humedad, actividad microbiana, etc.) y la impronta individual del experimentador. En los días siguientes a su creación, los coloridos patrones del croma experimentarán cambios significativos, alentando a los participantes a continuar involucrados luego de finalizado el taller. De vuelta en casa, las cromas son orgullosamente exhibidas y tienen el potencial de despertar conversaciones acerca del suelo en los más amplios círculos sociales.

Temas posibles para abordar durante los talleres

• Salud del suelo y manejo de la tierra

Un suelo saludable es la base de nuestra civilización. La agricultura industrial conduce a la pérdida de la estructura de suelo, la degradación de nutrientes y la contaminación - en última instancia destruyendo los ecosistemas y erosionando al suelo hasta convertirlo en un desierto infertil. No hay una receta universal para la regeneración del suelo; ya que cada jardín, granja o bosque presenta condiciones únicas. Hacer de la Tierra un mejor lugar para vivir requiere observación, un montón de tiempo e interacción conciente.

• Ciencia de suelos "clásica"

Los tipos de suelo, su composición, propiedades químicas y físicas, minerales, ecosistemas microbianos, etc.- todas estas características se expresan de una forma u otra en las cromas, aunque a veces es muy difícil correlacionarlas con un patrón de color o una forma específica. Existen muchos libros, videos, pódcast, etc., sobre la ciencia del suelo, pero no es tan fácil encontrar buena información sobre la cromatografía circular.

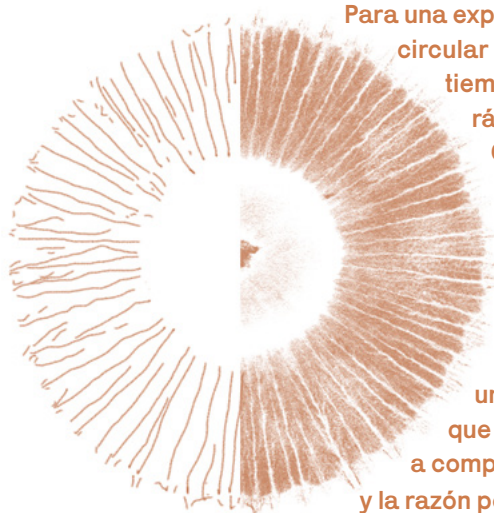
• Ciencias naturales

La preparación del extracto de suelo con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) y la reacción de sus compuestos con nitrato de plata (AgNO_3) son fundamentalmente procesos químicos. La cromatografía en sí es un proceso físico que depende de las fuerzas capilares para transportar líquidos, minerales disueltos y material orgánico a través del papel de filtro. El suelo mismo se origina a partir de procesos biológicos, químicos y físicos entrelazados que a menudo se desarrollan a lo largo de miles o incluso millones de años.

• Historia de la cromatografía circular

Las primeras formas de cromatografía se desarrollaron en el siglo XIX. En la década de 1950, Ehrenfried Pfeiffer adaptó el método para analizar muestras de suelo en el contexto de la agricultura antroposófica ("biodinámica"). La antroposofía es una filosofía espiritual fundada por Rudolf Steiner a principios del siglo XX. Se extiende a aplicaciones prácticas como la agricultura, la educación (Waldorf), la medicina alternativa, el arte y muchos otros campos.

Estructura del taller



Para una experiencia satisfactoria con la cromatografía circular de suelos, es necesario dedicarle algo de tiempo. Aunque la práctica en sí es sencilla y rápida, muchos de sus pasos requieren espera. Con un formato de dos días, los participantes podrán experimentar el proceso completo, desde la toma de muestras de suelo hasta las cromas terminadas.

Dependiendo del grupo, el lugar y el contexto del taller, también puede ser una buena idea pedir a los participantes que traigan sus propias muestras y alentarlos a compartir la historia específica de su suelo y la razón por la que lo eligieron.

