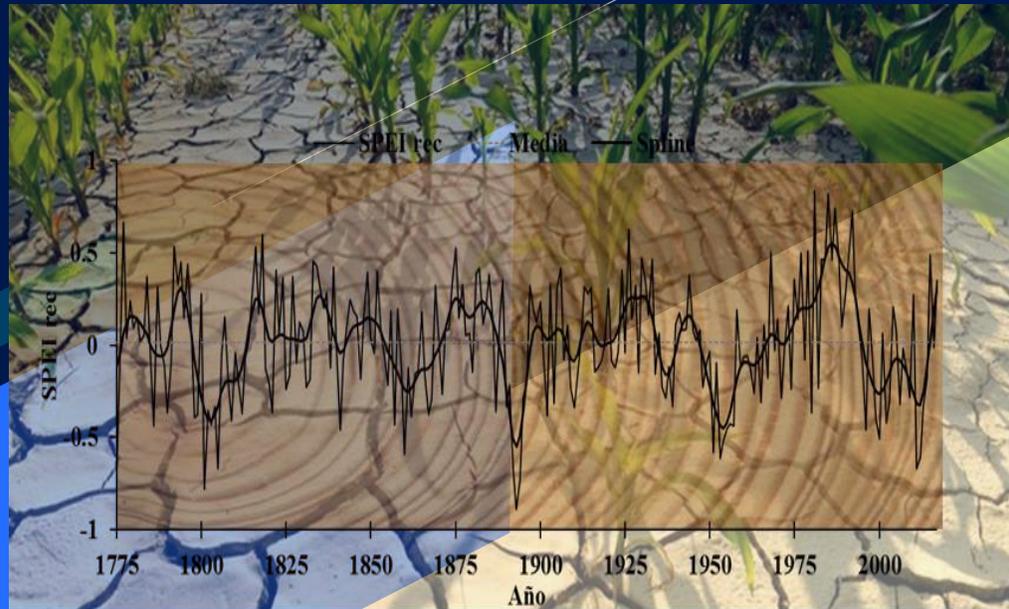




Webinar 14



La dendrocronología como herramienta para estimar la precipitación histórica y la ocurrencia de sequías: conceptos e identificación de series climatológicas

UNIDEP
Universidad del Desarrollo Profesional

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Dr. Aldo Rafael Martínez Sifuentes
Profesor UNIDEP Campos Torreón Coahuila

Investigación Laboratorio de Dendrocronología INIFAP CENID-RASPA

30 de abril de 2020

Contenido

1. Generalidades

- 1.1 Conceptos
- 1.2 Antecedentes
- 1.3 Investigación dendrocronológica
- 1.4 Relación con otras disciplinas
- 1.5 Identificación de anillos de crecimiento
- 1.6 Principios dendrocronológicos
- 1.7 Obtención de muestras
- 1.8 Prefechado
- 1.9 Fechado, medición y desarrollo de cronología

2. Reconstrucción climática

- 2.1 Datos climáticos observados o reconstruidos
- 2.2 Análisis de respuesta climática
- 2.3 Reconstrucción de precipitación e identificación de sequías

3. Conclusiones



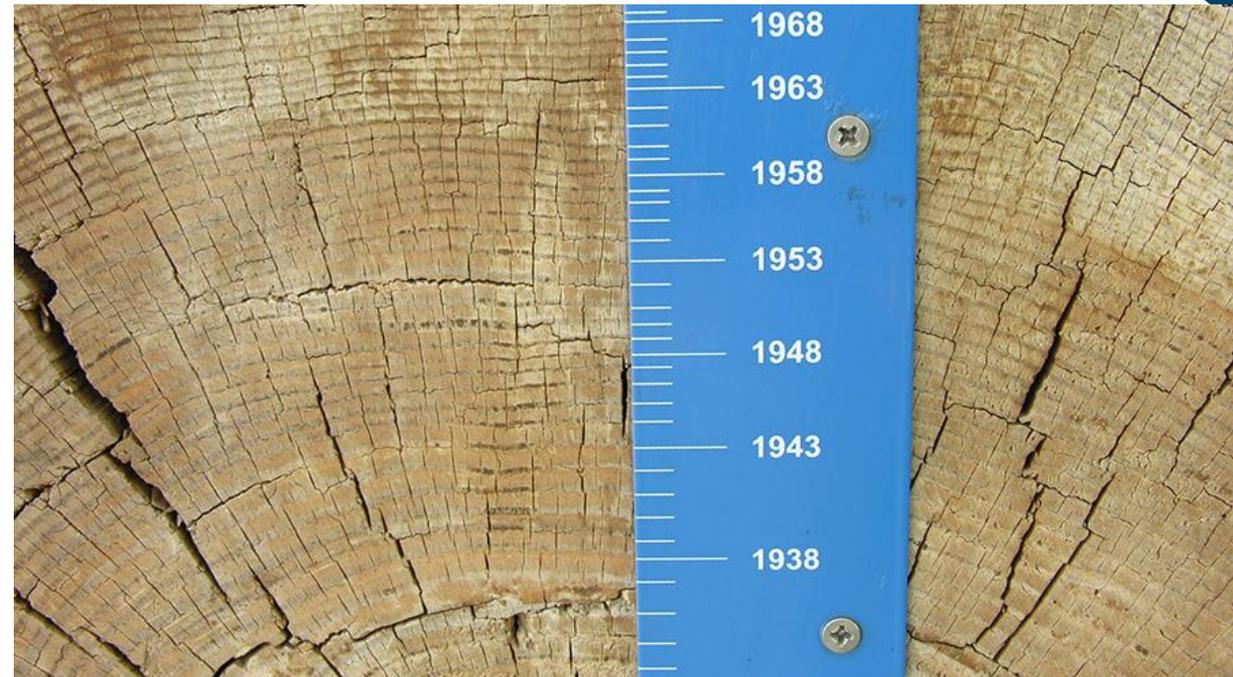
1825 1850 1875 1900 1925 1950 1975
Año

1.1. Conceptos

- La palabra **dendrocronología** proviene del griego: “*dendros*” que significa árbol, “*cronos*” tiempo y “*logos*” conocimiento. La dendrocronología es el conocimiento o estudio de la edad de los árboles.

Fritts, 1976

- Si se considera a cada árbol como un instrumento capaz de registrar todos los fenómenos que ocurren en el medio que lo rodea, la dendrocronología no es otra cosa que la **ciencia que interpreta**, o “lee” dicho registro ambiental .
- En las plantas leñosas se puede datar el **crecimiento anual** de sus anillos, extrayendo información biométrica a cada anillo y asignándole a éstos un año específico del calendario.

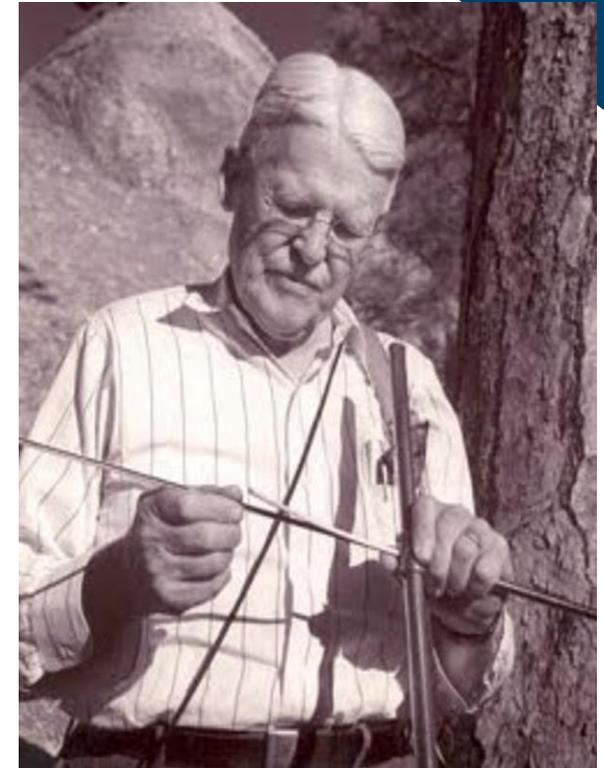
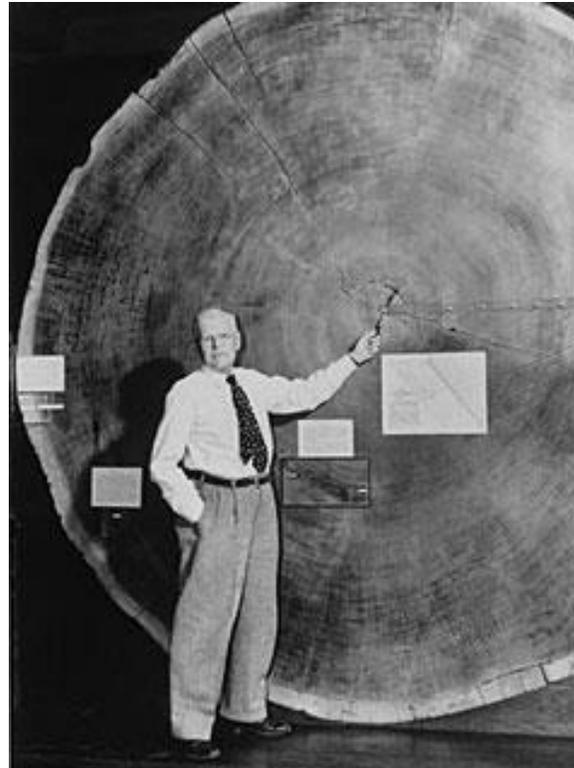


1.2. Antecedentes



- **Andrew E. Douglass** es conocido como “El Padre de la Dendrocronología”, observó que los anillos expuestos en un tronco cortado de un pino en Flangstaff, Arizona, EUA, exhibían variaciones en su anchura.
- Douglass fue el pionero en la ciencia de la dendrocronología, aplicó el **principio del crossdating**, el cual es aplicado a una variedad de disciplinas desde la climatología hasta la astronomía y la arqueología.

Andrew E. Douglass

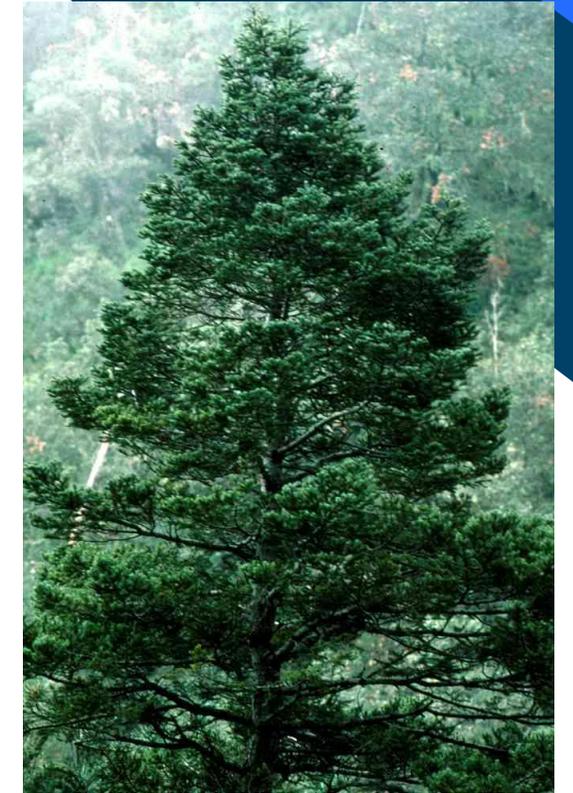


1.3. Investigación dendrocronológica

- Las primeras cronologías de anillos de árboles en México se produjeron en el período de 1940-1950 (Schulman, 1944; Schulman, 1956; Scott, 1966). Estas cronologías se derivaron de rodales de *Pinos sp.*, *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco y *Abies Duranguensis* Martínez ubicados cerca del Salto.
- Las primeras reconstrucciones dendrocronológicas climáticas realizadas específicamente para México son estimaciones de precipitación y del Índice de Severidad de Sequía de Palmer (PDSI, por sus siglas en inglés) para el área fronteriza del norte de Sonora (Villanueva-Díaz, 1996; Villanueva-Díaz y McPherson, 1995; 1996).

