

AVANCES SOBRE ESTUDIOS DENDROCRONOLÓGICOS EN LA REGIÓN COSTERA NORTE DEL PERÚ PARA OBTENER UN REGISTRO PASADO DEL FENÓMENO EL NIÑO

Rodolfo Rodríguez*, Ronald Woodman**, Ben Balsley***

Antonio Mabres*, Richard Phipps****

Resumen

Se presenta un informe de avance sobre un proyecto dendrocronológico en búsqueda de registros de la ocurrencia del fenómeno de El Niño en el pasado. El proyecto se desarrolla en la zona norte de la costa del Perú, una región muy sensible a la ocurrencia del fenómeno de El Niño y de la Oscilación del Sur (ENSO).

Varias especies locales han sido seleccionadas para su estudio. Éste incluye observaciones fenológicas, del crecimiento radial y de las características del anillado de crecimiento en sus ramas y troncos. Las especies más estudiadas y con los registros de observación más largos son el Palo Santo, el Hualtaco y el Sapote. Se presentan los registros de crecimiento de estas tres especies, incluyendo años secos y años El Niño.

El Sapote no presenta anillos completos de crecimiento. Su crecimiento parece estar controlado principalmente por la presencia de agua en el subsuelo. Sin embargo, éste presenta variaciones, respondiendo a las estaciones y a años lluviosos. El año 1983 ha dejado huellas en su anillado muy conspicuas y sin precedentes. El Hualtaco y El Palo Santo, sí presentan anillos completos. Ambos crecen en las zonas montañosas bajas, bien drenadas, que rodean las zonas planas del desierto. Su hábitat cubre varios regímenes de lluvias, de los más secos, donde ellos crecen solamente durante años El Niño, a los más húmedos, con precipitaciones anuales estacionales, mostrando crecimiento por lo menos durante la estación de lluvias. En los dos casos, ambos muestran respuesta casi inmediata a la carencia o no de lluvias, con crecimiento radial y de nuevas hojas inmediatamente después de la ocurrencia de sólo unos cuantos centímetros de lluvia. Ante la carencia de lluvias y humedad en el suelo, rápidamente pierden sus hojas, pudiendo dormitar por años en este estado, en las zonas más secas.

Un análisis preliminar de la correspondencia entre la intensidad de las precipitaciones en las zonas más lluviosas y el espesor del anillado en el Palo Santo permite ver una alta correlación entre ambas, mostrando a la vez el potencial de esta especie para establecer una cronología de la intensidad de las lluvias en el pasado, y por ende de la ocurrencia del fenómeno El Niño.

Palabras claves: *Dendrocronología, El Niño, Paleo-ENSO.*

* Universidad de Piura, Apartado 353, Piura, Perú.

** Instituto Geofísico del Perú. Apartado 3747. Lima 100, Perú.

*** CIRES, University of Colorado, Campus Box 216, Boulder, CO 80309-0716, USA.

**** US Geological Survey, Reston, VA 22092, USA.

ÉTAT D'AVANCEMENT DES ÉTUDES DENDROCHRONOLOGIQUES DE LA RÉGION CÔTIÈRE DU NORD DU PÉROU AFIN D'OBTENIR L'ENREGISTREMENT PASSÉ DU PHÉNOMÈNE EL NIÑO

Résumé

Ce travail présente un rapport préliminaire sur le projet dendrochronologique de recherche d'enregistrements des manifestations du phénomène El Niño dans le passé. Le projet se développe dans la zone nord de la côte péruvienne, région très sensible aux manifestations du phénomène El Niño et de l'Oscillation du Sud (ENSO).

Plusieurs espèces locales ont été sélectionnées pour étude. Ceci inclut des observations phénologiques de la croissance radiale et des caractéristiques des anneaux de croissance dans leurs branches et troncs. Les espèces les plus étudiées et dont les registres d'observations sont les plus longs sont le Palo Santo, le Hualtaco et le Sapote. On présente les registres de croissance de ces trois espèces, où sont incluses les années sèches et les années El Niño.

Le Sapote n'a pas d'anneaux de croissance complets. La croissance paraît avoir été essentiellement contrôlée par la présence d'eau dans le sous-sol. Cependant cette espèce présente des variations qui correspondent aux saisons et aux années pluvieuses. L'année 1983 a laissé dans ses anneaux des traces notables et sans précédent. Par contre, le Hualtaco et le Palo Santo ont des anneaux complets. Les deux croissent dans des zones montagneuses de basse altitude, bien drainées, proches des zones planes du désert. Leur habitat s'adapte à plusieurs régimes de pluies, depuis les plus secs où ils ne poussent que durant les années El Niño, jusqu'aux plus humides, avec des précipitations saisonnières annuelles et une croissance effective au moins au cours de la saison des pluies. Dans les deux cas, la réponse à la carence ou présence de pluie est immédiate, avec croissance radiale et apparition de nouvelles feuilles juste après la chute de quelques centimètres de pluie. Face au manque de pluie et d'humidité dans le sol, ils perdent rapidement leurs feuilles et peuvent hiverner ainsi durant des années dans les zones les plus sèches.

