

Vliv historického využívání půdy na odnos sedimentů z povodí jezera v centrálním Chile

Effects of historical land use
on sediment yield from a
lacustrine watershed in
central Chile

(Marco Cisternas, Alberto Araneda, Patricia Martínez
and Sergio Pérez)

zpracoval Radek Večerník

Úvod + vymezení studovaného území

- ve studiích, které využívají jezerní sedimenty k odhadům lidských zásahů do povodí se používá izotopu ^{210}Pb (pro odhad rychlosti růstu sedimentů a pro rychlost odnosu sedimentů)
- pomocí ^{137}Cs (z testů atom. bomb v 60. letech) a pomocí pylu z borovic se ověřuje přítomnost ^{210}Pb v jezerních sedimentech
- Chica de San Pedro Lake ($0,67\text{km}^2$, max. hloubka 18m) se nachází mezi řekou Biobío a Pacifikem
- lemováno pohořím tvořeným přeměněnými horninami, na S je jezero obklopeno sladkovodními sedimenty bazaltického složení; strmé svahy na Z, J a V jezera; na S jsou svahy jezera méně prudké; centrální část dna je téměř plochá
- povodí jezera bylo ovlivněno lidskými zásahy: vykácení původních lesů a vysázení borových plantáží, pěstování pšenice, zavedení exotických stromů a urbanizace
- za posledních 50. let se celkové roční srážky pohybovaly kolem 1-2 m

