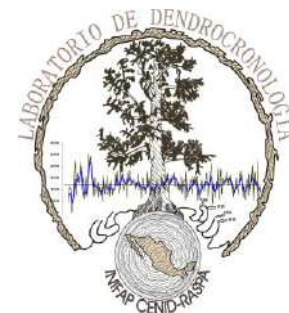


LA DENDROCRONOLOGÍA: FUENTE DE INFORMACIÓN DE LA DINÁMICA FORESTAL



Dr. Julián Cerano Paredes

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA)
Laboratorio de Dendrocronología, Gómez Palacio, Durango.*

Dendrocronología

Dendro: Del Griego que significa Árbol

Cronos: Tiempo

Logos: Conocimiento

La ciencia que emplea los anillos de crecimiento de árboles, datados al año exacto de su formación para analizar los cambios ambientales en el pasado.



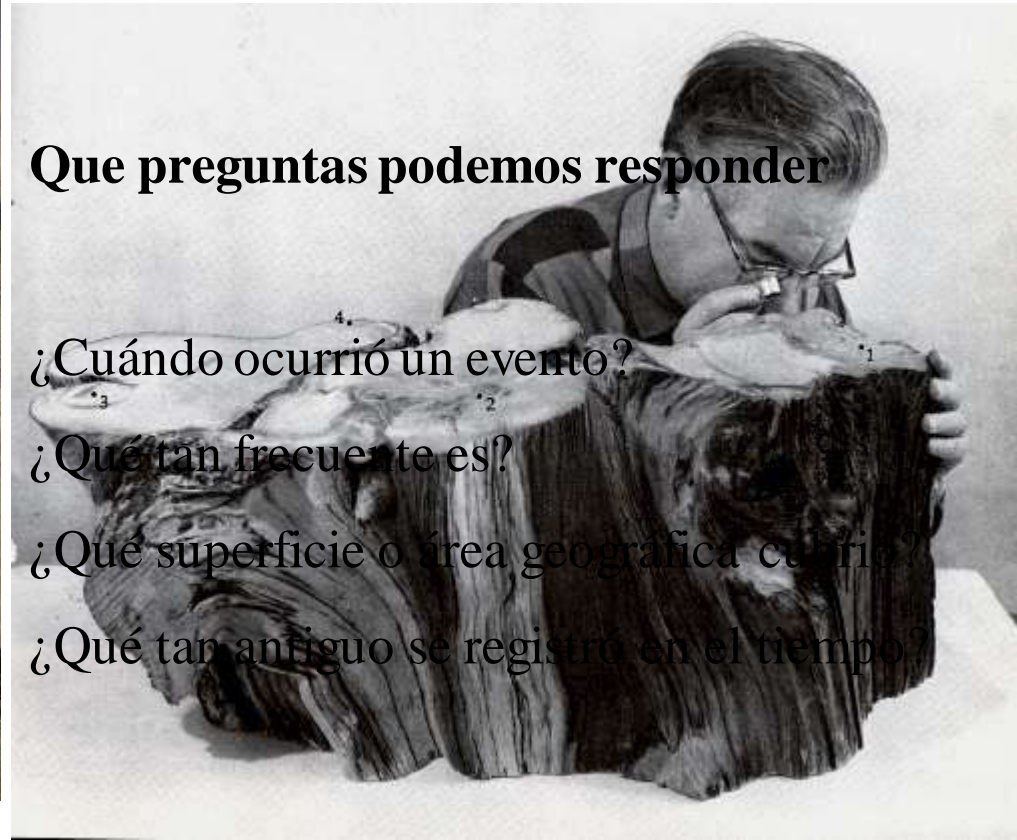
Que preguntas podemos responder

¿Cuándo ocurrió un evento?

¿Qué tan frecuente es?

¿Qué superficie o área geográfica cubrió?

¿Qué tan antiguo se registró en el tiempo?



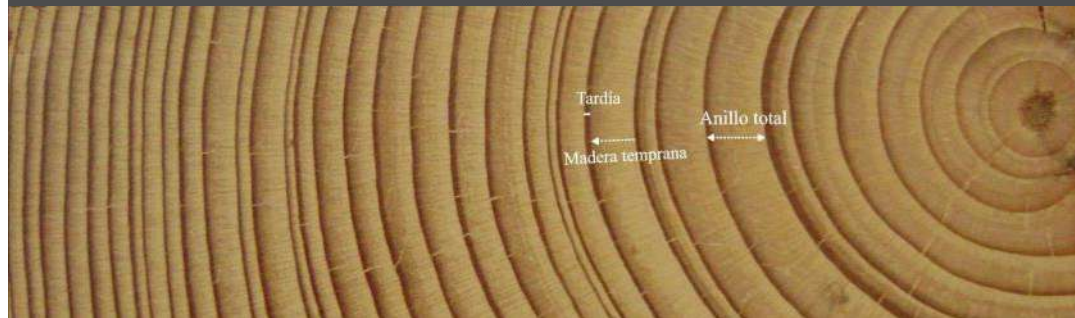
ANTECEDENTES

Leonardo da Vinci (1452-1519)

Andrew E. Douglass (1867-1962), señalado como el padre de la Dendrocronología. En el siglo XVI da Vinci escribía sobre las **relaciones**

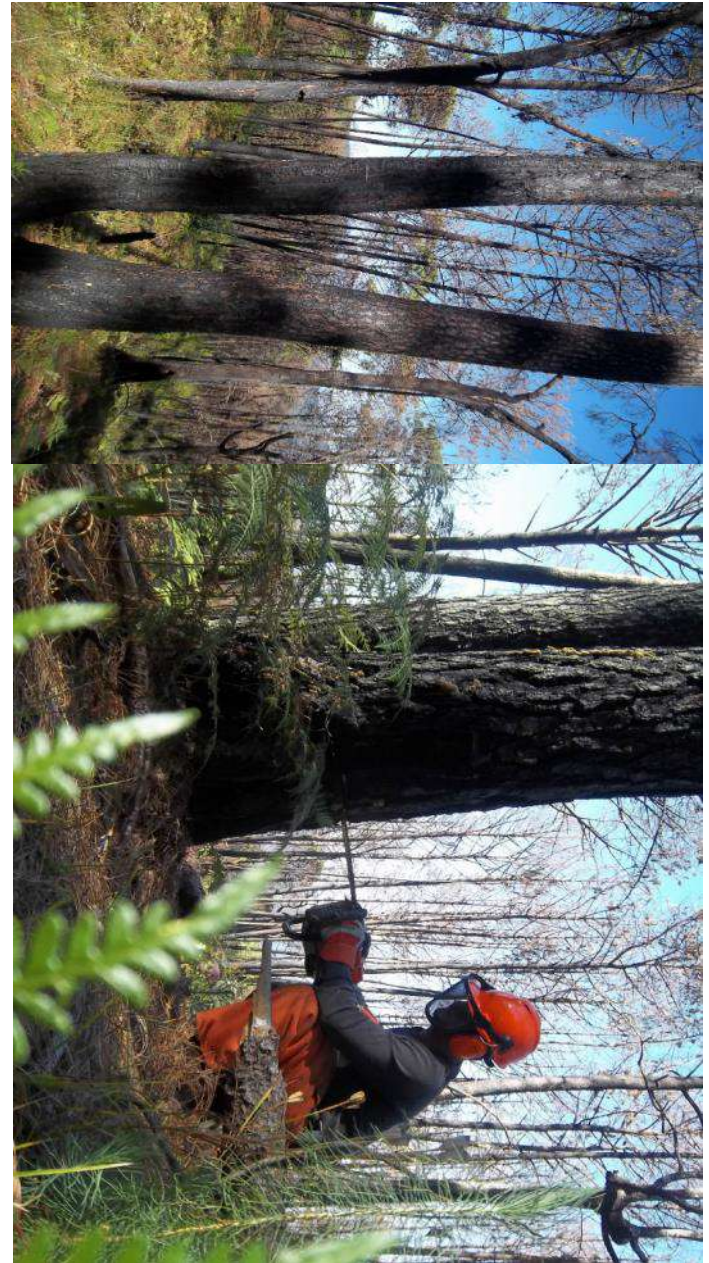
entre el clima y el crecimiento anual de los árboles. Por la década de 1920, Douglass fue pionero de la dendrocronología.

*Los anillos en las ramas cortadas de los árboles muestran el número de años **crucado** (o cross-dating), lo y de acuerdo a sus anillos, cual aplico a una variedad de disciplinas desde la **menos secos** climatología, astronomía y arqueología.*

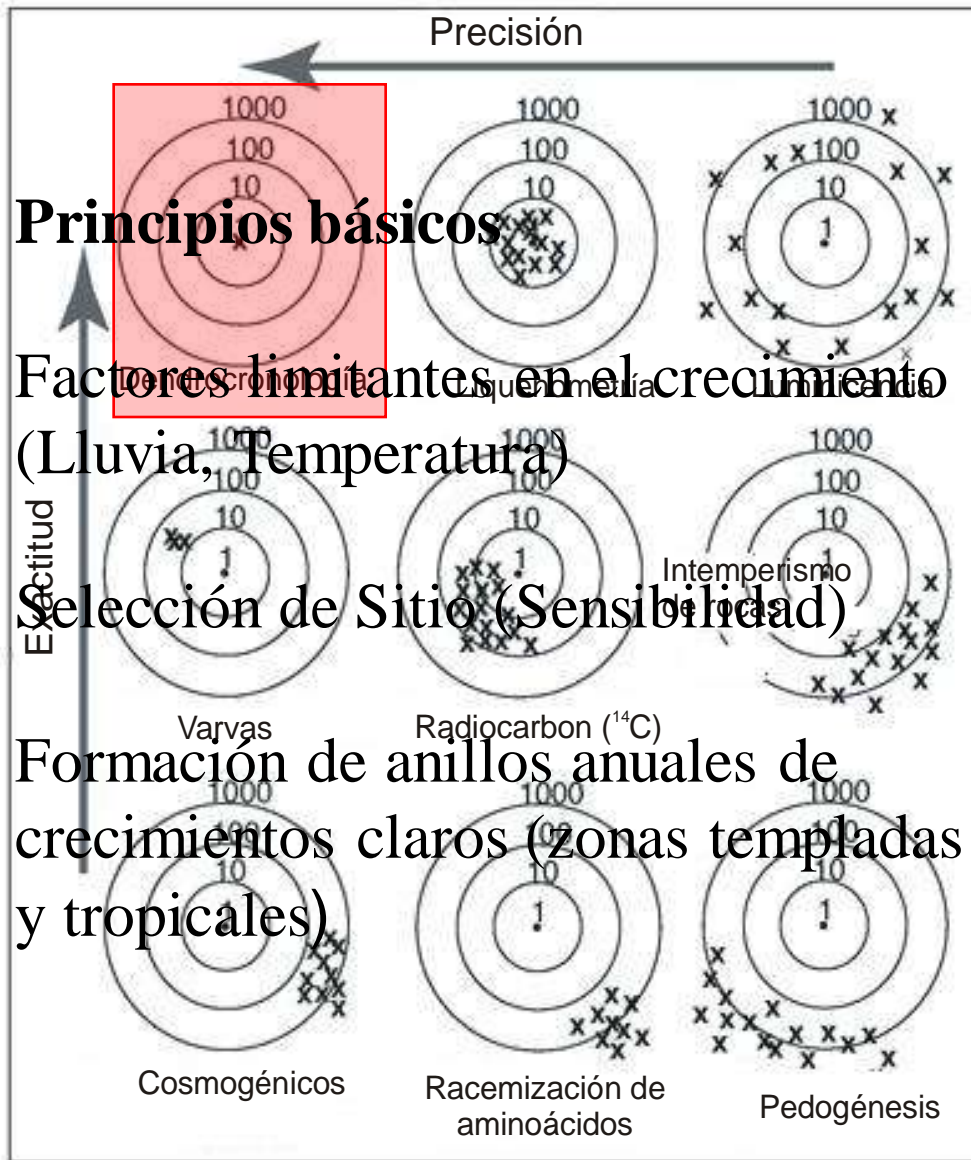


Áreas de la Dendrocronología

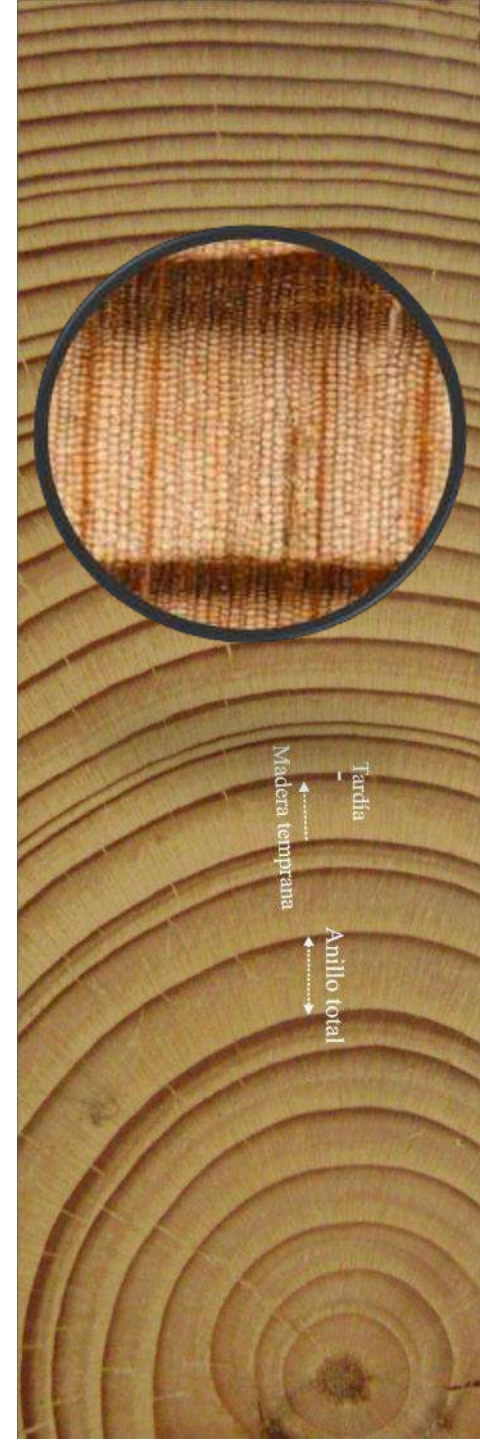
- **Dendroarqueología:** Datar restos arqueológicos.
- **Dendroclimatología:** Desarrollo de registros del clima pasado.
- **Dendrogeomorfología:** Datar movimientos y deslizamientos de tierra en el pasado.
- **Dendrohidrología:** Desarrollo de registros de escurrimientos e inundaciones en el pasado.
- **Dendroglaciología:** Datar movimientos pasados de glaciares.
- **Dendrovolcanología:** Datar erupciones volcánicas pasadas.
- **Dendroquímica:** Usar anillos de árboles como monitores de contaminación o elementos en el suelo v aire.
- **Dendroecología:** Registrar procesos ecológicos, tales como crecimiento movimiento del tree-line, ataque de insectos, entre otros.
- **Dendropirocronología:** Datar la ocurrencia de fuegos pasados.
- **Dendroentocronología:** Uso de anillos de árboles para reconstruir niveles de poblaciones pasadas de insectos.
- **Dendromastecología:** Uso de anillos de árboles para reconstruir los eventos de fructificación en árboles.