Une analyse préliminaire du rapport entre l'intensité des précipitations dans les zones les plus pluvieuses et l'épaisseur des anneaux chez le Palo Santo permet de constater la forte corrélation entre les deux et, en même temps, l'utilité de cette espèce pour établir une chronologie de l'intensité des pluies dans le passé, et par conséquent de la présence du phénomène El Niño.

Mots clés : *Dendrochronologie, El Niño, Paléo-ENSO.*

DENDROCHRONOLOGICAL STUDIES IN NORTHERN COASTAL PERU IN SEARCH FOR PAST RECORDS OF THE EL NIÑO PHENOMENA: A PROGRESS REPORT

Abstract

A progress report of a current dendrochronological project in search for a record of past El Niño phenomena is presented. The search is being carried out in the coastal desert region of northern Peru, a very sensitive region to the occurrence of El Niño phenomena and the related Southern Oscillation (ENSO).

Several local species have been selected for study. The study includes phenological observations, radial growth control and tree ring characteristic analysis. The species with longest records and most intensively studied are Palo Santo, Hualtaco and Sapote. Relatively long records of radial growth for these three species are presented. The period includes dry, and El Niño, years.

Sapote does not present complete tree rings. Its growth seem to be mainly dependent on the availability of underground water; nevertheless, it does respond to seasons and rainy years. The 1983 El Niño has left a very conspicuous and unprecedented signature of very fast growth. Hualtaco and Palo Santo do present complete tree rings. They both grow in low, well drained mountainous areas surrounding the flat coastal desert. In the driest areas they grow only during the occurrence of El Niño, whereas in the wettest areas, they grow every year during the rainy season. In both cases they are very sensitive and respond very quickly to a few centimeters of rain, and go dormant, with no leaves nor growth, during the dry season, which in certain areas of their habitat can last for years.

A preliminary analysis of the correspondence between rainfall and Palo Santo growth, in one of the rainiest region of their habitat, shows high correlation, and the potential of Palo Santo to render an annual past chronology of rainfall intensity, and hence of El Niño occurrence.

Key words: *Dendrochronology, El Niño, Paleo-ENSO.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Importancia del problema

El Fenómeno «El Niño» (ENSO), supone una alteración climática de alcances y consecuencias sumamente importantes, por su amplitud geográfica y la intensidad de sus efectos. Los episodios de magnitud extraordinaria, como el de 1982-1983, tienen características de gran catástrofe para muchos lugares. En el Perú, el año 1983, como consecuencia del fenómeno El Niño, hubo una disminución del Producto Nacional Bruto de 12.6% (Vera, 1984). Por lo demás, todos los episodios de El Niño tienen trascendencia socioeconómica grande, por sus repercusiones en la actividad agrícola y pesquera en las costas de Sudamérica. También las situaciones extremas opuestas al fenómeno El Niño (que se manifiestan en agudas sequías en la región de Piura) han supuesto alteraciones climáticas de amplio alcance.

Precisamente porque se trata de una alteración climática de tan gran escala y magnitud, tiene importancia conocer la historia del fenómeno El Niño. Los estudios dendrocronológicos que se han emprendido tienen por objeto establecer con cierta confiabilidad (pudiendo cuantificar la magnitud) los episodios ENSO pasados, a través de los registros «proxi» dejados en algunos árboles de regiones fuertemente afectadas por el fenómeno.

Los resultados de estos estudios serán complementados con los provenientes de fuentes históricas y otras fuentes. Con todo ello se espera poder tener una información fiable, a lo largo de siglos, sobre frecuencia e intensidad del fenómeno, que permita evidenciar eventuales cambios climáticos.

1.2. Situación privilegiada de Piura

La región de Piura, entre los paralelos 3 y 6 grados de latitud sur y en la zona más occidental del continente suramericano, tiene una extraordinaria sensibilidad a los efectos de los eventos ENSO. El seguimiento de las variables atmosféricas y oceánicas más inmediatas en la zona de Piura (presión atmosférica y la temperatura mar), permiten un monitoreo óptimo del fenómeno. La precipitación pluvial tiene una variación extraordinaria: es de escasos mm en los años de No Niño y alcanza valores del orden de 20 a 30 veces más (en promedio) los años de Niño. Es de esperar que variaciones tan grandes en el nivel de precipitación se reflejen en el crecimiento de los árboles sometidos a estas drásticas variaciones del medio ambiente y, por tanto, que podamos encontrar el registro fiel y fácil de cuantificar paleoENSO.