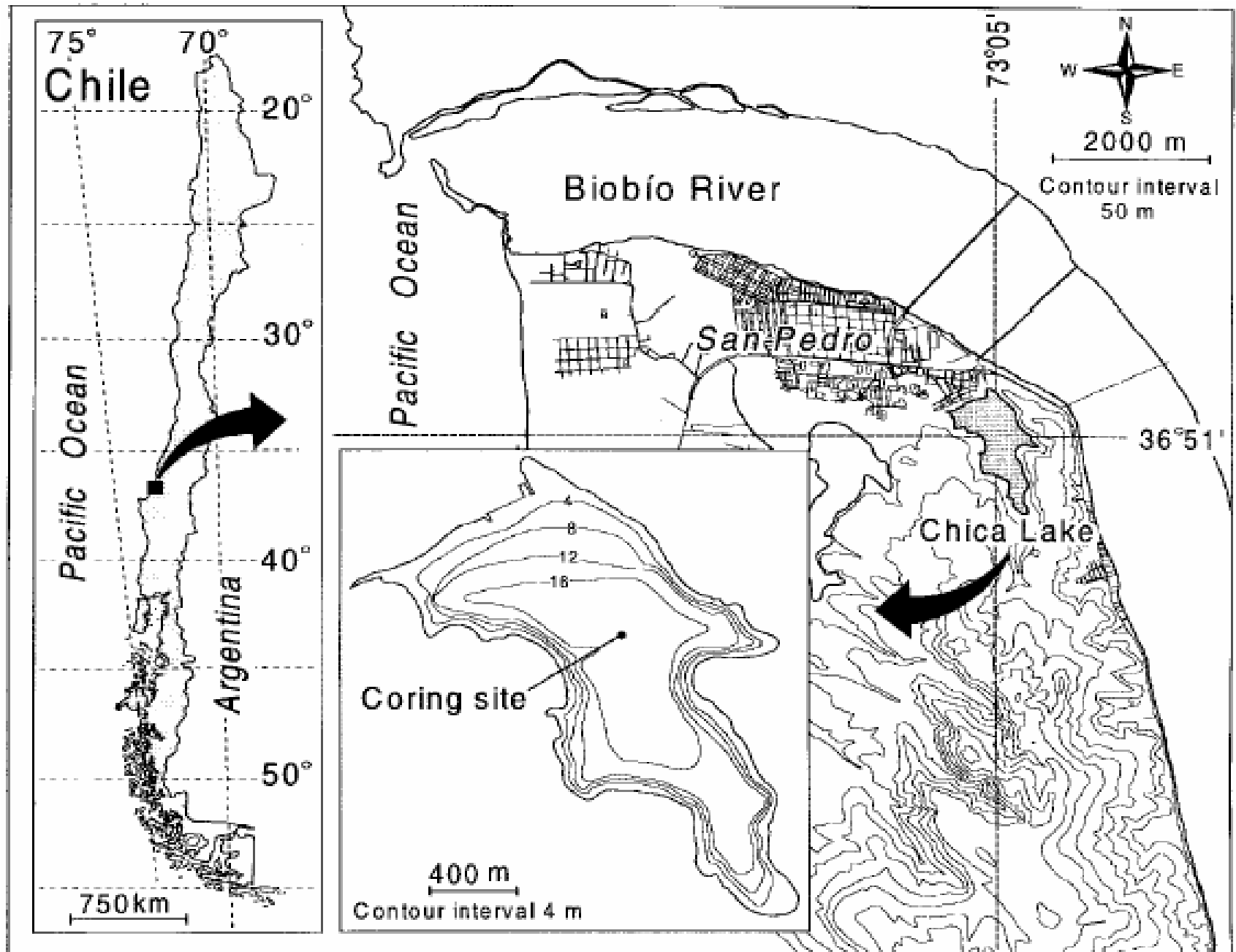


Figure 1. Location of study area, bathymetric map and coring site

Metody výzkumu

1. Odběr vzorků a laboratorní analýzy

- základní vzorek - získaný v roce 1996 z nejhlubší části jezera (50 cm dlouhý, v průměru 6 cm)
- nejprve byl ověřen rentgenovými paprsky na biologické a fyzikální narušení → nezbytné ke zjednodušení izotopové a pylové analýzy
- poté byl vzorek seříznut na vrstvy (1 cm), každá byla analyzována na hustotu (při $t=105^{\circ}\text{C}$) a organický C
- aktivita ^{210}Pb (22,3 let) se vypočítala ze zjištěné aktivity jeho nejbližšího izotopu - ^{210}Po (138,4 let) - prostřednictvím α - spetrometrie
- k ověření stáří ^{210}Pb byly vzorky analyzovány na ^{137}Cs (32 let); max. výskyt v atm. v 60. letech; k měření výskytu ^{137}Cs použit γ -spektrometr
- k určení chronologie ^{210}Pb byl analyzován pyl z borovic
- k oddělení pylu ze sedimentů se použila standardní pylová analýza (zjištění koncentrace pylu v sedimentech)

Metody

2. Odhady růstu a odnosu sedimentů

- stáří a růst sedimentů byly určovány z aktivity ^{210}Pb zaznamenané CRS modelem (Constant Rate of Supply) - přísun ^{210}Pb z atm. je v čase konstantní
- pro odhad odnosu sedimentů z povodí použili metodu navrhouvanou Dearing (Dearing *et al.*, 1987; Dearing, 1991):
 - růst sedimentů se v různých místech jezera neliší
 - všechny sedimenty dodávané z povodí jsou uloženy v jezeře, žádný není uložen mimo jezero
 - všechny sedimenty uložené v jezeře (organické i anorganické) pocházejí z povodí, žádný sediment není dodáván z vnějšku
- vypočetli úplný sedimentární odnos (získali organickou i anorganickou část odnesených sedimentů)

Metody

3. Velikost změn využívání půdy

- typy land use byly určeny z leteckých snímků z let 1943, 1955, 1961, 1978, 1981, 1994
- použito šest sad leteckých snímků rozdělených do šesti kategorií: původní lesní porost, křoviny, odlesněné plochy, exotický les (borové plantáže), městská zástavba a pastviny
- k měření land use použit ARC/INFO GIS upravený pro sklon území
- sestavil se digitální výškový model (DEM) a digitální terénní model (DTM)
- porovnáním následujících snímků - zjištěny změny land use

Výsledky

1. Rentgenometrie

- vhodné k měření růstu sedimentů
- vzorek postrádá jasné znaky či narušení, které mohli mít vliv na rozdělení ^{210}Pb , ^{137}Cs a pylu po jejich uložení

