

¿Qué es *EarthShape*?

La pregunta general de la investigación de EarthShape es:

¿Cómo influyen los microorganismos, animales y plantas en la forma y el desarrollo de la superficie de la Tierra a escalas temporales, que van desde el presente hasta el pasado geológico lejano?

Este proyecto dura 6 años. Se inició el 2016 y está financiado por la Fundación Alemana de Investigación Científica (DFG-SPP 1803).

Esta iniciativa involucra la participación de investigadores de diversas universidades y centros de investigación chilenos.



Además, cuenta con el apoyo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

Durante la fase 1 (2016-2018) incluye:

13 proyectos interdisciplinarios,

17 estudiantes de doctorado,

33 investigadores alemanes y

19 investigadores chilenos.



Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)

Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)

Universidad Austral de Chile (UACH)

Universidad Católica del Norte (UCN)

Universidad de Chile (UChile)

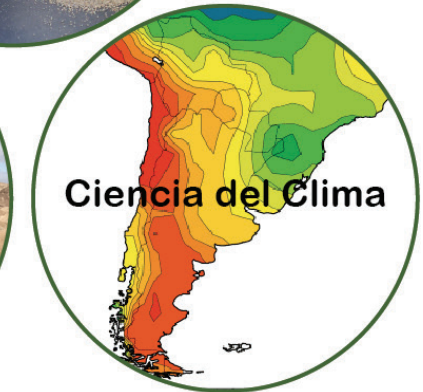
Universidad de Concepción (UdeC)

Universidad de La Frontera (UFro)

Universidad de La Serena (ULS)

EarthShape forma el puente entre varias disciplinas científicas e incluye geólogos y biólogos, para estudiar esta compleja pregunta desde varios puntos de vista.

Los científicos son de las disciplinas:



La pregunta científica general es demasiado compleja para ser respondida de una sola manera.

Por eso, el proyecto está organizado en 4 núcleos de temas. Cada proyecto se fija en uno o dos de estos núcleos.

Lista de proyectos en la página web de EarthShape:

<https://esdynamics.geo.uni-tuebingen.de/earthshape/index.php?id=129>

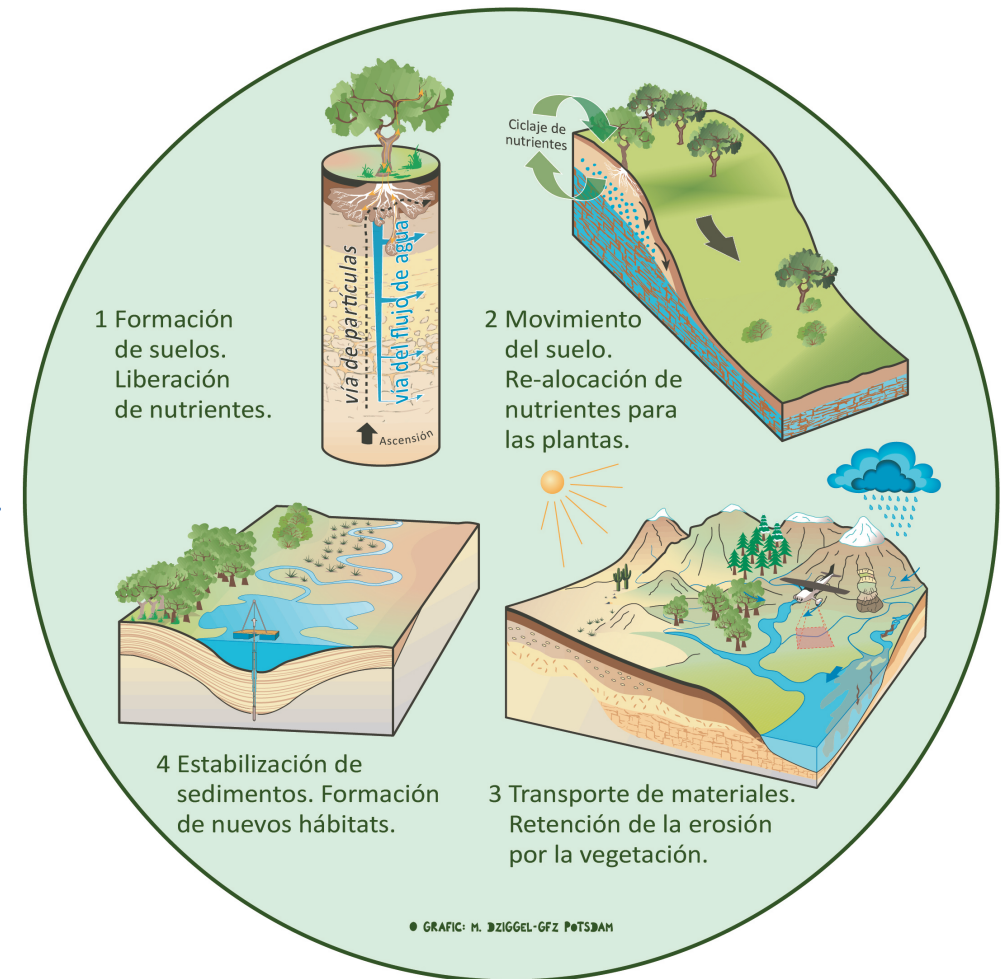
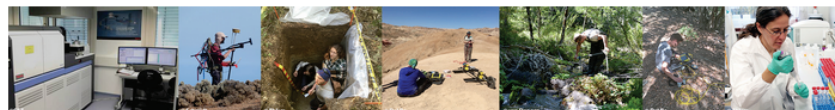
Projects
P1: Plant Traits and Decomposition
P2: Coupled Modelling
P3: Biofilms & Weathering
P4: Sediment Storage & Connectivity
P5: Crustweathering
P6: Root Carbon
P7: Paleoclimate
P8: Imaging of Weathering front
P9: Sediment Transport
P10: Phosphorus solubilization
P11: Green & Grey world
P12: Biogenic Weathering
P13: Microbiological Stabilization
A3: Carbon & Nutrient Fluxes

EarthShape Projects Active in Phase I (2016-2019)

The EarthShape projects started on January 1, 2016 and have a duration of three years.

By clicking on the project number and short title on the left you find the summary of each project.