También la zona de Piura ha proporcionado fuentes históricas muy valiosas para documentar los eventos pasados. Basta citar los trabajos de Eguiguren (1894), recogidos y comentados por Woodman (1984) y otros referidos en la recopilación de Quinn *et al.* (1987), hasta ahora la más completa, que bien podrá enriquecerse cuando se busque con más detenimiento publicaciones y otros documentos de Piura y sus poblaciones más próximas.

2. OBJETIVOS

Este estudio pretende obtener la historia de episodios pasados del Fenómeno El Niño, a partir de sus efectos en las características de los anillos de crecimiento en troncos de algunos árboles de la zona costera. Para ello hay dos pasos o etapas completamente diferenciadas: en primer lugar, identificar e interpretar los efectos producidos por los últimos eventos, bien

documentados por registros meteorológicos; y, luego, extender la interpretación hacia atrás en el tiempo utilizando la «clave» encontrada anteriormente, la información histórica complementaria y otras ayudas provenientes de fechado con Carbono 14 por ejemplo.

Entre las dificultades a resolver está el hecho de que las técnicas dendrocronológicas usuales para zonas templadas no son, en general, aplicables a los árboles tropicales. La interpretación del posible anillado que se observa en dichos árboles de zonas tropicales es muy difícil: ordinariamente no hay una diferenciación estacional en el tipo de madera y, si se observan anillos, no siempre puede hacerse una correspondencia anillo-año. Para algunas especies sí se da un verdadero anillado (anual o no) o al menos, otros modos de diferenciar el tipo de tejido correspondiente a condiciones externas muy cambiantes.

El primer paso, pues, ha sido el de encontrar especies con anillos de crecimiento (y preferiblemente que sean anuales) o con un tipo de tejido que permita diferenciar el crecimiento diverso en las épocas lluviosas. Además, deben ser árboles suficientemente longevos, o de los que exista la posibilidad de encontrar ejemplares cortados hace años, por haberse utilizado en construcción, para hacer muebles, etc.

Una vez seleccionadas las especies que tienen (o se espera que puedan tener) las condiciones anteriormente mencionadas, se han escogido algunas zonas adecuadas y algunos ejemplares en dichas zonas, cuyo crecimiento no pueda estar influenciado por situaciones particulares que «enmascaren» el efecto del clima y hacer un primer control *in situ* durante el mayor tiempo posible.

3. ESPECIES DE ÁRBOLES SELECCIONADAS

Entre las especies arbóreas autóctonas que crecen en el desierto costero y en las inmediaciones, siempre dentro de la zona de alto contraste climático (específicamente pluvial) entre los períodos de ENSO y los otros, se han escogido el Sapote, el Palo Santo, el Hualtaco, el Guayacán y otras, de las que se detallan algunas características en la tabla 1: nombre común y científico, hábitat, dimensiones, usos, tipo de madera y propiedades resaltantes.

Algunas especies (como el sapote) son «siempreverdes» y mantienen hojas incluso en largas épocas de sequía, aunque con un crecimiento mucho menor. Otras presentan características propias de los árboles de hoja caduca, pero la pérdida de hojas está unida al período seco - incluso de más de un año - durante el que «duermen», como, por ejemplo, Palo Santo, Hualtaco y Guayacán.

4. ENTORNO ECOLÓGICO: TIPOS DE HÁBITAT

Para situar los lugares de control de árboles en su contexto ecológico, mencionaremos las regiones que, desde el punto de vista de distribución de flora, suelen distinguirse en la región de Piura. Para nuestro objetivo, no interesan las partes correspondientes a niveles altos, sino las próximas a la costa, con mayor contraste Niño-No Niño; es decir los dos primeros «pisos» ecológicos según Pulgar Vidal (1987): el primero de 0 a 300 m de altura (Región Chala) y el segundo de 300 a 1200 (Región Yunga) y, dentro de éste último, sólo la primera zona de vida, hasta 600 m en el valle del Piura y 800 en el del Chira y Quiroz. Dentro del primer piso distinguimos los tipos de hábitat que se muestran en la tabla 2, donde se indican sus características de altura, tipo de suelo, densidad de vegetación, precipitación, contraste y tipo más común de vegetación.

