

Utilizando paleolimnología y ecología para inferir los efectos de la actividad humana distante en lagos de montaña remotos

Sebastian J. Interlandi

Drexel University, Philadelphia, PA, USA (afiliación pasado)

Creative Shepherd Farm, Ava, NY, USA (afiliación actual)

Paraíso del Pastor Fairtraders, S.A., Vilcabamba, Loja, EC (afiliación actual)

Colaboradores

Alexander P. Wolfe, University of Alberta, Canada

Jasmin Saros, University of Wisconsin, La Crosse

Tamara Blett, National Park Service

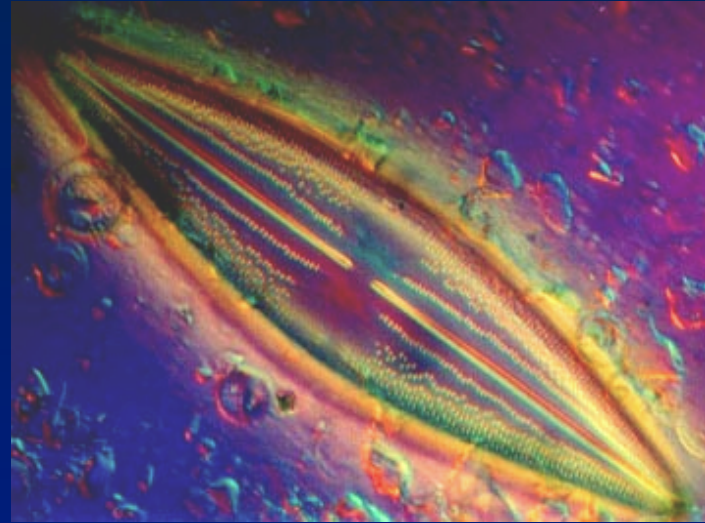
Jill Baron, Colorado State University

Craig Williamson, Miami University

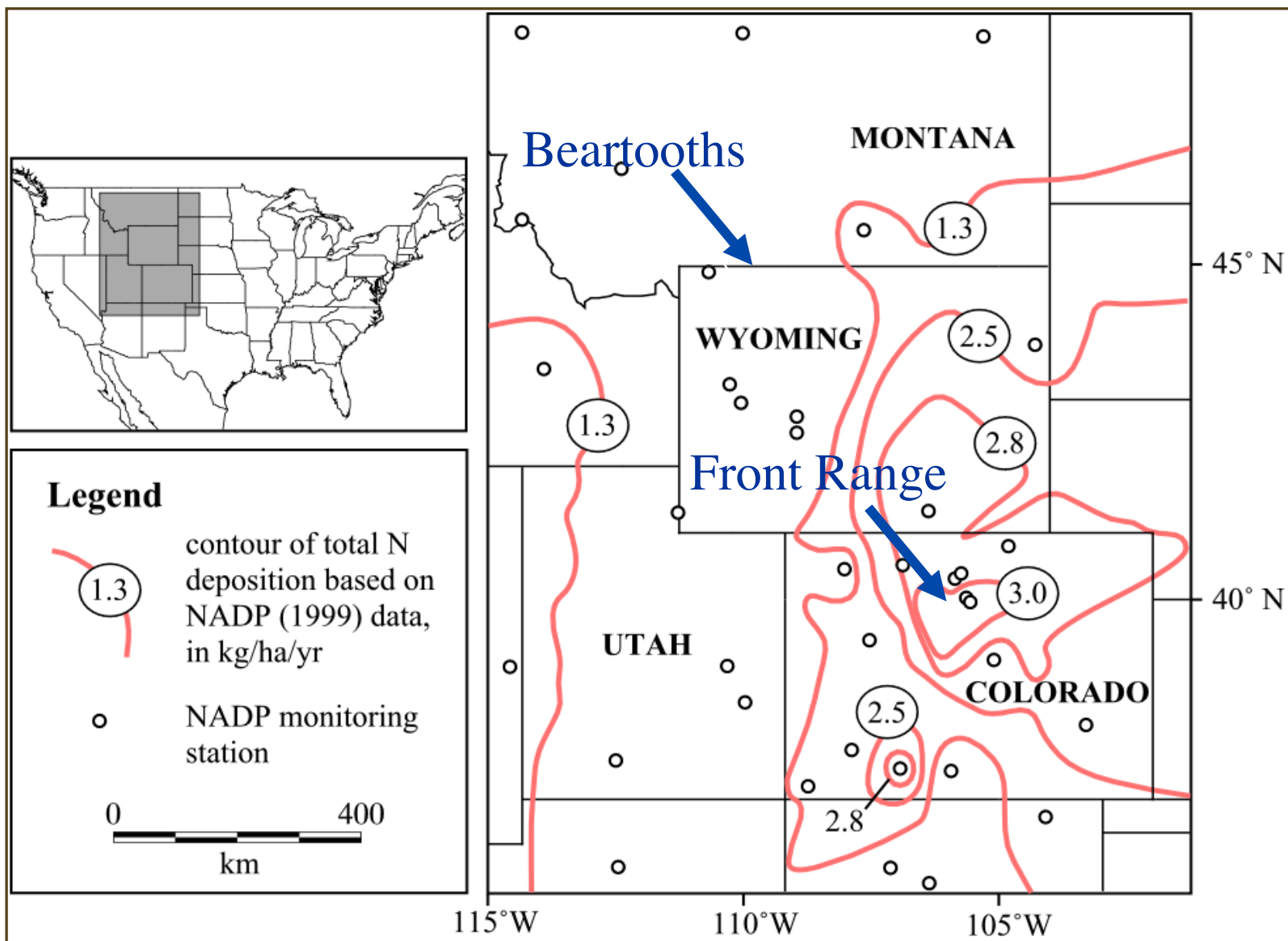
Lisa Graumlich, Montana State University