DÍA 1

10 min

20 min

60 min

30 min

30 min

End

~ 3–4 h

Introducción

Toma de muestras

Secado de muestras → Intervalo #1

Haciendo extractos de suelo

Preparación de soluciones, papeles de filtro y pabilos

Embebiendo filtros con AgNO_3 (cuarto oscuro)

Mezclando extractos de suelo → Intervalo #2

Dejando secar los papeles de filtro (cuarto oscuro)

Moviendo los extractos al cuarto oscuro

DÍA 2

30 min

60 min

30 min

60 min

~ 3–4 h

Comienzo de la cromatografía (pequeños grupos, cuarto oscuro)

Cromatografía (cuarto oscuro) → Intervalo #3

Secado de cromas (cuarto oscuro) → Intervalo #4

Revelado y discusión de las cromas

Herramientas

- **balanza** (con precisión de 0.1g como mínimo, si tienes AgNO_3 como sólido)
- probeta (~50~100ml)
- frascos de vidrio o tubos plásticos (mínimo 50ml) → uno por muestra
- placas de petri, tapas de frascos o algo similar → uno por muestra
- Frasco/botella de 1 litro para la solución de NaOH (o 2 x 500ml)
- frasco/tubo de ~100ml para la solución de AgNO_3
- tamiz de cocina pequeño
- pipetas (~2~10ml)
- guantes de goma
- tijeras
- luz roja (si el cuarto oscuro es muy oscuro)
- cordel y pinzas para la ropa (para secar las cromas)
- cucharas/pequeñas palas (para tomar muestras)

Materiales (para 20 cromas)

- nitrato de plata (AgNO_3) → 0.2g
- hidroxido de sodio (NaOH) → 10g
- agua destilada -> ~1.5 l →
- 22 filtros de papel (15 cm diametro)

↘ Dos de ellos serán usados para los pabilos (ver paso 3). Hemos tenido buenas experiencias con tasas de retención de 5-8 μm , pero otros papeles pueden servir igual.

Requisitos para el espacio

En el área principal del taller, cada participante necesita un espacio en una mesa estable para procesar su(s) muestra(s) de suelo. El cuarto oscuro puede improvisarse con cartón, mantas, etc. – cuanto más oscuro, mejor. Un poco de luz indirecta está bien y se pueden usar lámparas rojas. Para cada cromatografía, se necesita una superficie plana y uniforme (mesa/ estante/ tablero) de al menos 15 x 15 cm, además de espacio adicional para las muestras, etc.

Para procesar 20 cromas, se necesita como mínimo una mesa de 150 x 50 cm

El taller

DÍA I

Introducción

- dar la bienvenida a los participantes y explicar el concepto del taller
ser breve, habrá tiempo luego

Tomado y secado de muestras

- alentar a los participantes a conectar con su entorno y elegir un área o planta que les atraiga → sugerimos 1-3 muestras por participante, dependiendo del espacio disponible en el cuarto oscuro
- para una experiencia sensorial, las muestras pueden ser tomadas con las manos desnudas
~20g cada muestra
- extender el suelo sobre un cartón o periódico en la sombra
es posible usar deshidratador de alimento para acelerar el proceso
- un participante que termine rápido puede preparar la solución de NaOH al 1%
50 ml por muestra - 10g NaOH
in 1 l de agua destilada
es suficiente para 20 cromas

Intervalo #I

- al principio del taller, tiene sentido abordar los temas de salud del suelo, manejo de tierras y la ciencia del suelo "clásica"
 - un excelente enfoque interactivo
 - es organizar: las muestras de suelo según su color
 - los participantes pueden evaluar sus muestras y decir algunas palabras acerca de ellas
 - fomentar un enfoque sensorial del suelo: tocar, oler y tal vez incluso probar

Haciendo extractos de suelo

- tamizar 5 g de suelo seco (agujeros de ~1-2mm) & mezclar con 50 ml de 1% NaOH
- agitar o revolver suavemente la solución varias veces durante las próximas 1-2 horas



si la muestra es rica en materia orgánica, tardará más en sedimentar. Idealmente, la sedimentación sucede en el cuarto oscuro, así no tendrás que mover las muestras para hacer la cromatografía

Preparando el material

- un participante que termine rápido sus extractos de suelo puede preparar la solución de nitrato de plata (en el cuarto oscuro)

→ → usa guantes y minimiza la exposición a la luz cuando manipules AgNO_3 !! ← ←

solución AgNO_3 al 0.5%

eg. 0.5 g AgNO_3 en 100 ml de agua destilada

necesitarás 2 ml por cromatograma por lo que esto sería suficiente para aproximadamente 50 cromas.