Nombre Común	Nombre Científico	Hábitat	Dimensión max.		Usos	Propiedades	Observaciones
			Alto	Ø			
Sapote	<i>Capparis Angulata</i>	Desierto despoblado	<8 m	80 cm	Artesanía, leña	Blanca, dura	Longevo, siempreverde
Haitaco	<i>Lauropterigium Huazango</i>	Piedemonte (<500 m)	<20 m	70 cm	Parquet, cercos	Oscura, dura	Recuperación rápida
Palo Santo	<i>Bursaria graveolens</i>	Piedemonte (<500 m)	<10 m	50 cm	Cajonería para fruta	Blanca, blanda	Recuperación rápida
Guayacán	<i>Tecoma</i> sp	Piedemonte (<500 m)	<15 m	50 cm	Muebles	Oscura, vetada, dura	
Algarrobo	<i>Prosopis</i> sp	Desierto, despo- blado, valles			Leña	Oscura, muy dura	Poder calorífico
Palo verde	<i>Cercidium</i>	Despoblado,	<5 m	25 cm	Artesanía (cucharas)	Blanca, dura	
	<i>Praxos Huamán</i> o <i>Caesalpinia Praxos</i>	Piedemonte					
Palo Blanco	<i>Celtis Ignescent</i> o <i>Celtis Triflora</i>		<15 m	55 cm			
Frepillo (o Sune)	<i>Capparis Millis HBK</i>	Piedemonte	<5 m			Blanca, dura	
Charán	<i>Caesalpinia Corymbosa</i>	Piedemonte	<6 m	80 cm		Blanca, muy dura	
Faique	<i>Acacia Tortuosa</i> o <i>Macracantha</i>	Despoblado, piedemonte					
Barbasco	<i>Lonchocarpus nicoi</i>	Piedemonte				Blanca, intermedia	
Pasayo	<i>Bombax Bicolor</i>						
Vichayo	<i>Capparis Ovalifolia</i>	Despoblado	<3 m	20 cm		Blanca, dura	
Ceibo	<i>Ceiba Pentlandii</i> o <i>Eriodendron Anfractuosum</i>	Piedemonte	<15 m	80 cm		Blanca, blanda	

Tabla 1 - Especies seleccionadas: nombre común y científico, hábitat, dimensiones máximas (alto y diámetro), algunos usos y propiedades de las especies arbóreas seleccionadas.

Los «pisos» correspondientes a igual vegetación tienen alturas diversas según la latitud. En latitudes de aproximadamente 3° S, ya en el departamento de Tumbes, donde la precipitación pluvial es algo mayor, aunque manteniendo todavía un alto contraste Niño-No Niño, la vegetación propia de piedemonte llega hasta el nivel del mar.

5. ZONAS ESCOGIDAS PARA CONTROL DE CRECIMIENTO

Se ha escogido una variedad de lugares de distinto entorno ecológico donde se lleva el control del crecimiento de los árboles. Algunos en el desierto litoral, otros en los tablazos costeros y despoblados, y otros en zonas de piedemonte y sierra. Se espera encontrar información diversa que responda al patrón de las lluvias en el respectivo lugar. En el desierto y despoblado, en zonas bajas del litoral, hay años de sequía casi absoluta, pues prácticamente sólo llueve los años de Niño. En cambio, en las laderas de piedemonte y a mayor altura hay lluvias anuales aunque de diversa intensidad. En cierto modo, en todos los árboles habrá quedado «registrado» el crecimiento asociado a los años de Niño (de lluvia

Nombre	Suelo	Altura	Densidad de Vegetación	Precipitaciones Promedio	Contraste De Precipitac.	Vegetación
DESIERTO	ARENA (DUNA)	0-50msnm	ESCASA	<100mm/AÑO	(1/50-1/30)	ALCARROBOS SAPOTES
DESPOBLADO	ARENA, ONDULADO COBERTURA VEGETAL	50-200msnm	MEDIA	100-150mm / AÑO	(1/30-1/20)	ALCARROBO SAPOTE VICHAYO
VALLES	CREDA Y	0-2000msnm	ALTA	-250mm/AÑO	(1/50-1/2)	CULTIVOS TÍPICOS DE LA REGIÓN
PIEDEMONTES	CREDA, ARENISCAS PEDREGOSO	200-300msnm	MEDIA ALTA	300mm/AÑO	(1/20-1/10)	HUALTACO SAPOTE PALO SANTO CHARAN QUAYACAN BARBASCO (CACTUS)

Tabla 2 - Entornos ecológicos: nombre, tipo de suelo, altitud, densidad de vegetación, precipitación por año, contraste climático y tipos de vegetación de los entornos ecológicos típicos de la costa norte donde crecen las especies arbóreas.

abundante), pero sólo en los de las partes altas, quedarán «registrados» los años de No Niño. También se ha buscado, en lo posible, cercanía a estaciones meteorológicas. En la tabla 3 se muestran las especificaciones de estos lugares, que se señalan en el mapa de la figura 1.

Además en cada lugar se han escogido ejemplares que crecen en suelos bien drenados y rocosos, donde la presencia de precipitación pluvial debe afectar preponderantemente el crecimiento, de modo que éste esté directamente relacionado con la intensidad y duración de las lluvias. Se ha buscado evitar cauces de arroyos o lugares de napa freática alta o cualquier otra causa que influya en el crecimiento.