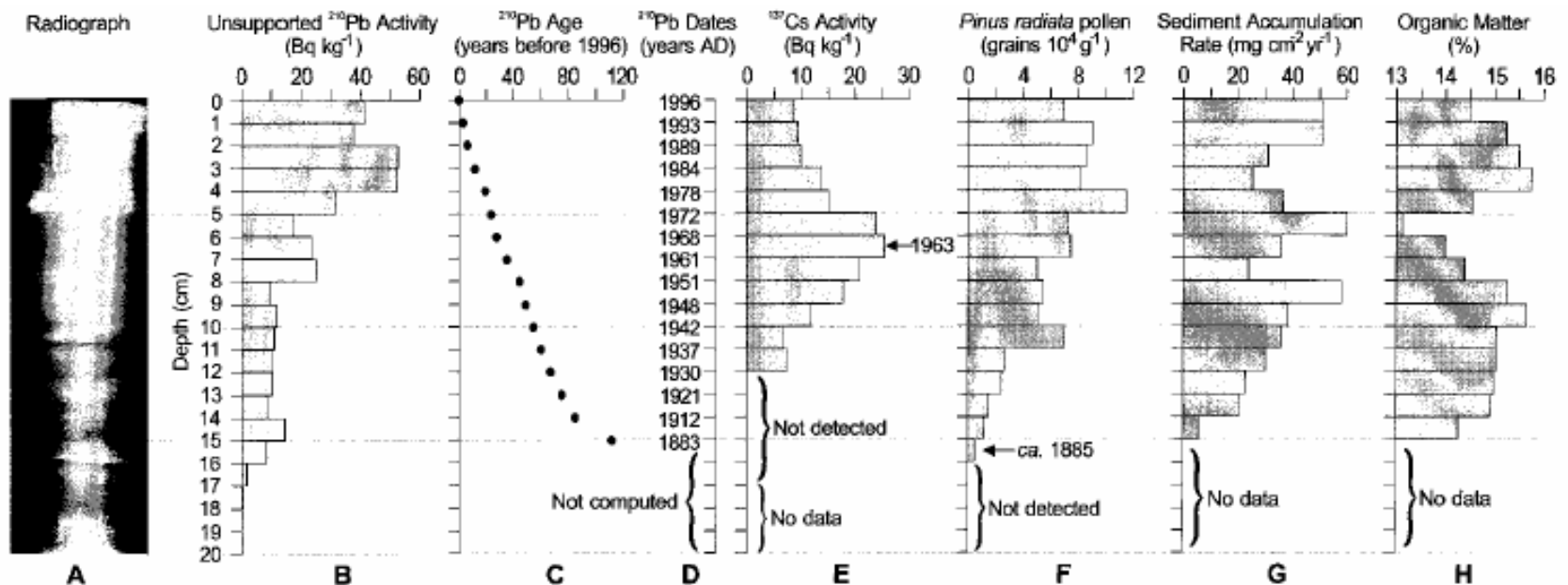


Figure 2. Radiograph, unsupported ^{210}Pb activity, chronological model, ^{137}Cs activity, *Pinus radiata* concentration, sediment accumulation rate and organic matter plotted against depth in the Chica de San Pedro Lake core

Výsledky

2. ^{137}Cs a pylové testy ^{210}Pb chronologie

- max. výskyt ^{137}Cs v roce 1963 (ukončeny testy jaderných zbraní)
- datování od roku 1885 (vysázení plantáží) - postupný nárůst

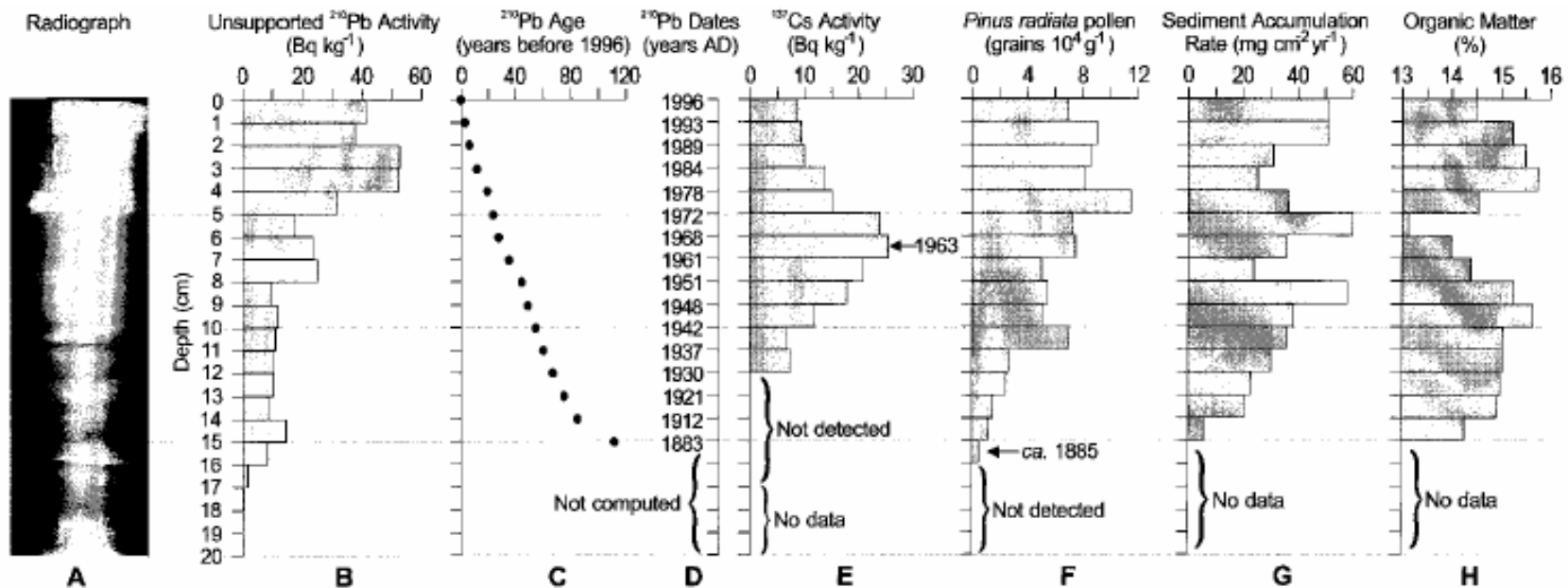


Figure 2. Radiograph, unsupported ^{210}Pb activity, chronological model, ^{137}Cs activity, *Pinus radiata* concentration, sediment accumulation rate and organic matter plotted against depth in the Chica de San Pedro Lake core