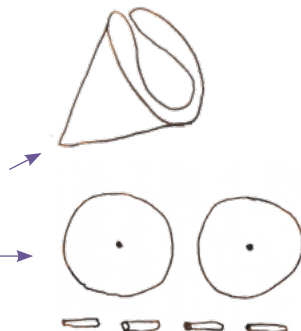
Puedes almacenar la solución en una botella opaca (usa papel aluminio para improvisar)

- otro participante puede preparar los filtros de papel y los pabilos

haz un hoyo en el centro de cada papel de filtro (3-5mm)

para los pabilos, corta un papel de filtro en cuadrados de 2x2cm y enróllalos como cilindros →

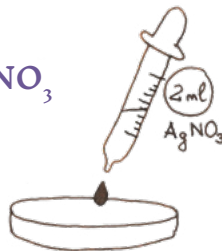
haz el doble de pabilos que de filtros (los necesitaras luego)



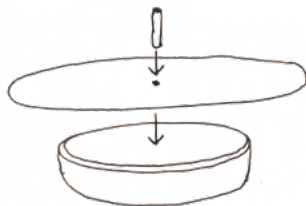
Embebiendo los papeles de filtro con AgNO_3

* con guantes y en el cuarto oscuro

dependiendo del tamaño del grupo y el cuarto oscuro, esto puede hacerse por un pequeño equipo o sucesivamente de a pares →

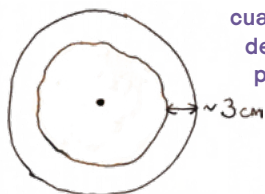


con una pipeta, extrae 2 ml de la solución de AgNO_3 y viértelo en la placa de Petri/tapa de frasco.



inserta el pabilo en el agujero del papel de filtro y colocalo en la placa asegurate de que el pabilo toca la solución - comenzará a absorberse inmediatamente en el papel de filtro

repite este proceso para cada papel de filtro
puedes hacerlos todos en paralelo - dependiendo del papel tardará entre 5-20 min en absorberse



cuando la solución alcanza ~5cm desde el centro, puedes quitar el pabilo y dejar secar el papel de filtro

puedes dejar los papeles de filtro en la placa de petri, colocarlos en cartón o colgarlos de un cordel (en la oscuridad!)

Secando los papeles de filtro y agitando los extractos de suelo

- los papeles de filtro tratados con AgNO_3 deben mantenerse en la oscuridad en todo momento. Se recomienda guardarlos en una caja cerrada para continuar al día siguiente
- los extractos de suelo se agitan suavemente cada ~30 minutos hasta el final del primer día del taller
 - Si deseas comparar los resultados, los intervalos, el tiempo total de extracción y la sedimentación deben ser los mismos en todas las muestras
- las muestras sedimentan durante la noche en el cuarto oscuro y deben moverse lo menos posible al día siguiente.

Intervalo #2

- en este punto del taller, tiene sentido hablar sobre la química y la física del proceso de cromatografía
- esto también se puede combinar con una breve introducción a la historia de la cromatografía circular (dependiendo del tiempo y la motivación)

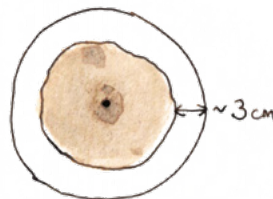
Día 2

Embebiendo el papel de filtro con los extractos de suelo

* con guantes y en el cuarto oscuro

- marca el borde de cada papel de filtro con tu nombre y un identificador claro de la muestra
- limpia las placas de Petri/tapas de frascos y usa pabilos nuevos.
- pipetea 2ml del sobrenadante (liquido sobre el suelo sedimentado) desde el frasco a la placa de petri
- repite el mismo proceso que para el embebido con AgNO_3
- detén la cromatografía cuando la solución alcance ~2–3 cm del borde o cuando la imagen deje de cambiar