6. OBTENCIÓN DE DATOS

6.1. Datos sobre crecimiento

Los datos de crecimiento son obtenidos midiendo, con dendrómetro, el crecimiento radial del tronco del árbol. Estas mediciones se hacen a intervalos aproximados de dos meses, incrementándose la frecuencia en los periodos de lluvias, usualmente los meses de enero, febrero y marzo.

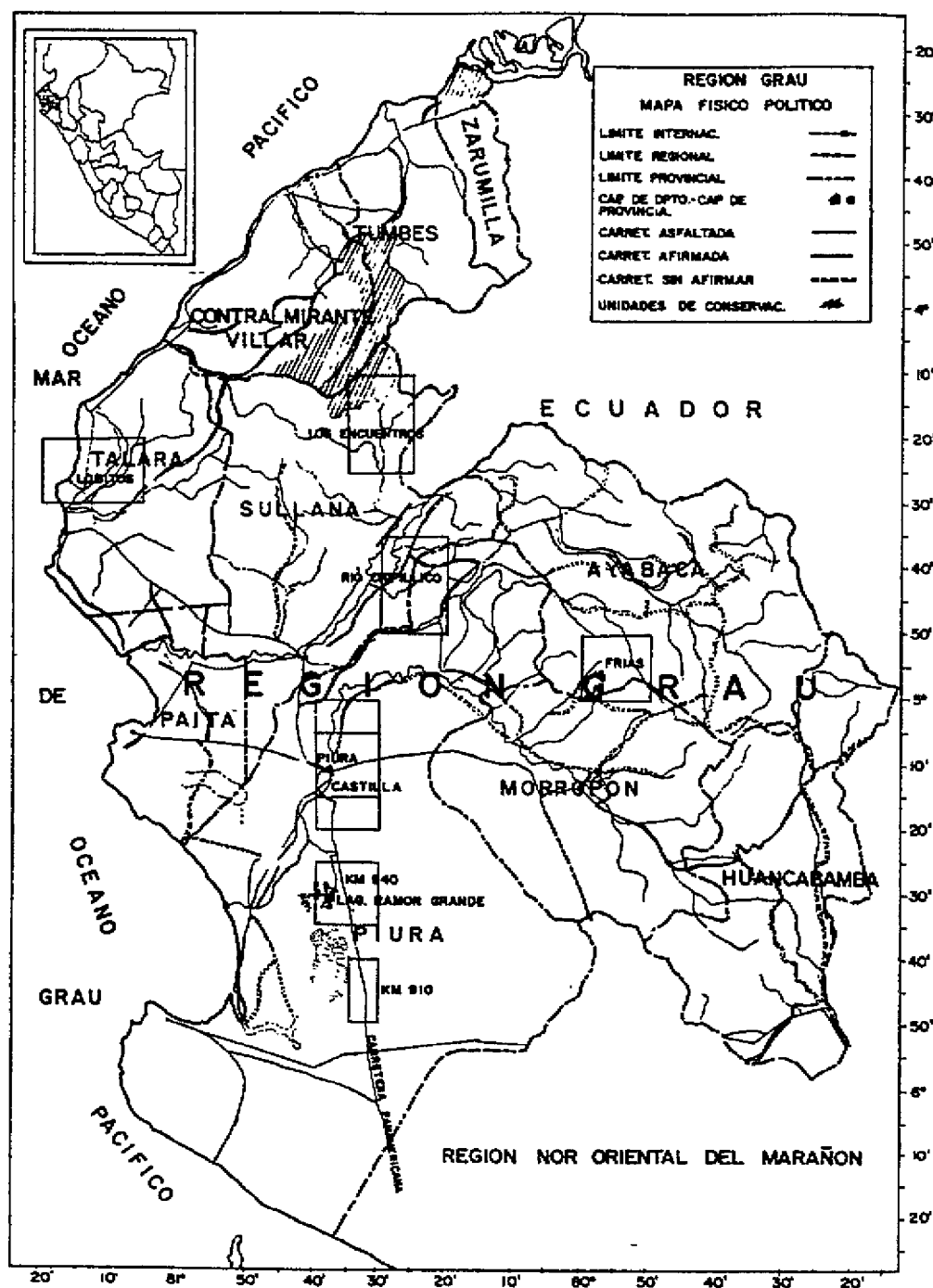
Con las medidas realizadas desde diciembre de 1986 se han elaborado tablas de datos, como la de la tabla 4, y gráficos de crecimiento en función del tiempo, como los ejemplos de las figuras 2 y 3.

6.2. Datos pluviométricos

Se han buscado datos de precipitación de las estaciones meteorológicas lo más cercanas posibles a los lugares donde se tienen los árboles bajo control. Esto se ha conseguido parcialmente: para algunos de los lugares, la serie de datos pluviométricos conseguida -que se utiliza para analizar las relaciones con el anillado y tipo de tejido- es bastante larga y adecuada por su proximidad al lugar. En otros casos, los datos de lluvia a utilizar son más lejanos, pero, en todo caso, altamente correlacionados con la lluvia del lugar correspondiente.