Výsledky

3. Růst sedimentů

- podle CRS modelu - různá velikost růstu sedimentů ($5 \text{ mg.cm}^{-2} / \text{rok}$ - $60 \text{ mg.cm}^{-2} / \text{rok}$); průměrný růst je $30 \text{ mg.cm}^{-2} / \text{rok}$
- několik impulsů růstu sedimentů

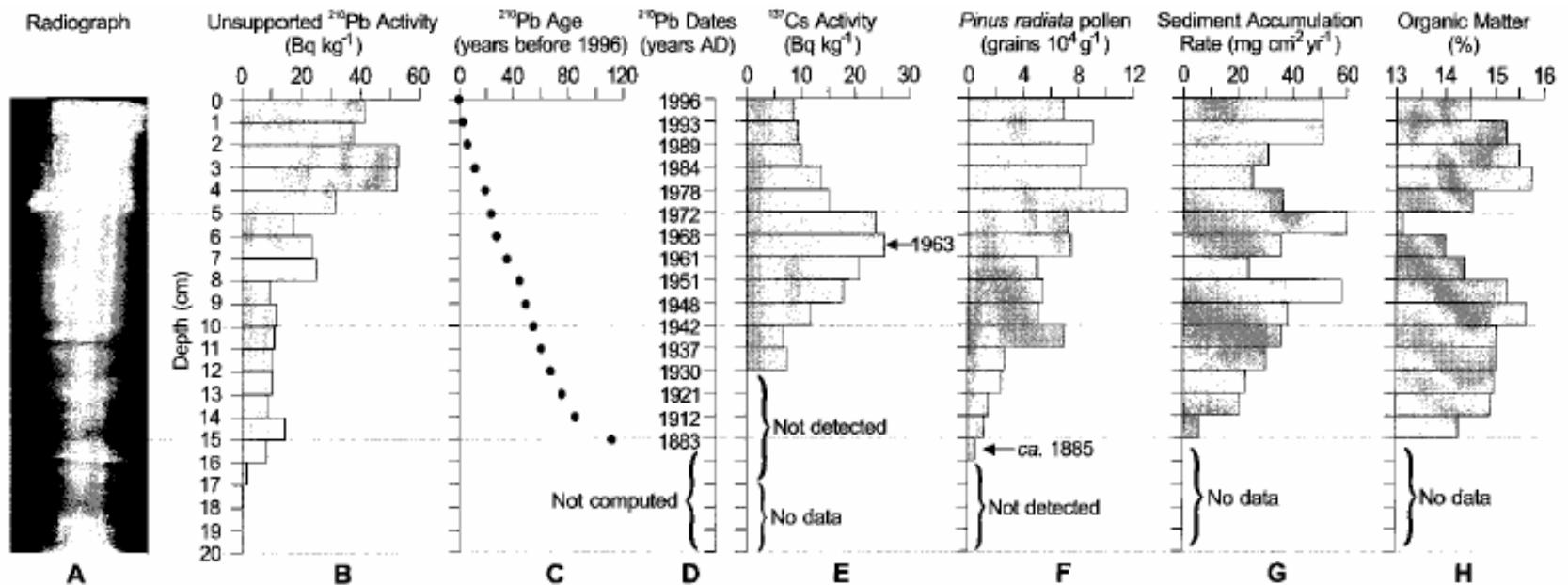
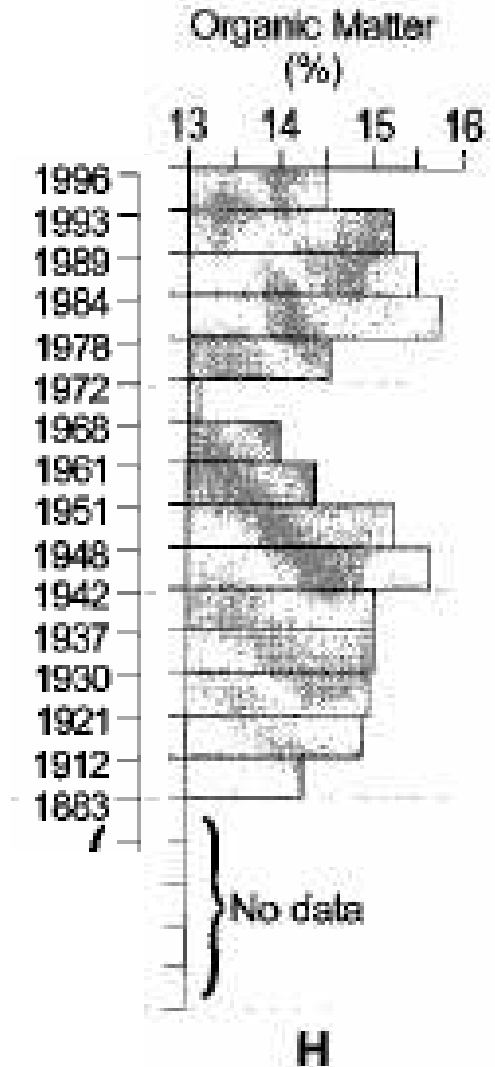
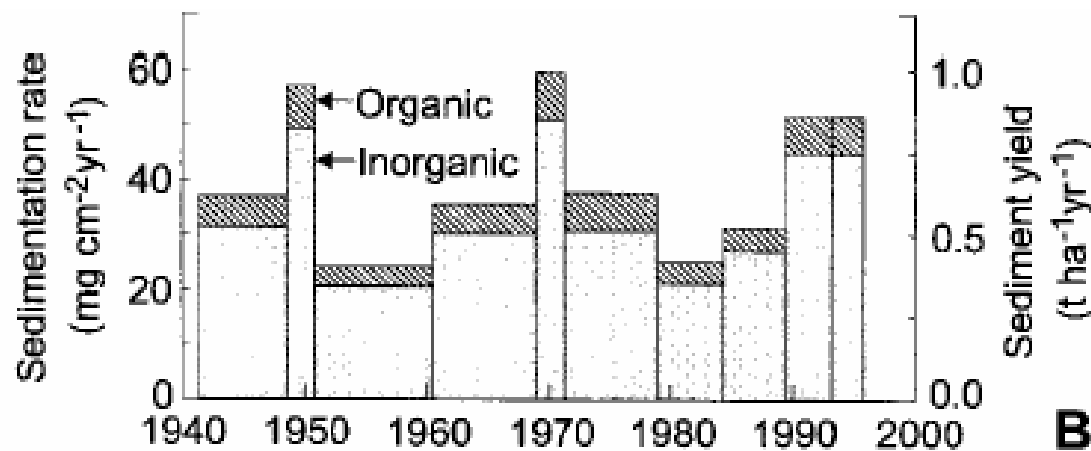