Dependiendo de tu muestra y del papel, este proceso puede tardar hasta 1 hora



Solución de problemas

- si la solución avanza menos de ~1/2 de la distancia hasta el borde, considera usar una mayor dilución en tus próximos experimentos y/o un tiempo de sedimentación más prolongado
- si todas las cromas aparecen pálidas y sin patrones claros, intenta una concentración más alta de suelo (por ejemplo, 10 g)

Intervalo #3

- revisa las cromas cada ~10 minutos y detén aquellas que estén acercándose al borde (retira la mecha y déjalas secar)
- si alguna parece estancada, verifica si el pabilo sigue sumergido en el extracto
- durante este intervalo, el grupo podría visitar los lugares de muestreo y cada participante podría compartir unas palabras sobre por qué eligió su muestra

Si hay suficiente tiempo, esto también puede hacerse al final del taller, cuando los participantes pueden llevarse sus cromas desarrolladas
- también es una buena idea dibujar un mapa a gran escala del área y luego colocar las cromas según su ubicación

Secado y revelado de las cromas

- deja que las cromas se sequen en el cuarto oscuro
(por ejemplo, colgándolas de un cordel)
- una vez secas, pueden tocarse sin guantes y deben exponerse a la luz solar indirecta durante unas horas para desarrollar sus colores

Intervalo #4 / Cierre

- este intervalo suele fusionarse con el Intervalo #3, por lo que las actividades pueden continuar mientras las cromas se secan
- antes de dar cualquier explicación sobre la interpretación, puede ser muy interesante preguntar a los participantes qué ven y cómo se sienten respecto a sus cromas
(esto también puede hacerse en grupos de 2-3 personas)
- ofrece una breve introducción sobre las características típicas de las cromas (zonas, canales y picos) y señala buenos ejemplos
- permite que los participantes comparen sus cromas, reflexionen sobre lugares de muestreo y recojan ideas para futuras exploraciones

Por supuesto, a menudo se espera que el facilitador del taller explique qué revelan los patrones y colores sobre la calidad del suelo. Dependiendo de tu nivel de experiencia, es bueno compartir algunas ideas, pero evita convertirlo en una clase magistral.



Interpretación y evaluación

La cromatografía circular sigue un protocolo estricto y produce resultados altamente reproducibles, pero la interpretación de las cromas sigue siendo en gran medida inaccesible para el análisis científico. Aunque los estudios comparativos han correlacionado con éxito algunos aspectos visuales de los cromatogramas con propiedades (bio)químicas del suelo (lecturas complementarias), no ha surgido una metodología precisa para una interpretación basada en la ciencia. Para el uso del método como herramienta educativa, esto podría considerarse una ventaja, ya que conserva cierta intriga en las imágenes. También abre un debate sobre las limitaciones de intentar reducir una sustancia compleja como el suelo a simples números. ¿Qué es más interesante: una hoja de Excel o una imagen vibrante?

Un cromatograma se crea por la composición química y física del suelo y por los miles de millones de microorganismos que lo habitan. Los patrones y colores emergen directamente de un sistema vivo; solo podemos asistir en su revelado y manifestación. Dentro del marco de la agricultura biodinámica, la cromatografía circular no solo se considera un método confiable para analizar la composición del suelo, sino que las cromas también se interpretan en relación con las propiedades *energéticas* del suelo. Por favor, contacta a tu asociación local de agricultura biodinámica si deseas aprender más sobre este enfoque. En las siguientes páginas, compartiremos los resultados de algunos de nuestros experimentos, pero no profundizaremos en el arte de "leer" una cromatografía de suelo.