Jeffrey Stone, University of Nebraska

Sensibilidad de diatomeas

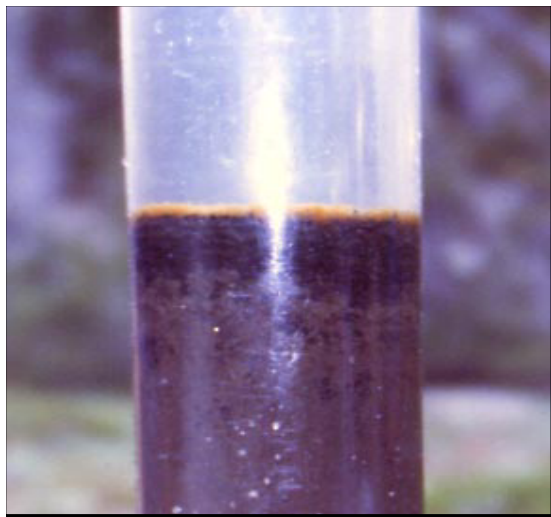


- A menudo, los primeros organismos acuáticos en responder a los cambios ambientales
- Cambios en conjuntos de especies, composición química
- Los cambios están bien documentados en respuesta a los nutrientes, el pH, el clima



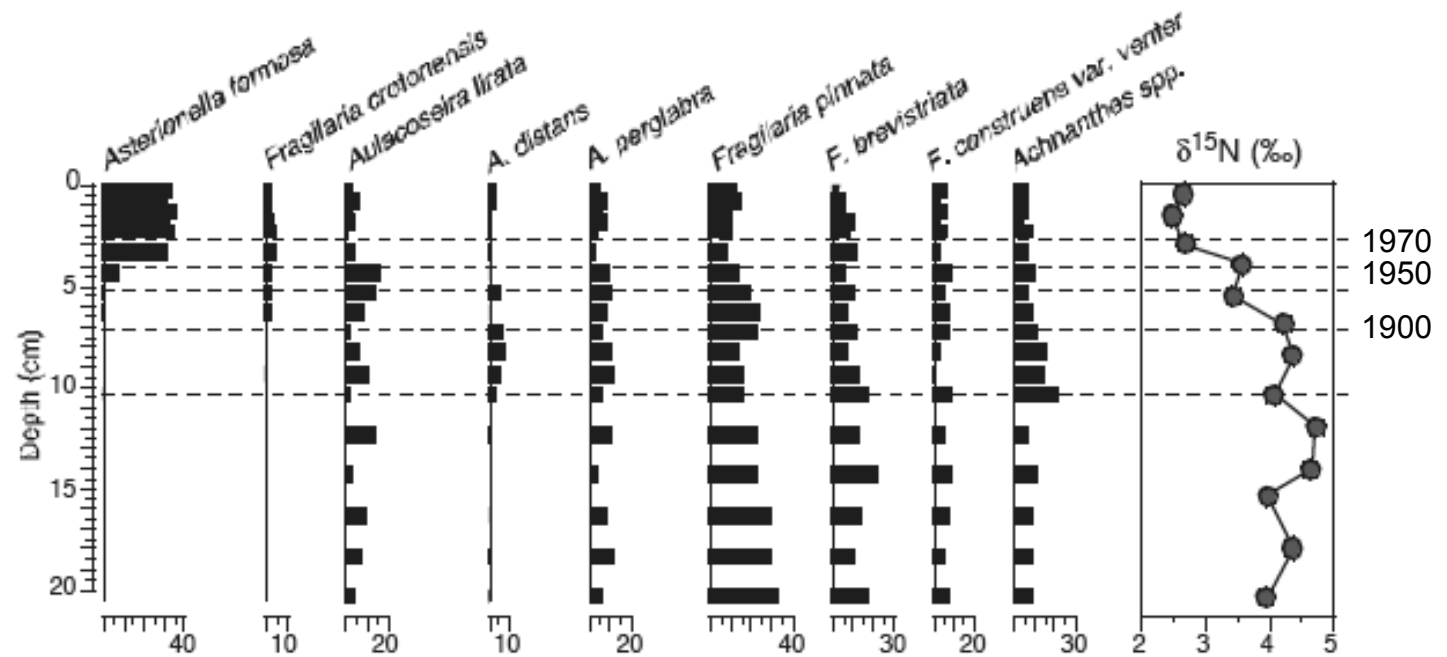
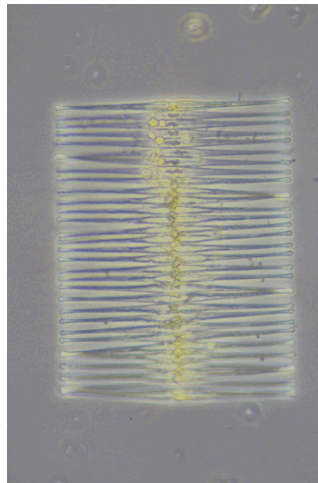
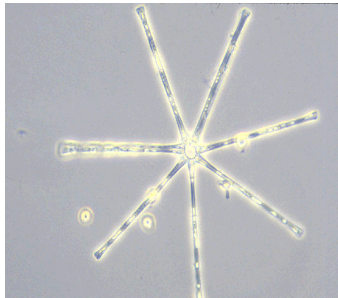
Niveles elevados de deposición atmosférica de N