Figure 2. Radiograph, unsupported ^{210}Pb activity, chronological model, ^{137}Cs activity, *Pinus radiata* concentration, sediment accumulation rate and organic matter plotted against depth in the Chica de San Pedro Lake core

Výsledky

4. Organický obsah

- 13-16%
- část vytvořena v jezeře samotném, část vytvořena mimo jezero



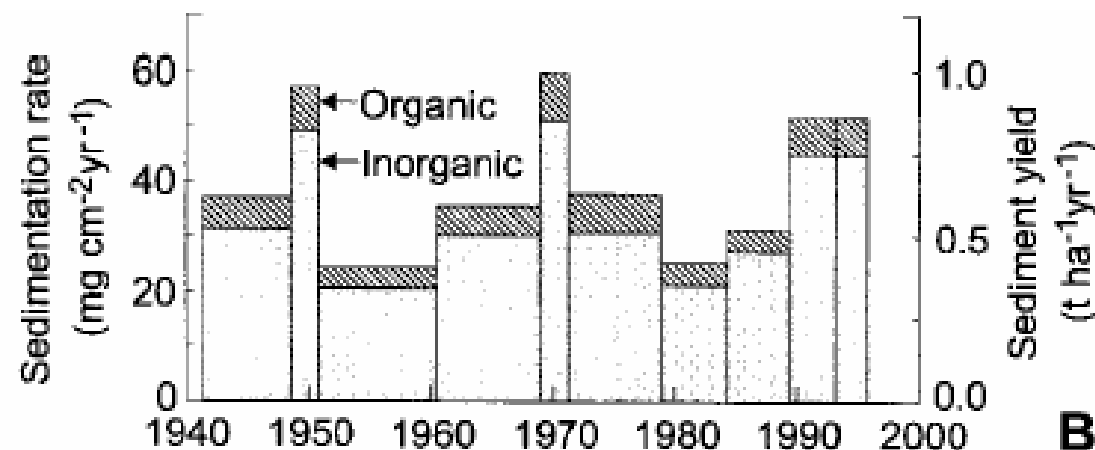
Výsledky

5. Odnos sedimentů

= $S \cdot A_L / A_W$ (S - růst sedimentů ve středu jezera, A_L - plocha dna jezera, A_W - plocha povodí upravená na sklon terénu)