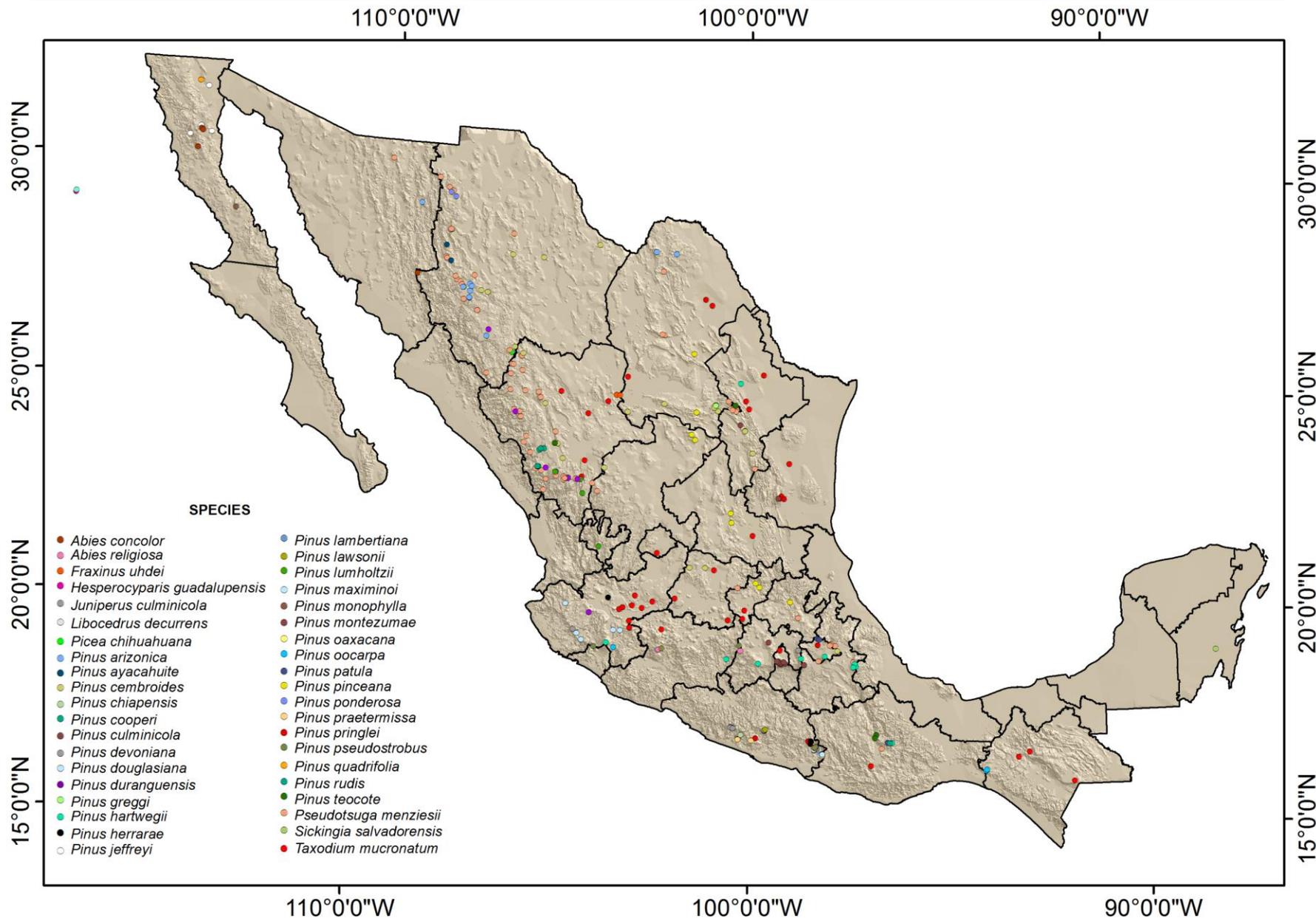


Pseudotsuga menziesii
(Mirbel) Franco



Abies duranguensis
Martínez

1.3. Investigación dendrocronológica



Laboratorio Nacional
de Dendrocronología
INIFAP CENID-RASPA

1.4. Relación con otras disciplinas

➤ DENDROCLIMATOLOGÍA

La información sobre el **crecimiento radial** se emplea para estudiar el clima pasado y presente gracias a que los árboles generan una señal de clima regional.

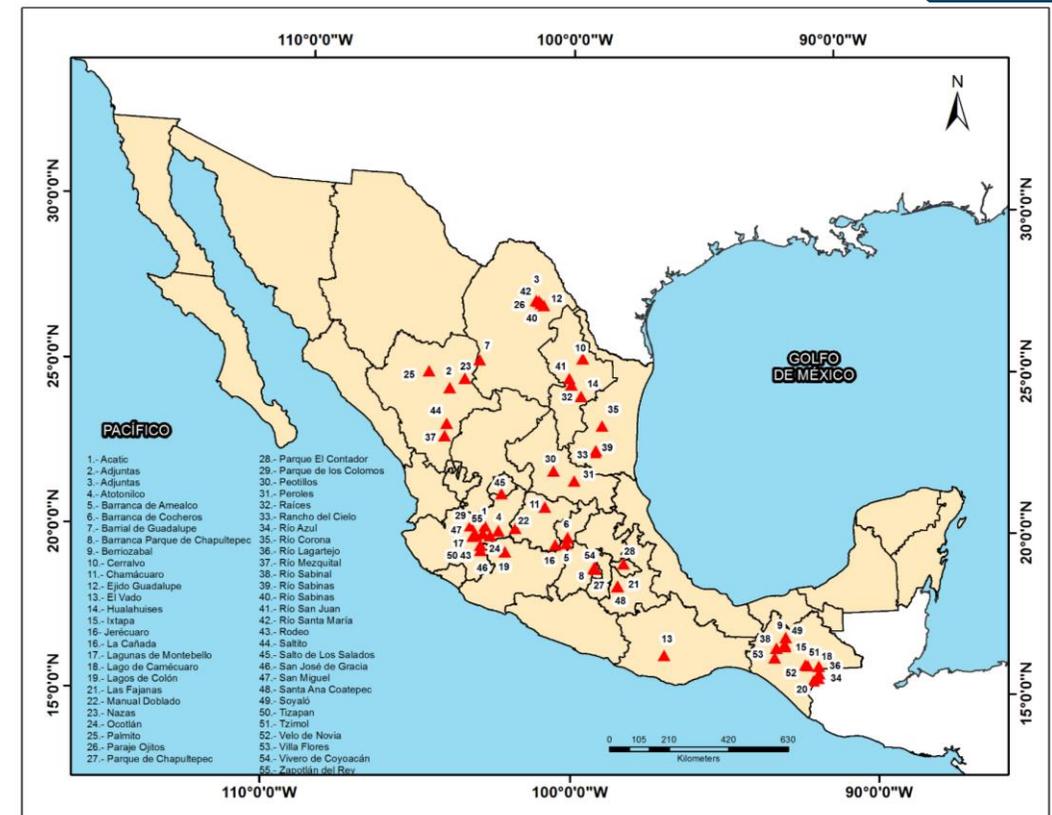
En esta disciplina interesa tanto que la cronología sea lo más larga posible, como que sea lo más robusta posible.

En términos de **longevidad** destacan muchas coníferas como *Pinus longaeva* que puede alcanzar casi **8,000 años** y el grupo de las **Sequoias**.

Especie	Sitio	Años
<i>Sequoiadendrum giganteum</i>	California (USA)	3266 (árboles vivos)
<i>Juniperus occidentalis</i>	California (USA)	2675 (árboles vivos)
<i>Pinus longaeva</i>	California (USA)	7979 (árboles vivos y subfósiles)
<i>Fitzroya cupressoides</i>	Sur de Chile	3622 (árboles vivos)
<i>Pinus artistata</i>	Colorado (USA)	2435 (árboles vivos)
<i>Taxus baccata</i>	Gales (UK)	4000 (árboles vivos)

➤ En árbol mas longevo en México tiene mil 600 años y se llama **Maximina**, es un ahuehuete que se localiza en una pequeña comunidad conocida como Los Peroles, municipio de Rioverde, San Luis Potosí. En segundo lugar, se encuentra el conocido como “**Árbol del Tule**”, en la ciudad de Oaxaca, y que se estima su edad en mil 400 años, aunque no hay estudios científicos que lo avalen.

(Villanueva-Díaz, J. 2010)

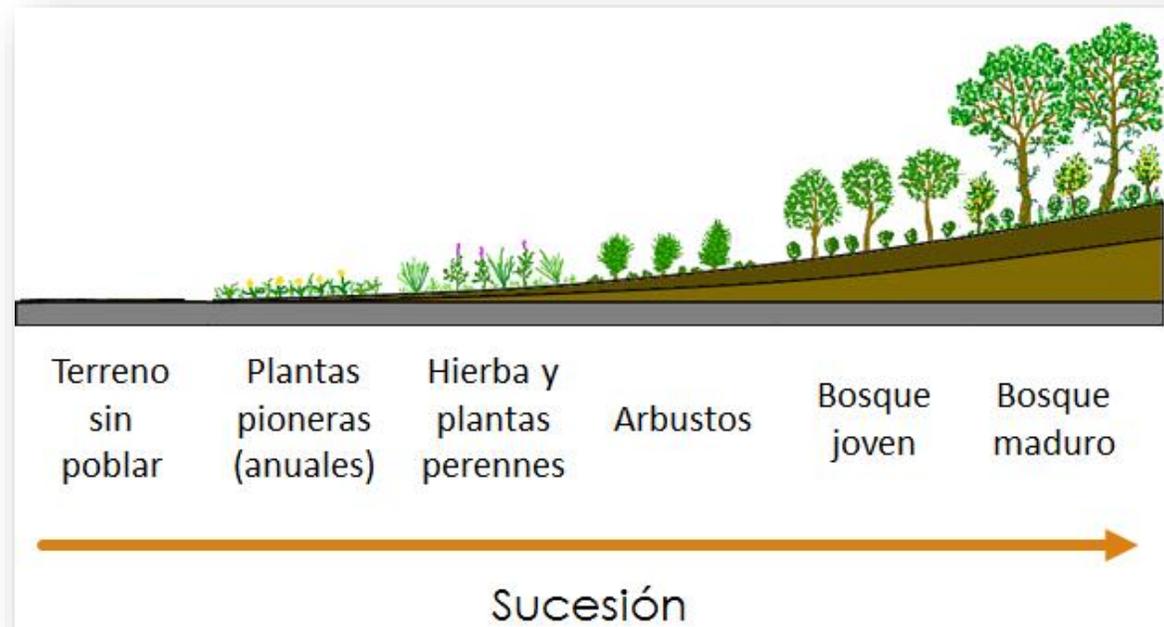
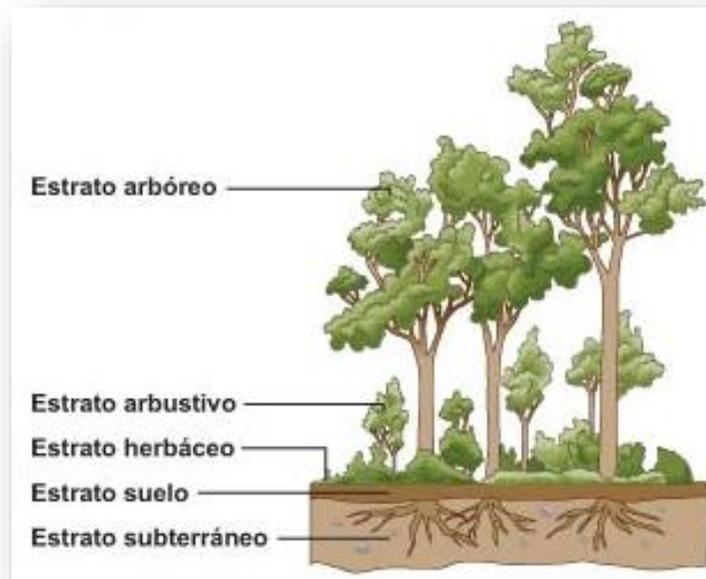