- Los principales efectos de la deposición de nitrógeno en los sistemas acuáticos:
 - Fertilización: la adición de nitrógeno biológicamente disponible
 - Acidificación: un componente de la lluvia ácida
- Lagos alpinos pueden ser más sensibles que los lagos templados a la deposición de nitrógeno
 - El crecimiento de algas en estos lagos está a menudo limitada por nitrógeno
 - Estos lagos tienen baja capacidad *buffer*
- Variación espacial de la tasa de deposición de nitrógeno a través de las Rockies



Southern Rockies-Colorado Front Range

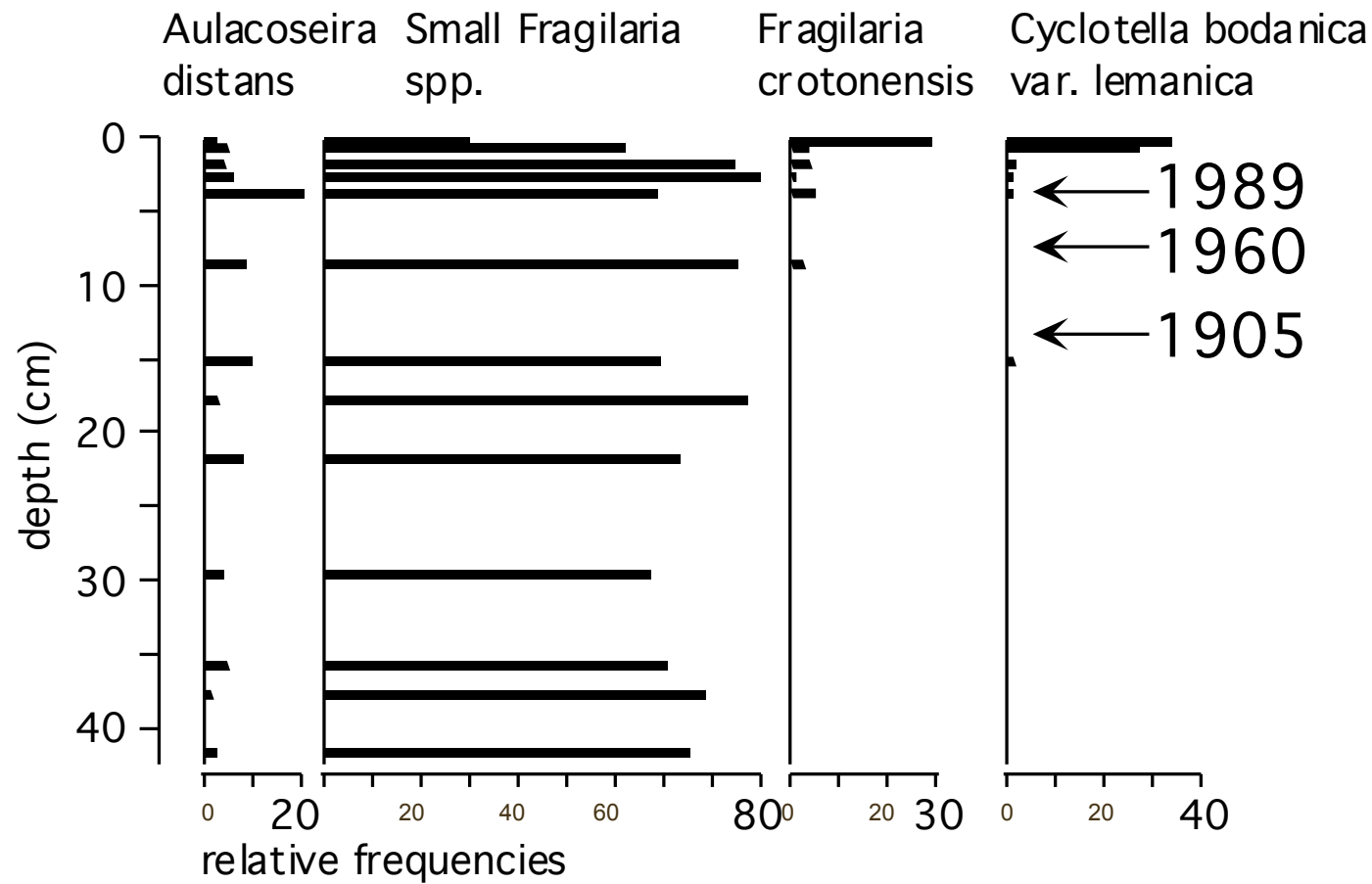
Lake Louise



Wolfe et al. 2001

Central Rockies-Beartooth Mountains

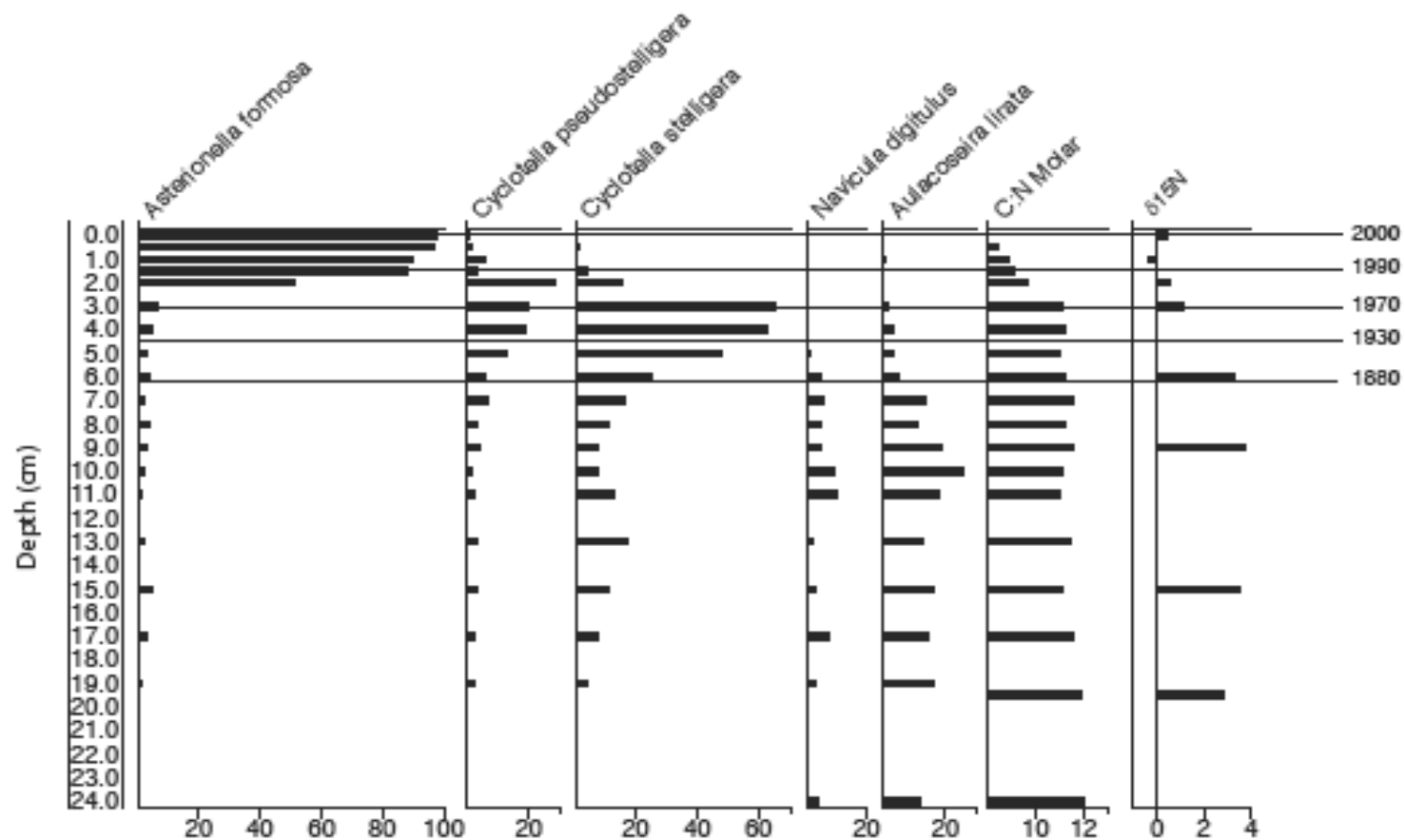
Beartooth Lake, WYOMING (~2590 m)