Several projects have subprojects and we also have an associate project listed. The Associate project is not directly funded through the program, but working in EarthShape study areas.





Los sitios de estudio están ubicados en la Cordillera de la Costa, Chile:

Desde el desierto de Atacama en el norte, hasta los bosques de araucaria, unos 1.300 km hacia el sur.

Entre los sitios seleccionados, se encuentra un largo gradiente ecológico y climático, desde un ambiente muy seco, hasta un clima húmedo.

Esta selección excluye otros factores que podrían interferir en los estudios, como diferencias en tipo de rocas e impacto de glaciares y volcanes.



Contamos con una base de datos de los cuatro sitios generado por:

- **Calicatas** con diversos análisis de las distintas capas del suelo
- Monitoreo del clima con **estaciones meteorológicas** con datos visibles en internet y actualizados una vez al día:

<https://esdynamics.geo.uni-tuebingen.de/earthshape/index.php?id=68>



En los sitios donde hay cursos de agua, tenemos **equipos hidrológicos** generando datos sobre los flujos de escorrentía.

*!Esperamos que nuestra investigación
también les sirva a ustedes!*



Grupo de científicos EARTHSHAPE de visita
en el Parque Nacional Pan de Azúcar, marzo 2016

¿Para qué sirven las hojas caídas?
¿Es distinto su efecto a lo largo de Chile?
¿De qué depende que haya descomposición?



Resultado:

La descomposición depende de:

- la calidad de las hojas (de las características de las distintas plantas)
- del clima (la temperatura y la humedad del ambiente)

→ **Estamos estudiando la descomposición que ocurre durante mucho tiempo en el suelo en diferentes tipos de hojas y en diferentes climas, para entender cómo funciona y de qué depende ahora y también cómo será si el clima cambia en el futuro.**

Costras Biológicas del Suelo en el Desierto Atacama

1. ¿Qué es una “Costra Biológica del Suelo”?

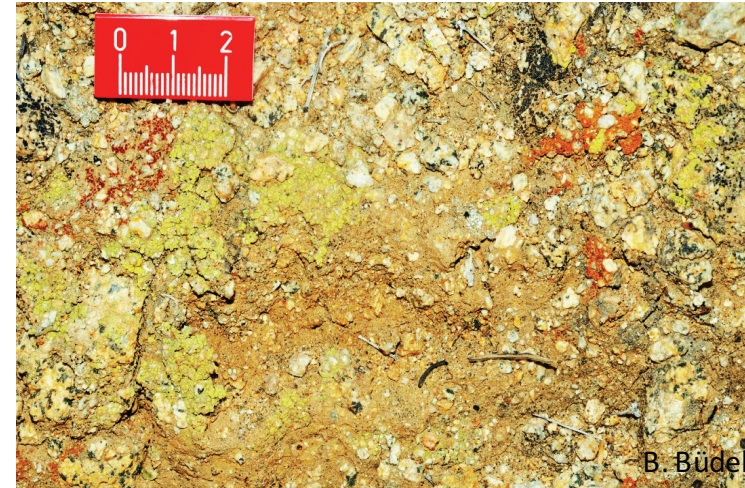
- Es una mezcla de organismos en la superficie del suelo, compuesta de: bacteria, hongos, musgos, **líquenes**, **cianobacterias** y **algas**
- Forman una masa de microbios muy productiva en los desiertos del mundo!
- Dentro del Parque Pan de Azúcar puedes ver puntos negros o de otros colores en el suelo => son ellos!, son crostas de líquenes
- Son organismos vivos, pero sólo están activos cuando hay agua que les llega con la niebla

2. ¿Para qué sirve una Costra Biológica del Suelo?

- Proteje el suelo contra el viento
- Cuando respiran, capturan CO₂ de la atmósfera=> reducen el cambio climático
- Pueden entregar nutrientes (nitrógeno y fósforo) a otras plantas, ayudando a que ellas crezcan

3. ¿Por qué se investigan las costras biológicas?

- Para saber cuáles son las especies que forman estas costras en el Parque Pan de Azúcar y cómo funcionan (ej. velocidad de crecimiento)
- Para entender qué tipo de clima necesitan para crecer: para esto, utilizamos estaciones meteorológicas.
- Para conocer qué sustancias (nutrientes) las costras entregan a las plantas: para esto hacemos ensayos en laboratorios.
- Para descubrir dónde las costras prefieren crecer (cerros? valles? llanuras?): para esto hacemos vuelos con drones



Costras biológicas del suelo del Parque Nacional Pan de Azúcar (manchas naranjas y verde)



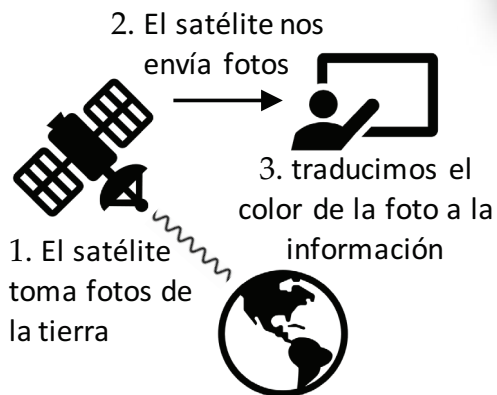
Estación meteorológica en el Parque Nacional Pan de Azúcar

Ejemplos del Parque Nacional Nahuelbuta, Chile

Nuevo método: "Remote Sensing": ¿qué ventajas ofrece?

Remote Sensing

Base de conocimientos:
 ¿Qué es "detección remota"?



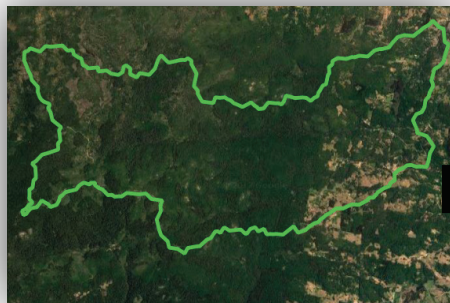
Ventajas?

Podemos crear mapas de

- Vegetación
- Suelo
- Riesgo de peligros naturales
- etc.

