

La Vegetacion Miocena del Altiplano

Kate Gregory

1. Introduction (**Title slide**)

Hoy, voy a hablar sobre dos floras del Mioceno tardío de los Andes Centrales de Bolivia. Hoy, estos sitios tienen un clima templado-frío y altitudes de casi 4000 m. Voy a mostrarles que la composición floral y la morfología de las improntas foliares sugieren que el paleoclima **estaba** subtropical o tropical, con altitudes alrededor de solo 1000 m.

2. NLR and leaf morphologic method (**Fall leaves slide**)

Se puede estimar el paleoclima de floras usando la morfología de hojas dicotiledónos. Las hojas son una parte importante de la adaptación de una planta al clima, porque su tamaño y forma influye en el intercambio de calor, transpiración, fotosíntesis, y el suministro de nutrientes. Entonces hay ciertos tipos de hojas que son más eficientes para un clima que otro.

Por ejemplo, miren estos dos grupos de hojas. El grupo de arriba es típico de un clima templado-medio húmedo, y el de abajo de un clima subtropical y seco. Hay muchas diferencias morfológicas, lo más importante para nosotros es la diferencia en los bordes. Las hojas del clima templado tienden a tener bordes serrados, con dientes, mientras las hojas del clima caliente tienden a tener bordes enteros.

También, noten que las hojas del clima húmedo tienen hojas más grandes con ápices elongadas y las hojas del clima seco tienen hojas chicas con ápices emarginados.

3. Temperature model (**MAT vs. % EM**)

Este gráfico muestra la relación entre la temperatura promedio anual versus el porcentaje de especies con bordes enteros para algunas bases de datos. Los símbolos rojos son datos de Jack Wolfe. Jack recolectó 173 sitios del hemisferio norte para 31 características morfológicas. Hay una relación lineal que explica 87 % de la variación con excepción de las floras subalpinas, aquí en azul, que tienen una relación distinta.

Estos círculos negros son datos de Bolivia y Perú. No hay muchos, pero sugieren que la vegetación actual de los Andes Centrales tiene una relación similar a la del hemisferio norte, especialmente una base de datos de Wolfe de Asia Este aquí en verde.

Hay un montón de modelos basados en estas bases de datos que se puede usar para estimar el clima de una paleoflora. Hay modelos univariados, multivariados lineales, y multivariados no-lineales. En este momento, es difícil decir cuál modelo produce las estimaciones más exactas. En este estudio, usamos los modelos que produjeron los resultados mejores para la vegetación actual de Bolivia. Para estimar la temperatura, usamos este modelo, el modelo univariado entre temperatura y bordes enteros. Para estimar la precipitación, usamos un modelo univariado con el promedio del tamaño de las hojas.

4. Can get elevation from MAT using lapse rate (**Hooghiemstra**)

Se puede usar la paleotemperatura de una flora para estimar su paleoaltitud, porque, como se puede ver en este dibujo de los Andes Colombianos, cuando se sube, la temperatura promedio anual, en estos números negros, se enfría.

La tasa de enfriamiento adiabático en una columna de aire es alrededor de seis grados por kilómetro. Cuando hay un altiplano, la tasa de enfriamiento tiende a ser más baja, porque hay efectos de calentamiento de la superficie alta. Por ejemplo, hoy la tasa de enfriamiento para las faldas orientales de los Andes es 4.4 grados por kilómetro. También la tasa varía con la humedad.

Para estimar la paleoaltitud de las floras Bolivianas, se puede usar esta ecuación: Se resta la temperatura moderna del sitio, y el cambio de la temperatura debido a cambios

globales y a la translacion de placas, de la paleotemperatura. Esto numero se divide por la taza de enfriamiento.

5. Marine data

Se puede estimar el cambio global con estos datos de isotopos de oxigeno de foraminiferas. En el Mioceno tardío, Bolivia estaba en latitudes tropicales, entonces se usa esta curva de arriba. Parece que no ha habido grandes cambios en la temperatura de la superficie del mar desde este tiempo, quizá un grado. Entonces la mayoría del cambio entre la paleotemperatura de las floras Bolivianas y sus temperaturas modernas sería debido a lanzamiento.

6. Location of floras (**Location map**).

Ahora, voy a hablar sobre las floras Miocenas. Aquí está un mapa de ubicación de los Andes Centrales (zonas). Nosotros estudiamos dos floras Miocenas; la flora Jakokkota, del Altiplano, y la flora Pislepampa, de la Cordillera Oriental. Hay dos otras floras que han sido estudiadas para saber la paleoaltura; la flora Potosí de Berry y la flora Chucal de Palma Heldt y voy a hablar sobre ellas brevemente. Las diapositivas, por favor.