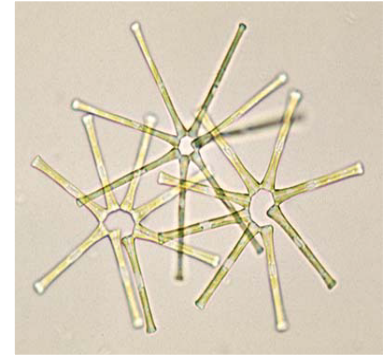
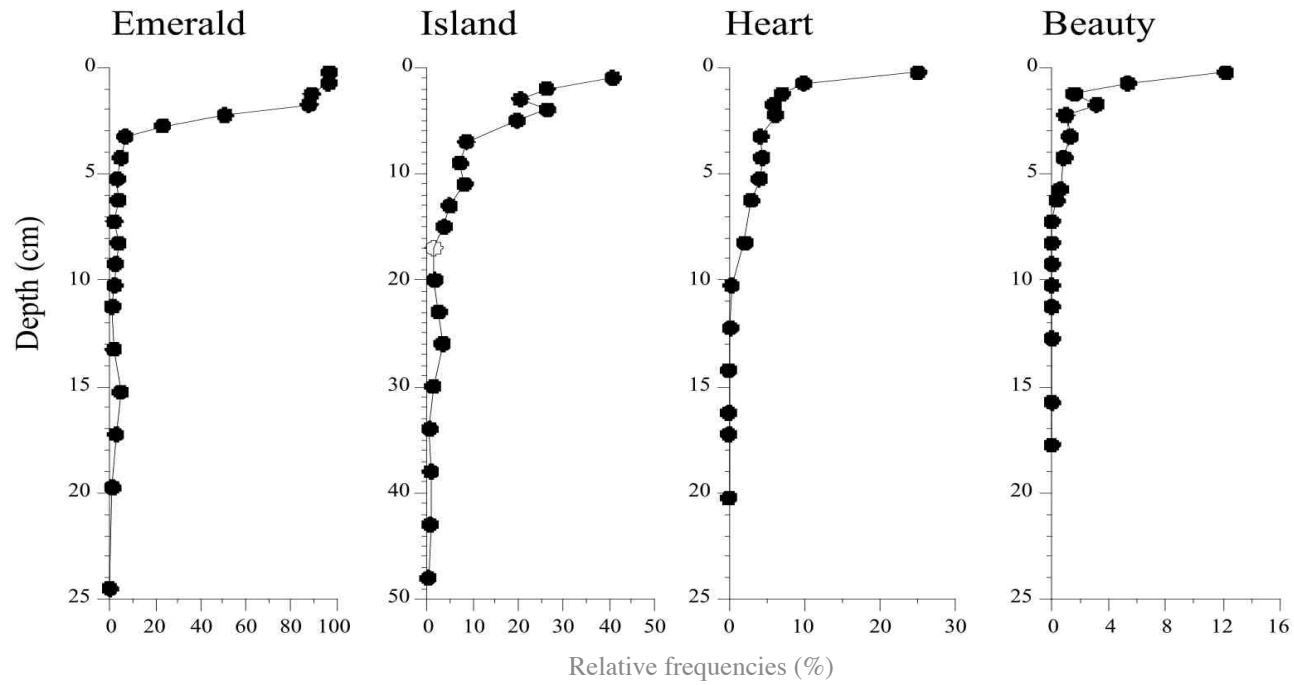
Saros et al. 2003

Central Rockies-Beartooth Mountains

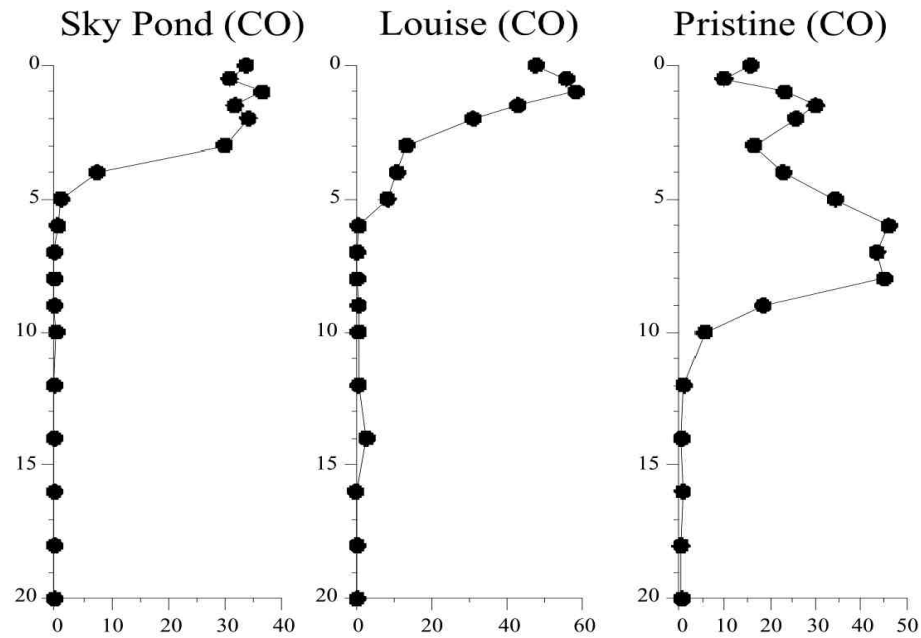
Emerald Lake, Wyoming (2970 m. a.s.l.)



Beartooth Wilderness lakes



Colorado lakes



Observaciones y experimentos en lagos de las montañas de Beartooth

- 1) Fisiología de Recursos para N, P y Si
- 2) Perfilado vertical en múltiples lagos
- 3) Experimentos de enriquecimiento de nutrientes

Qué recursos son los que más limitan a estas dos taxa de diatomeas?