Las personas con gran experiencia han estandarizado la interpretación separando la cromatografía en anillos concéntricos (zonas) y características radiales (canales y picos). La presencia y los colores de esas zonas y su relación con las características radiales pueden darnos pistas sobre ciertas propiedades del suelo. Los colores marrón oscuro, especialmente en las zonas externas, suelen ser un signo de la presencia de materia orgánica, mientras que los canales sugieren actividad microbiana. Se considera una indicación de alta fertilidad si los canales llegan desde el centro de la cromatografía hasta su borde. Los colores amarillos, grises y otros pueden indicar la presencia de ciertos minerales, pero a veces también pueden reflejar una degradación o contaminación severa. Los suelos con baja fertilidad suelen mostrar límites de zonas claramente separados y sus canales (si están presentes) no llegan al centro de la cromatografía.

Ejemplos

Alta fertilidad

Las 3 cromas representan suelos fértiles con alto contenido de materia orgánica y alta actividad microbiana

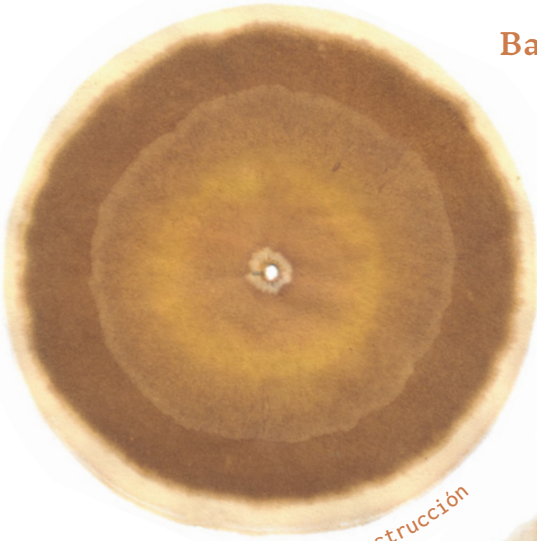
Características: los colores marrones oscuro en las zonas medias y exteriores; canales marcados que van desde el centro hasta los bordes A); centro claro y zonas exteriores oscuras en B) y C).



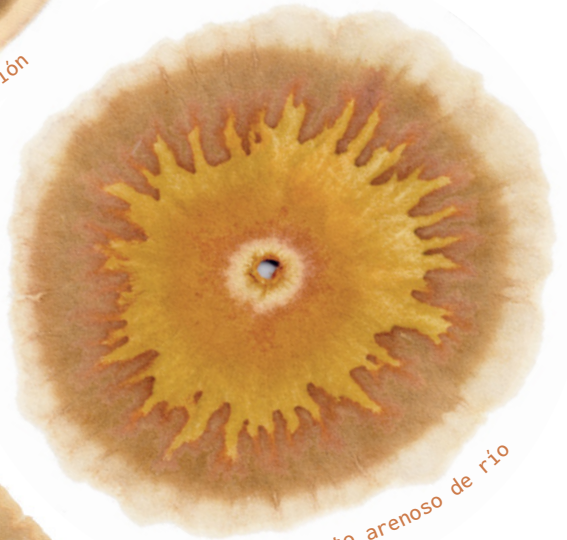
Baja fertilidad

Las 3 cromas representan muestras con muy bajas cantidades de materia orgánica.

Características: Tono amarillo en la zona interna (en las 3 muestras); No hay canales ni picos en la muestra D); Características radiales irregulares en las muestras E) y F); Tono marrón rojizo más oscuro y canales que alcanzan la zona externa en la muestra F).



D) Arena de construcción



E) Sedimento arenoso de río



F) Suelo arenoso

Suelos agrícolas

Las cromas representan suelos muy diferentes utilizados diferentes cultivos. Las muestras G) y H) son de Eslovenia, mientras que la muestra I) es de Mendoza, Argentina.

Características: Alta variación en colores y patrones; Canales claramente definidos, pero con formas diferentes en las muestras G) y H), aunque no en la muestra I).



G) Huerto



H) Campo de papas



I) Viñedo

Suelos urbanos

Las cromas representan 3 muestras diferentes de un taller en el centro de Ljubljana. La muestra J) es del borde de una excavación de construcción que contiene arcilla y grava; la muestra K) es de un humedal sobre un garaje subterráneo; la muestra L) es de un depósito de arcilla que también se utiliza para la alfarería.