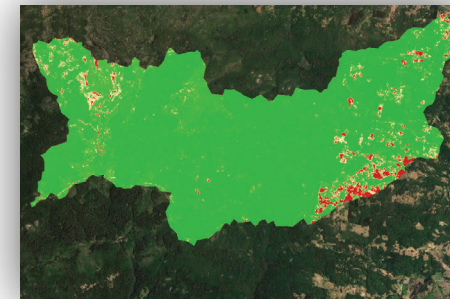
⇒ Información para autoridades gubernamentales y privadas

- + imágenes satelitales a menudo gratuitas (=> costo bajo)
- + no invasivo
- + Se reduce el trabajo en terreno



Pregunta ejemplo 1: ¿Dónde están las plantas vivas en el Parque Nacional?

Análisis digital



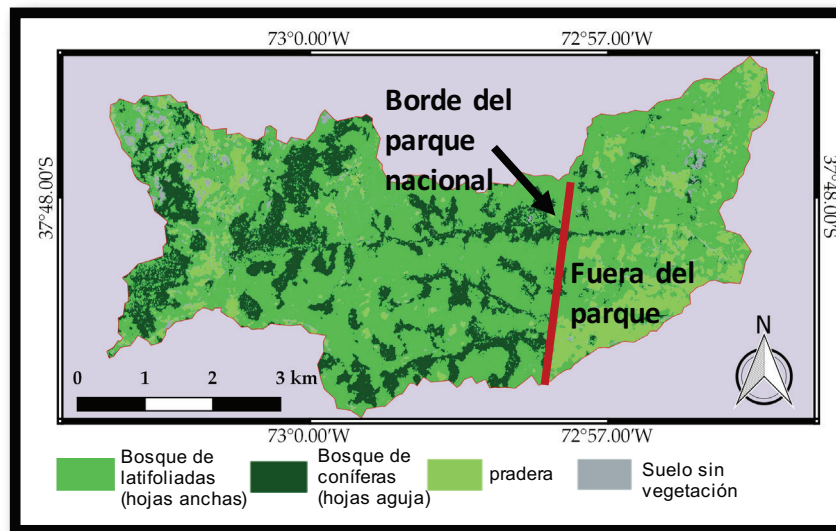
Plantas vivas en verde y rocas y tierra en marrón a rojo

Foto aérea por GoogleEarth con una pequeña cuenca dentro del parque marcado

Pregunta ejemplo 2: ¿Dónde están las Araucarias?



La especie *Araucaria araucana* en peligro de extinción



“Una imagen vale mas que mil palabras. Una imagen de satélite vale un millón de dólares.”
 - Sarah Parcak (archeologa norteamericana)

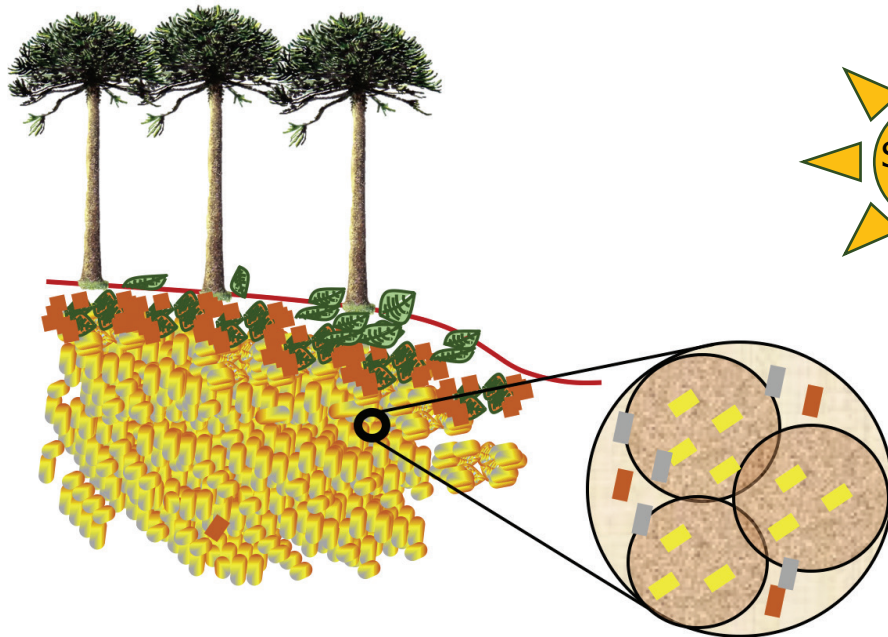
Finalmente: Coníferas (ej. araucarias; color de la imagen: verde más oscuro), en relación con otras plantas con hojas anchas (color de la imagen: verde más claro)

¡También in 3D!