Experimentos de fisiología de Recursos

- Requerimiento de niveles determinados de N, P y Si
- Se usó el agua de los lagos de Beartooths con concentraciones de nutrientes iniciales bajos
- Células recogidas de lagos de la zona
- Incubación en el lago Belleza

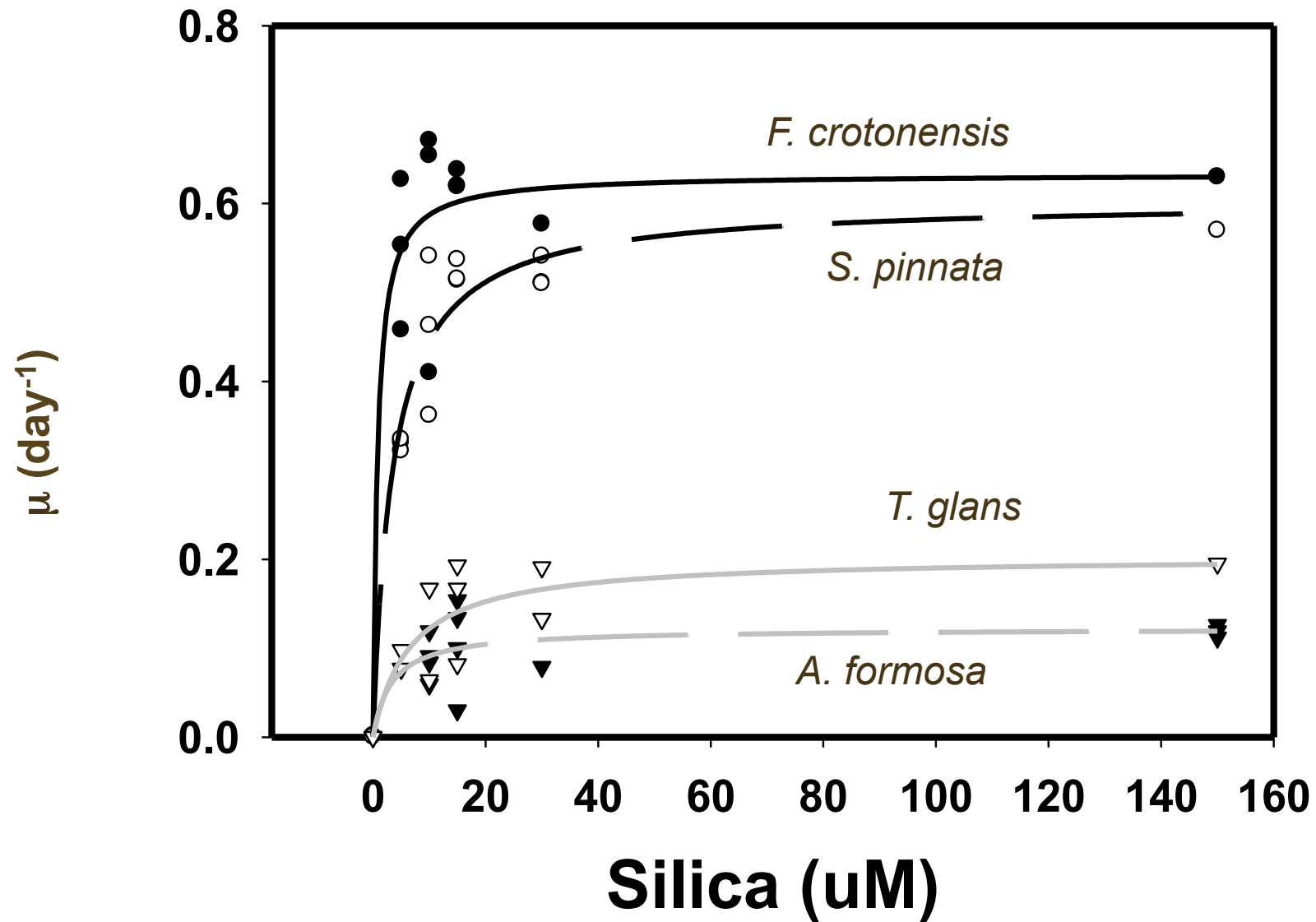


Diseño de bioensayos de recursos

Nivel limitante de nutrientes añadidos (μM)						Exceso
Si	3	5	10	25	150	N&P
P	0	0.05	0.10	0.25	5.0	Si&N
N	0.05	0.1	1.0	5.0	18	Si&P



Ejemplo de resultados de los bioensayos



Constantes de saturación media para el crecimiento (μM)

	<i>S. pinnata</i>	<i>F. crotonensis</i>	<i>A. formosa</i>
N	0.003 (0.056)	0.028 (0.063)	0.041 (0.038)
P	0.0003 (0.005)	0.0008 (0.065)	0.0009 (0.003)
Si	3.82 (1.09)	0.78 (0.97)	3.35 (3.38)

¿Cuáles son sus patrones de distribución en relación a los parámetros físico-químicos?

Perfiles verticales

- Muestreos en 7 lagos
- Cada 3 m:
 - Temperatura, pH, conductividad, PAR, SRP, nitrato, sílice, relaciones seston (C: N, C: P, N: P, Si: P, Si: N), la clorofila
 - La composición de especies



Rango de coeficientes de correlación de Spearman

	<i>Fragilaria crotonensis</i>		<i>Asterionella formosa</i>	
	Todos los lagos	Beartooth	Todos los lagos	Beartooth
Conductividad	0.46 (0.0003)	0.35 (0.10)	0.20 (0.13)	0.31 (0.14)
PAR	0.37 (0.009)	0.54 (0.007)	0.24 (0.09)	0.44 (0.03)
C:P	0.078 (0.56)	0.71 (0.0002)	0.44 (0.0005)	0.44 (0.04)
N:P	0.0059 (0.97)	0.56 (0.008)	0.43 (0.001)	0.51 (0.02)
Si:P	0.032 (0.81)	0.71 (0.0002)	0.48 (0.0001)	0.41 (0.05)

¿Cómo responden estas dos especies a las adiciones de nutrientes?