- použity vzorky (hloubka 10 cm → od 1942-1996 → změny měřeny leteckými snímky)

- růst a odnos organické hmoty je málo proměnlivý v čase → má malý vliv na land use



Výsledky

6. Změny v land use

- většina původních lesů zmizela (analýza leteckými snímky)
- rozšíření exotických dřevin a borových plantáží → posun všech typů land use do vyšších poloh

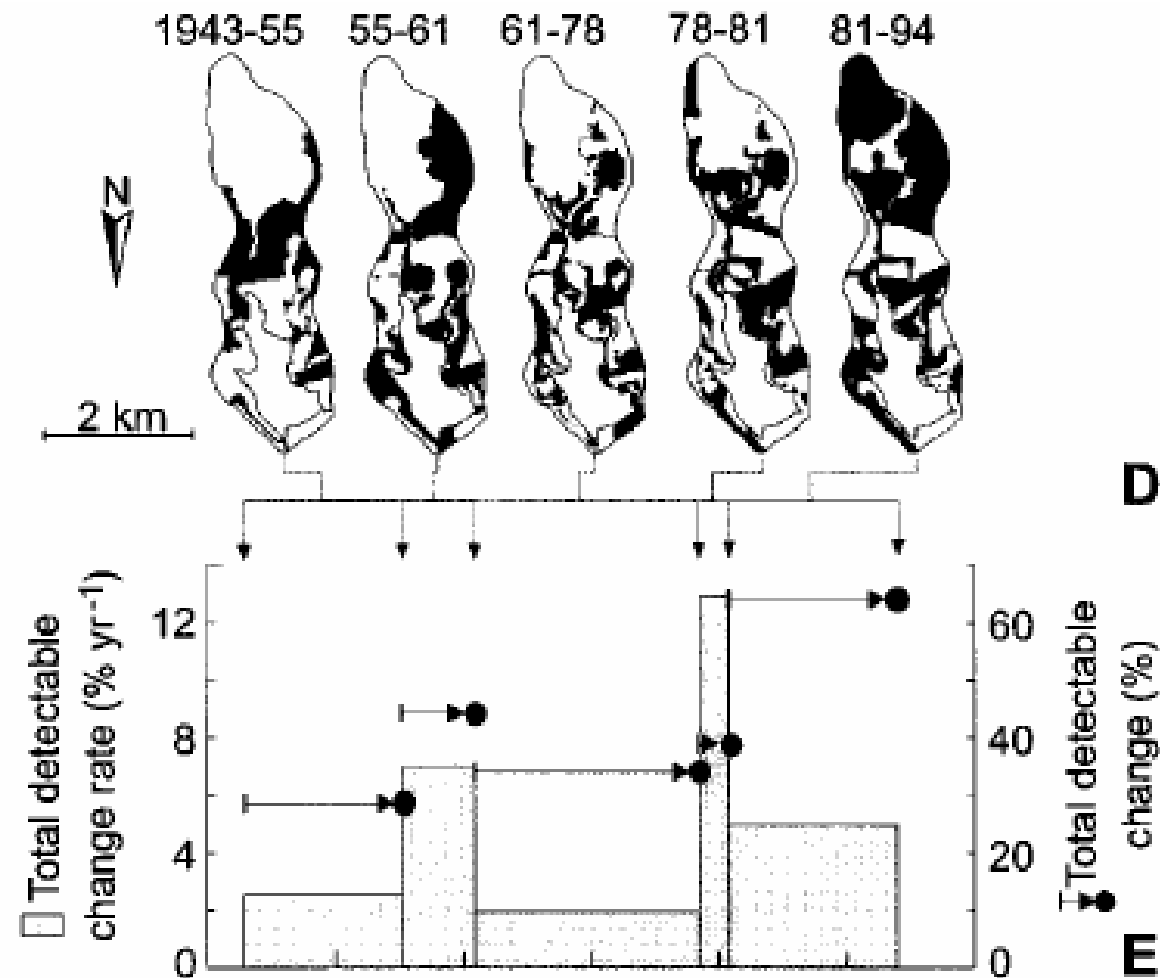
Table I. San Pedro watershed land-use percentages determined from aerial photographs taken in 1943, 1955, 1961, 1978, 1981 and 1994

Land use	1943	1955	1961	1978	1981	1994
Native forest	70.1	52.8	33.9	34.4	28.8	12.6
Bushes	21.6	30.2	24.8	18.7	28.5	28.5
Deforested areas	0.0	0.0	15.7	14.1	21.7	8.1
Exotic forest	4.4	12.3	19.8	22.6	13.6	45.7
Urban-residential	0.0	0.0	1.3	4.9	6.1	5.1
Grassland	3.9	4.7	4.4	5.3	1.2	0.0