Zona	Lugar	Latitud	Longitud	Altitud	Dpto.	Prov.	Dist.	Entorno	Árboles
1 Zorritos	Zorritos	03° 40' 03"	80° 39' 21"	30 m	Tumbes	Cont. Villar	Zorritos	Tablazo litoral	Recojo muestras Hualtaco
2 Punta Sal	Punta Sal	03° 58' 00"	80° 58' 00"	15 m	Tumbes	Cont. Villar	Zorritos	Cerro litoral	Hualtaco, Palo santo
3 Encuentros	Palo Santo	04° 19' 00"	80° 30' 00"	300 m	Piura	Sullana	Lancones	Piedemonte	Guayacan
4 Río Quiroz	Pampa Larga	04° 23' 30"	80° 16' 00"	200 m	Piura	Sullana	Lancones	Piedemonte	Hualtaco, Palo Santo, Barbasco
5 Pocheos	Montesillo	04° 41' 30"	80° 28' 30"	200 m	Piura	Sullana	Lancones	Piedemonte	Hualtaco, Palo Santo, Charán
6 Las Lomas	Cerro Alteza	04° 35' 00"	80° 15' 00"	450 m	Piura	Piura	Lancones	Piedemonte	Hualtaco, Palo Santo
7 Sta Grimaessa	Sia Griman.	04° 47' 00"	80° 27' 00"	150 m	Piura	Piura	Sullana	Piedemonte	Hualtaco, Palo Santo
8 Ejidos	El Molino	05° 04' 00"	80° 30' 54"	75 m	Piura	Piura	Piura	Desierto	Charán
9 Carretera	José Marquez	05° 10' 00"	80° 32' 00"	75 m	Piura	Piura	Castilla	Desierto	Sapote
Chulucanas									Sapote
10 Vicús	Cerro Vicús	05° 10' 00"	80° 09' 00"	200 m	Piura	Morropón	Chulucanas	Piedemonte	Palo Santo
11 Desierto de Sechura	Km 966 Panam.	05° 10' 00"	80° 35' 30"	100 m	Piura	Piura	Calacanos	Desierto	Sapote
12 Desierto de Sechura	Km 940 Panam.	05° 30' 30"	80° 35' 00"	75 m	Piura	Piura	Cristo Nos Valga	Desierto	Sapote
13 Desierto de Sechura	Km 910 Panam.	05° 47' 00"	80° 32' 30"	50 m	Piura	Piura	Sechura	Desierto	Sapote
14 Frías	Frías	04° 55' 00"	79° 56' 00"	1673 m	Piura	Ayabaca	Frías	Sierra	
15 El Alto	Qda. Paloma	04° 05' 30"	80° 10' 00"	170 m	Piura	Talara	El Alto	Tablazo deshabitado	Hualtaco, Palo Santo

Tabla 3 - Lugares de estudio dendrocronológico: ubicación geográfica y política, entorno ecológico y especies arbóreas de los lugares donde se realiza estudio dendrocronológico.



Fecha	Día-Año	Día-OBS	(mm)	Acum.	Pendiente	Observaciones
28/06/87	179	0	1.62	1.62		
04/08/87	216	37	2.06	2.06	.01189	
5/11/87	309	130	3.62	3.62	.01677	
05/12/87	339	160	4.18	4.18	.01867	
09/01/88	9	195	5.11	5.11	.02657	
27/02/88	58	244	7.13	7.13	.04122	
24/04/88	115	301	8.97	8.97	.03228	
14/08/88	277	413	11.59/6.0	11.59	.02339	
12/11/88	317	503	6.90	12.49	.01000	
22/01/89	22	574	8.58	14.17	.02366	
08/02/89	39	591	9.25	14.84	.03941	
04/06/89	155	707	11.61	17.20	.02034	
06/08/89	218	770	3.43	18.25	.01667	Pto. Nuevo
15/10/89	288	840	4.35	19.17	.01314	
17/12/89	351	903	5.63	20.45	.02032	
10/02/90	41	958	6.96	21.78	.02418	
25/03/90	84	1001	3.37	22.81	.02397	Pto. Nuevo
28/07/90	209	1126	6.34	25.78	.02376	
25/11/90	329	1246	7.30	26.74	.00800	
20/01/91	20	1302	8.16	27.60	.01536	
17/03/91	76	1358	9.40	28.84	.02214	
19/05/91	139	1421	11.94/6.82	31.38	.04032	Reajustado
01/12/91	335	1617	.57	36.96	.02847	Pto. Nuevo
22/02/92	53	1700	1.95	38.34	.01663	

Tabla 4 - Crecimiento radial de tronco de árboles: datos de crecimiento radial de tronco de árboles (Sapote) obtenidos por medición periódica con dendrómetro. Con estos datos se estima la pendiente de crecimiento.