7. Modern environment (**General location slide**)

Primero voy a hablar sobre la flora Jakokkota. Está ubicada en el norte del Altiplano, a una altitud de casi 4000 m. Hoy el sitio tiene una temperatura promedio anual de 8.3 grados, y una precipitación promedio anual de 300 mm. La vegetación es puna seca, caracterizada por arbustos microfoliados.

La flora está ubicada en dos niveles: un nivel inferior que es fluvial, es estos sedimentos blancos, y otro nivel 10 m más arriba que es lacustre. Hay una toba entre los dos niveles, este nivel blanco, con una edad Ar/Ar de sanidinas de 10.66 Ma.

8. Fossil leaves (**leaves, upper**)

Estos son las formas en el nivel lacustre. En total, hay 48 morphoespecies, la mitad está en este nivel. Hay una alta variedad de legumbres, al menos 7 morphoespecies, 2 especies de Berberis y dos Anacardiaceae, probablemente Schinus, Polylophus, Zizyphus, y Myrtaceae. Todavía estoy trabajando en las identificaciones con Felipe Hinojosa.

La flora Jakokkota tiene una morfología muy distinta, con una alta cantidad de bordes enteros, alrededor de 74%, y hojas muy pequeñas, esto es un centímetro. Si ponemos esta morfología en los modelos climáticos, obtenemos una estimación de 23.6 grados para la temperatura, y 600 mm para la precipitación, y entre 0 y 1400 m de altura.

La flora Potosí, estudiado por Berry, tiene una morfología muy similar, y estimamos una temperatura un poco más caliente y la misma precipitación y altitud. Las diapositivas por favor.

9. Pislepampa - (**slide**)

Ahora voy a hablar sobre la flora Pislepampa, de la Cordillera Occidental. Berry describió las improntas de esta flora en 1922, y yo regresé con Alan Graham para recolectar muestras de polinosporas. El sitio está ubicado en las montañas al norte de la ciudad de Cochabamba, a una altitud de 3600 m. Hoy el sitio tiene una temperatura promedio anual de 10 grados, y una precipitación anual de 800 - 1000 mm. La vegetación es puna, caracterizada por el Graminae Stipa ichu.

Desgraciadamente, no hay tobas para dataciones radiométricas. Pero, se puede estimar que la flora no es mucho más joven que el Mioceno, porque los sedimentos son inclinados.

10. Pollen (slide 2)

Alan Graham descubrió 33 tipos diferentes de polinosporas y aquí están algunas importantes. La polinoflora está caracterizada por géneros que hoy pueden ser ubicados en el bosque montano húmedo, o bosque nublado. Hay una alta variedad de helechos, hay 14 en total. Se pueden ver algunas en la primera fila.

Otros géneros importantes incluyen: Podocarpus, Palmae, Ilex, Oreopanax, Cavanillesia, y Vernoniae. Este es un tipo de Compositae más elaborado. Basado en informaciones de otros sitios en Latinoamérica, generalmente no aparece hasta el Mioceno. Entonces su presencia sugiere que la edad de la flora es alrededor de 6-7 Ma.

11. Elevation ranges (**bar chart**)

En este gráfico, se puede ver que la mayoría de los géneros hoy se encuentran entre 1200 y 2000 m, con excepción de Cavanillesia que es un género muy raro. Recuerden que el clima del Mioceno tardío era más o menos similar al clima de hoy, entonces las polinosporas sugieren que la paleoaltitud era mucho más baja que hoy. Usando un método similar, Palma-Heldt estimó que la flora Chucal, con una edad de 21 Ma, tuvo una paleoaltitud de 1000 m. Pero se necesita tener cuidado con este método, porque es posible que las especies modernas no representen el paleoambiente total del género.

En la colección de improntas de Berry, todas las morfoespecies tienen bordes enteros. No podemos derivar una estimación cuantitativa de la temperatura, porque la colección es muy pequeña. Pero podemos decir que las improntas son más consistentes con las alturas inferiores de los parientes de los microfósiles. Entonces, estimamos que la flora Pislepampa tenía un medioambiente similar a los límites inferiores del bosque nublado, o alrededor de 1200-1400 m, con una temperatura de 20 grados, y una precipitación de 1000-1500 mm.

12. Uplift estimates (**Table**)

Aquí está un resumen de las estimaciones del clima y altitud para las floras. Estos datos sugieren estas conclusiones:

- En el Mioceno, el Altiplano y la Cordillera Oriental tenían vegetación tropical o subtropical.
- La precipitación estaba casi el doble de la de hoy.
- Las floras crecían en altitudes bajas.

13. Uplift estimates (**Graph**)

Este gráfico muestra los resultados en forma de gráfico, con edad versus, no altitud cruda, pero el porcentaje de la altitud moderna, porque es más fácil comparar sitios con altitudes diferentes con esta variable. Muestra que aproximadamente la mitad del lanzamiento de los Andes Centrales ocurrió después de 10 Ma.