1.4. Relación con otras disciplinas

➤ DENDROECOLOGÍA

Es la rama de la dendrocronología que aplica la técnica de determinación de edades al estudio de procesos ecológicos.

Incide en los estudios de dinámica de poblaciones y comunidades arbóreas, en el análisis de la estructura de edades de los bosques, en la determinación de los patrones temporales y espaciales que inciden en el establecimiento de especies, en la sucesión, etc.



1.4. Relación con otras disciplinas

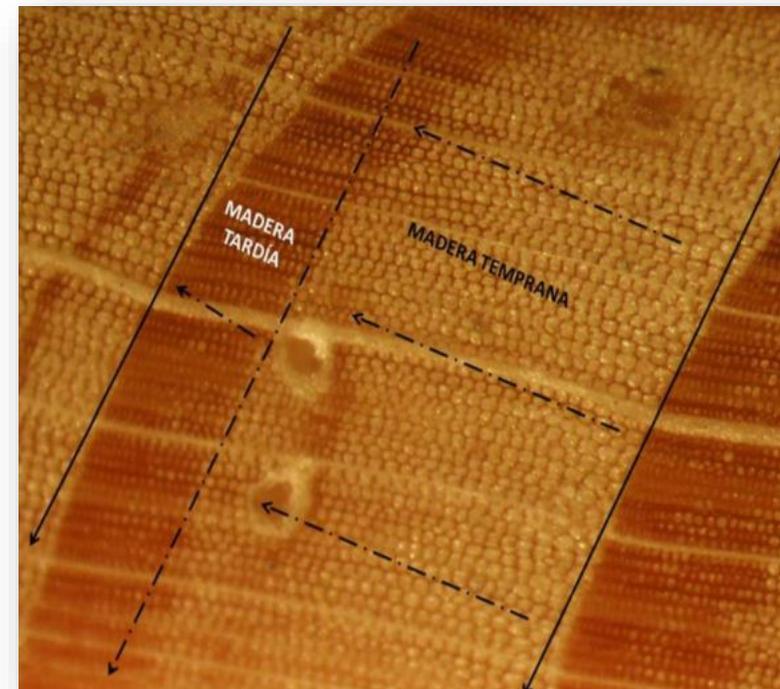
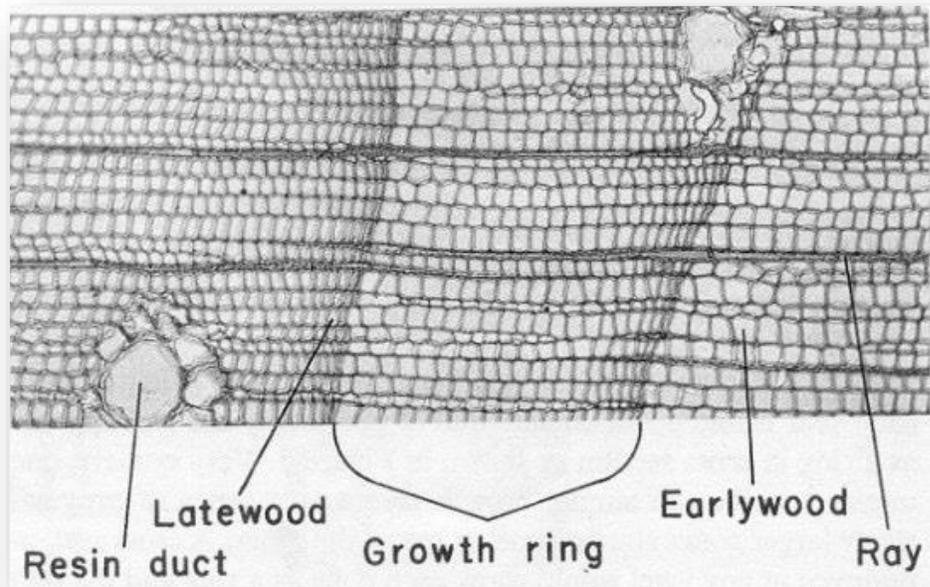
➤ DENDROGEOMORFOLOGÍA

Con las técnicas dendrocronológicas también se pueden realizar estimaciones de la **erosión y pérdida de suelo**, de la incidencia de **avalanchas de nieve o rocas** (Stoffel et al., 2010), de la **recesión de los glaciares** (Harrison et al, 2007).



1.5. Identificación de anillos de crecimiento

- El anillo anual de crecimiento del xilema se forma al exterior del que se formó en el año anterior.
- Se divide en dos porciones conocidas como madera temprana y madera tardía.



1.6. Principios dendrocronológicos

Consideraciones dendrocronológicas

- Los árboles deben presentar sólo un anillo para cada estación de crecimiento. No se pueden usar especies que agreguen más de un anillo anual durante una estación de crecimiento.
- Aunque el crecimiento estacional total es el resultado de muchos factores interrelacionados, como genéticos y medioambientales, sólo un factor medioambiental debe dominar y limitar el crecimiento. En el suroeste de Estados Unidos de América y norte de México, este factor limitante es la precipitación.
- El crecimiento que se propicia por el factor limitante clima debe variar en intensidad de año a año, y los anillos anuales resultantes deben reflejar tal variación en su anchura de crecimiento.
- La variable ambiental limitante debe ser uniforme sobre un área geográfica extensa.

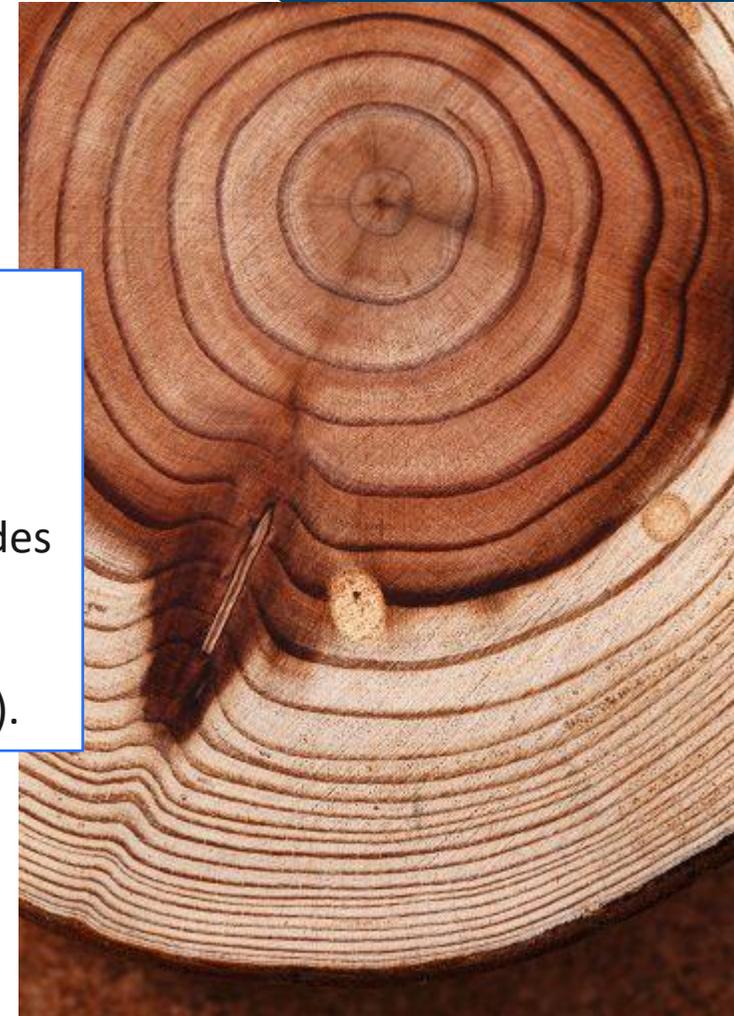


1.6. Principios dendrocronológicos

Descomposición de las series de crecimiento

$$R_t = A_t + C_t + \delta D1_t + \delta D2_t + E_t$$

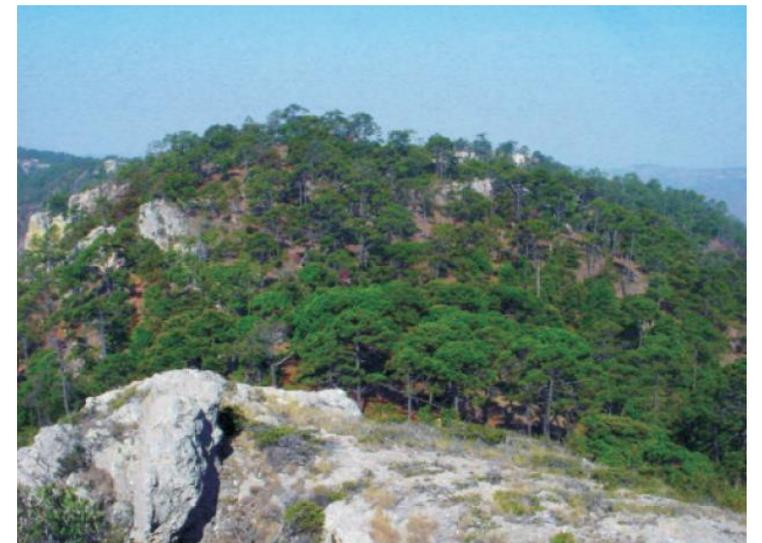
- R_t es el ancho del anillo observado en determinado año (t).
- A_t la tendencia por edad (tamaño).
- C_t es la señal climática.
- $D1_t$ son los pulsos generados por disturbios endógenos (competencia).
- $D2_t$ son los pulsos generados por disturbios exógenos (plagas, enfermedades aprovechamientos, etc.).
- E_t es la variación no explicada por las otras señales (ruido).
- δ es el indicador binario de presencia o ausencia de disturbios endógenos (1 ó 0).