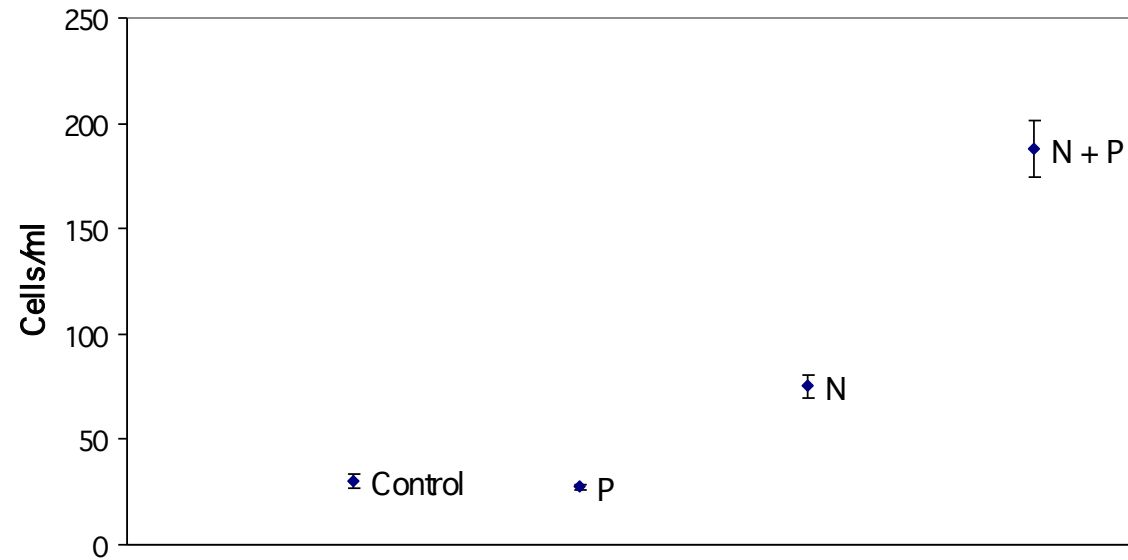
Experimentos de enriquecimiento de nutrientes

- Beartooth Lake- Julio 2002
 - Control, P, N, N+P
- Beauty Lake- Julio 2003
 - Control, alto N:P, bajo N:P, alto Si:P, bajo Si:P
- El agua del lago se filtró a través de malla de 150 μm de poro y se incubó a 3 m
- Cuando se añade: N=18 μM , P=5 μM , Si=100 μM

Niveles iniciales de nutrientes

Lago	Nutrientes disueltos (μM)			Relaciones seston (μM)				
	PO_4	NO_3	Si	C:N	C:P	N:P	Si:N	Si:P
Beartooth	0.04	1.34	36.0	9.9	197	19.9	0.88	17.5
Beauty	<0.015	1.43	29.7	10.8	323	30.0		