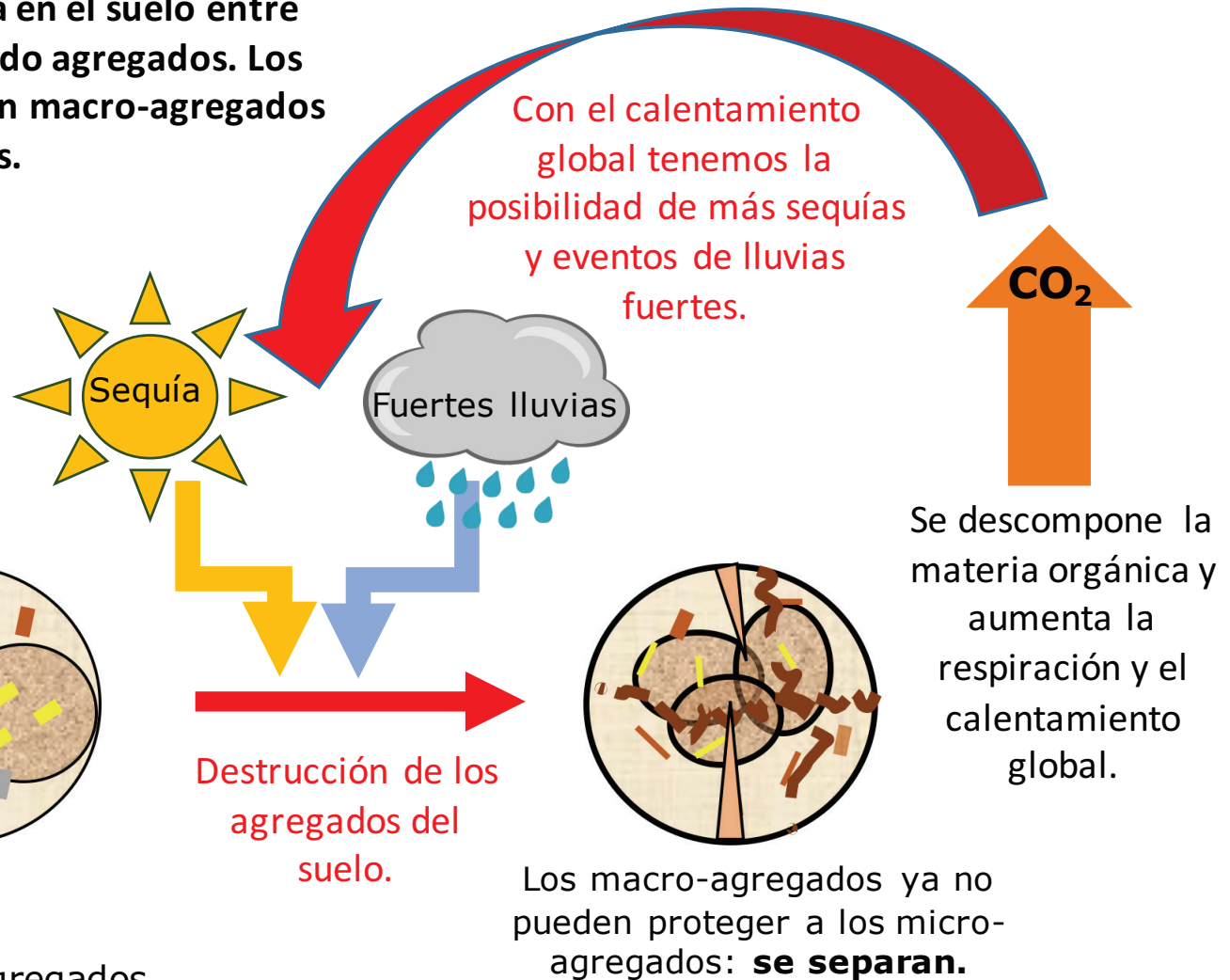


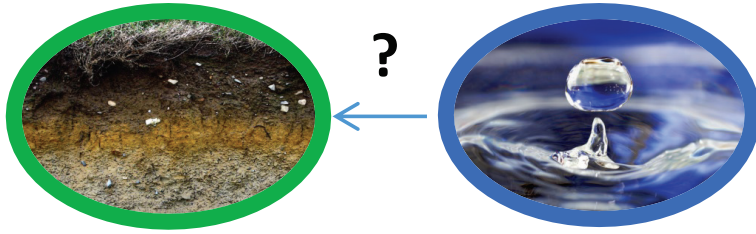
Lluvia y sequía: ¡un equilibrio necesario! ¿Qué pasa cuando hay eventos extremos?

La materia orgánica está protegida en el suelo entre arena, arcillas y minerales, formando agregados. Los agregados se separan por tamaño en macro-agregados y micro-agregados.



- Materia orgánica libre
- Materia orgánica protegida por los agregados
- Materia orgánica unida a los minerales





El suelo y el agua son recursos fundamentales para el ser humano:

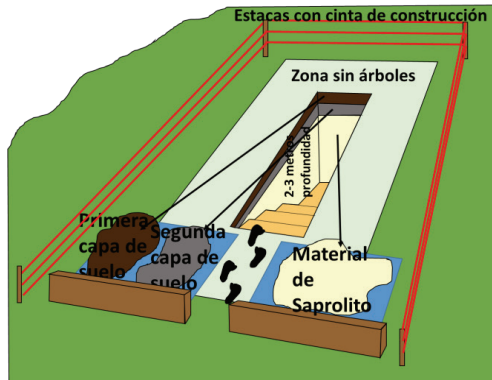
- Todos los días bebemos más de 1,5 L de agua
- Todos nuestros alimentos son productos del suelo de forma directa (plantas/ frutas) o indirecta (animales)

¿Cómo podemos saber dónde está el agua y cuáles son las características del suelo?

Métodos directos

Podemos cavar un agujero para observar la organización del suelo y la cantidad de agua:

- mucho trabajo / mucho tiempo
- muy costoso



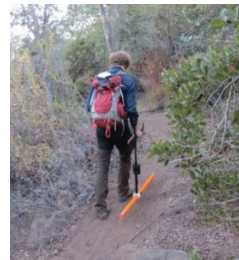
ejemplo de agujero excavado (calicata) durante el proyecto EarthShape

Métodos indirectos

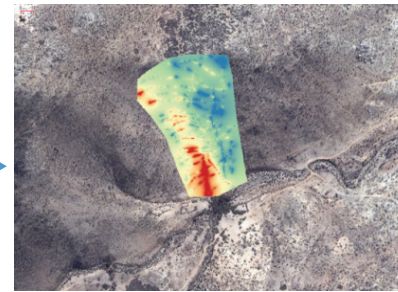
Equipos que utilizan señal electromagnética, detectan y registran la presencia o ausencia de agua o suelo arcilloso:



- rápido
- no invasivo
- de bajo costo

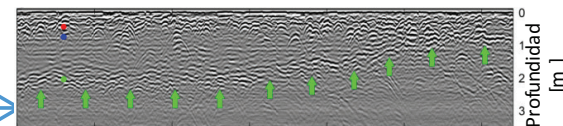


Haciendo mediciones en terreno



Observación y análisis de los datos:
Conductividad eléctrica del suelo

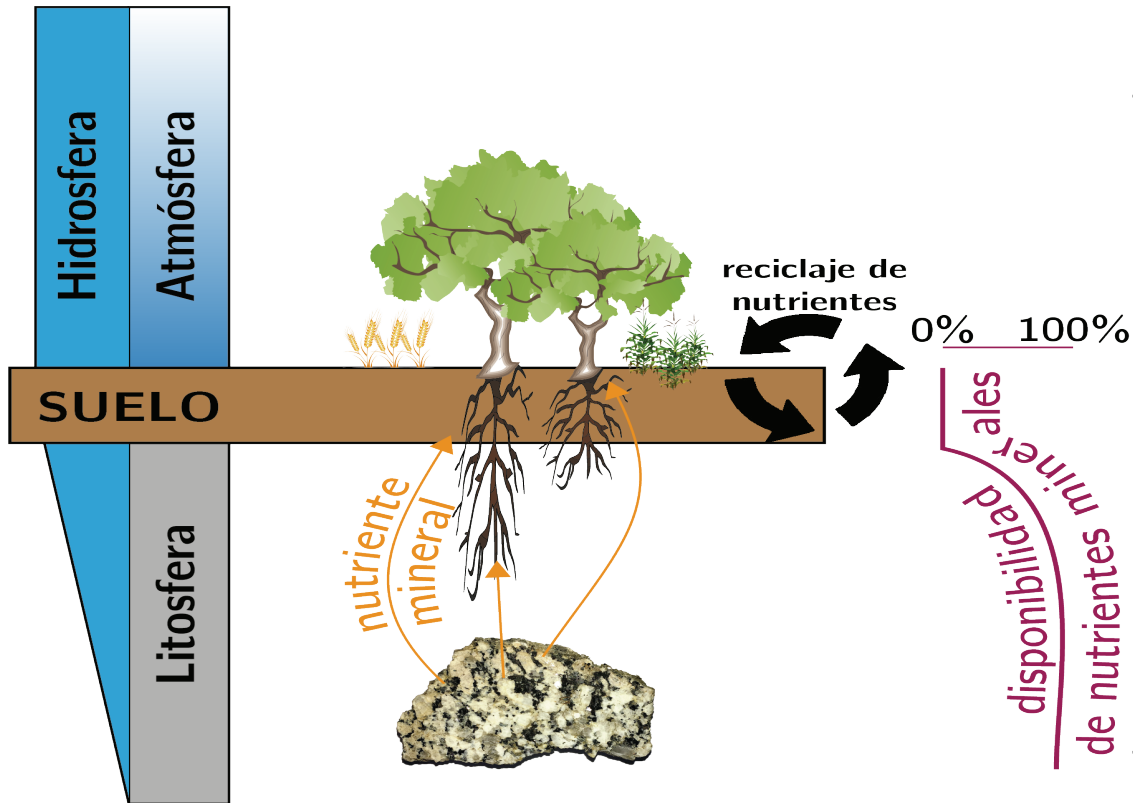
Los valores de conductividad eléctrica indican la presencia / ausencia de agua o suelo arcilloso
 Ejemplo: rojo = agua



Observación y análisis de los datos:
Imagen de las **capas del suelo**

Podemos ver cómo las capas del suelo varían lateralmente sin excavar

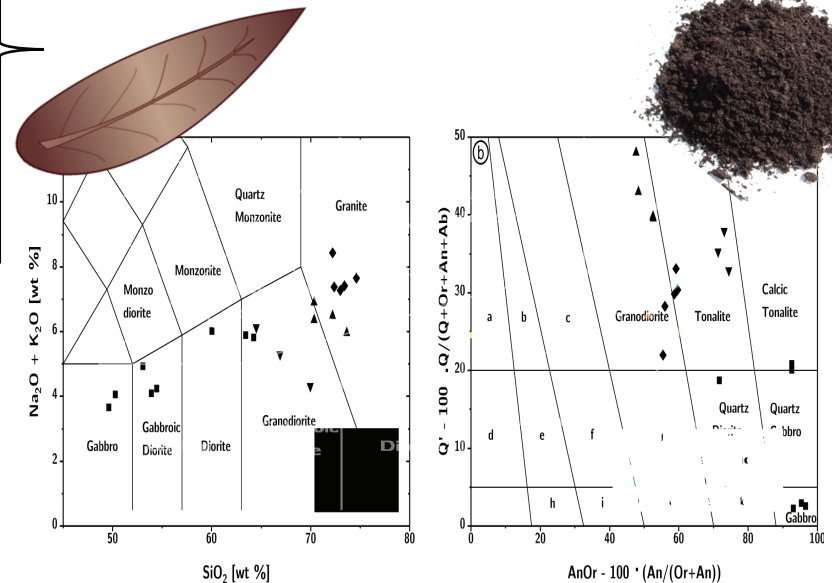
Química del suelo: ¿Cómo sabemos cuando las tierras agrícolas son fértiles?



Resultado:

Al conocer los nutrientes que faltan, los agricultores pueden fertilizar de forma específica sus tierras de cultivo.
=> Menos cantidad de fertilizantes que no se aprovechan

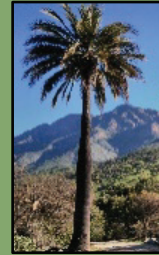
Análisis geoquímicos: ¿Cuáles sustancias están en el suelo?



Los nutrientes derivados de rocas y minerales son esenciales para las plantas, pero generalmente se agotan en el suelo en las primeras capas cultivables.

¿Cómo responde la vegetación al cambio climático? Podrán seguir viviendo en el mismo lugar?

Muchas plantas no pueden sobrevivir en cualquier lado, dependen mucho del clima y del suelo. Están adaptadas al clima y al suelo en su lugar de origen.



Los experimentos:

- Techos semitransparentes que simulan mecánicamente una sequía
- Transplante de suelo y semillas a otro clima para entender su influencia en la germinación y crecimiento de la planta
- Traslado de hojarasca a otro clima para entender su influencia en la descomposición de las hojas