Výsledky

6. Změny v land use

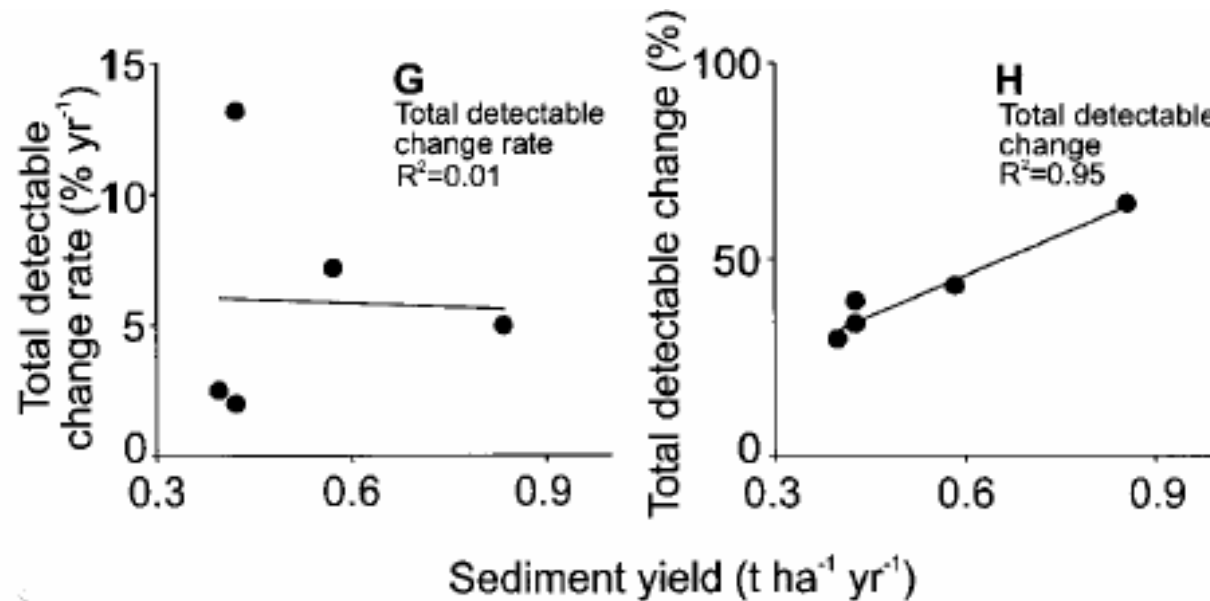
- 1943-1955 (land use 30% plochy), 1981-1994 (land use 64%)



Výsledky

7. Vztah mezi odnosem sedimentů a land use

- korelační analýza mezi odnosem a rozlohou typů land use
- korelační vztah mezi odnosem a změnou land use je významný (0,95)



Závěr

Nestabilita ^{210}Pb v San Pedro Lake

- mnohem menší než v ostatních jezerech na S polokouli
- atm. ^{210}Pb získáván rozkladem z ^{222}Rn , ^{222}Rn se mění a produkuje ^{226}Ra vyskytující se v horninách
- nízká nestabilita ^{210}Pb dána mořskými vzduchovými hmotami