Precisión y Exactitud en el Fechado



Tomado de Bull (2007)



(Fotografía tomada de Griffin, 2013)

Fechado Cruzado

Consideraciones

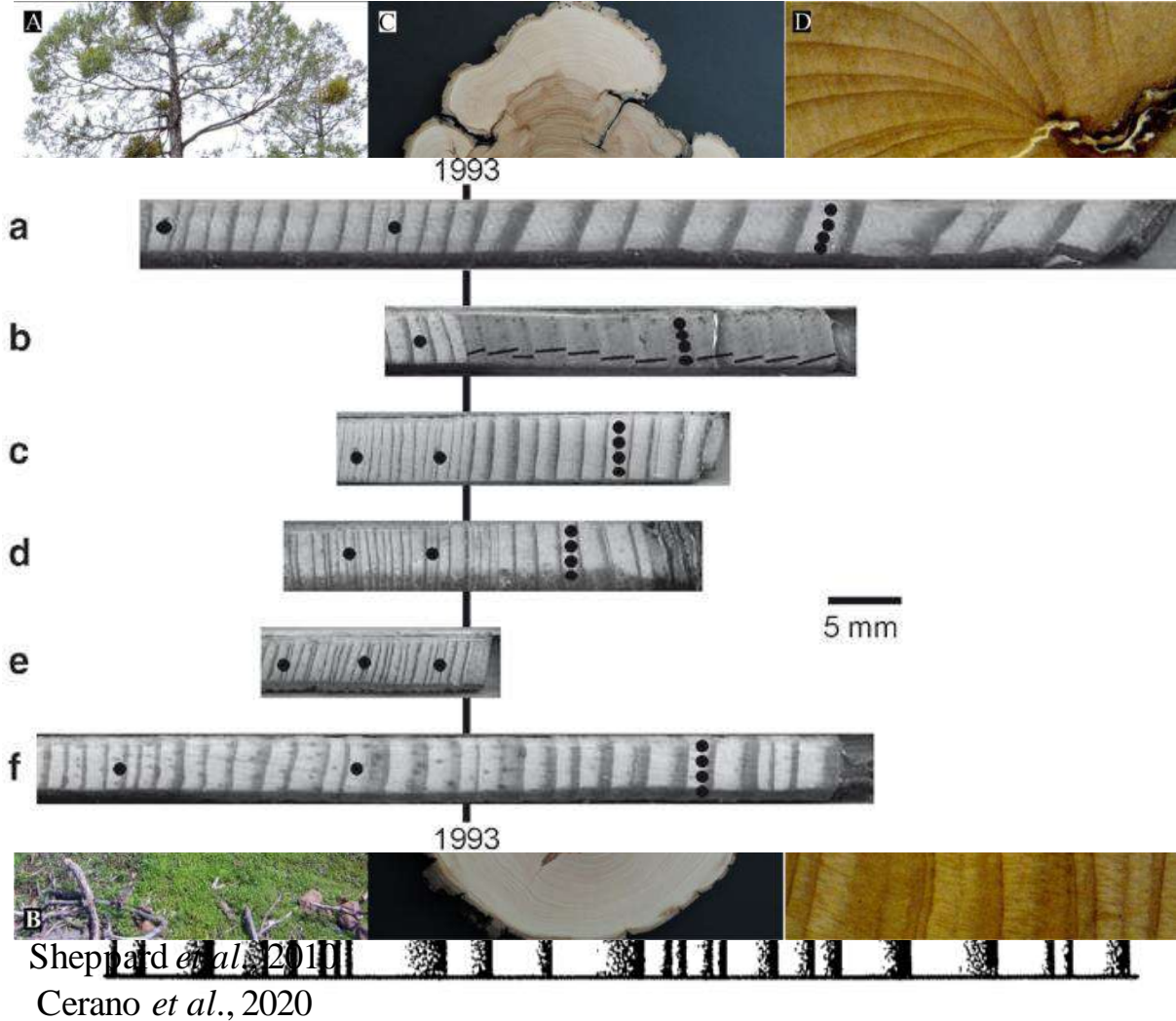
- * Patrones de crecimiento
- * Variación relative en el ancho del anillo

Ventajas

- * Aumento en la replicación
- * Extensión de cronologías
- * Fechado de maderas muertas

Problemas de crecimiento

- * Anillos falsos
- * Anillos perdidos
- * Crecimiento no concéntrico



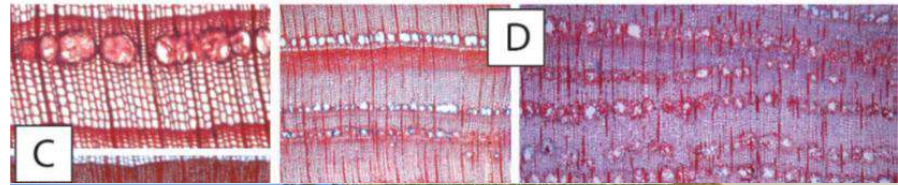
Años marcados: 1937, 1938, 1944, 1946, 1949, 1953

Que se quiere estudiar?

Cual es el objetivo del trabajo?



(Cerano *et al.*, 2020)

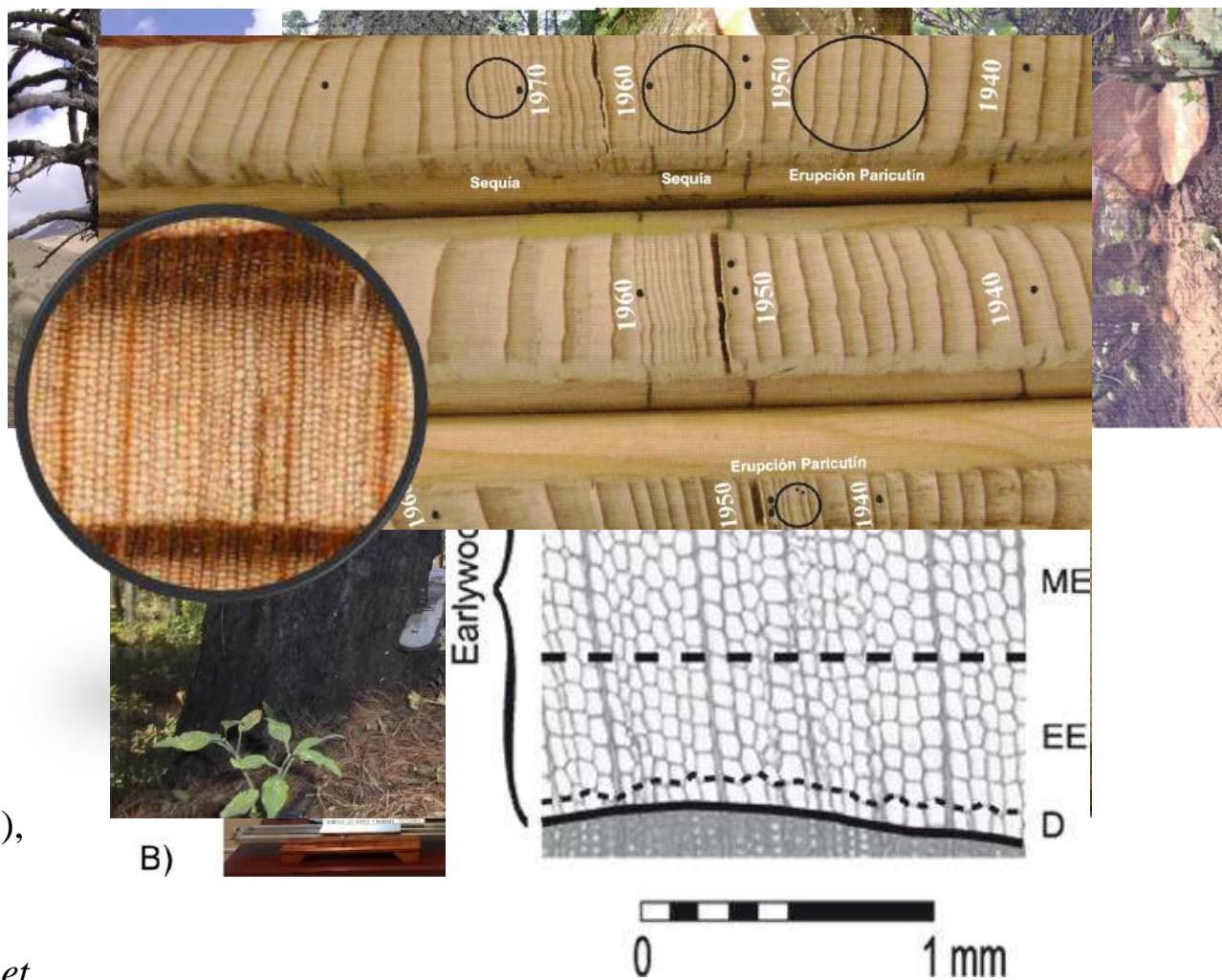


(Stoffel *et al.*, 2014)

(Cerano *et al.*, 2016)

Fechado, desarrollo de series de crecimiento e identificación de disturbios en años específicos

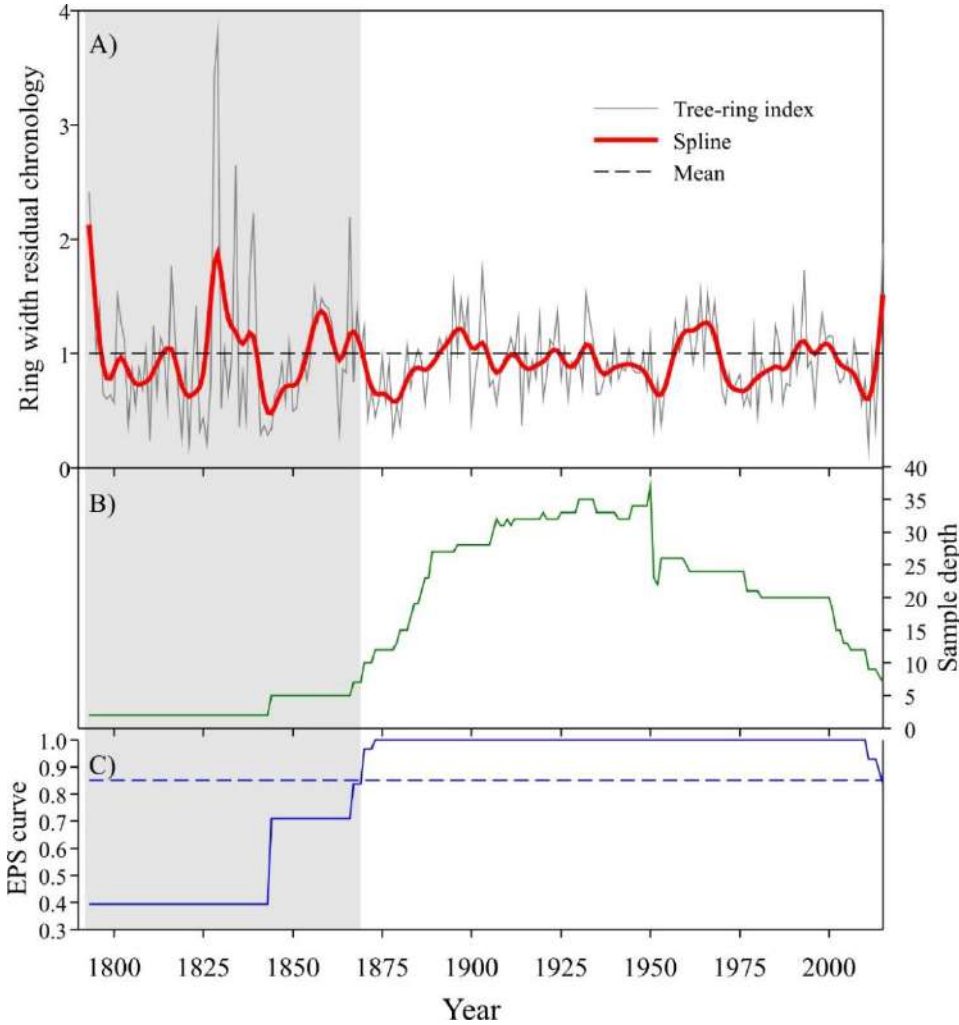
- Se tomaron muestras tanto de arboles vivos como de arboles muertos con el apoyo de un taladro de Pressler o de una motosierra (**Objetivo**).
- Las muestras se preparan y se fechan con base en técnicas dendrocronológicas (Stokes y Smiley, 1968, 1995).
- La calidad del fechado se determina con el programa COFECHA (Holmes, 1983).
- La categorización de la época de ocurrencia de las cicatrices (por incendios u otro tipo de disturbio), se define con base en la metodología propuesta por Grissino-Mayer (2001) y Stoffel *et al.* (2005).