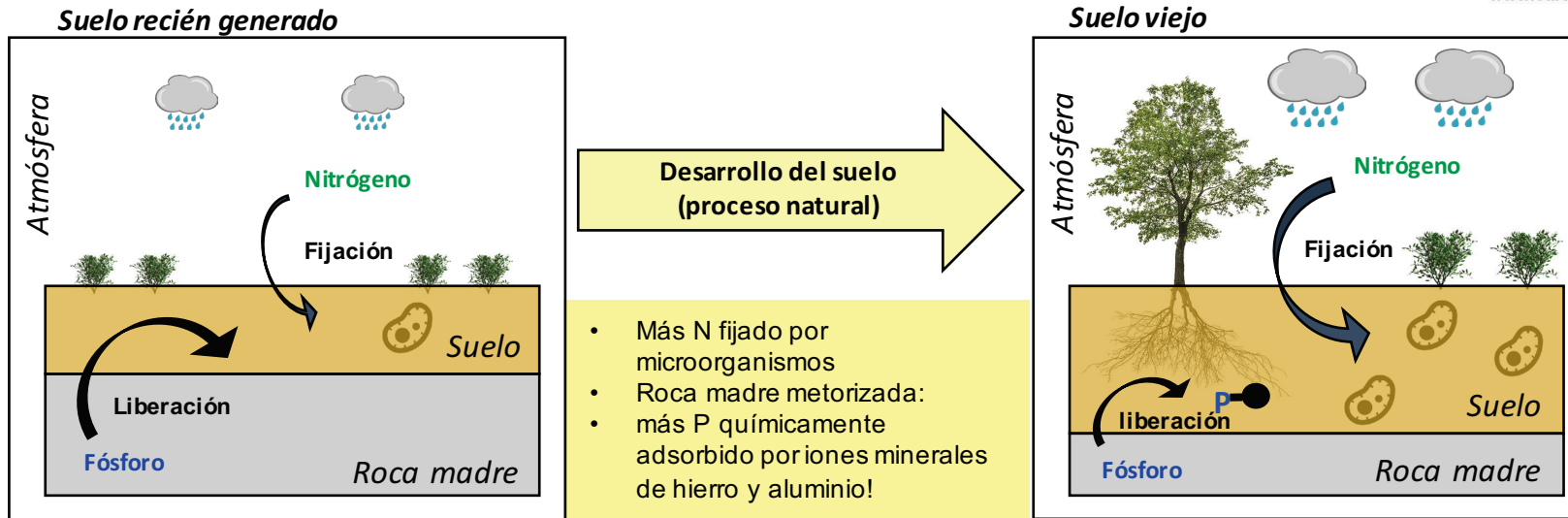


Estudiamos bajo condiciones climáticas modificadas artificialmente:

- la germinación
- el crecimiento
- la descomposición
- el ciclo de nutrientes entre las plantas y el suelo

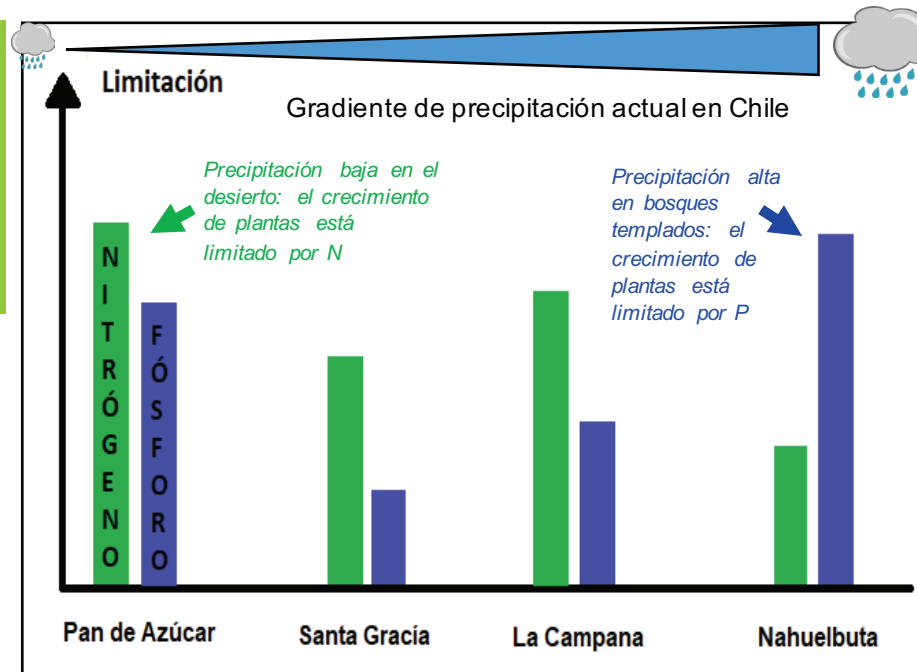
¡Así podremos entender cómo cambiarán los ecosistemas en el futuro y tratar de protegerlos de la mejor manera!

¿Qué significa el cambio climático para la actividad agrícola?



El cambio climático significa, entre otras cosas, un aumento de la precipitación. Esto resulta en una erosión más rápida del suelo. El fósforo liberado está unido químicamente a partículas minerales del suelo y no queda disponible para microorganismos y plantas.

Resultado:
 ¡El calentamiento global puede aumentar la necesidad de fertilización con fósforo!



¿Cómo se ve nuestro país en el futuro? - posibles escenarios basados en conocimientos disponibles

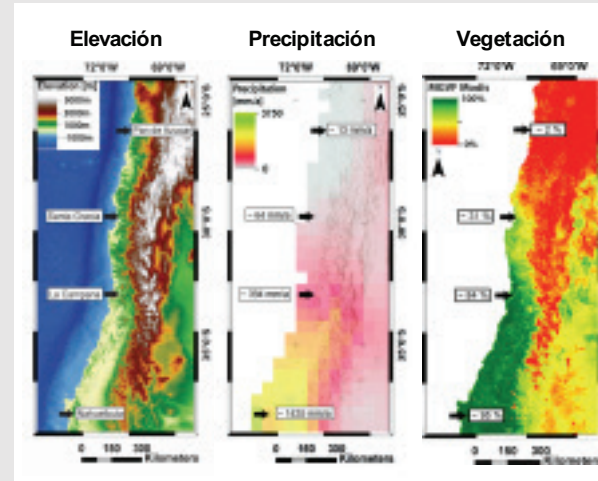
Base de conocimiento I:

La lluvia (precipitación) erosiona la tierra. Esto resulta en relieves y pendientes reducidos.

La vegetación protege la tierra de la erosión. Las raíces estabilizan el suelo.