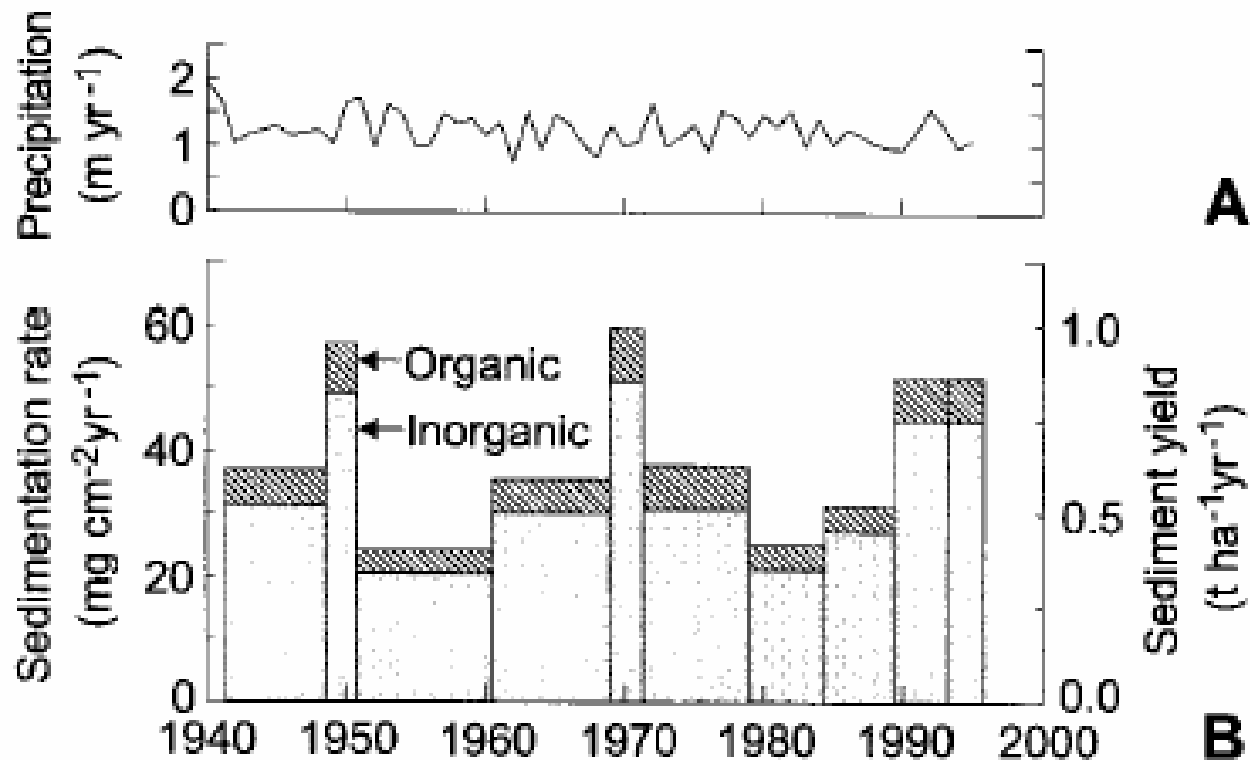
Sedimentární růst

- průměrný růst sedimentů $30 \text{ mg.cm}^{-2} / \text{rok}$
- vyšší než u většiny jiho- a středoamerických jezer

Závěr

Porovnání odnosu sedimentů s ročními srážkami

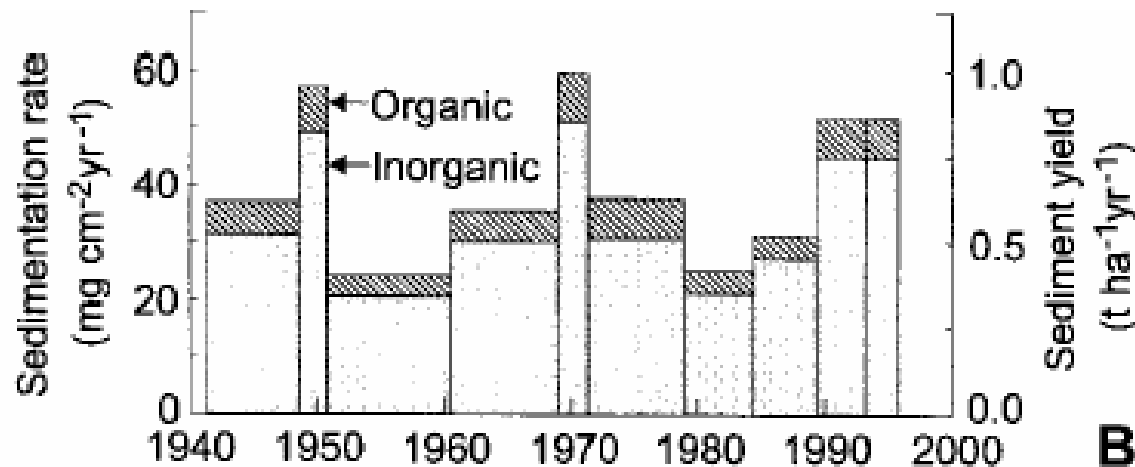
- období největších sedimentárních odnosů neodpovídají (nekorelují) s množstvím ročních srážek



Závěr

Trendy v sedimentárním odnosu a land use

- stálý odnos sedimentů **x** pokles přírodních lesů (ze 70% na 13%), růst exotického lesa
- průměrný odnos $0,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} / \text{rok}$ (za posledních 50. let)
- odnos sedimentů z povodí postupně pomalu narůstá (odvozujeme z topografie, vegetace a srážek)



Závěr

- plocha původních lesních porostů se snížila za období 1943-1994 ze 70% na 13%; nárůst nepůvodních borových plantáží ze 4% na 46%
- růst sedimentů dosahoval $5 \text{ mg.cm}^{-2} / \text{rok}$ (na konci 19.st.) - $60 \text{ mg.cm}^{-2} / \text{rok}$ (v 60. letech 20.st.)
- odnos sedimentů byl max. $1 \text{ t.ha}^{-1} / \text{rok}$, v průměru $0,5 \text{ t.ha}^{-1} / \text{rok}$
- změny land use byly zjištěny na souborech leteckých fotografií