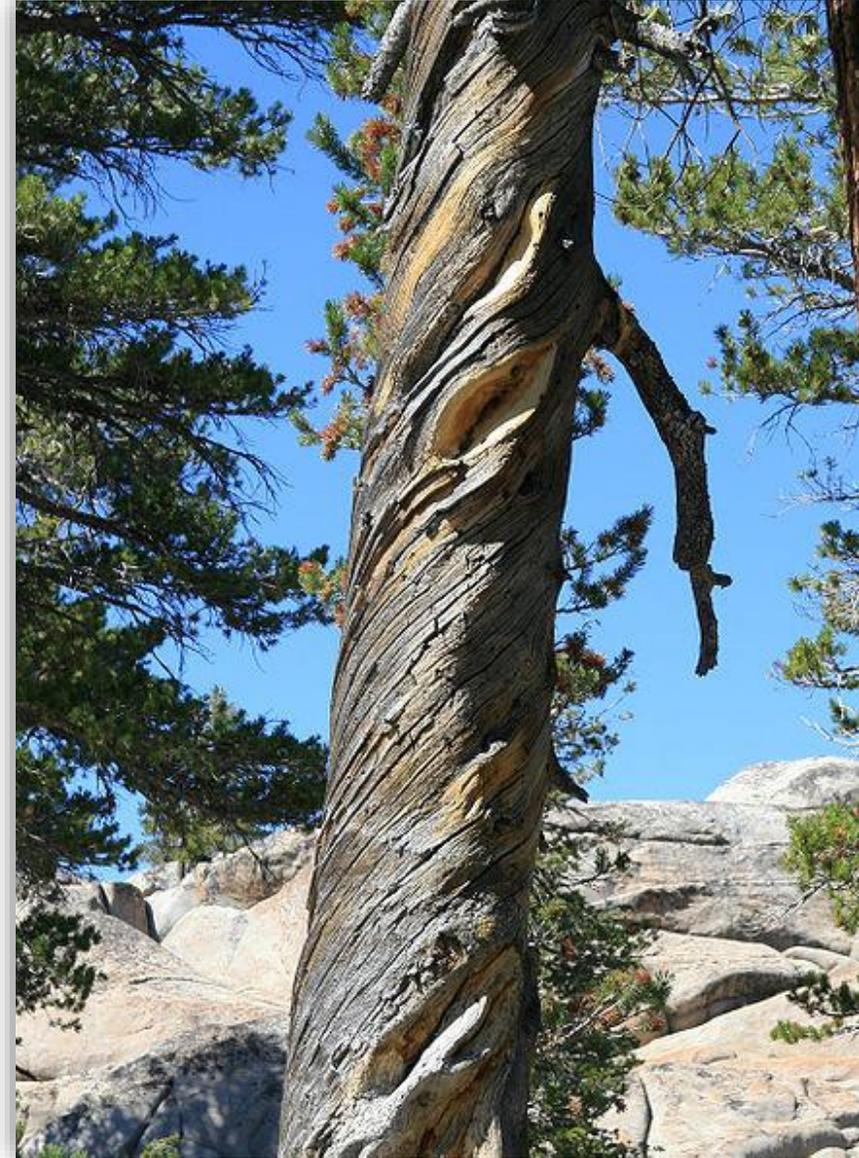
1.6. Principios dendrocronológicos

Selección de sitio

- Donde la especie es más sensible al factor ambiental estudiado.
- Por ejemplo, una especie que responda a temperatura generará una señal más fuerte donde esta sea mas limitante. Una especie que responda a precipitación generará una señal más fuerte donde menos llueva.
- Localizados en terrenos de ladera con poca disponibilidad de humedad, donde los individuos están más limitados para la humedad y son más susceptibles a registrar la señal climática.
- Los árboles que se seleccionan son aquellos con apariencia longeva, generalmente tienen la punta seca, tallo y corteza torcida en forma de espiral, copa no cónica, ramas caídas, etc.

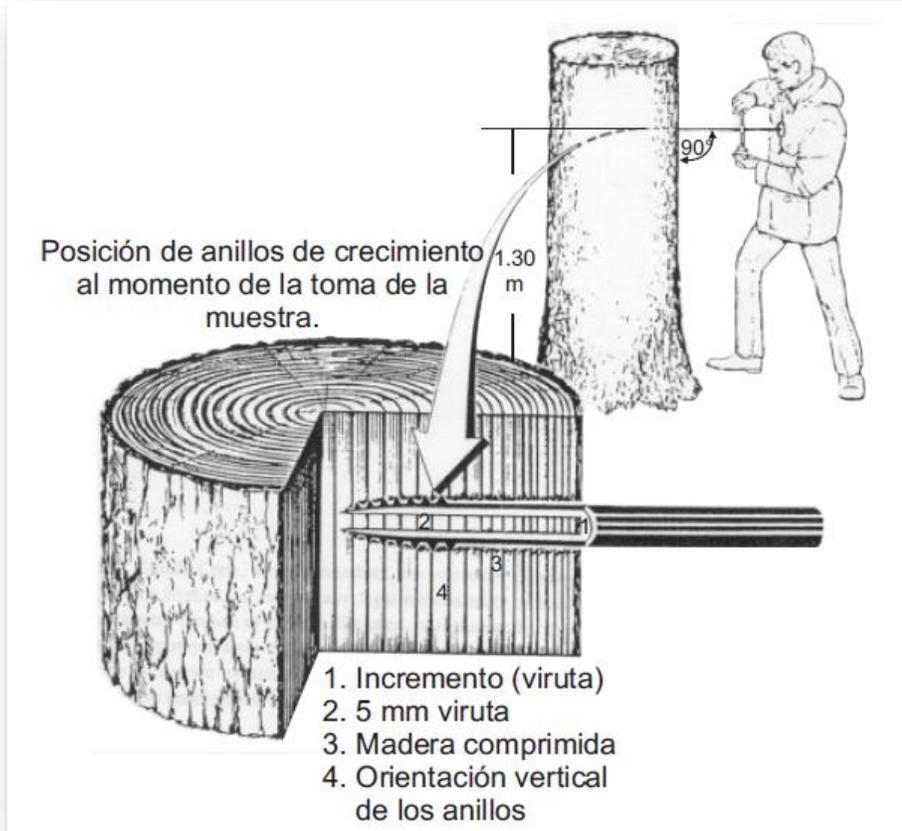


1.6. Principios dendrocronológicos



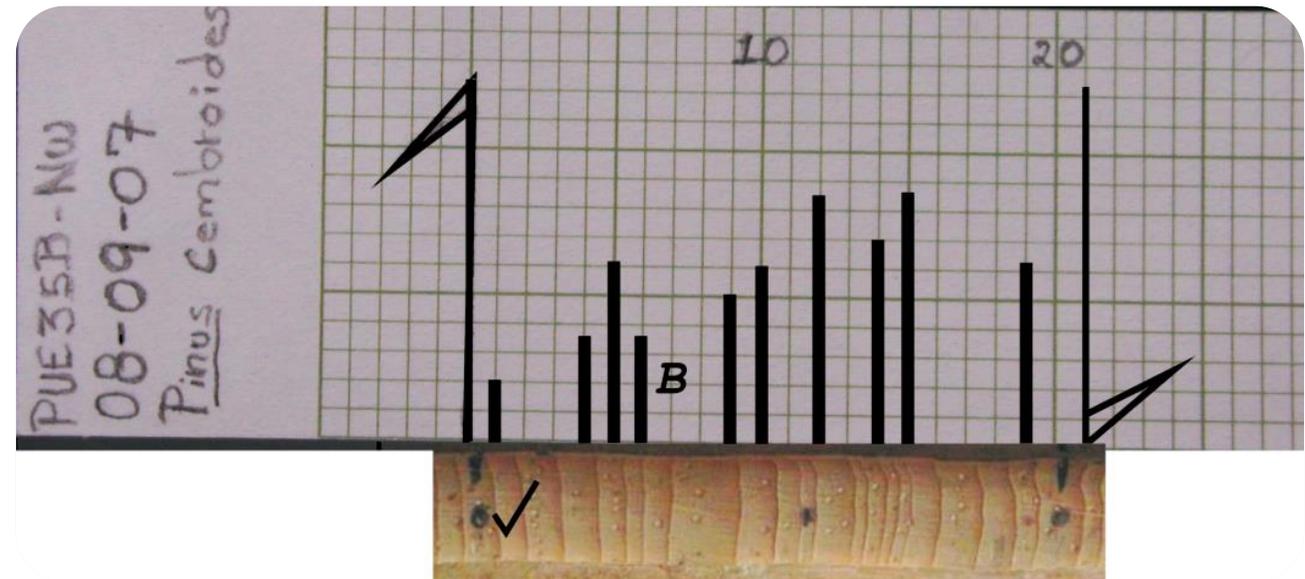
1.7. Obtención de muestras

- El taladro de Pressler es la herramienta básica en el trabajo dendrocronológico, el cual se utiliza para la extracción de núcleos de incrementos en árboles vivos.
- El proceso para obtener un núcleo o viruta de un árbol consiste en seleccionar una parte sana y sólida en una sección del tronco, generalmente a la altura del pecho (1.35 m), conocido también como diámetro normal.