Fragilaria crotonensis



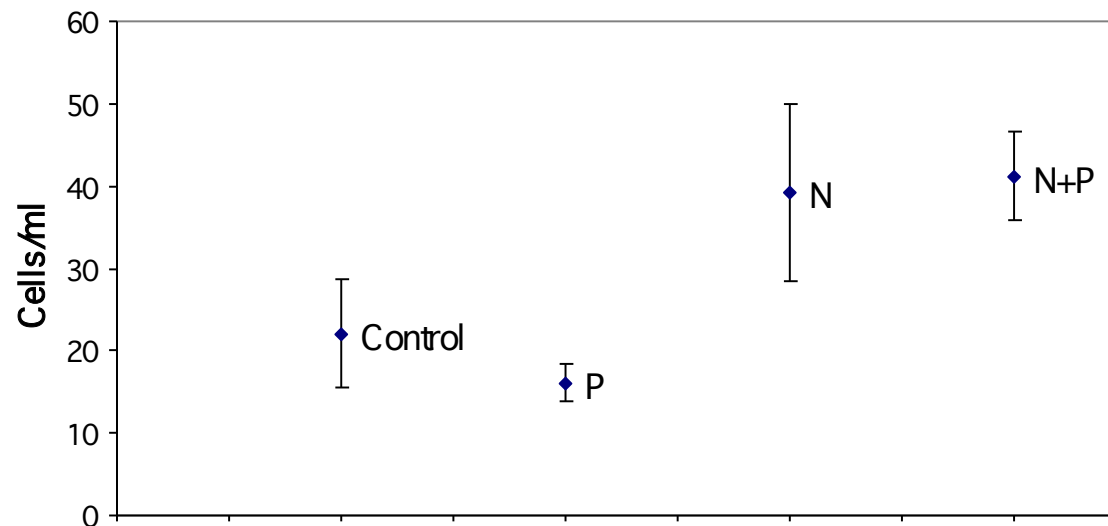
ANOVA $p < 0.0001$

Tukey HSD

control:N $p = 0.001$

control:N+P $p < 0.0001$

Asterionella formosa



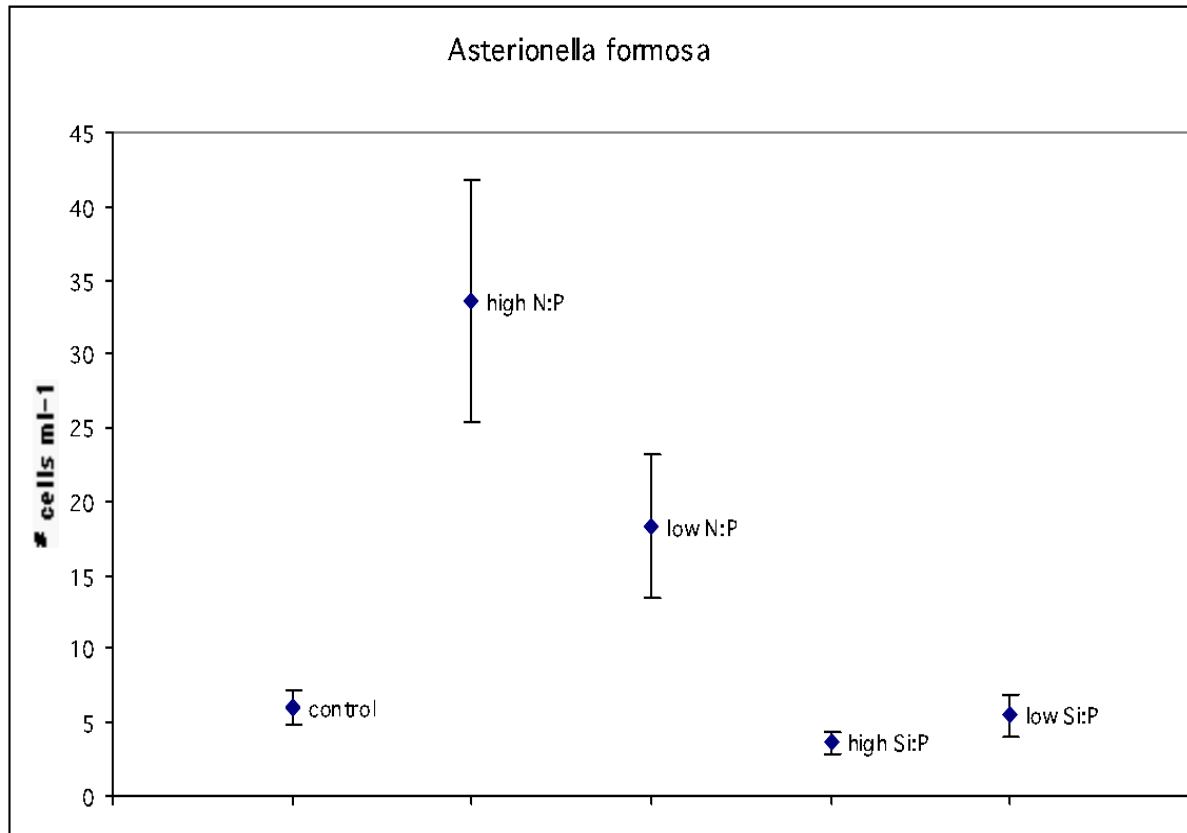
ANOVA $p = 0.001$

Tukey HSD

control:N $p = 0.039$

control:N+P $p = 0.015$

Experimento en Beauty Lake-2003



ANOVA $p < 0.0001$

Tukey HSD

control:high N:P
 $p < 0.0001$

control:low N:P
 $p = 0.039$

high to low N:P
 $p = 0.10$

Resumen

- *Ambas especies de diatomeas requieren niveles moderados de N y niveles muy bajos de P*
- *El incremento reciente de estas dos especies en los EE.UU. occidentales se puede atribuir al incremento de la tasa de deposición atmosférica de N*
- *Otros estudios han incluido:*
 - *Núcleos de sedimentos procedentes de zonas adicionales que varían en las tasas de deposición de N*
 - *Nuevos cultivos para cuantificar el nivel mínimo de N en el que se da la sucesión entre comunidades de fitoplancton*
 - *Evaluación del efecto del incremento en las tasas de deshielo de glaciares sobre la carga de N en estos lagos*

Algunas preguntas para sistemas lacustres ecuatorianos

- ¿Son los lagos remotos alpinos tropicales similarmente sensibles a la carga de N atmosférico?
- ¿Diferentes procesos de mezcla y extensión de la cobertura de hielo en invierno resultan en diferentes relaciones entre la atmósfera y los lagos de montaña tropicales?
- ¿Están afectados los lagos oligotróficos de las tierras altas de América del Sur por la actividad humana distante?



Acknowledgements

- **Financiamiento:**
 - National Science Foundation (DEB 0089600)
- **Estudiantes:**
 - (UW-LAX) David Dean, Shaina Doyle, Lisa Poser, Rita Seston, Courtney Smith, LeeAnne Thorson, Courtney Wigdahl, Kate Wroblewski
- **Asistencia en el campo y de laboratorio:**
 - Misa Saros, Barbara Interlandi