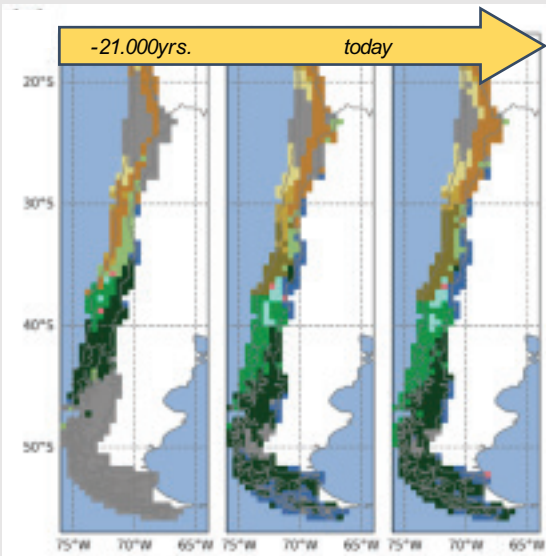
Base de conocimiento II: Información de imágenes satelitales



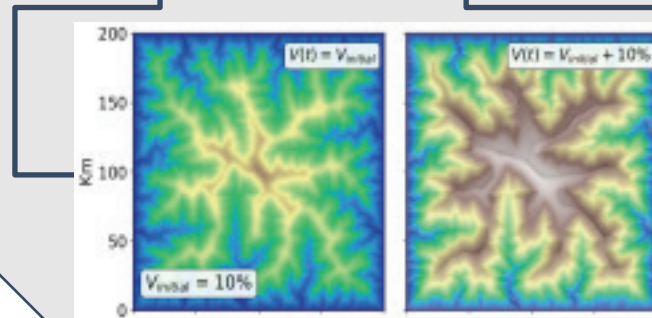
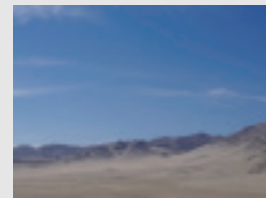
Podemos extraer conocimiento detallado de imágenes satelitales.

Base de conocimiento III: Modelación de la vegetación

¿Qué sucede cuando la vegetación aumenta o disminuye (debido al cambio climático, la deforestación, etc.)?
 ¿Qué pasa cuando llueve más o menos que ahora?
 ¿Qué pasa cuando ambos factores varían al mismo tiempo?



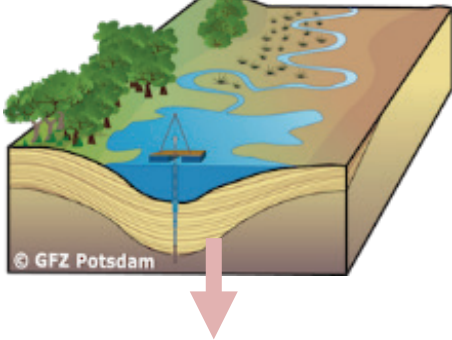
Podemos extraer conocimiento detallado de modelos de vegetación basados en registros de polen de plantas y otros datos que muestran el desarrollo de los últimos 20.000 años



La combinación de información de imágenes satelitales y modelos ya calculados nos permite estimar cómo se desarrollarán los paisajes si la precipitación y / o la vegetación cambian.

¿Cómo podemos saber, como el clima ha cambiado en el pasado?

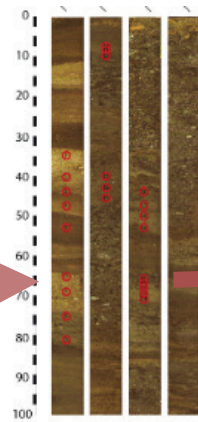
Paso 1: Encontrar evidencias del clima pasado guardadas en el ambiente superficial (suelo, lagunas, bofedales o hielo)



Paso 2: Perforar superficies evidencias climáticas, ej. suelo (sedimentación continuada por mucho tiempo)



Paso 3: Procesar el perfil vertical del suelo

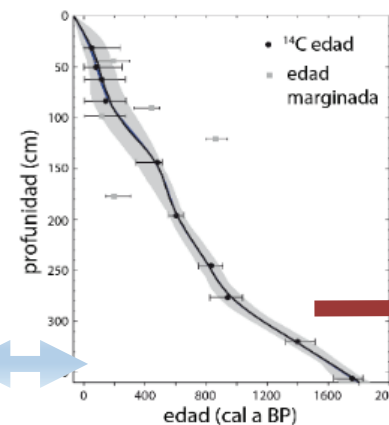
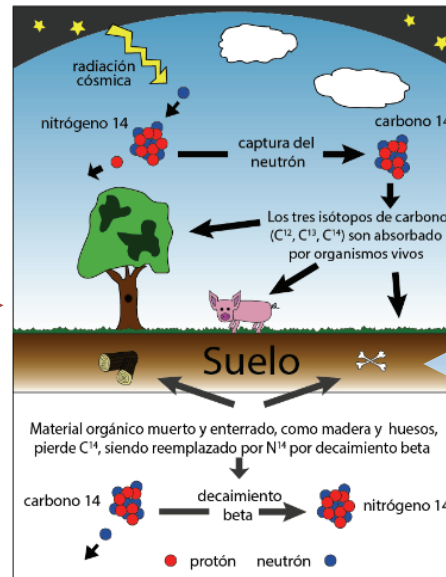


Paleoambiente: reconstrucción del clima pasado

Conocimientos sobre el paleoambiente es importante para:

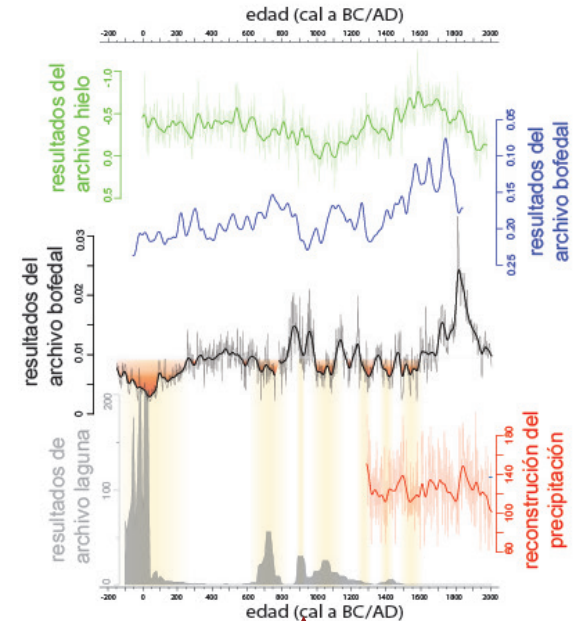
- entender la velocidad y las causas de cambios climáticos
- estudiar la resistencia de ecosistemas y
- modelar del desarrollo del clima en el futuro