DENDROCLIMATOLOGÍA

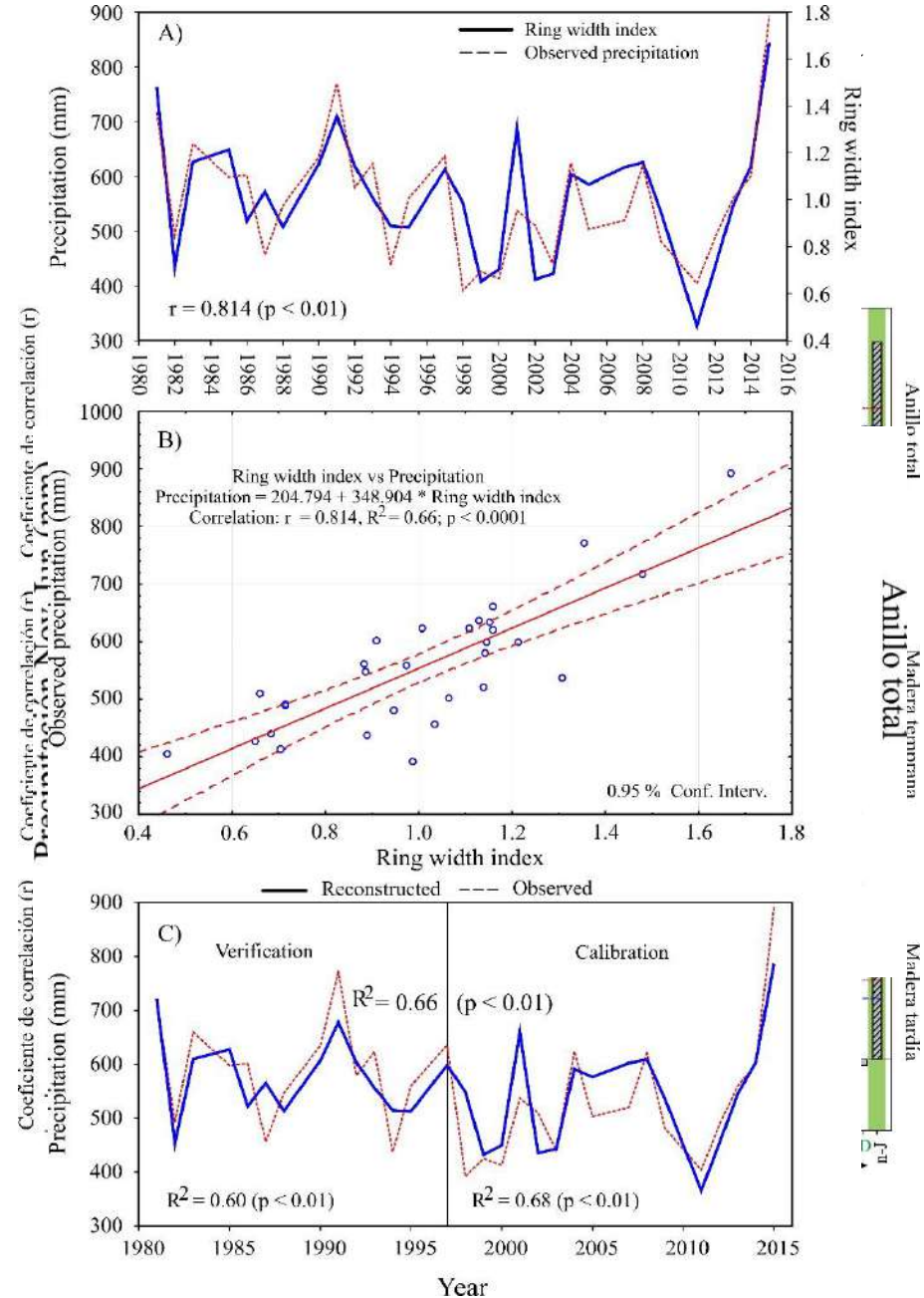


Desarrollo de Cronologías para Reconstruir Variables Climáticas



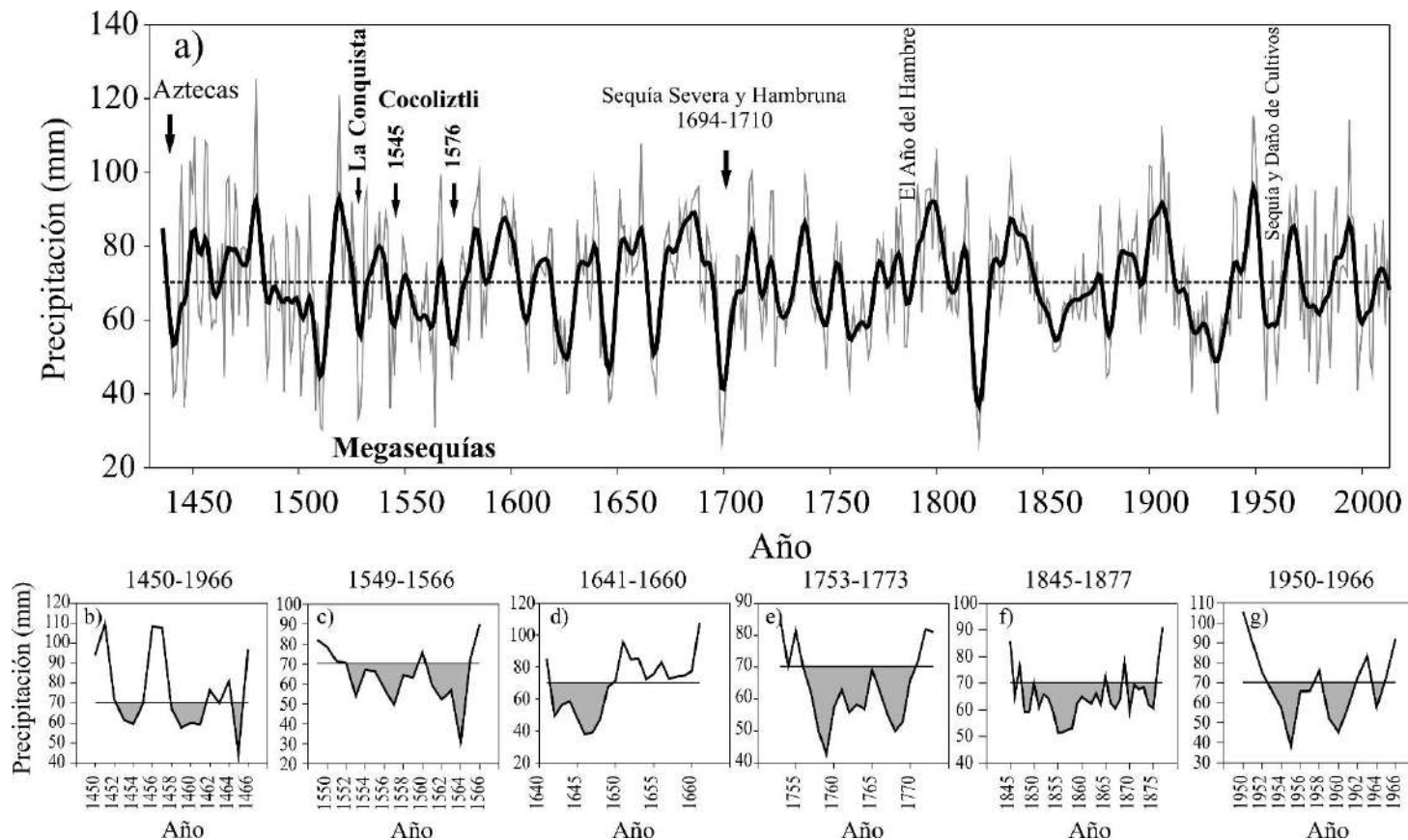
Análisis del potencial de nuevas especies para estudios dendroclimáticos y ecológicos.

Cerano *et al.*, 2020



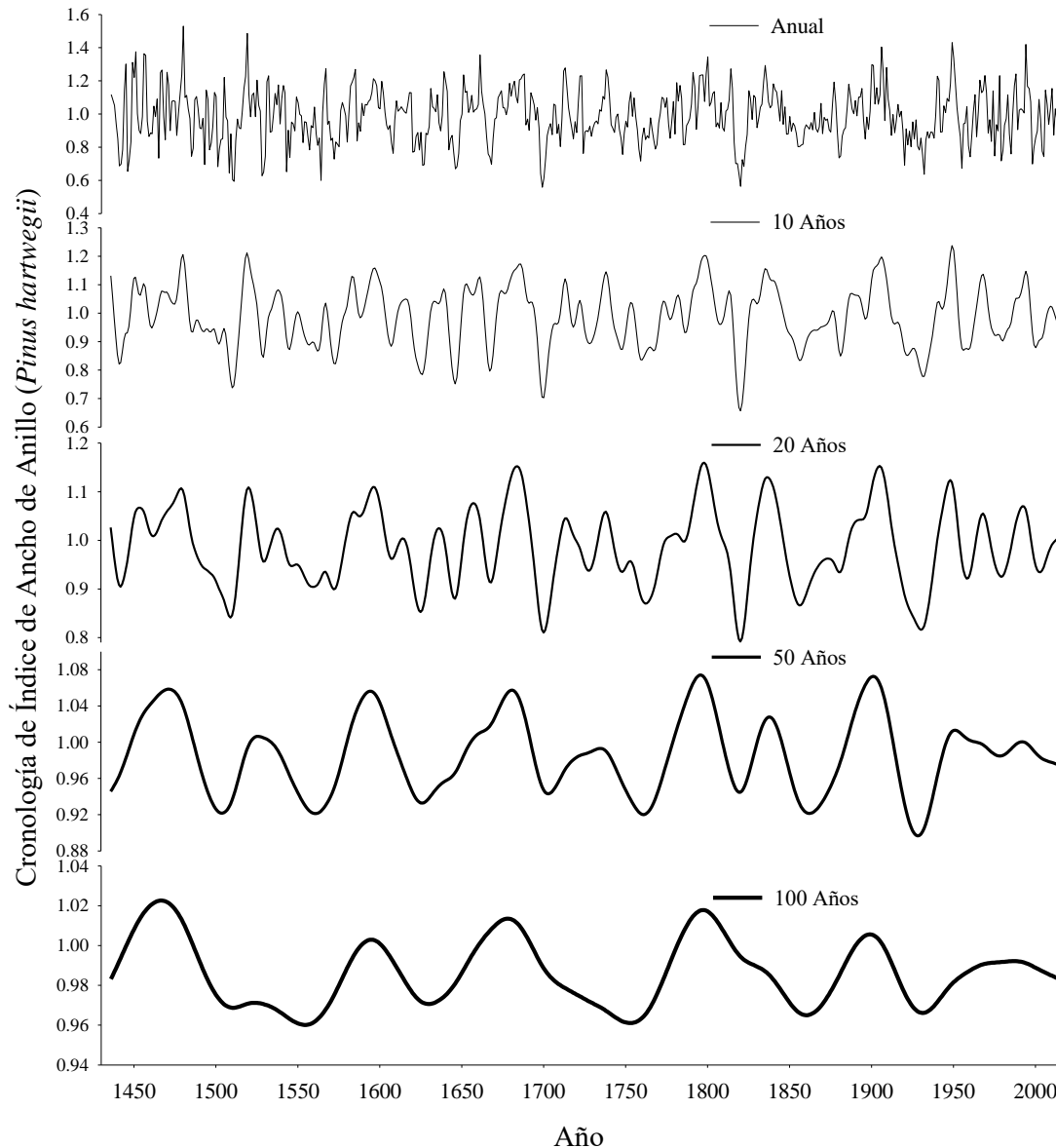


Reconstrucción de Series Paleoclimáticas



Variabilidad de la precipitación invernal de los últimos 600 años para el centro de México. a) indica la variabilidad anual (línea gris) de los pasados seis siglos, la variabilidad de baja frecuencia (línea en color negro suavizada a 10 años) y los eventos históricos más importantes con efectos severos en la sociedad del centro del país. Las figuras inferiores (b, c, d, e, f y g) muestran los **eventos extremos de sequía determinados** cada mediados de siglo, eventos con una **recurrencia aproximada de 100 años**.

Recurrencia de eventos de baja frecuencia (Sequías)



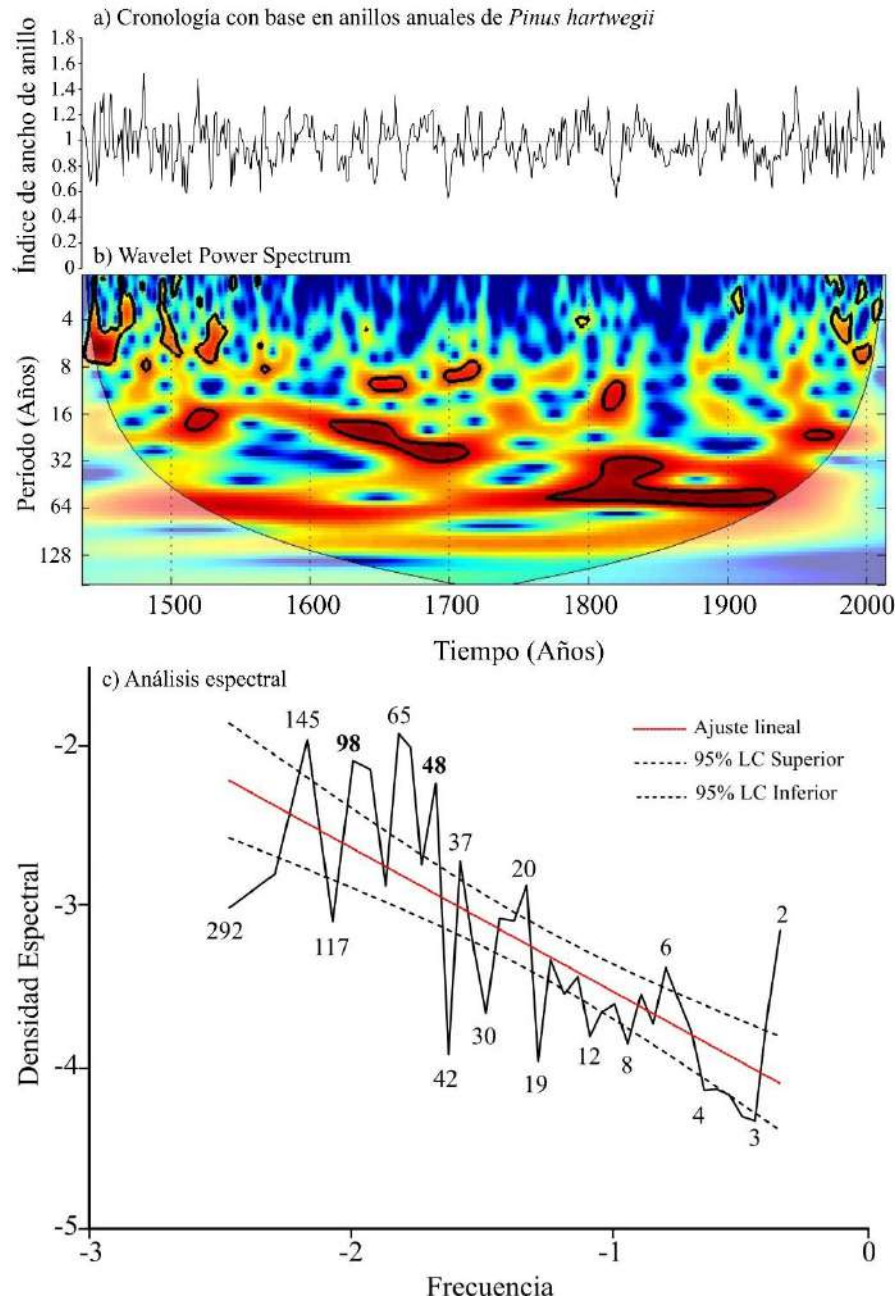
Serie de índice de anillo que permite observar desde la variabilidad de alta frecuencia (anual) hasta una variabilidad de baja frecuencia (100 años).

El suavizado de la serie permite determinar eventos recurrentes de baja frecuencia.

Se observan eventos recurrentes de 50 años aproximadamente.

De igual manera sobresalen **eventos cíclicos cada 100 años.**

Recurrencia de eventos de baja frecuencia



Variabilidad de alta frecuencia de la serie de índice de anillo.

Análisis de Wavelet Power Spectrum, que muestra la resolución anual de tiempo-frecuencia, las frecuencias positivas y significativas en la serie.

Frecuencias de 1-7 años, relacionadas con ENSO, de 10 y 20 años aproximadamente, relacionadas con PDO y frecuencias en toda la longitud de la serie de 50-60 y 100 años.

Análisis espectral versus frecuencia, corrobora las frecuencias indicadas y reafirma la recurrencia de eventos extremos cada 50 y 100 años, estos últimos de cada mediado de siglo de mayor severidad.