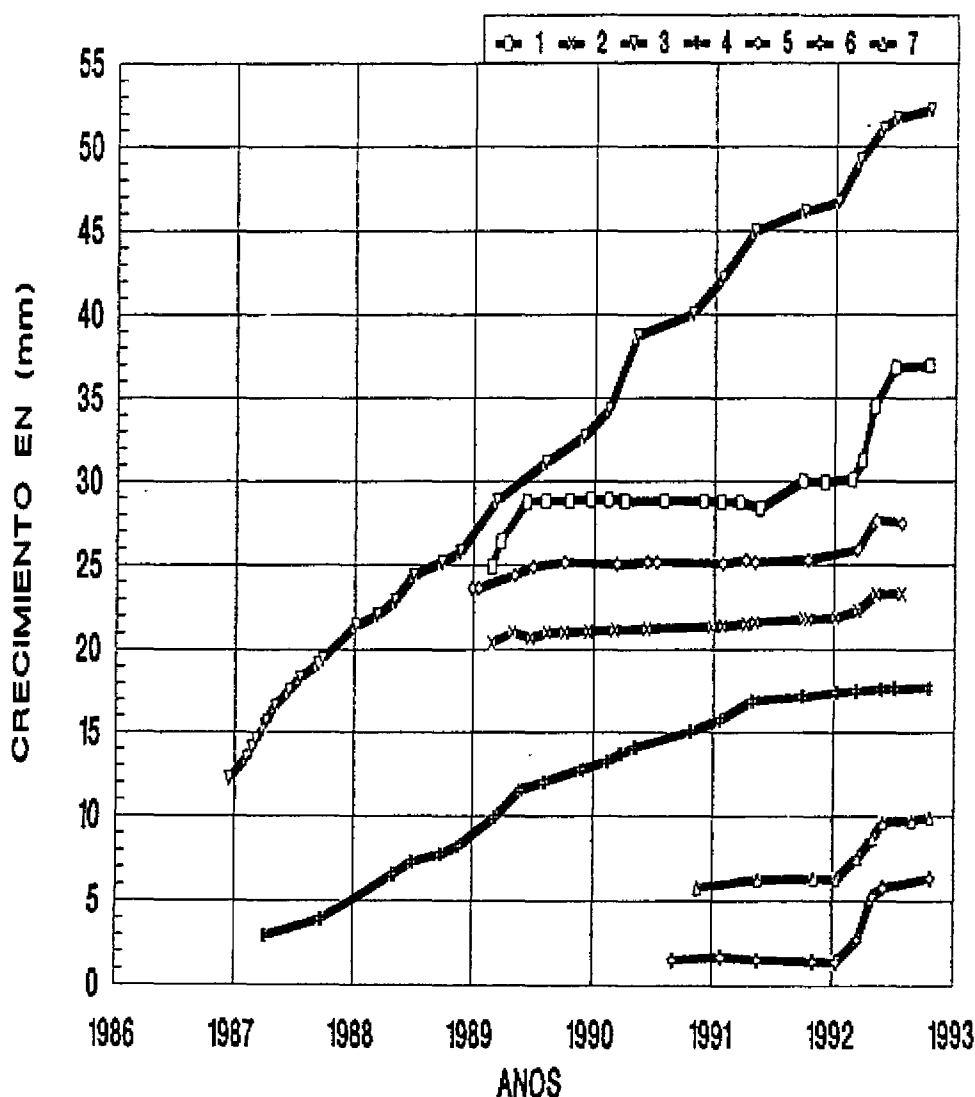
7- RESULTADOS PRELIMINARES Y DISCUSIÓN

Si bien tenemos ya algunos años efectuando nuestras observaciones, nuestro estudio no ha concluido. Recién en los últimos años hemos descubierto especies y hábitats que creemos nos permitirán cumplir con los objetivos trazados. Por otro lado, estamos ya en posición de comunicar algunas observaciones y conclusiones interesantes.

Las observaciones y control de crecimiento realizados han permitido establecer claramente que las especies de Palo Santo y Hualtaco desarrollan sus hojas y crecen solamente cuando -y tan pronto como- comienzan las lluvias, y dejan de crecer y pierden sus hojas muy poco después de terminar estas. Permanecen así «durmiendo», sin hojas y sin crecer, por años sucesivos en que no llueve. Esta sensibilidad a las lluvias se puede apreciar en las curvas de crecimiento mostradas en la figura 2. Por otro lado, observaciones macroscópicas y microscópicas hechas a secciones de madera de Palo Santo y Hualtaco permiten apreciar claramente anillos cerrados delimitados por franjas estrechas con células de menor tamaño y bordes de coloración más intensa (Fig. 4), que permite identificarlos fácilmente. El grosor del anillo depende de que el árbol haya recibido más o menos lluvia (Fig. 3 y 5). Esta cualidad hace interesante a estas especies, ya que tienen registrado en su anillado su crecimiento, el cual está asociado a los años de lluvia y a su intensidad.