Paso 4: Datar el material - identificación de la edad correspondiente: método radiocarbono (C^{14})



Resultados de la datación del material orgánico

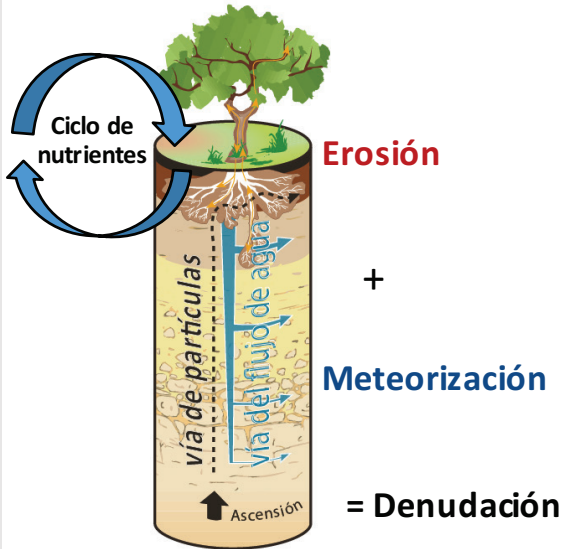
Paso 6: Comparación de los resultados con otros archivos para mejor comprensión



Paso 5: Análisis geoquímico: determinar en detalle los elementos en la muestra



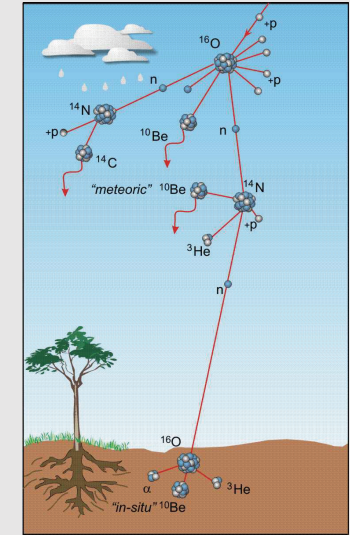
¿Cómo se generan los suelos? ¡Vía meteorización! ¿Y cómo podemos conocer la velocidad de formación del suelo? - En base a los núclidos cosmogénicos!



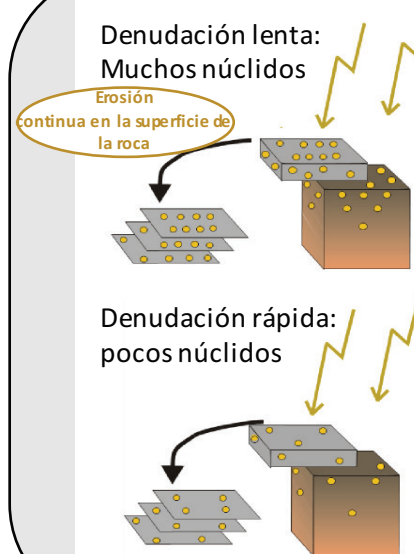
La superficie de la Tierra siempre está bajo condiciones que la cambian. En la superficie hay erosión, en capas más profundas hay meteorización, degradando las rocas muy lentamente. Los dos procesos en conjunto se llaman denudación.

Átomos cosmogénicos de ^{10}Be se producen por rayos cósmicos en el primer metro de la superficie de la Tierra. Sólo en esta capa funciona este “reloj”, que recién comienza a funcionar cuando emerge hacia a la primera capa (vía erosión).

Este reloj se encuentra en el cuarzo: átomos cosmogénicos de ^{10}Be se acumulan allí. El tiempo de vida media de estos átomos es 1,4 millones de años.



El método se puede aplicar en suelos y también en sedimentos de los ríos.



Si vemos en detalle la cantidad de los átomos cosmogénicos de ^{10}Be en las capas del suelo, podemos darnos cuenta si el suelo se erosiona rápido o lento.

Este tipo de análisis del cuarzo nos permite obtener información sobre los últimos 10.000 años.

La lluvia mueve el suelo cuesta abajo en laderas. ¿Cuáles son las consecuencias?

El experimento:

Lluvia simulada

Paso 1:
Una cantidad controlada de agua cae sobre el suelo

Parcela experimental:
40 cm x 40 cm

Paso 2: Colecta de agua y sedimento

Paso 3: Separación del sedimento y agua de escurrentía superficial en laboratorio

Paso 4: Análisis de los nutrientes y textura del suelo

Resultado:

El suelo y los nutrientes se mueven en función del tiempo y de la superficie

Los resultados aportan a la protección del suelo

El suelo es la base para la producción de alimentos. La lluvia mueve el suelo y puede alterar el desarrollo de las plantas. El movimiento del suelo es un tipo de erosión que depende de la temperatura, precipitación, inclinación, textura del suelo y el contenido de nutrientes. Experimentos con lluvia simulada permiten entender estos procesos.

Sedimento (suelo y nutrientes)

Agua de escurrentía (agua y nutrientes solubles)



¿Qué es *EarthShape*?

Pie de imprenta

Financiado por:
Programa prioritario EARTHSHAPE
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

EarthShape es liderado y coordinado por:
Todd A. Ehlers¹ & Friedhelm von Blanckenburg²

Coordinación científica y realización de esta compilación:
Kirstin Übernickel¹ & Leandro Paulino³

Esta compilación no habría sido posible sin el apoyo de:
Karen Baumann, Nadine Bernhard, Friedhelm von Blanckenburg, Christian Bödinger, Liesbeth van den Brink, Rafaella Canessa, Igor DalBo, Patrick Jung, Sebastian Kock, Lorena Mattes, Francisco Nájera, Ralf Oeser y Manuel Schmid.

¹Universität Tübingen, Alemania

²GFZ German Research Centre for Geoscience, Potsdam, Alemania

³Universidad de Concepción, Chile