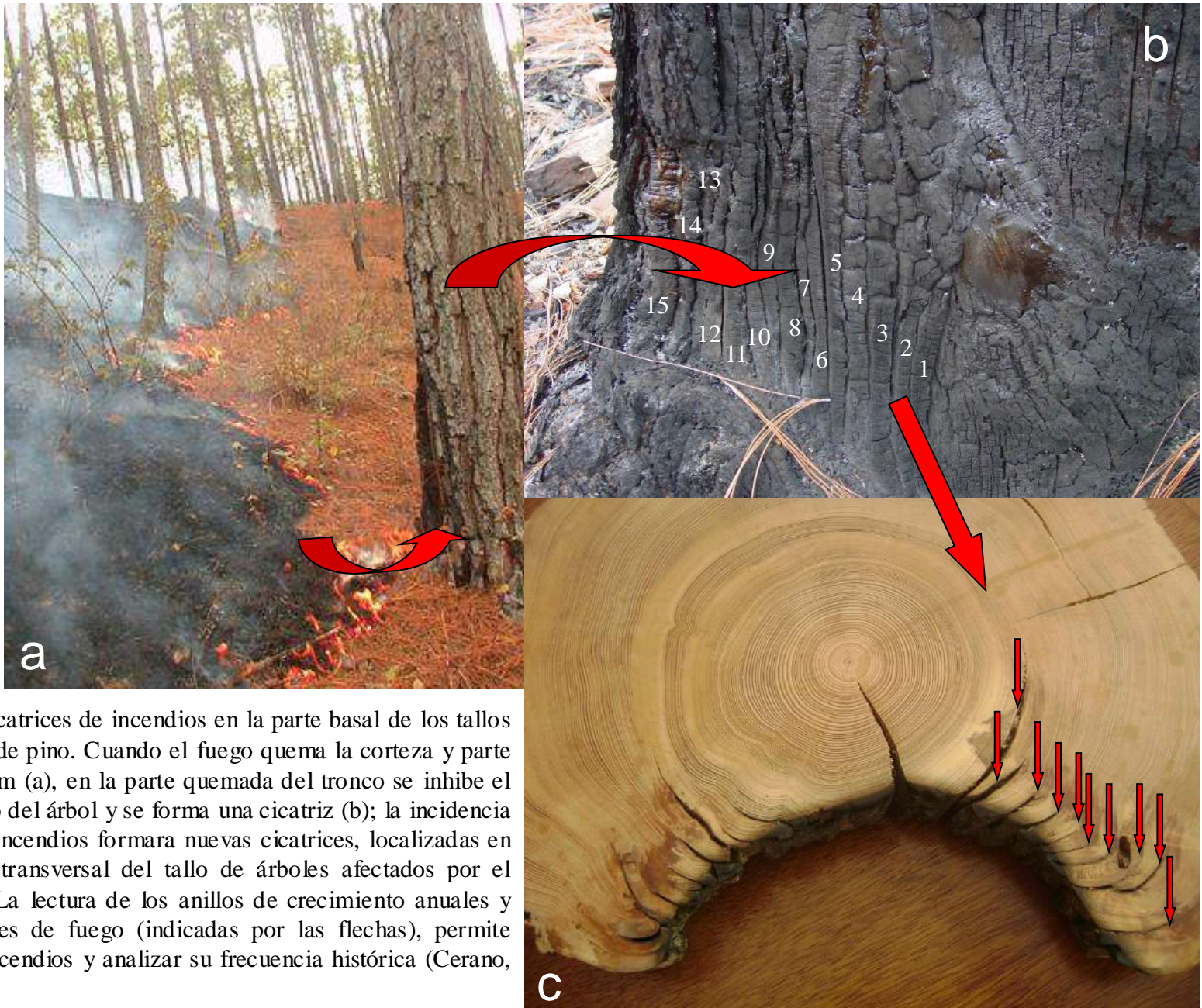
Cerano *et al.*, Sin Publicar

DENDROPIROCRONOLOGÍA



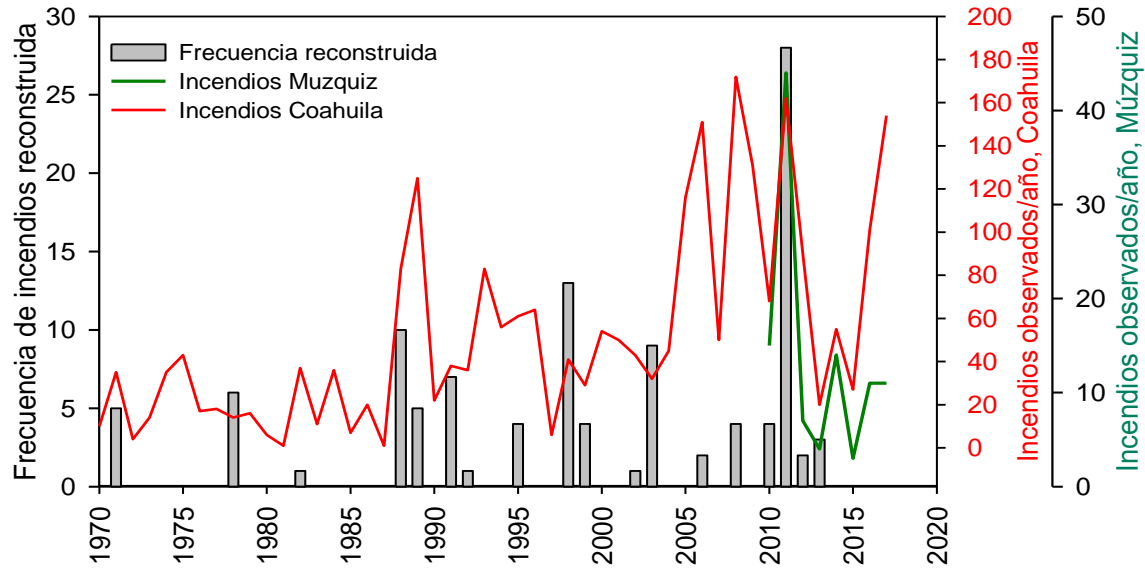
REGISTROS DE LA HISTORIA DEL FUEGO

Cicatrices de incendios



Formación de las cicatrices de incendios en la parte basal de los tallos de árboles de pino. Cuando el fuego quema la corteza y parte del cambium (a), en la parte quemada del tronco se inhibe el crecimiento del árbol y se forma una cicatriz (b); la incidencia de nuevos incendios formara nuevas cicatrices, localizadas en la sección transversal del tallo de árboles afectados por el fuego (c). La lectura de los anillos de crecimiento anuales y las cicatrices de fuego (indicadas por las flechas), permite datar los incendios y analizar su frecuencia histórica (Cerano, 2008).

Importancia de los estudios Dendropirocronológicos?



Coahuila

Muzquiz

Sincronía

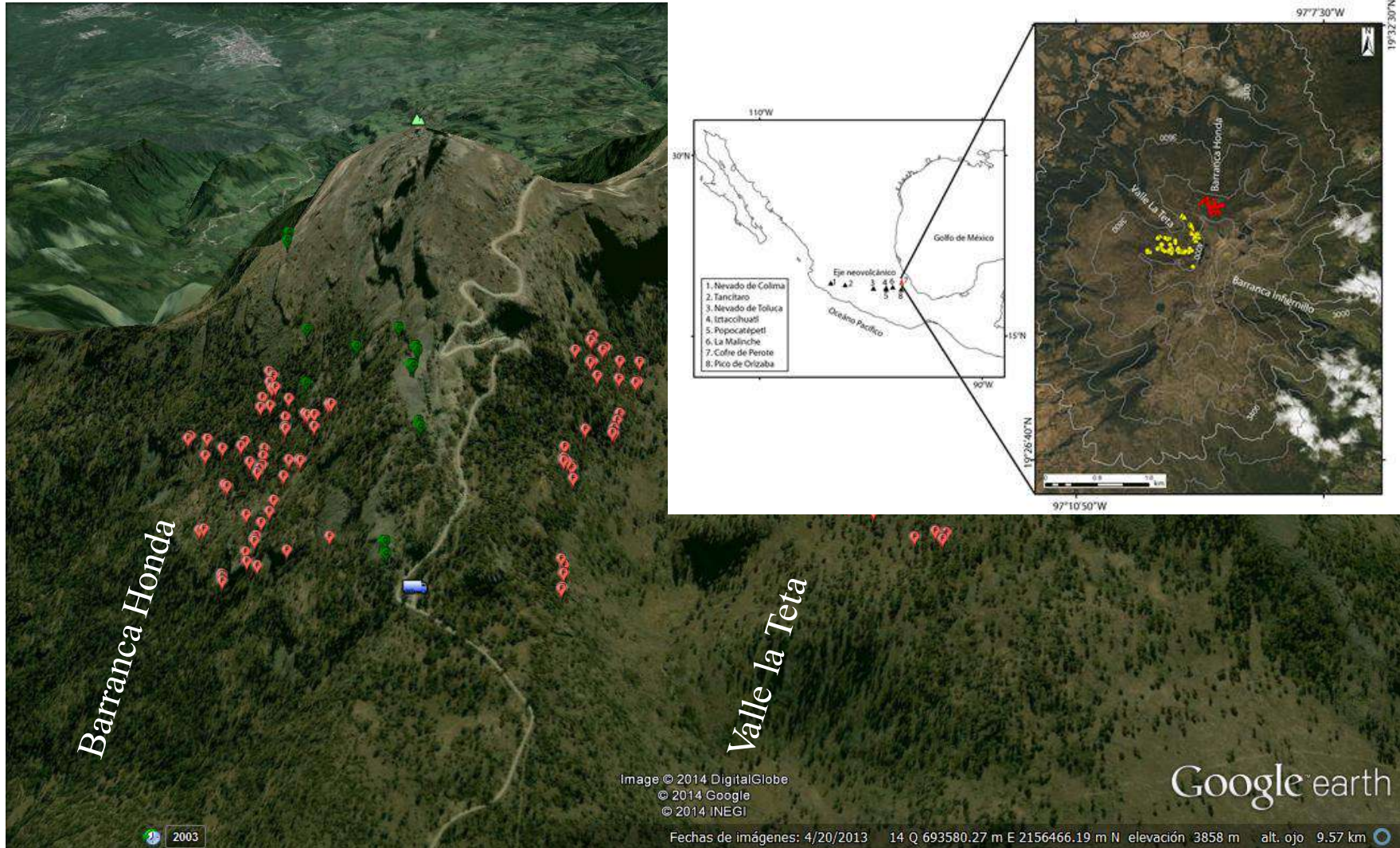
Extensión en el tiempo

Tardía
Madera temprana
Anillo total

CASO DE ESTUDIO

Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz

Colecta de muestras para reconstrucción de los regímenes del fuego ...



Muestreo selectivo



Esquema que muestra un bosque de pino con árboles vivos y muertos (a), árbol vivo con registro de incendios (cicatrices) (b), extracción de muestras de arbolado muerto en pie (a) y arboles tirados (c). El proceso para la extracción de una muestra con cicatrices de incendios de un árbol vivo, consiste en: selección de la cara con los mejores registros y cortes transversales de la muestra (d), corte de los bordes para despegar la muestra del centro del árbol (e y f), extracción de la muestra (g), etiquetado y conteo de cicatrices (h) y envoltura de la muestra para evitar daños durante su traslado al laboratorio (i) (Fotos Julián Cerano).

Resultados

Características e información sobre las cicatrices de incendios de cuatro sitios en los bosques de *Pinus hartwegii* en el Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz.

Se colectó un total de 162 muestras con cicatrices de incendios de *P. hartwegii* en el Parque Nacional Cofre de Perote, 103 corresponden a VT (VTH = 31, VTSB = 33 y VTSA = 39) y 59 al sitio BH. Las muestras fueron tomadas de árboles vivos (n = 80 para VT y n = 46 para BH; 78% para ambos sitios) y de árboles muertos (n = 23 y n = 13, respectivamente, 22% para ambos sitios).

Sitio	Clave	Elevación (m)	Pendiente promedio (%)	Exposición promedio	Muestras fechadas	No. de incendios	Primer cicatriz (año)	Intervalo de análisis (año)
Húmedo	VTH	3841-3949	49	S	31	235	1461	1607-2013
Seco Bajo	VTSB	3839-3925	32	SE	33	301	1521	1544-2012
Seco Alto	VTSA	3930-3960	27	N	39	333	1607	1689-2012
Barranca Honda	BH	3842-3938	45	NE	51	371	1536	1607-2013
Total					154	1240		

Se logró fechar de manera exitosa 100% (103) de las muestras para VT y 51 muestras (86%) del sitio BH. Se identificó un total de 1240 cicatrices de incendios, 869 para VT (VTH = 235, VTSB = 301 y VTSA = 333) y 371 para BH.

(Cerano *et al.* En prensa)

Parque Nacional Cofre del Perote

Historia del fuego Barranca Honda y Valle la Teta

Regímenes de Incendios

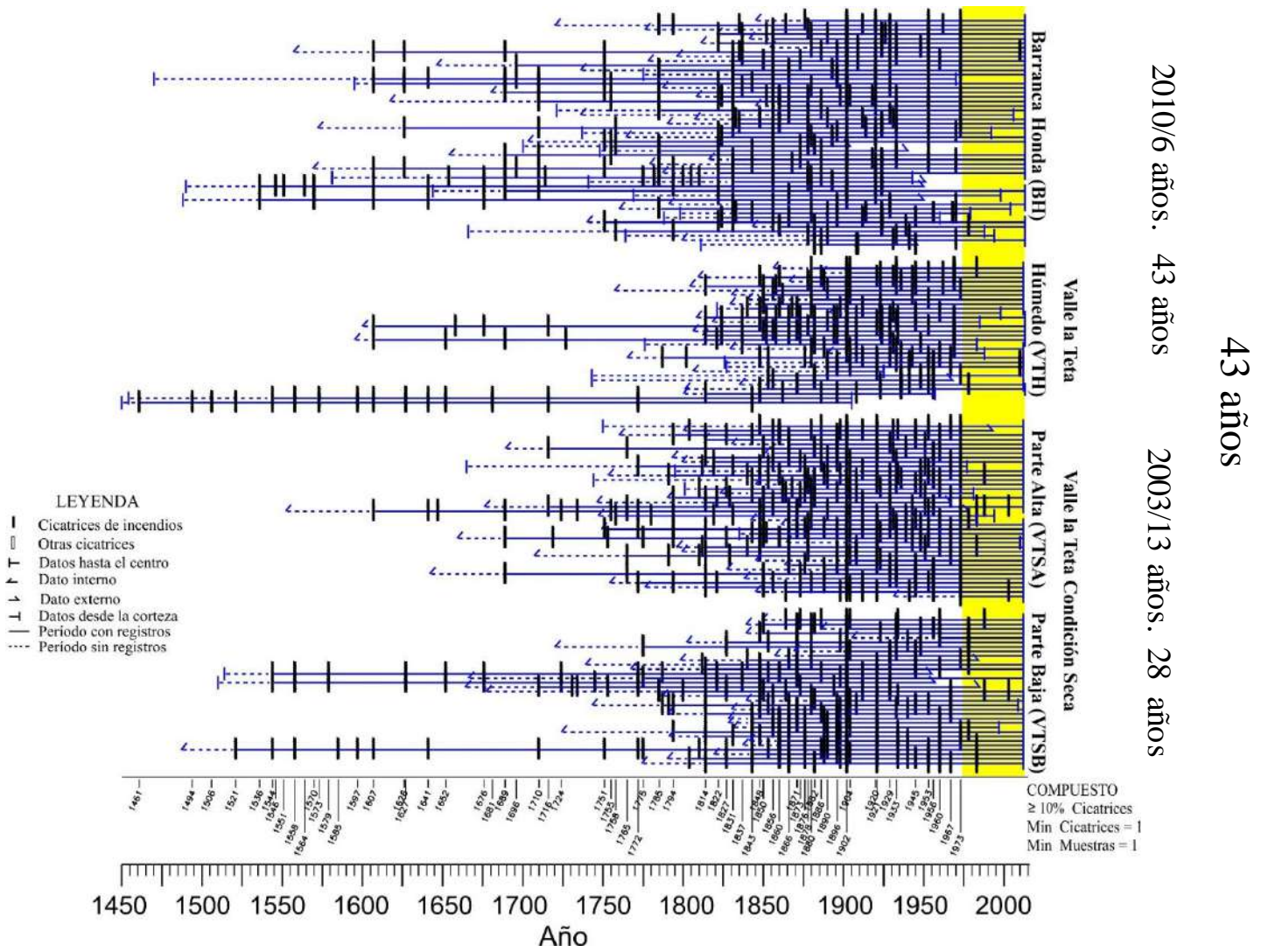
Para la Barranca Honda se logró reconstruir la historia del fuego **(500 años)**.

En general para el Valle la Teta se logró reconstruir la historia del fuego de los pasados **550 años**.

Para ambas condiciones se reconstruyó una frecuencia de incendios similar, **en años específicos los incendios afectaron todo el valle**.

Disminución en la frecuencia de los incendios o exclusión del fuego posterior a los 70s.

(Cerano *et al.* En prensa)



Para BH, se observa un cambio en la frecuencia de incendios después de 1933, presenta intervalos de frecuencia más amplios con incendios extensos recurrentes a intervalos de 20 años (1933, 1953 y 1973).