Características: Límites de zona claros en J) y K); Color marrón en la zona central y canales prominentes (todas las muestras); Zona media gris en las muestras J) y K); Picos pronunciados en la muestra J); Zona externa marrón oscura en la muestra K).



J) Excavación en obra



K) Encima de un garage



L) Depósito natural de arcilla

Notas

Lecturas complementarias

Pfeiffer (1959) "The Art and Science of Composting" Biodynamics #49
and "Qualitative chromatographic method for the determination of
biological factors" Biodynamics #50

Hassild-Piezunka (2003) "Eignung des Chroma-Boden-Tests
zur Bestimmung von Kompostqualität und Rottegrad" PhD thesis,
University Oldenburg

Brinton (2010) "Assessing Compost & Humus Condition by Circular
Chromatography" Journal of the woods end research Lab Vol 1:1

Restrepo, Pinheiro (2011) "Cromatografía - Imágenes de vida
y destrucción del suelo" Book published by Impresora Feriva
(only in Spanish)

Kokornaczyk, Primavera, Luneia, Baumgartner, Betti (2016)
"Analysis of soils by means of Pfeiffer's circular chromatography
test and comparison to chemical analysis results" Biological
Agriculture & Horticulture

Ford, Cook, Tunbridge, Tilbrook (2019) "Using paper chromatography for
assessing soil health in southwestern Australia" Centre of Excellence
in Natural Resource Management, University of Western Australia

Graciano, Matsumoto (2020) "Evaluating Pfeiffer Chromatography
for Its Validation as an Indicator of Soil Quality" Journal of
Agricultural Studies

Ford, Stewart, Tunbridge, Tilbrook (2021) "Paper chromatography:
An inconsistent tool for assessing soil health" Geoderma, Volume 383

Agradecimientos

Este folleto es una extensión de la publicación previa de mikroBIOMIK "Breve guía a la cromatografía circular de suelos" (2022), con el objetivo de ayudarte a facilitar un taller sobre el tema. Todas las publicaciones de la serie *Short Guide* están disponibles en el sitio web de la Sociedad mikroBIOMIK (1) y en el Internet Archive (2). Muchas gracias a nuestros colaboradores, participantes del taller y patrocinadores de nuestra campaña de crowdfunding. Un agradecimiento especial a Trajna Collective, Rea Vogrinčič, Saša Spačal y Fernando "Nano" Castro.

Parte de la investigación se llevó a cabo durante la PIFresidency 2024 en el Projekt Atol Institute (3) en colaboración con Trajna/ Krater (4). El programa PIFresidency cuenta con el apoyo financiero del Ministerio de Cultura de la República de Eslovenia y el Ministerio de Administración Pública. Las PIFresidencies son parte del proyecto Rewilding Cultures (5) y están cofinanciadas por la Unión Europea. El contenido de esta publicación es responsabilidad exclusiva de mikroBIOMIK y del Projekt Atol Institute y no refleja necesariamente las opiniones de la Unión Europea.

Enlace

- (1) mikrobiomik.org
- (2) archive.org
- (3) projekt-atol.si
- (4) krater.si
- (5) rewildingcultures.net



Texto e imágenes

Julian Chollet

Diseño e ilustración

Akvilė Paukštytė

Rewilding Cultures

Edición

Tina Dolinšek (Projekt Atol Institute)



Co-funded by
the European Union

Traducción al español

Fernando "Nano" Castro



REPUBLIC OF SLOVENIA
MINISTRY OF CULTURE

Editoriales

Zavod Projekt Atol (Liubliana, Eslovenia)
mikroBIOMIK Society (Herrsching, Alemania)
2024

Publicación gratuita



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA JAVNO UPRAVO



Descargar
la versión digital
en archive.org o
mikrobiomik.org

Creado 03/2025

<https://archive.org/details/ChromaES>

Publicado bajo
CC BY-SA 4.0