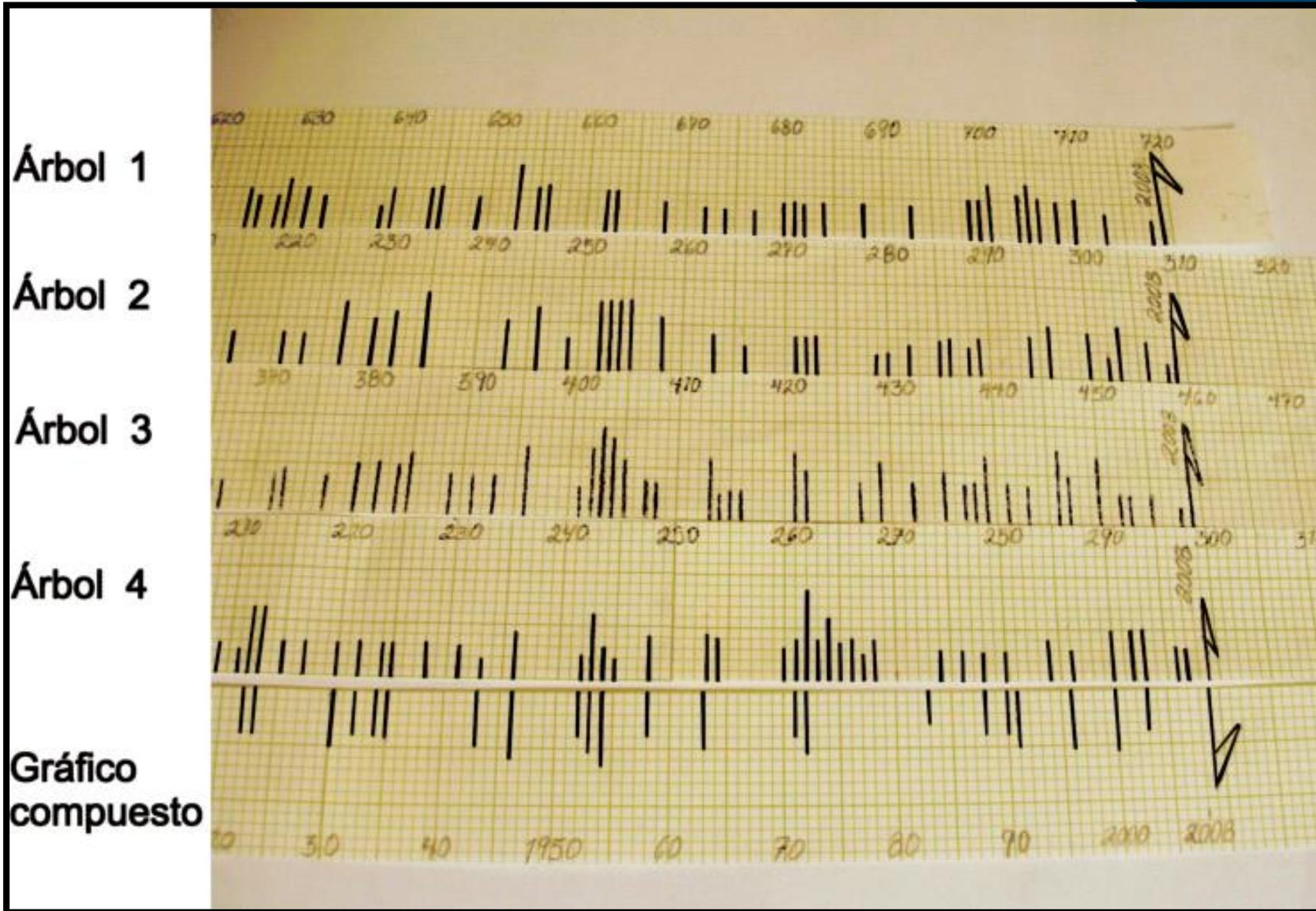


1.8. Prefechado

- La técnica del “skeleton plot” es una forma gráfica de representar de manera subjetiva el grosor de los anillos.
- El proceso de fechado se inicia con la construcción de un gráfico de crecimiento “skeleton plot” para cada muestra individual.
- Cada una de las líneas verticales en la gráfica de papel corresponde a un anillo. El anillo más interno en la muestra se identifica como anillo cero.



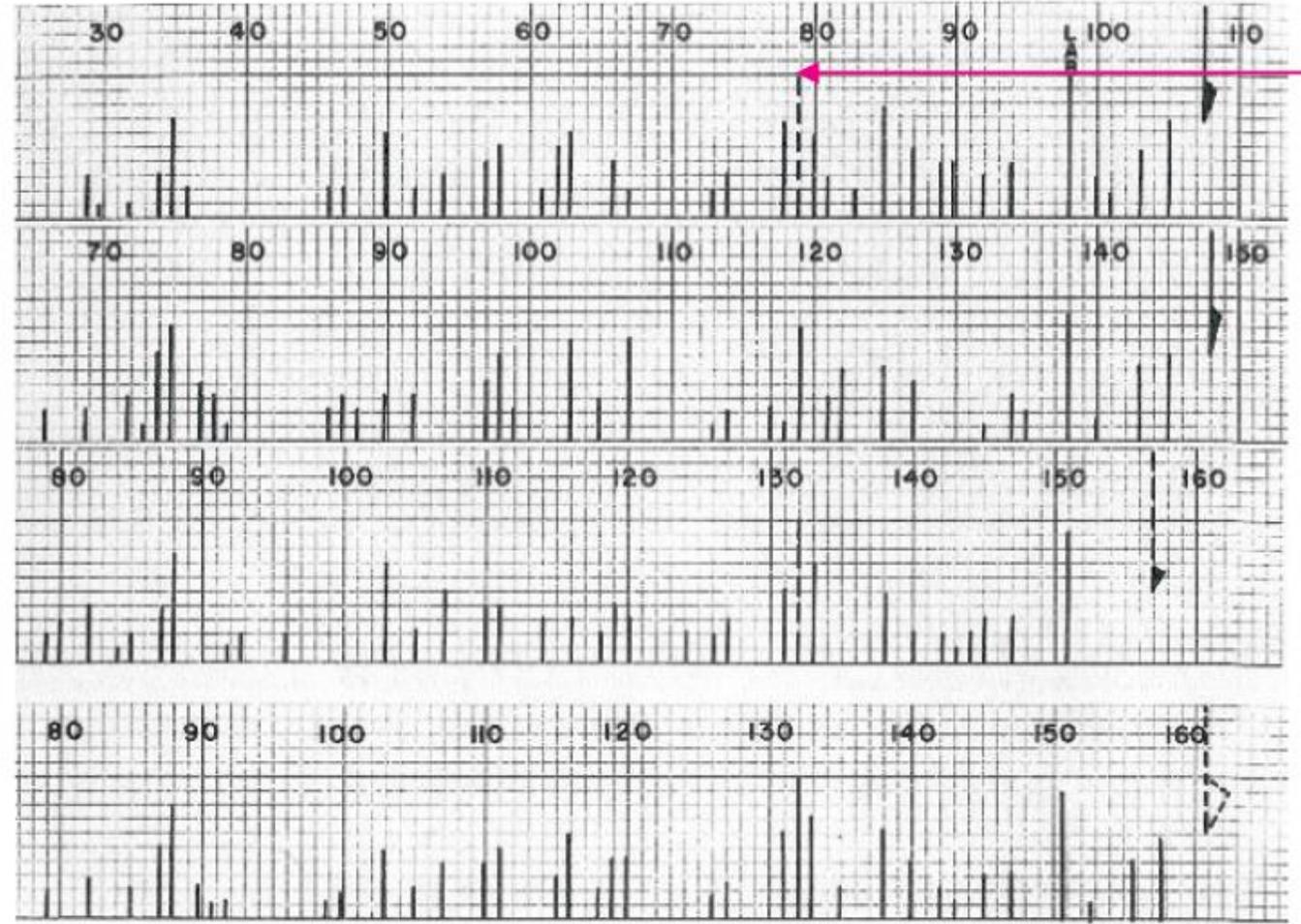
1.8. Prefechado



1.8. Prefechado



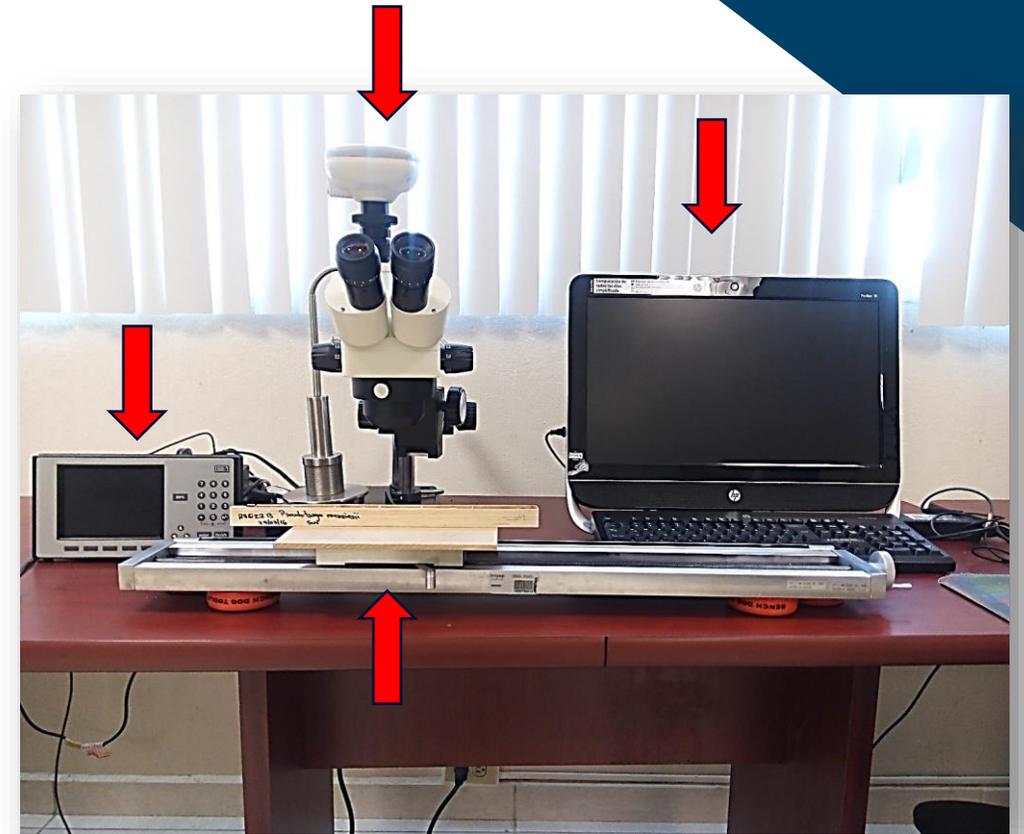
Anillo perdido



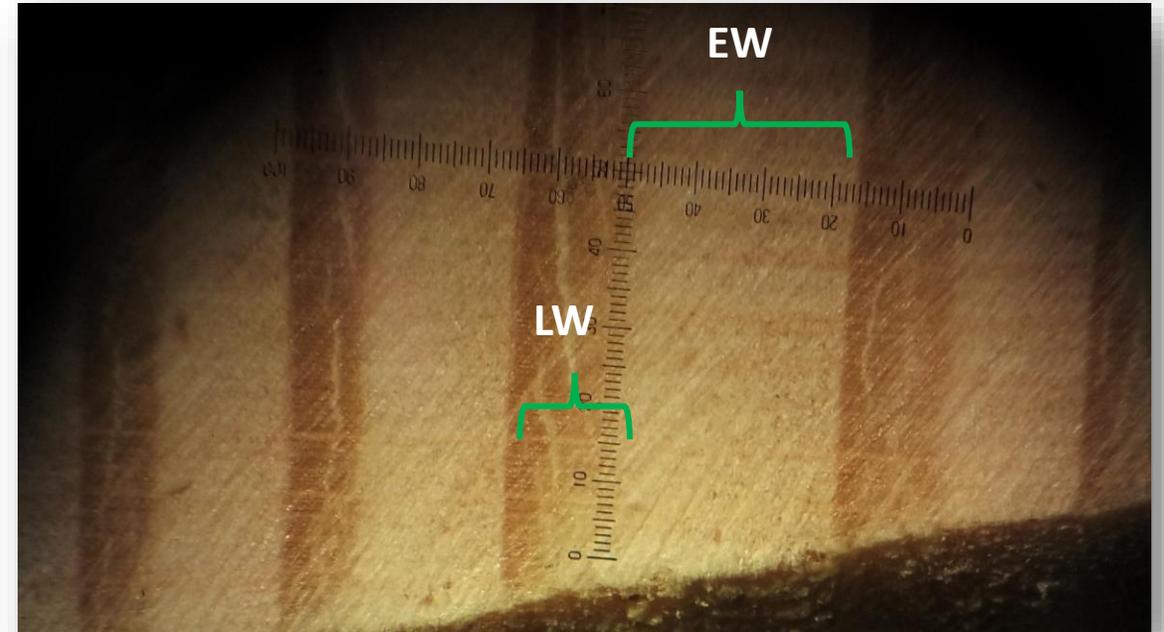
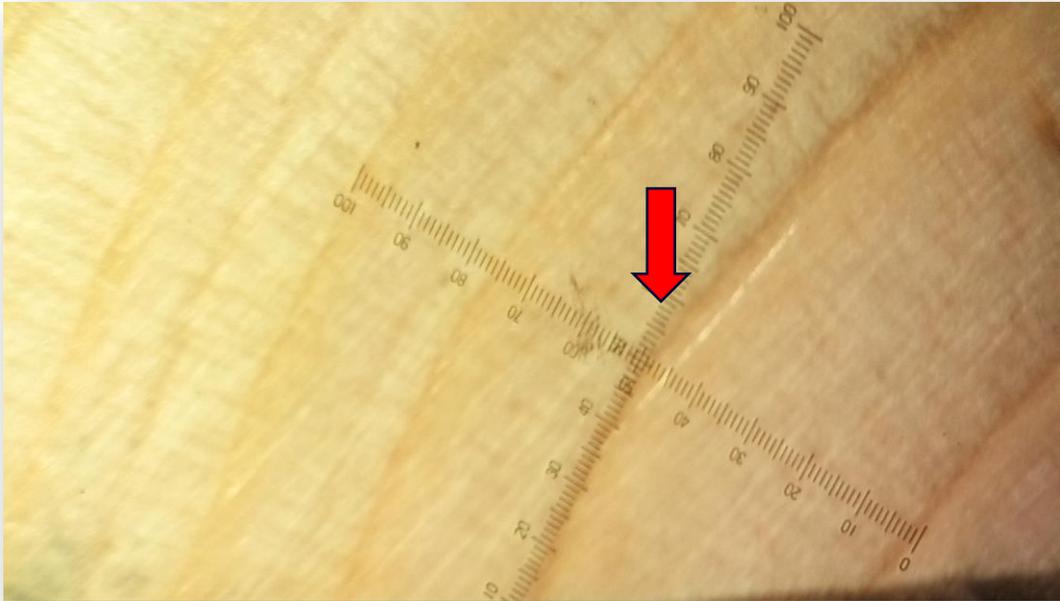
Anillo perdido