Régimen de incendios

Características de los intervalos históricos de incendios

Estadísticas	Sitios				
	VTSB (1544-2012)	VTSA (1689-2012)	VTH (1607-2013)	BH (1607-2013)	VT-Compuesto (B, A, H) (1607-2013)
Numero de intervalos					
Todas las cicatrices *	72	72	66	69	97
≥10% de las cicatrices **	58	49	49	29	59
≥25% de las cicatrices ***	33	13	19	16	17
Intervalo medio de incendios, MFI (años)					
Todas las cicatrices	6.38	4.36	6.11	5.84	4.15
≥10% de las cicatrices	7.57	5.80	7.39	12.62	6.29
≥25% de las cicatrices	13.15	21.85	19.05	22.87	21.53
Intervalo de la mediana de Weibull, WMPI (años)					
Todas las cicatrices	5.22	3.64	4.39	4.47	3.51
≥10% de las cicatrices	6.42	4.97	5.66	11.0	5.50
≥25% de las cicatrices	12.05	18.75	17.14	21.36	18.74
Intervalo mínimo (años)					
Todas las cicatrices	1	1	1	1	1
≥10% de las cicatrices	1	2	1	2	1
≥25% de las cicatrices	2	2	2	4	5
Intervalo máximo (años)					
Todas las cicatrices	34	27	45	37	21
≥10% de las cicatrices	34	27	45	41	21
≥25% de las cicatrices	34	49	45	46	52
Intervalo medio de incendios (MFI) promedio por muestra (años)	20.5	21.3	22.9	30.9	21.6

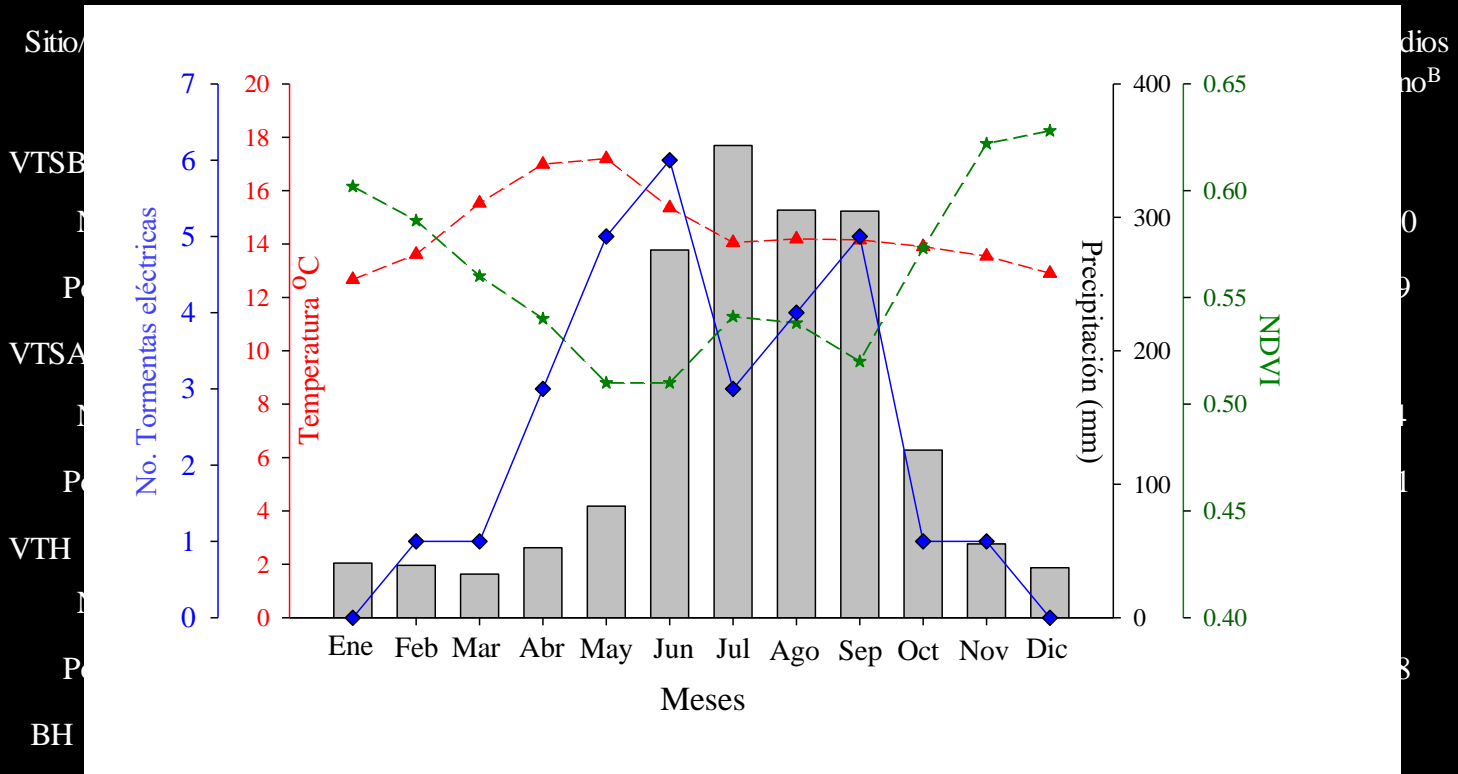
Nota: VTSB (Valle la Teta condición seca parte Baja), VTSA (Valle la Teta condición seca parte Alta), VTH (Valle la Teta parte Húmeda) y BH (Barranca Honda). El compuesto contempla los tres sitios de Valle la Teta B (Bajo), A (Alto) y H (Húmedo).

* Eventos de incendio considerando todas las muestras; ** Eventos de incendio presentes en ≥10 % de las muestras;

*** Eventos de incendio presentes en ≥25 % de las muestras

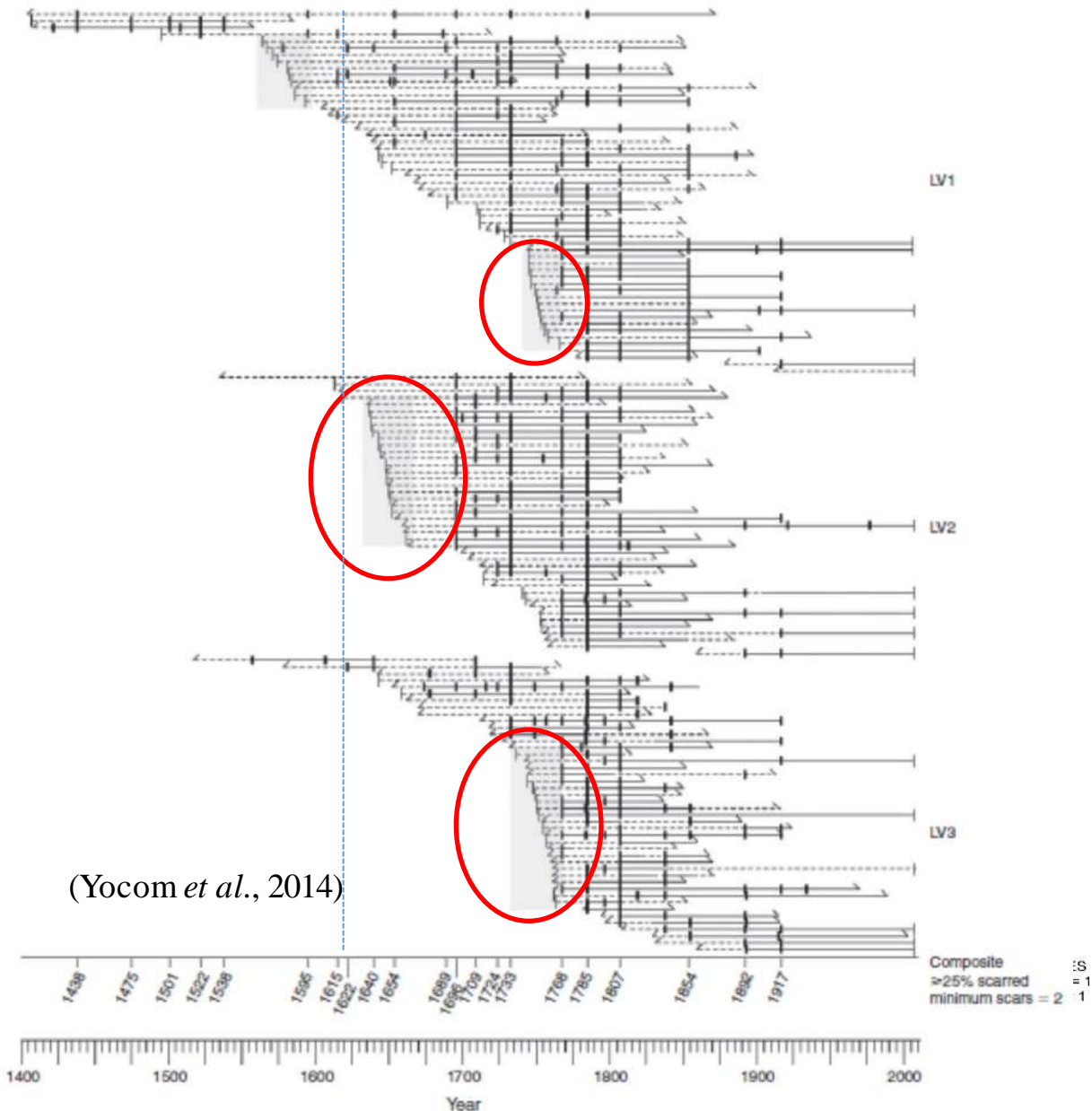
Régimen de incendios

Categorización de la estación del año en que se registraron los incendios en el PNCP, Veracruz, México



Distribución mensual de la variabilidad de la lluvia (barras) y temperatura (rojo) en el Cofre de Perote, ejes internos. La distribución en el año de las tormentas eléctricas se indica en color azul y en color verde los valores de NDVI que indican la tasa fotosintética de la vegetación o el nivel de estrés, ejes externos. Los datos de precipitación, temperatura y tormentas eléctricas corresponden a datos observados promedio (1951-2010) de las estaciones Templaderas (3110 msnm) y Los Pescados (3000 msnm) (SMN, 2017). Los valores de NDVI corresponden a datos promedio del periodo 1981-2006 para la vegetación del Cofre de Perote (Tucker *et al.*, 2005).
 Nota: La definición de la estacionalidad de los incendios para esta región del centro de México, fue con base en la metodología de Grissino-Mayer (2001). ^A Dormancia + inicio de madera temprana (D+EE). ^B Mitad de la madera temprana + final de la madera temprana + madera tardía (ME+LE+L9).

Reconstrucción de la Historia del Fuego: Sierra Norte de Puebla



Se logro reconstruir la historia del fuego para los últimos 136 años que comprende el período de 1876 a 2011. El incendio más longevo se dato en el año 1890 y la cicatriz más reciente en el año 2003.

Otra condición de sitio y variabilidad del fuego

Cambio en la frecuencia de incendios

Series paleoclimáticas

Análisis Relación Clima-Incendios (De manera gráfica).

Influencia del fuego en la dinámica forestal

Relación Clima-Incendios



Variables climáticas que se pueden analizar:

1. Precipitación reconstruida y observada.
2. Series dendroclimáticas (cronologías).
3. Índices de El Niño Oscilación del Sur (ENSO).
4. Oscilación Decadal del Pacífico (PDO).
5. Índices de sequía, Índice de Severidad de Sequía de Palmer (PDSI, por sus siglas en inglés) e Índice Estandarizado de Precipitación (SPI).

El fenómeno ENSO, es un mecanismo de forzamiento climático que se ha demostrado que afecta a la precipitación y la ocurrencia de incendios forestales en muchas partes del mundo (Swetnam y Betancourt, 1990; Heyerdahl y Alvarado, 2003; Fulé *et al.* 2005, Skinner *et el.* 2008).

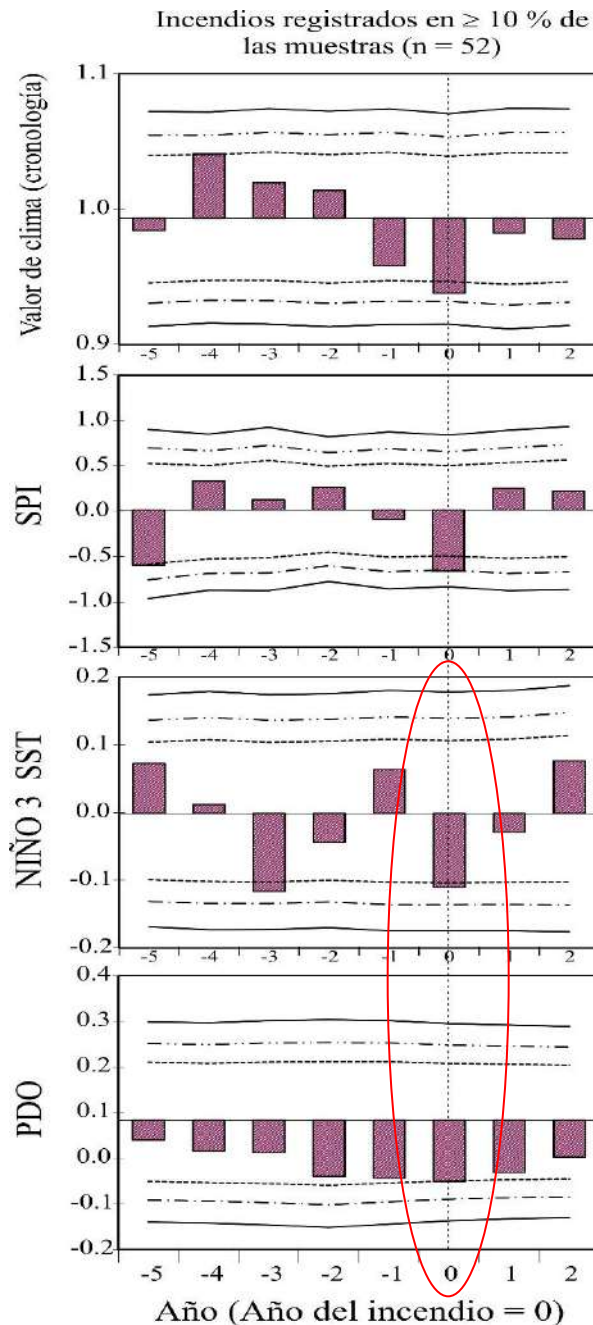
En el sur de Estados Unidos y norte de México, los eventos cálidos (El Niño) se asocian con condiciones invernales húmedas y menor cantidad de incendios, a su vez, eventos fríos (La Niña) tienden a favorecer inviernos secos y mayor ocurrencia de incendios (Swetnam y Betancourt 1990, Heyerdahl y Alvarado 2003, Fulé *et al.* 2005, Kitzberger *et al.* 2007).

Para el centro y sur de México, los efectos de este fenómeno son opuestos (Magaña *et al.*, 2003, Seager *et al.* 2009).

Trópico de Cáncer

(Cerano *et al.* En prensa)

Relación Clima-Incendios



Relación significativa entre la frecuencia de incendios y variables climáticas locales (Cronología de Índice de Anillo y el SPI) y fenómenos de circulación general (índices de ENSO/NIÑO 3 SST y PDO).

Se ha documentado la influencia significativa de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) en la variabilidad de la lluvia y temperatura estacional para el norte y centro de México.

El PDO pueden afectar la intensidad con que se registra El Niño o La Niña; los efectos de La Niña se magnifican y las sequías se intensifican cuando este fenómeno se sincroniza con la fase negativa (fría) de PDO (McCabe y Dettinger, 1999).

No existía ningún trabajo previo que analizara la influencia de este fenómeno en la frecuencia de incendios en el centro de México.

SINCRONÍA DE INCENDIOS EN LOS ÚLTIMOS 300 AÑOS

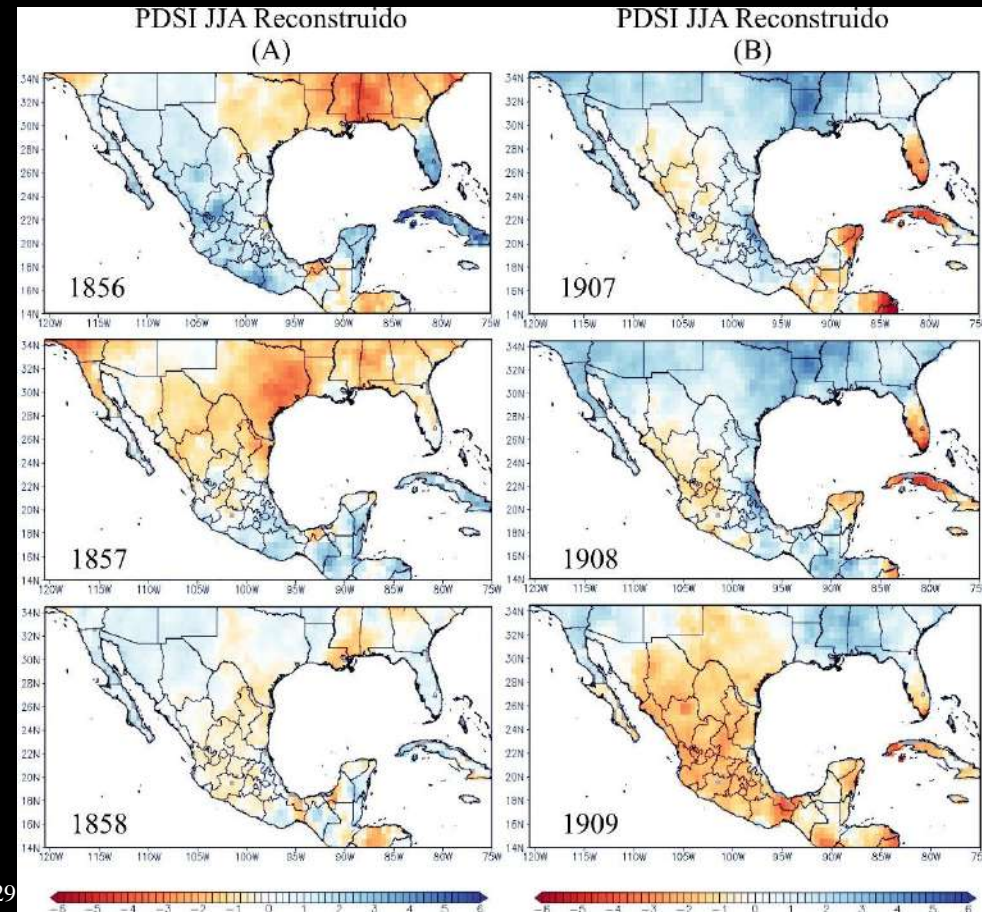
(Cerano *et al.* En Proceso)

Estado	Especie	Intervalos de frecuencia	Fuente
Sierra Madre Oriental			
Nuevo León	<i>Pinus hartwegii</i>	8.6-9.6 años (todos los incendios)	Yocom <i>et al.</i> (2010)
		11.9-18.6 años ($\geq 25\%$)	
Sierra Madre Occidental			
Durango	Pino-Encino	4-5 años (todos los incendios) 6-9 años ($\geq 25\%$)	Fulé y Covington (1997)
Durango	Pino-Encino	3-8 años (todos los incendios) 7-14 años ($\geq 25\%$)	Fulé y Covington (1999)
Durango	<i>Pinus durangensis</i> <i>Pinus teocote</i> <i>Pinus ayacahuite</i> <i>Pinus engelmannii</i>	3-6 años (todos los incendios)	Heyerdahl y Alvarado (2003)
Durango	<i>Pinus durangensis</i> <i>Pinus arizonica</i> <i>Pinus ayacahuite</i> <i>Pinus teocote</i> <i>Pseudotsuga menziesii</i>	3 años (todos los incendios) 6 años ($\geq 25\%$)	Molina <i>et al.</i> (2017)
Durango	<i>Pinus arizonica</i> <i>Pinus ayacahuite</i> <i>Pinus teocote</i> <i>Pseudotsuga menziesii</i>	2-3 años (todos los incendios) 6-8.6 años ($\geq 25\%$)	Cerano <i>et al.</i> (En prensa)
Chihuahua	<i>Pinus ayacahuite</i> <i>Pinus durangensis</i> <i>Pseudotsuga menziesii</i>	3.9-5.2 años (todos los incendios) 6.9-8.4 años ($\geq 25\%$)	Fulé <i>et al.</i> (2005)
Chihuahua	<i>Pinus durangensis</i> <i>Pinus arizonica</i> <i>Pinus ayacahuite</i>	5.1-8.8 años (todos los incendios) 13 años ($\geq 25\%$)	Cerano <i>et al.</i> (2010)
Centro de México			
Jalisco	<i>Pinus douglasiana</i>	5.5 años (todos los incendios) 8.9 años ($\geq 25\%$)	Cerano <i>et al.</i> (2015)
Puebla	<i>Pinus hartwegii</i>	5.6 años (todos los incendios) 9.2 años ($\geq 25\%$)	Cerano <i>et al.</i> (2016)
Veracruz	<i>Pinus hartwegii</i>	2.1-3.5 años (todos los incendios) 6.5-9.5 años ($\geq 25\%$)	Yocom y Fulé (2012)
Veracruz	<i>Pinus hartwegii</i>	5 años (todos los incendios) 22 años ($\geq 25\%$)	Cerano <i>et al.</i> (En prensa)



Sincronía de incendios en los últimos tres siglos (fechas en color rojo) entre áreas del norte y centro de México. ENSO

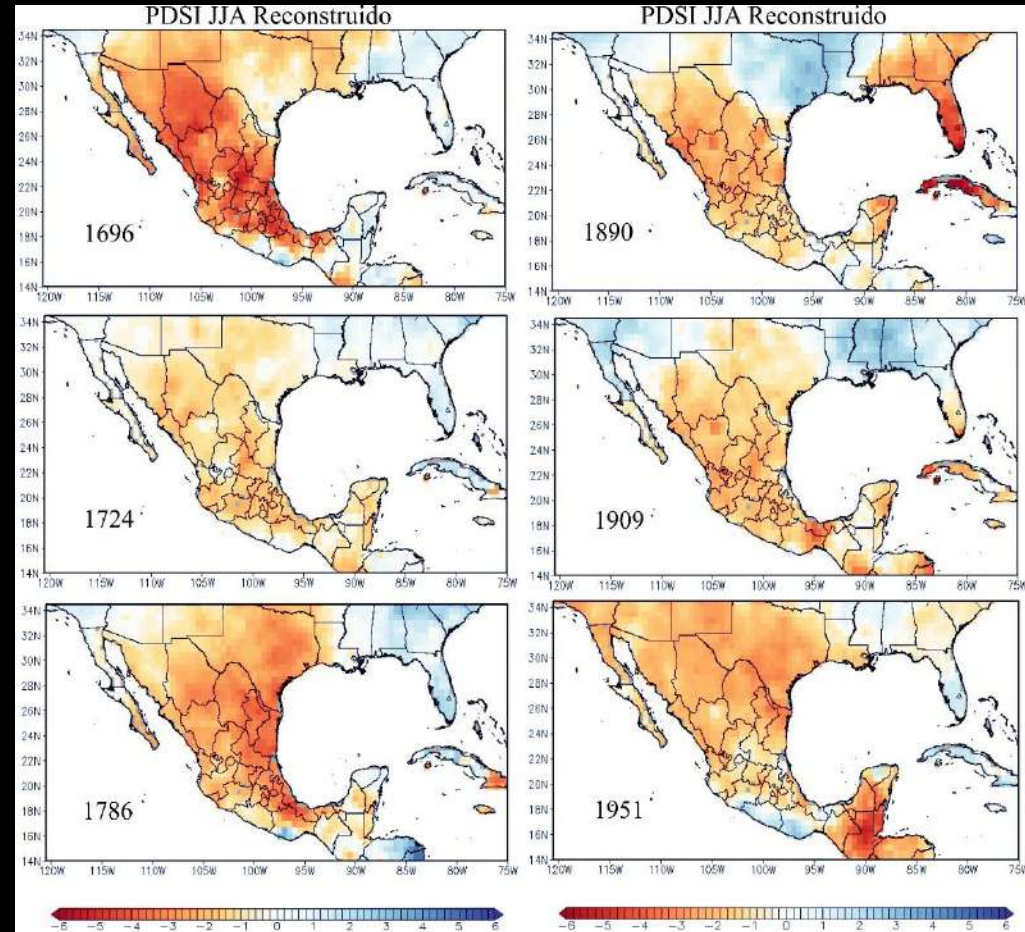
Años (Décadas)	Región norte Años de incendios	Región centro Años de incendios
1690	1696, 1699	1696
1700		
1710		1710, 1714, 1716, 1719
1720	1724, 1728, 1729	1724, 1727
1730	1732, 1739	1731, 1734
1740	1744, 1746	1745
1750	1751, 1752, 1754	1751, 1753, 1755, 1758
1760	1761, 1763, 1764, 1765, 1768	1765
1770	1774, 1775, 1777, 1778, 1779	1772, 1775
1780	1780, 1783, 1785, 1786, 1787, 1788	1780, 1782, 1785, 1787
1790	1790, 1791, 1792, 1796, 1797, 1799	1791, 1794
1800	1801, 1807, 1808	1800, 1802, 1804, 1805
1810	1812, 1813, 1814, 1817, 1818	1810, 1812, 1814, 1819
1820	1822, 1823, 1825, 1826, 1828	1821, 1822, 1824, 1827, 1829
1830	1830, 1832, 1833, 1835, 1838, 1839	1831, 1833, 1835, 1837
1840	1840, 1843, 1844, 1848	1840, 1843, 1848
1850	1850, 1851, 1852, 1854, 1857, 1858, 1859	1850, 1852, 1853, 1856, 1858
1860	1862, 1863, 1864, 1865, 1867, 1868	1860, 1862, 1864, 1866, 1868
1870	1870, 1872, 1874, 1875, 1878, 1879	1871, 1873, 1876, 1878
1880	1882, 1883, 1886, 1889	1880, 1882, 1886, 1888
1890	1890, 1892, 1896, 1897, 1899	1890, 1893, 1894, 1896, 1898
1900	1901, 1904, 1907, 1909	1902, 1904, 1908, 1909
1910	1911, 1913, 1914, 1916, 1917, 1919	1912, 1914, 1918
1920	1920, 1923, 1924, 1927	1920, 1921, 1923, 1924, 1926, 1929
1930	1932, 1934, 1935, 1937, 1939	1931, 1933, 1934, 1936, 1939
1940	1944, 1946, 1947	1940, 1941, 1943, 1945, 1948
1950	1951, 1954	1951, 1953, 1956
1960	1960, 1964	1960, 1962, 1967, 1968, 1969
1970	1972	1970, 1973, 1978
1980	1980, 1982	1983, 1988
1990	1998	
2000		2003
2010		2010



Efectos de El Niño y La Niña en el clima en el norte y centro de México, variabilidad que modula la frecuencia y sincronía de incendios. Para el año 1856 solo se registró incendio en el centro y en 1857 solo en el norte, efecto de la condición de sequía propiciada por El Niño y La Niña, respectivamente (Gergis y Fowler, 2009). Para el caso de 1858 y 1909, se observa sincronía entre incendios para ambas regiones, atribuido a eventos extremos de El Niño y La Niña, respectivamente (Gergis y Fowler, 2009).

Sincronía de incendios en los últimos tres siglos (fechas en color rojo) entre áreas del norte y centro de México. ENSO y PDO

Años (Décadas)	Región norte Años de incendios	Región centro Años de incendios
1690	1696, 1699	1696
1700		
1710		1710, 1714, 1716, 1719
1720	1724, 1728, 1729	1724, 1727
1730	1732, 1739	1731, 1734
1740	1744, 1746	1745
1750	1751, 1752, 1754	1751, 1753, 1755, 1758
1760	1761, 1763, 1764, 1765, 1768	1765
1770	1774, 1775, 1777, 1778, 1779	1772, 1775
1780	1780, 1783, 1785, 1786, 1787, 1788	1780, 1782, 1785, 1787
1790	1790, 1791, 1792, 1796, 1797, 1799	1791, 1794
1800	1801, 1807, 1808	1800, 1802, 1804, 1805
1810	1812, 1813, 1814, 1817, 1818	1810, 1812, 1814, 1819
1820	1822, 1823, 1825, 1826, 1828	1821, 1822, 1824, 1827, 1829
1830	1830, 1832, 1833, 1835, 1838, 1839	1831, 1833, 1835, 1837
1840	1840, 1843, 1844, 1848	1840, 1843, 1848
1850	1850, 1851, 1852, 1854, 1857, 1858, 1859	1850, 1852, 1853, 1856, 1858
1860	1862, 1863, 1864, 1865, 1867, 1868	1860, 1862, 1864, 1866, 1868
1870	1870, 1872, 1874, 1875, 1878, 1879	1871, 1873, 1876, 1878
1880	1882, 1883, 1886, 1889	1880, 1882, 1886, 1888
1890	1890, 1892, 1896, 1897, 1899	1890, 1893, 1894, 1896, 1898
1900	1901, 1904, 1907, 1909	1902, 1904, 1908, 1909
1910	1911, 1913, 1914, 1916, 1917, 1919	1912, 1914, 1918
1920	1920, 1923, 1924, 1927	1920, 1921, 1923, 1924, 1926, 1929
1930	1932, 1934, 1935, 1937, 1939	1931, 1933, 1934, 1936, 1939
1940	1944, 1946, 1947	1940, 1941, 1943, 1945, 1948
1950	1951, 1954	1951, 1953, 1956
1960	1960, 1964	1960, 1962, 1967, 1968, 1969
1970	1972	1970, 1973, 1978
1980	1980, 1982	1983, 1988
1990	1998	
2000		2003
2010		2010