1.9. Fechado, medición y desarrollo de cronología

- Posterior al prefchado para cada una de las muestras, la medición de éstas se realiza con un micrómetro de precisión de 0.01 mm y platina de fase deslizable, conectada a una computadora.
- Las muestras se miden una a una, deslizando la platina y observando la muestra a través de un estereoscopio con un ocular reticulado.
- La medición se inicia con el anillo más interno y se procede de esta manera hasta el anillo exterior. En cada anillo se mide madera temprana (clara), madera tardía (obscura) y anillo total.



1.9. Fechado, medición y desarrollo de cronología



1.9. Fechado, medición y desarrollo de cronología



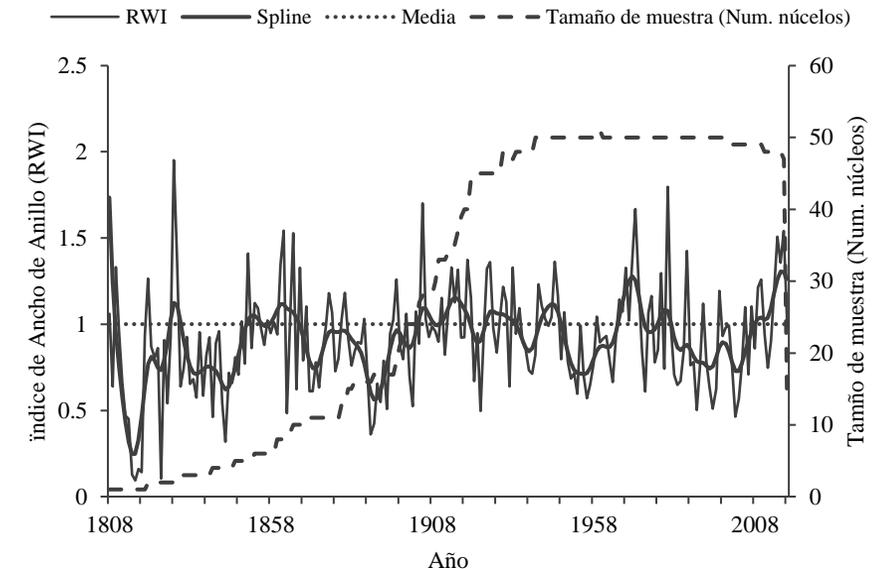
COFECHA

- Generados los archivos de medición de anillo total, madera temprana y tardía, los datos se ingresan al programa COFECHA, donde se realiza el control de calidad del fechado y medición (Holmes, 1983).
- Permite identificar segmentos de la serie de anillos que tienen baja correlación con la serie maestra y que podrían representar posibles errores de fechado o de medición.

ARSTAN

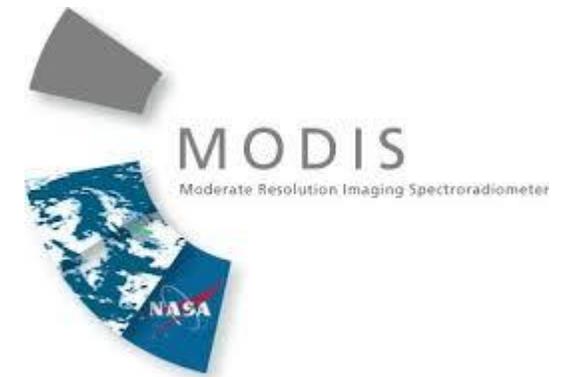
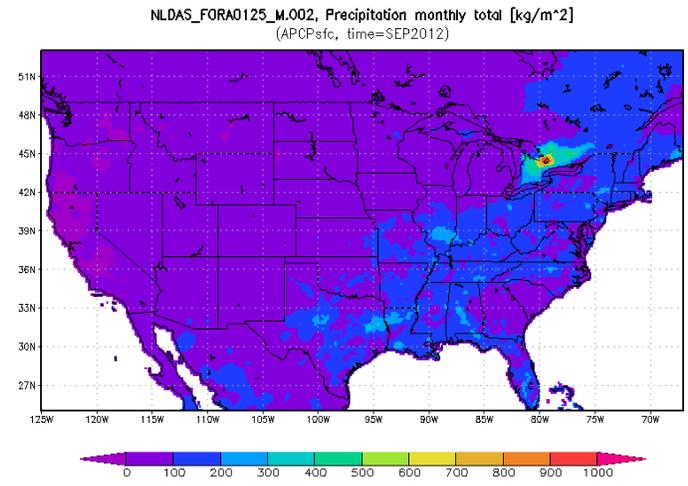
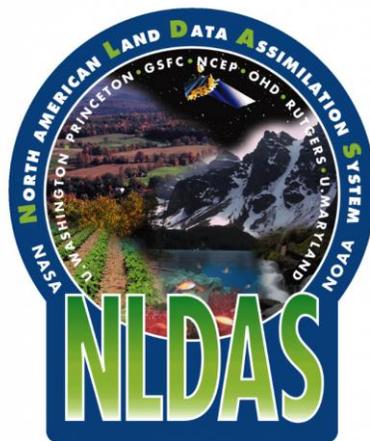
- Realiza la estandarización de las series individuales de cada árbol al remover la varianza debida a factores biológicos, como edad y crecimiento radial y la varianza de la productividad diferente entre micrositios y cambio en el ambiente de los árboles no relacionados con el clima.

$$R_t = A_t + C_t + \delta D1_t + \delta D2_t + E_t$$

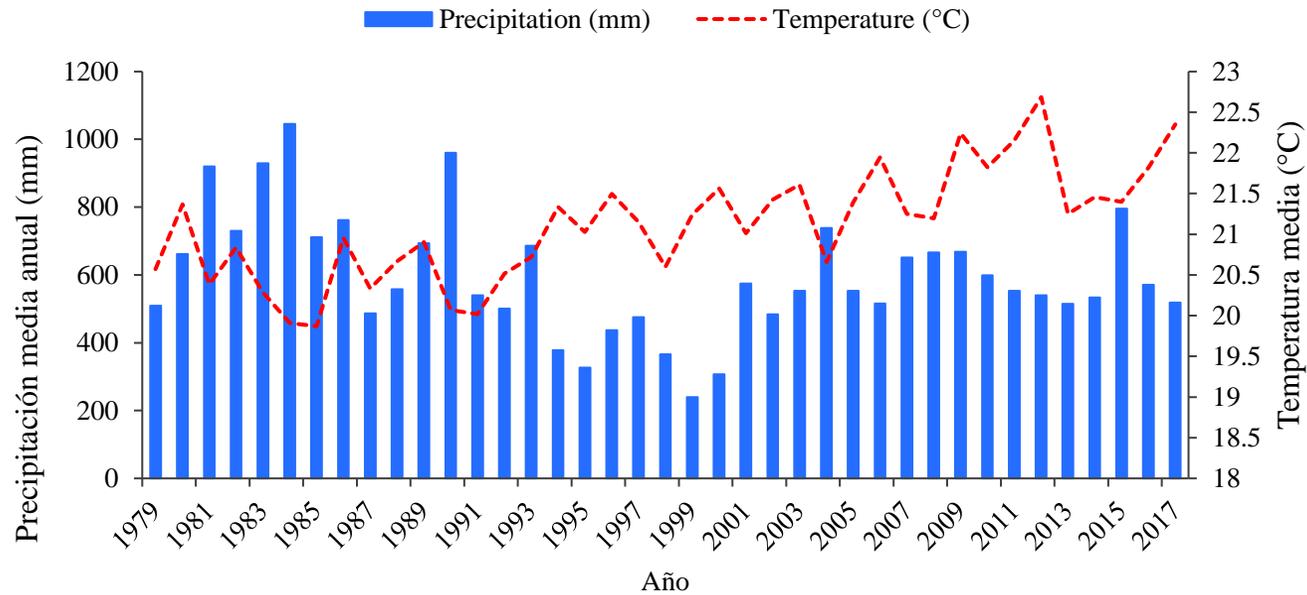


2. Reconstrucción climática

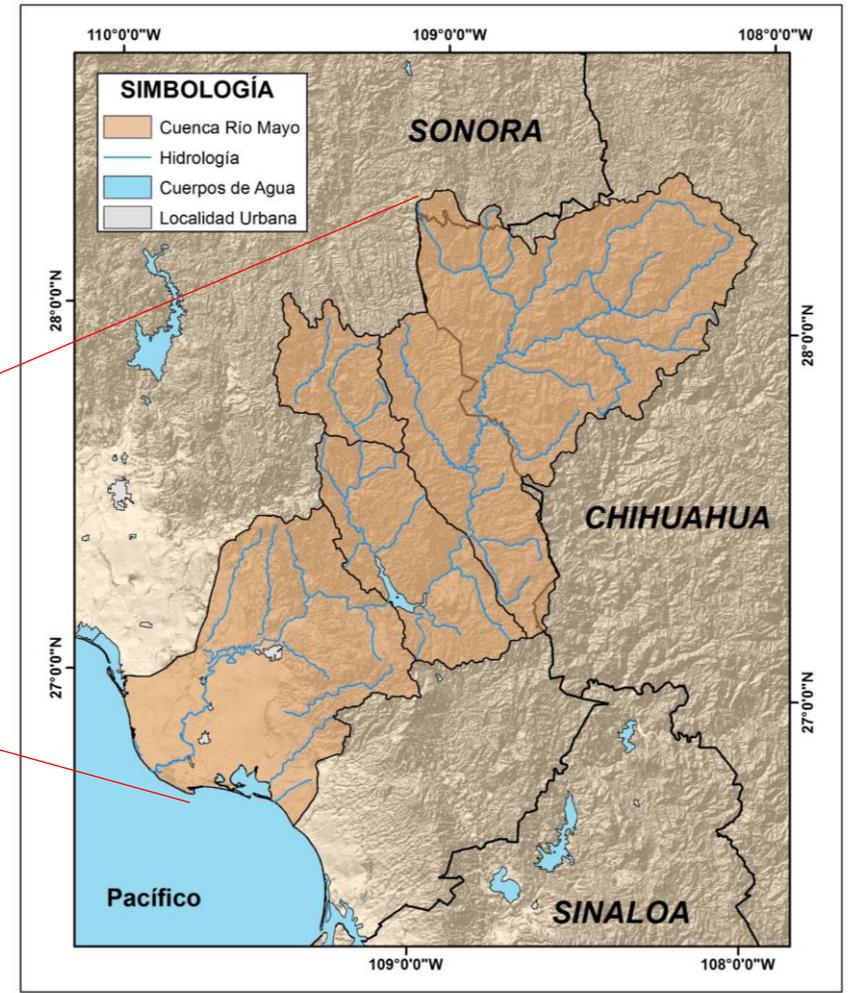
2.1. Datos climáticos observados o reconstruidos