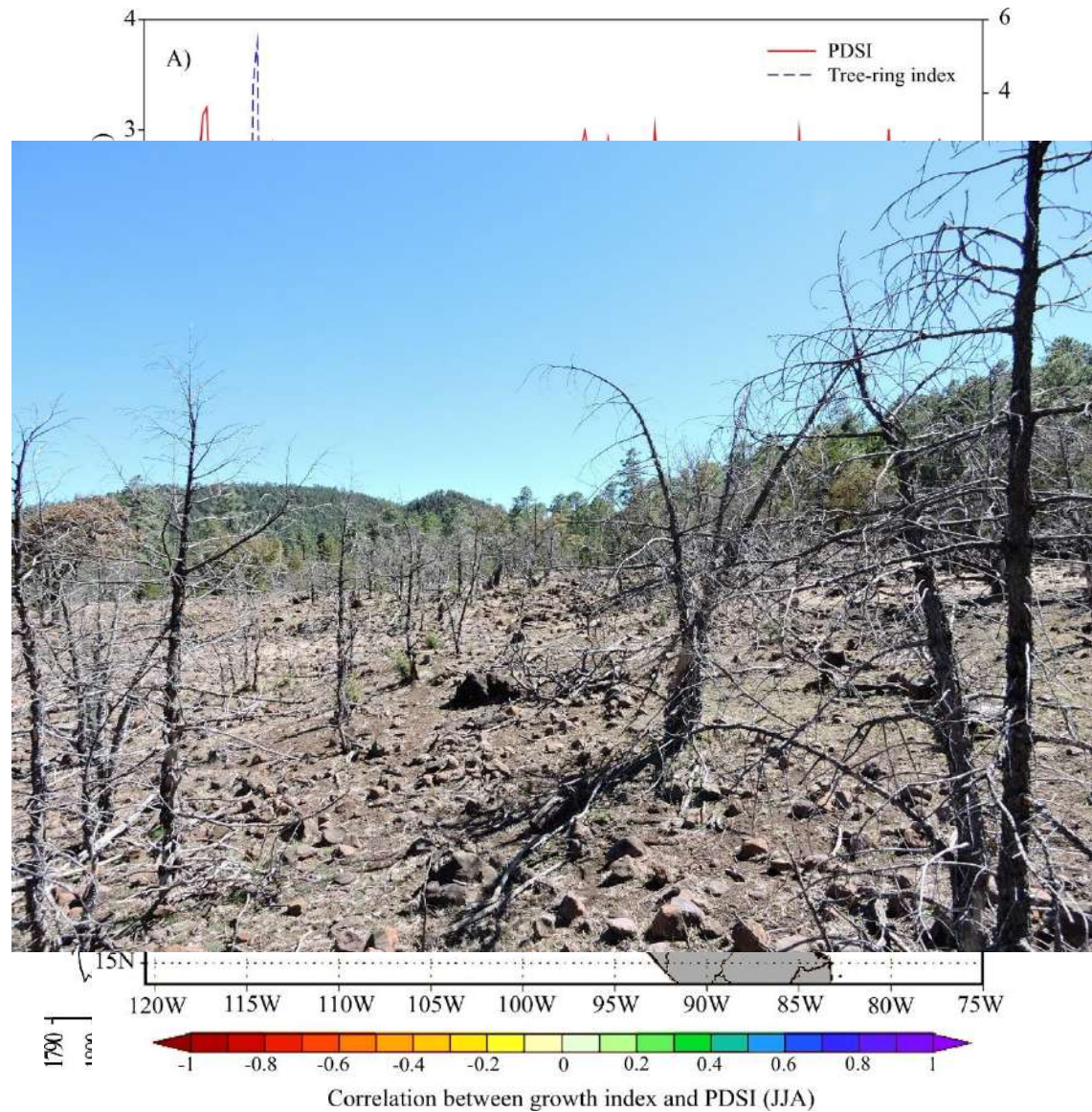


Ejemplos de las condiciones extremas de sequía a nivel nacional para seis de los 38 años que registran sincronía entre la región norte y centro de México, atribuible a la sincronía en fase negativa del ENSO y PDO.

ESTUDIOS ECOLÓGICOS

Crecimiento

Series de crecimiento: permiten evaluar tendencias en crecimiento y observar cambios importantes atribuidos a condiciones ambientales.

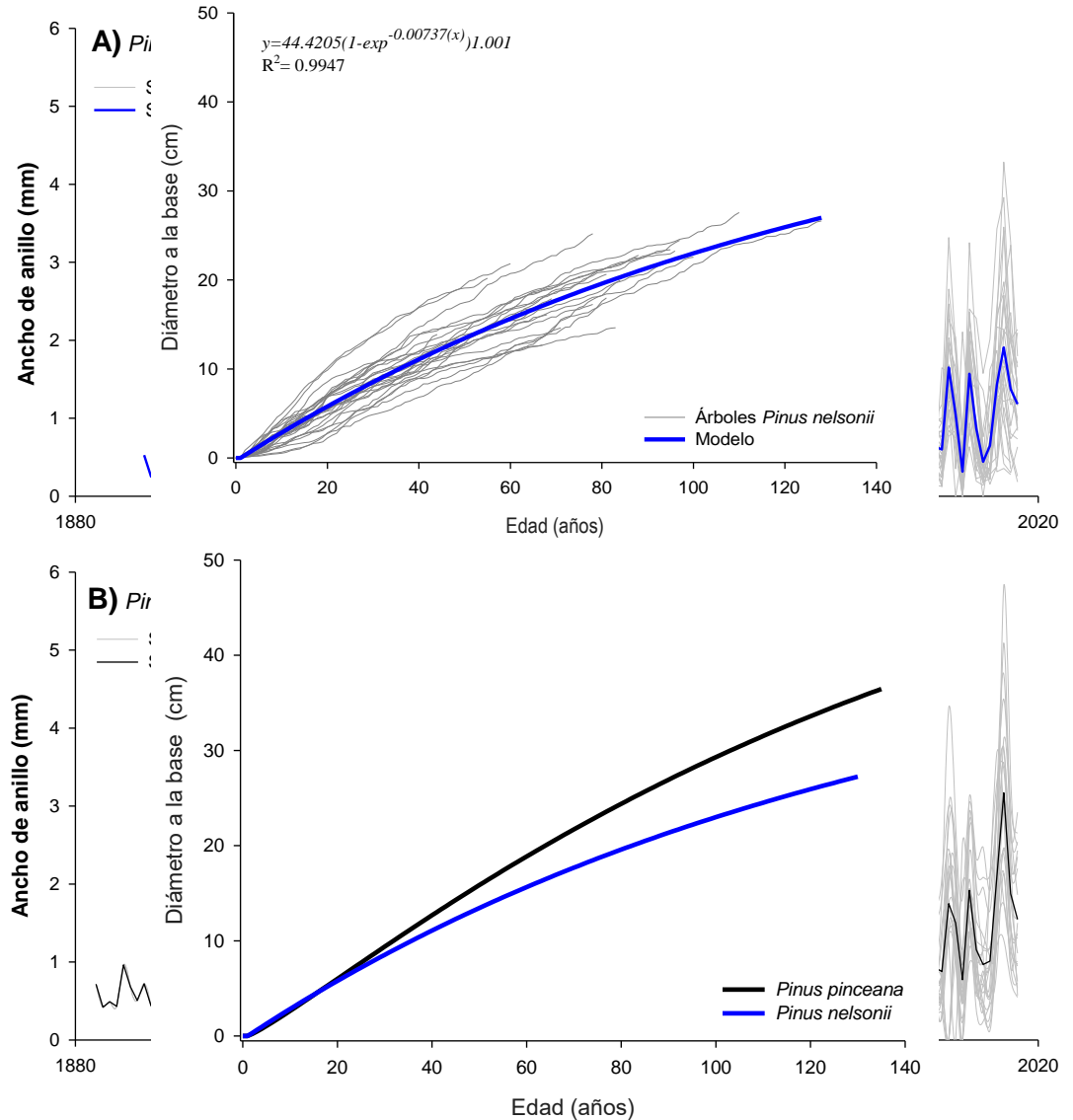


(Cerano *et al.* 2020)

Crecimiento (Incremento Corriente Anual e Incremento Medio Anual) y su relación con clima



Fondo CONAFOR-CONACYT



ESTUDIOS ECOLÓGICOS
Plagas-Clima

Identificación de especies del genero *Dendroctonus*

Extracción, montaje y observación de la Genitalia



Dendroctonus valens



Dendroctonus frontalis



Dendroctonus adjunctus



D. valens



D. frontalis

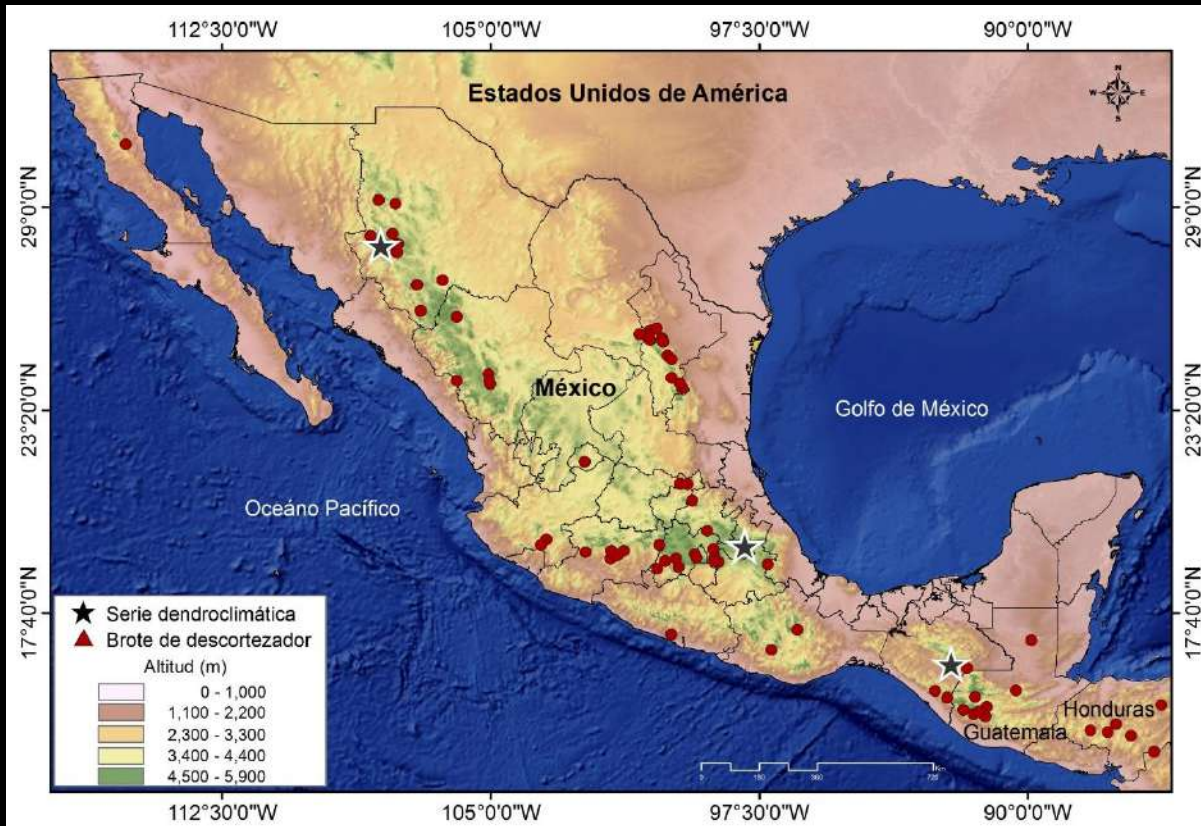


D. adjunctus

Fechas históricas de brotes de plagas

Periodo	Plaga	Lugar	Cita
1837-1926	D. ponderosae	Norte de Arizona	Blackman, M.W. 1931
1895	D. ponderosae	Black Hills, South Dakota	Blackman, M.W. 1931
1850	D. ponderosae	Montañas rocosas, Colorado	Hopkins A.D. 1905, 1909
1901	D. ponderosae	Black Hills, South Dakota	Hopkins A.D. 1902
1905-1913	D. ponderosae	Colorado	Blackman, M.W. 1931
1911-1912	D. ponderosae	Montana	Beal, J.A 1939.
1923-1930	D. ponderosae	Norte de Colorado	Blackman, M.W. 1931
1930-1940	D. ponderosae	Montañas rocosas, Colorado	Evenden et al. 1943
1970-1981	D. ponderosae	Black Hills, South Dakota	Thompson, R.G. 1975
1972-1973	D. mexicanus	Michoacán, D.F., Edo. De México	Folleto Técnico Num.29. INIFAP. 2007
1977-1978	D. mexicanus	Michoacán, D.F., Edo. De México	Folleto Técnico Num.29. INIFAP. 2007
1980, 1995-1996	D. Rhizophagus	Huachochi y Madera Chihuahua, México	Sánchez Martínez Guillermo
1997-2002		Nuevo León, México	Folleto Técnico Num.29. INIFAP. 2007
2001-2006	D. adjunctus	Sierra "la Raspadura", Namiquima Chihuahua, México.	Sánchez Martínez Guillermo y Saúl Silva R. Folleto Técnico Num.38. INIFAP. 2008
2005 brote más intenso			
2002	Ips spp., D. mexicanus	Chihuahua, México	Narváez, F. R. et al. 2012
2005	Ips spp., D. mexicanus	Chihuahua, México	Narváez, F. R. et al. 2012
2007	Ips spp., D. mexicanus	Chihuahua, México	Narváez, F. R. et al. 2012
2009-2011	Neodiprion autumalis	San Juanito, Creel Chihuahua, México	Silva R. S. (comunicación personal 2016)
2012	Ips lecontei, D. mexicanus	Chihuahua, México	Benet, K.R. 2014
2013	Ips lecontei, D. mexicanus	Chihuahua, México	Benet, K.R. 2014

Relación variabilidad climática-brotes de plagas

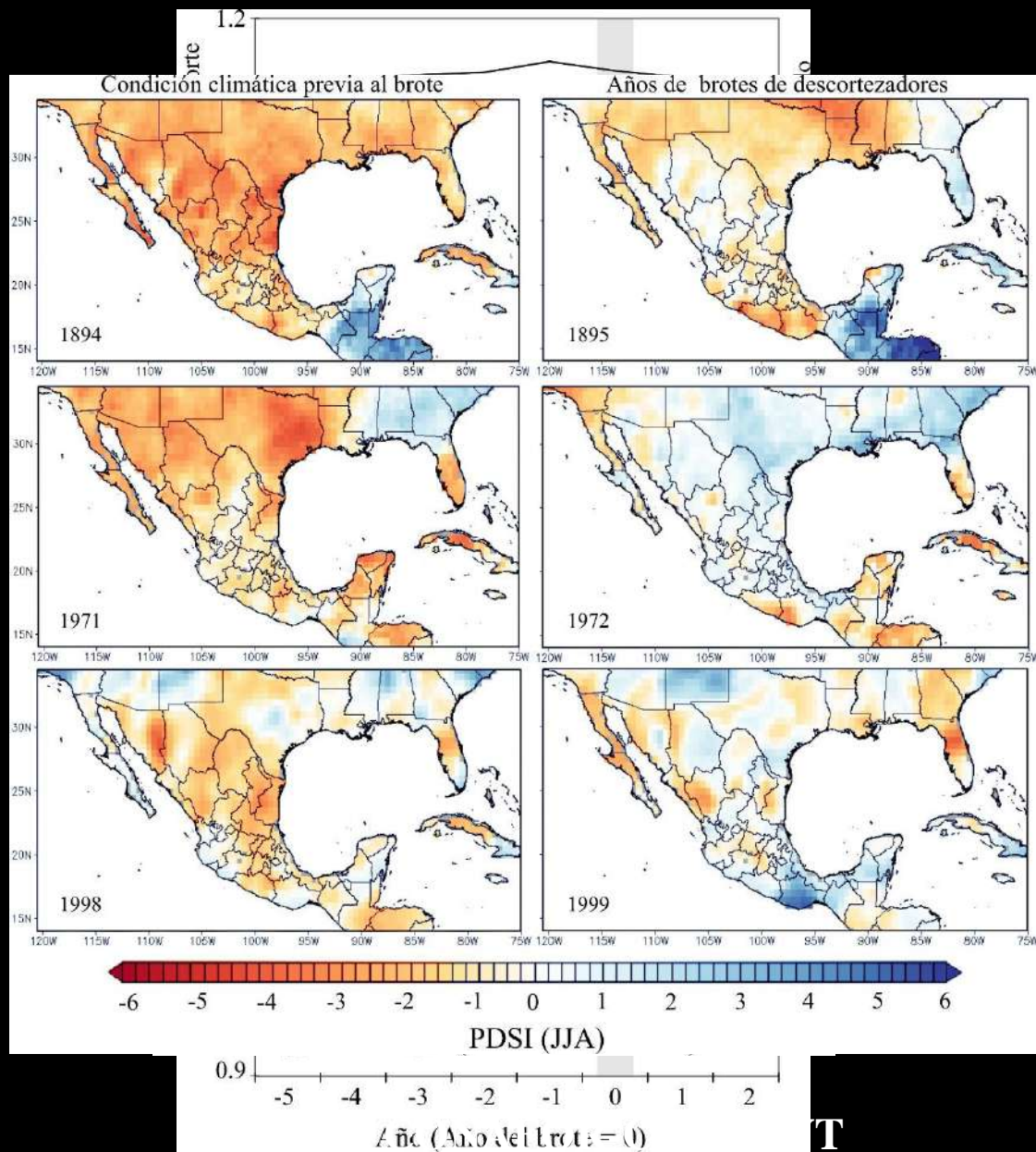


(Cervantes *et al.* 2019)