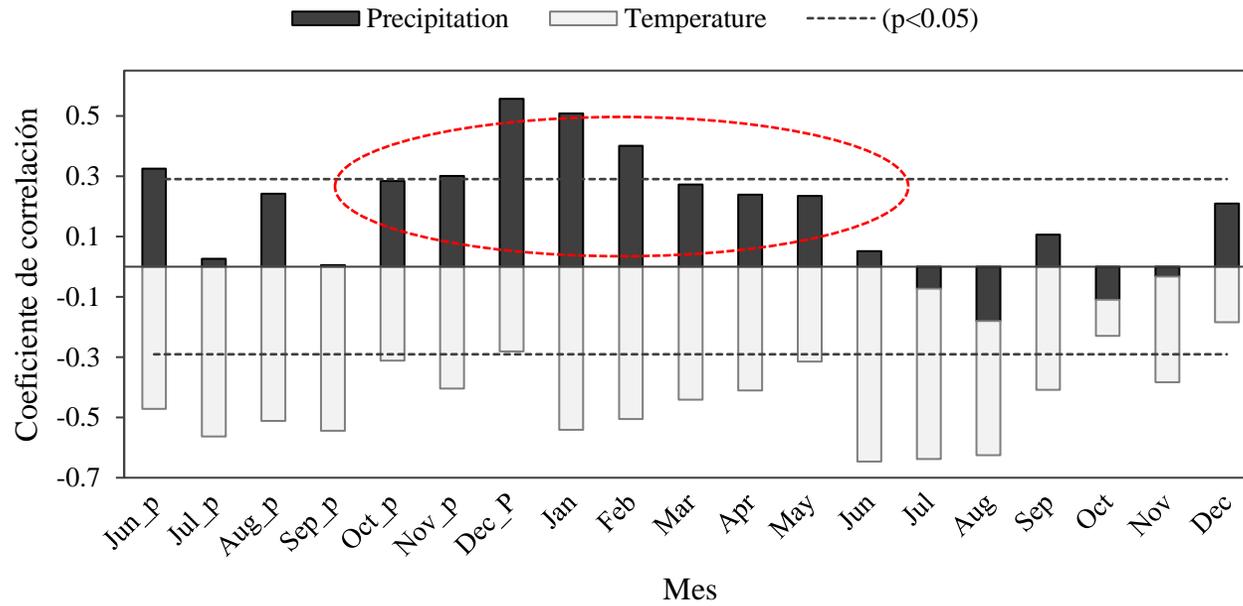
2.1. Datos climáticos observados o reconstruidos



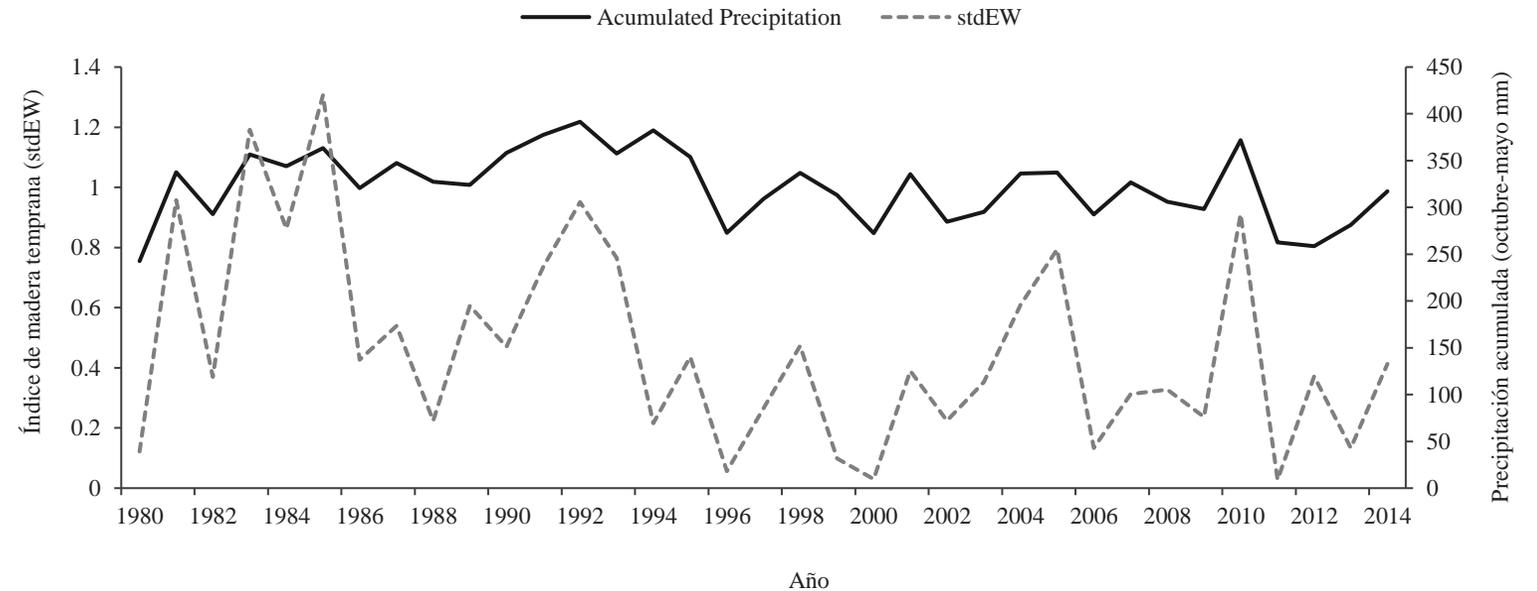
Climograma Cuenca del Río Mayo, Sonora NLDAS-2



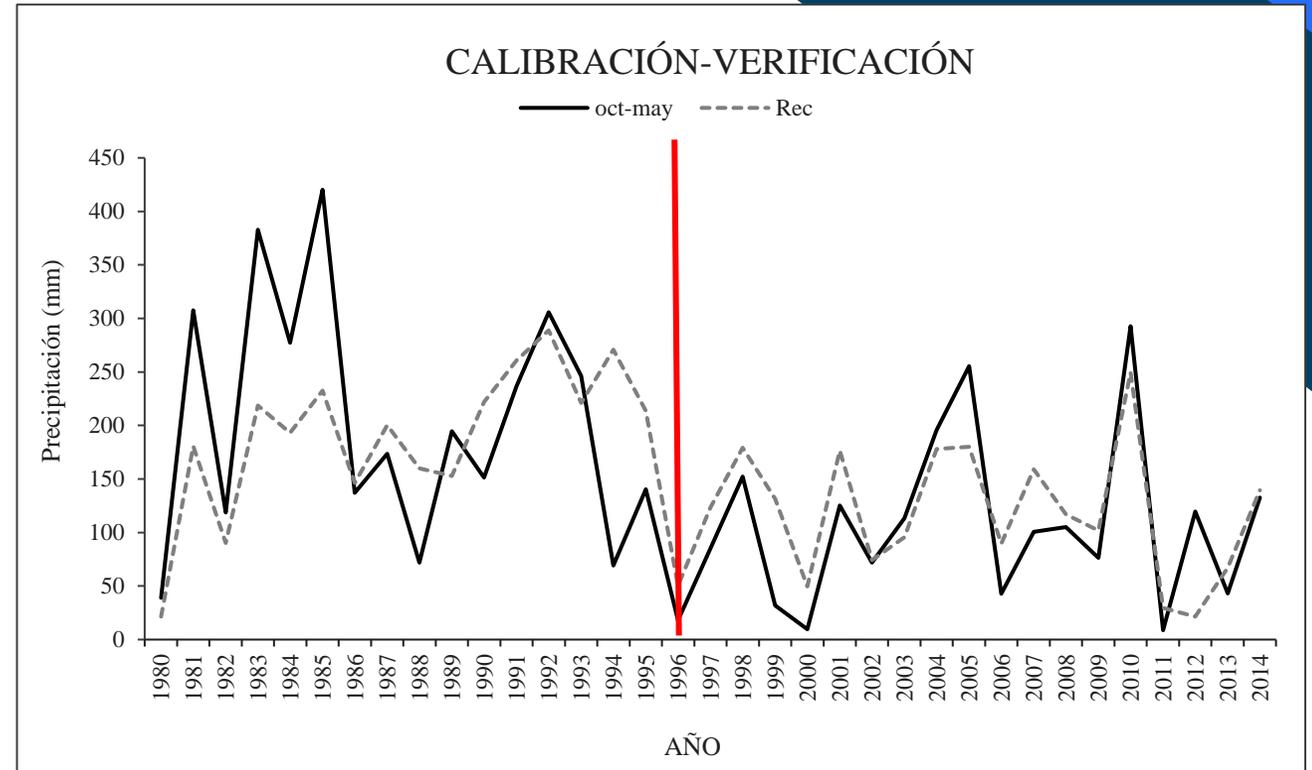
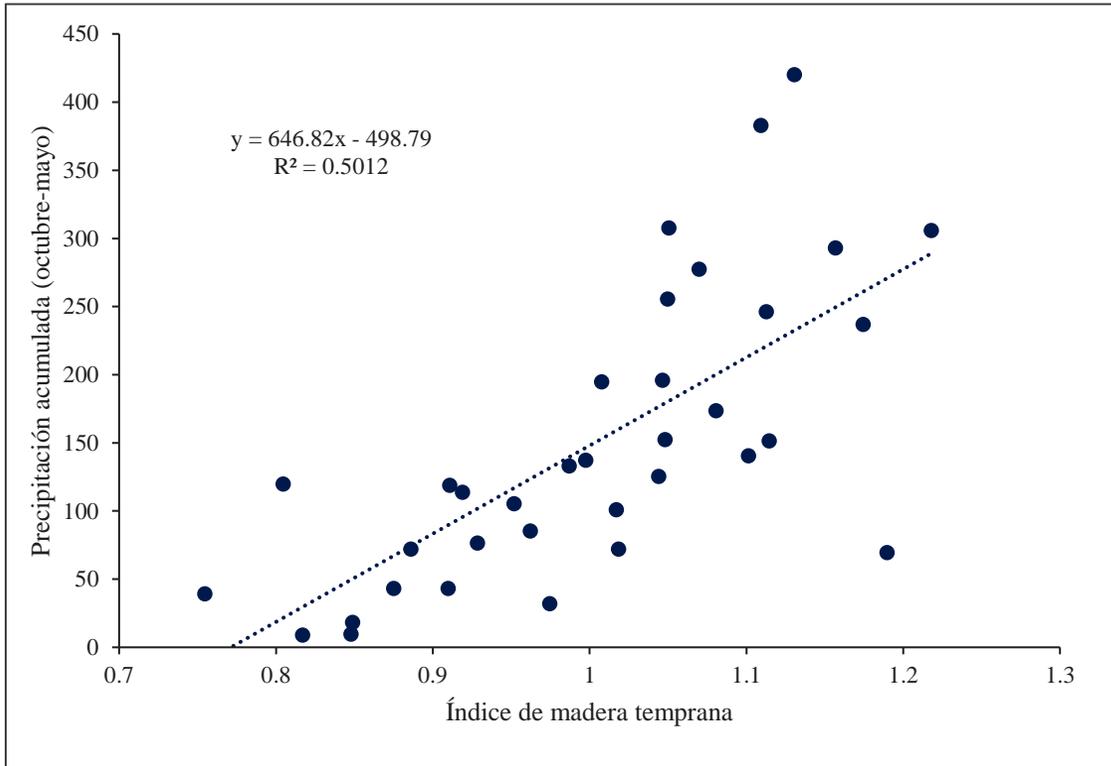
2.2. Análisis de respuesta climática