Relación variabilidad climática-brotes de plagas

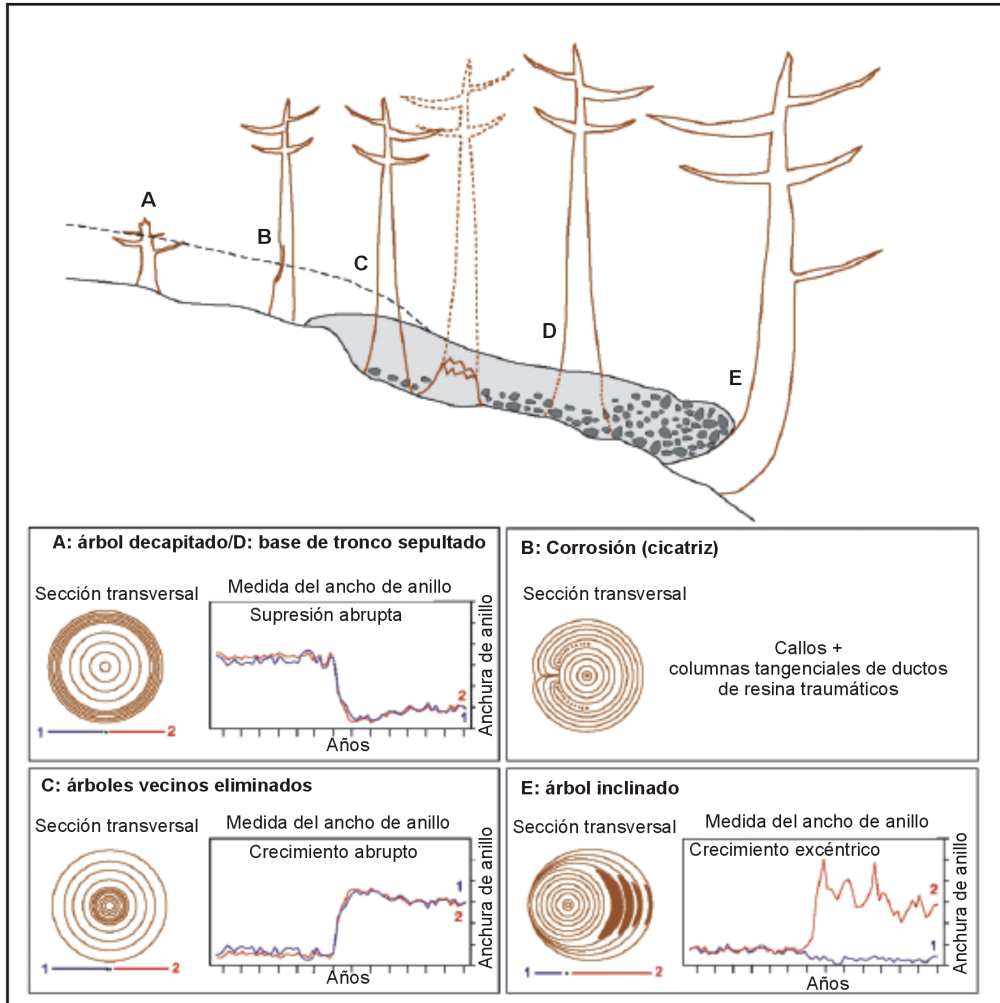
(Cervantes *et al.* 2019)



Dendrogeomorfología

Procesos Geomorfológicos

Análisis de Disturbios en el Bosque y su Efecto en el Crecimiento



A y D



B



E



C

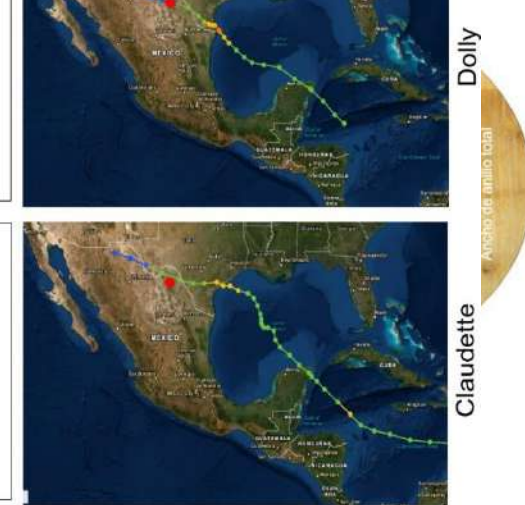
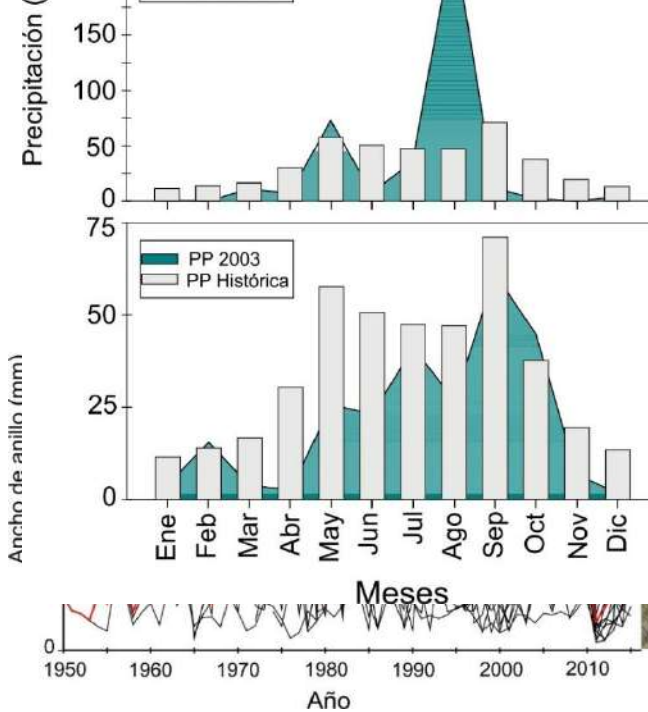
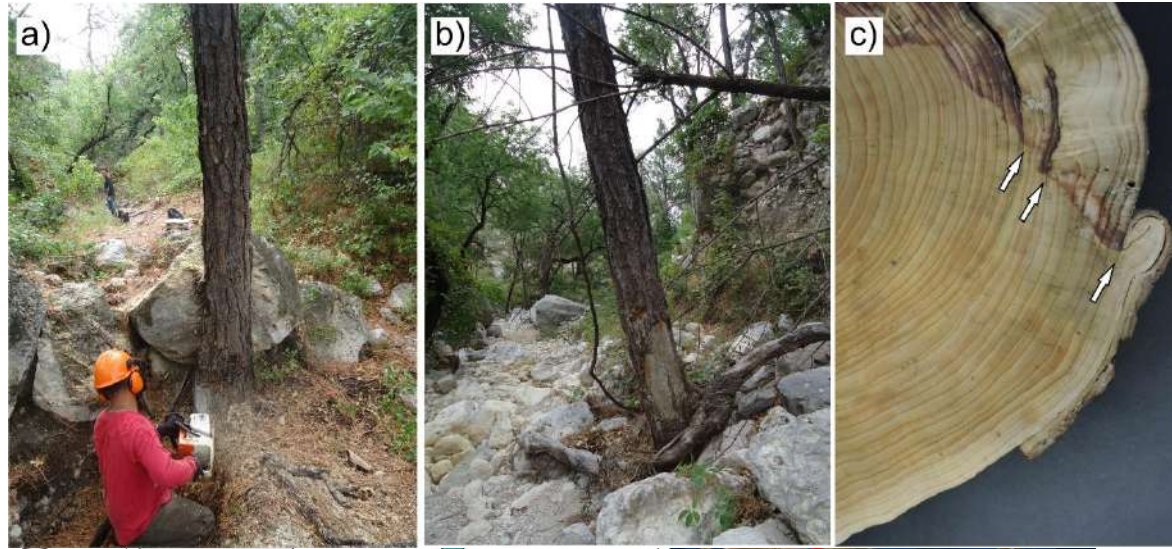


Avenidas Torrenciales

Los procesos geomorfológicos, como las **avenidas torrenciales**, afectan el crecimiento natural de los árboles.

A partir del **fechado de disturbios en los anillos de crecimiento** (heridas, supresión y tensión del crecimiento), se reconstruyen eventos históricos, útiles para prevención y mitigación de peligros naturales.

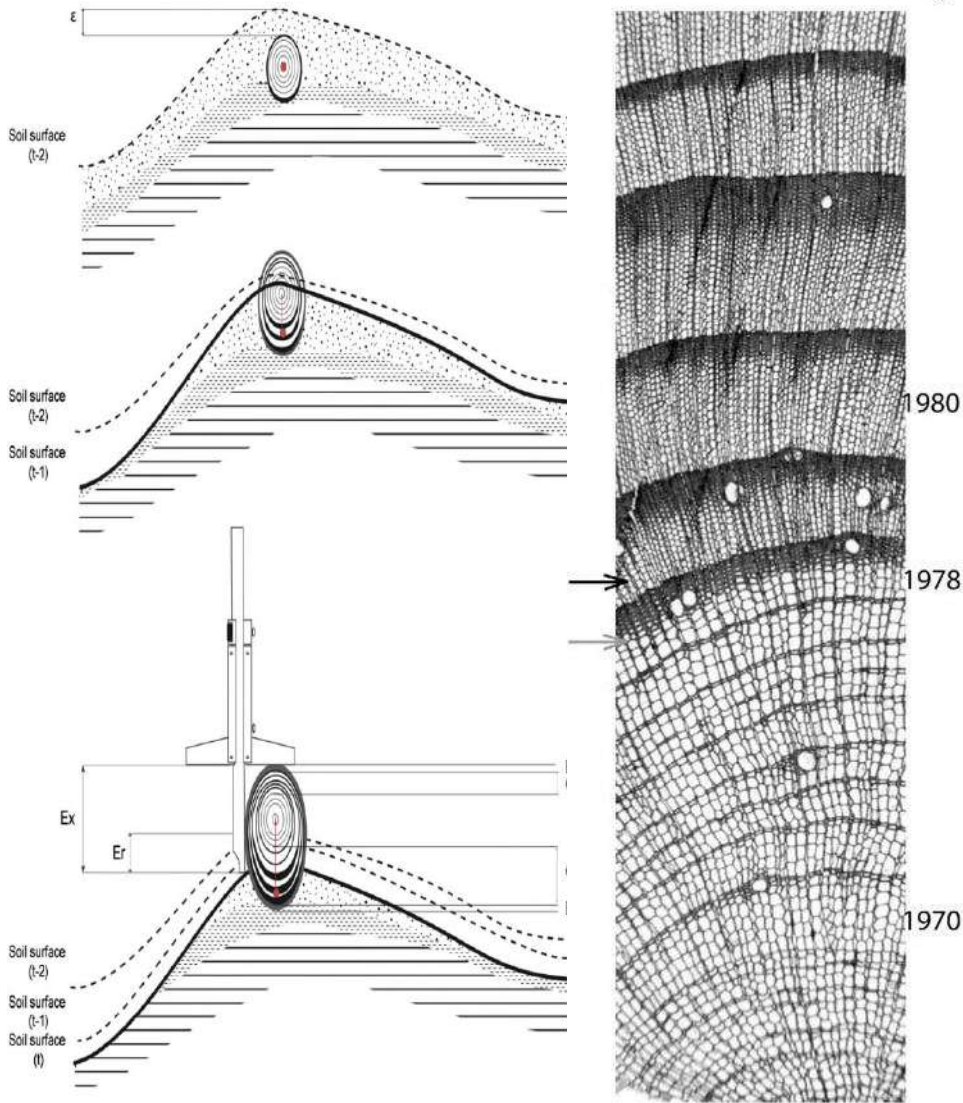
Efectos de Huracanes



Trayectoria del huracán

Disturbios por erosión laminar y concentrada

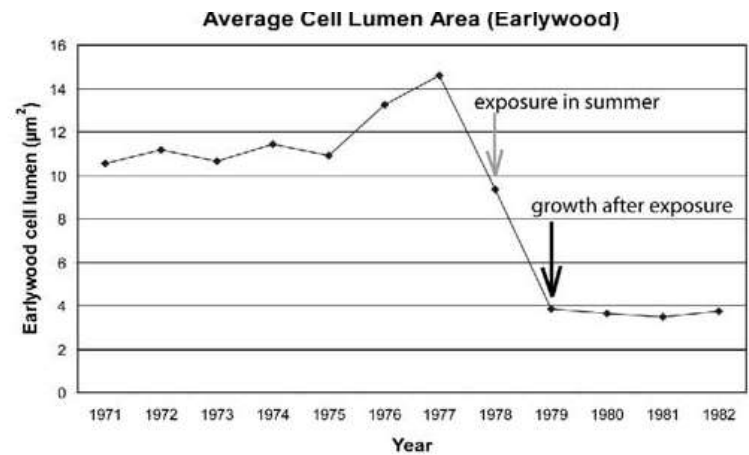
Micro section of annual rings



Erosión Laminar

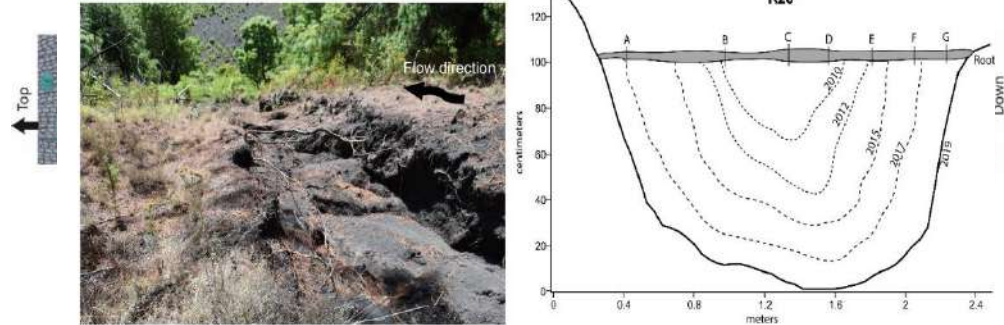


(Fotos tomadas por Osvlado Franco-Ramos)



Erosión concentrada o cárcavas

(Franco-Ramos *et al.* En Proceso)



Esquemas representativos de la evolución de la cárcava en el sector bajo de la cárcava. Las líneas discontinuas indican la reconstrucción evolutiva de la cárcava.

DENDROCRONOLOGÍA: UNA VENTANA AL PASADO PRESAGIOS DEL FUTURO



cerano.julian@inifap.gob.mx
cerano.julian@gmail.com

Gracias...