Periodo acumulado
 Octubre-Mayo
 $r=0.71, n=35, p<0.05$

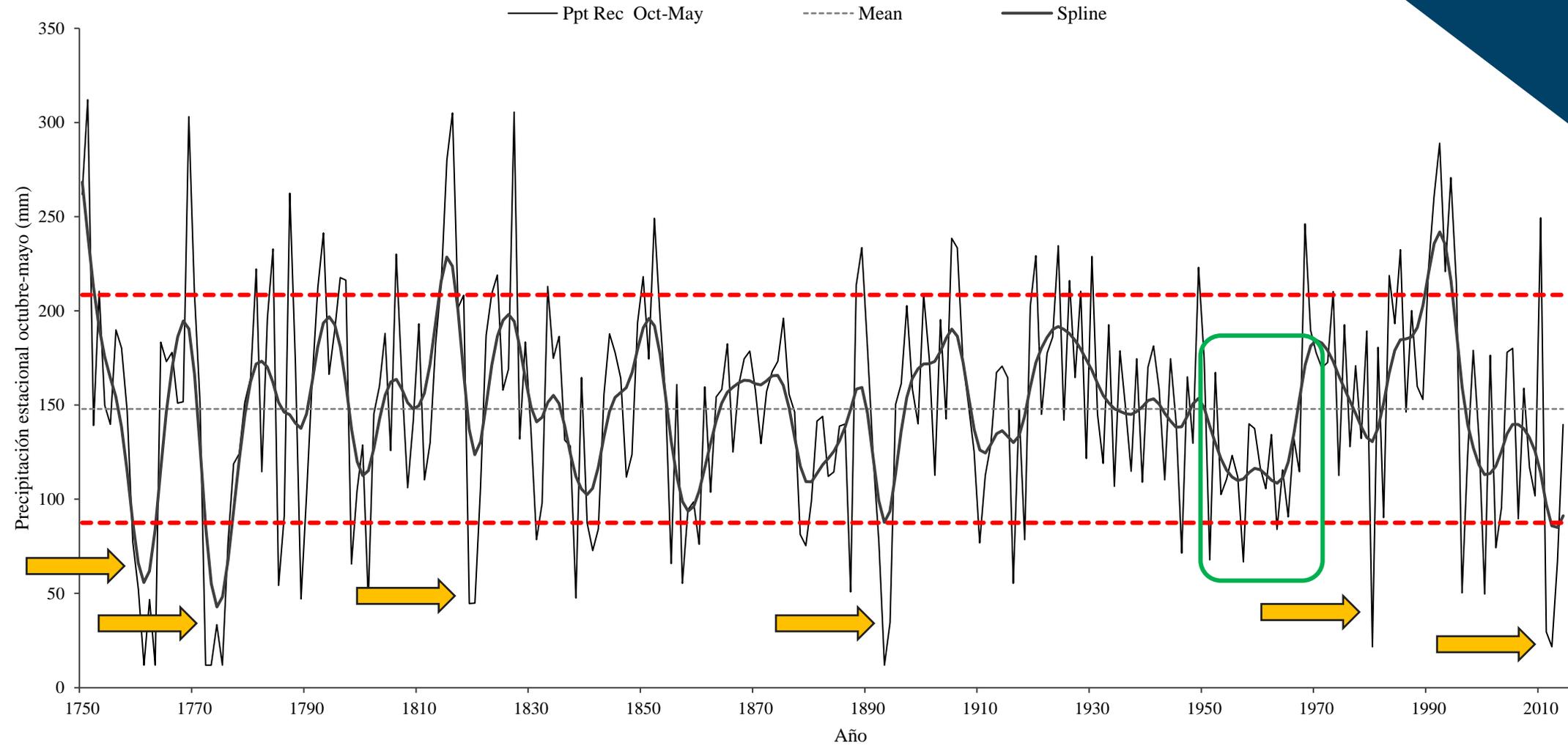


2.2. Análisis de respuesta climática



Periodo	Coefficiente de correlación de Pearson	Reducción del error	Valor de "t"	Prueba de signos	Primera diferencia negativa
Precipitación					
1980-1996	0.58*	0.32*	2.38	7	4*
1997-2014	0.78*	0.82*	4.82*	2*	3*

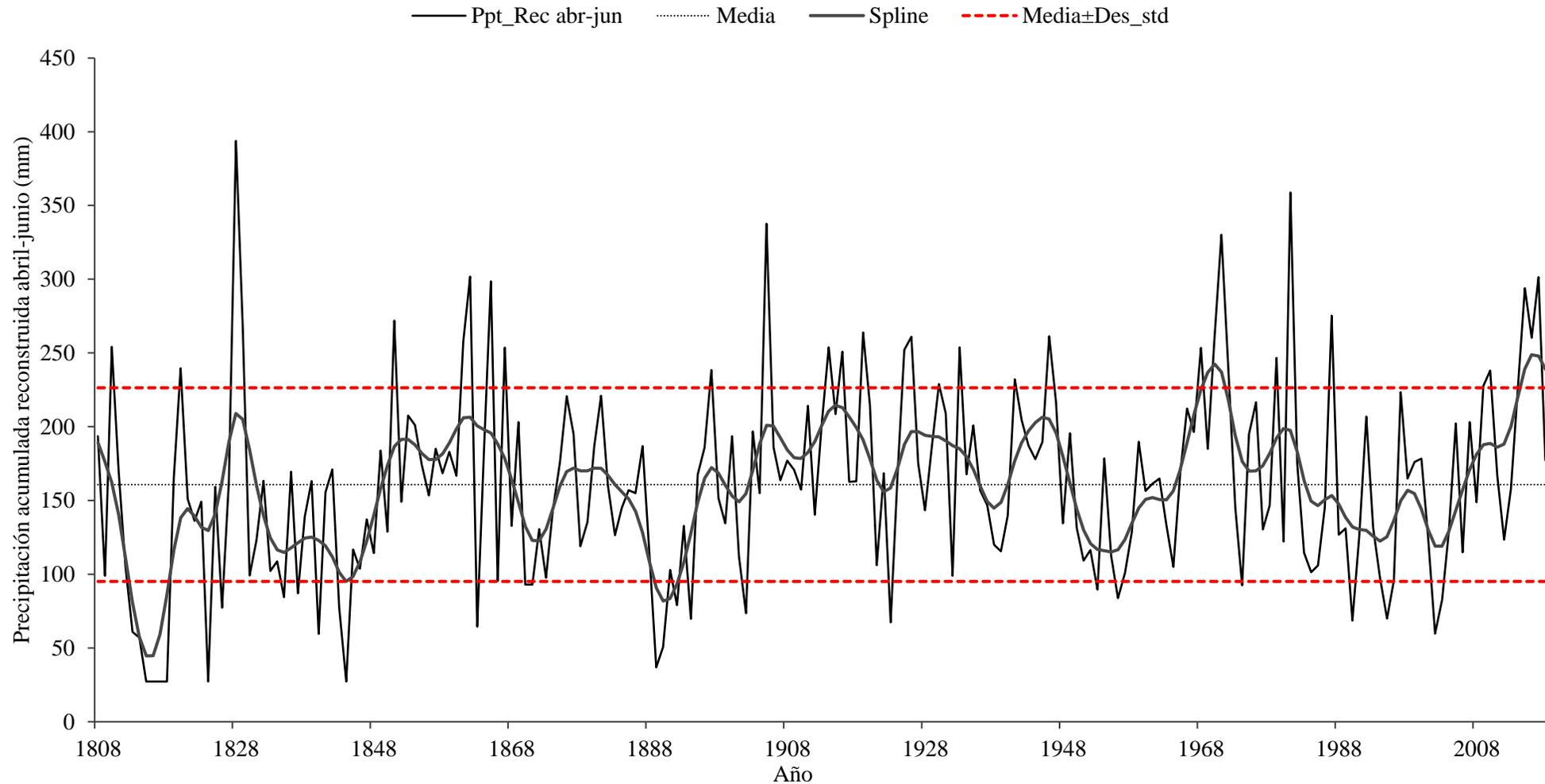
2.3. Reconstrucción de precipitación e identificación de sequías



Sequías	
Periodo (años)	Precipitación (mm)
1760-1763	30.68
1772-1775	17.30
1785	54.24
1789	47.12
1801	46.22
1819-1820	44.73
1838	47.64
1857	55.40
1887	50.74
1893-1894	23.22
1916	55.34
1980	21.64
1996	50.29
2000	49.64
2011-2012	25.61

Reconstrucción estacional de precipitación para la cuenca del río Mayo, Sonora

2.3. Reconstrucción de precipitación e identificación de sequías



Reconstrucción estacional de precipitación para la región del río Sabinas, Coahuila

3. Conclusiones



- Integración de base de datos paleoclimáticos; es decir, reconstrucción histórica de variables climáticas como precipitación, temperatura, presión atmosférica, etc.
- Estudio de fluctuaciones hidroclimáticas en el tiempo (inundaciones, sequías), reconstrucción de flujos de agua en sistemas hidrológicos (ríos).
- Cambios climáticos globales por efecto de la deforestación, contaminación, calentamiento global.
- Estudios ecológicos (estructura de vegetación, frecuencia de incendios, plagas, enfermedades, etc.) para conservación y restauración de ecosistemas.
- Estudios ecológicos para conservación de ecosistemas y especies de flora y fauna endémicas.
- Tasas de crecimiento de especies forestales económicamente importantes para el aprovechamiento sustentable.



Muchas gracias

Dr. Aldo Rafael Martínez Sifuentes

Profesor UNIDEP Campus Torreón

**Investigación Laboratorio de
Dendrocronología INIFAP CENID-RASPA**

Im_aldo09@hotmail.com



Para citar esta presentación:

Martínez Sifuentes, A. 2020. **La dendrocronología como herramienta para estimar la precipitación histórica y la ocurrencia de sequías: conceptos e identificación de series climatológicas.** Serie de Seminarios Virtuales 2020. Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación (COMEII). México. 30 pp.

Consulta el portal del COMEII y sus redes sociales:

www.comeii.com y www.riego.mx

1825 1850 1875 1900 1925 1950 1975
Año