A ambas especies, Hualtaco y Palo Santo, se los encuentra en zonas que van desde lo más seco de la región estudiada, como Quebrada Paloma en El Alto, a las más lluviosas, como son las montañas cercanas a Las Lomas. En la primera, sólo llueve durante períodos de El Niño fuertes; en la segunda, llueve, aunque poco, aún en los años secos. En ambos llueve

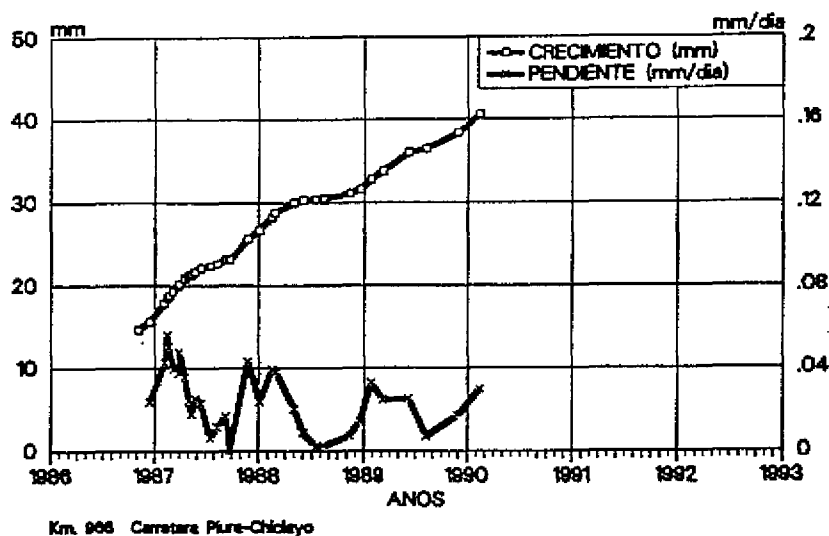
CRECIMIENTO RADIAL



- | | | |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 Palo Santo, Vicus | 4 Zapote (Z32-B), Km 910 | 7 Huallaco Bajo, Pta. Sal |
| 2 Palo Santo, Poehos | 5 Huallaco, Sta. Grimesa | |
| 3 Zapote (Z9), Km 940 | 6 Palo Santo, Qda. Paloma | |

Fig. 2 - Gráfico de crecimiento radial de tronco de árboles con datos de crecimiento obtenidos por medición periódica con dendrómetro. Se observa un crecimiento sostenido de los Sapotes, en cambio los Palo Santo y Huallacos no tienen crecimiento, excepto en época de lluvias.

ZAPOTE Z7-R3



PRECIPITACION

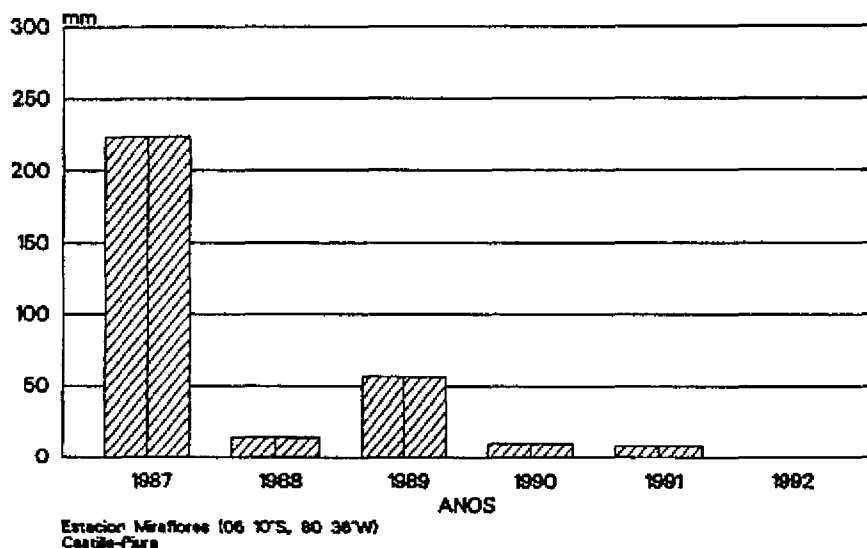


Fig. 3 - Gráficos de crecimiento radial, pendiente de crecimiento de un Sapote ubicado en el desierto costero comparados con el gráfico de precipitaciones total. La pendiente de crecimiento aumenta en los meses lluviosos (enero, febrero y marzo).

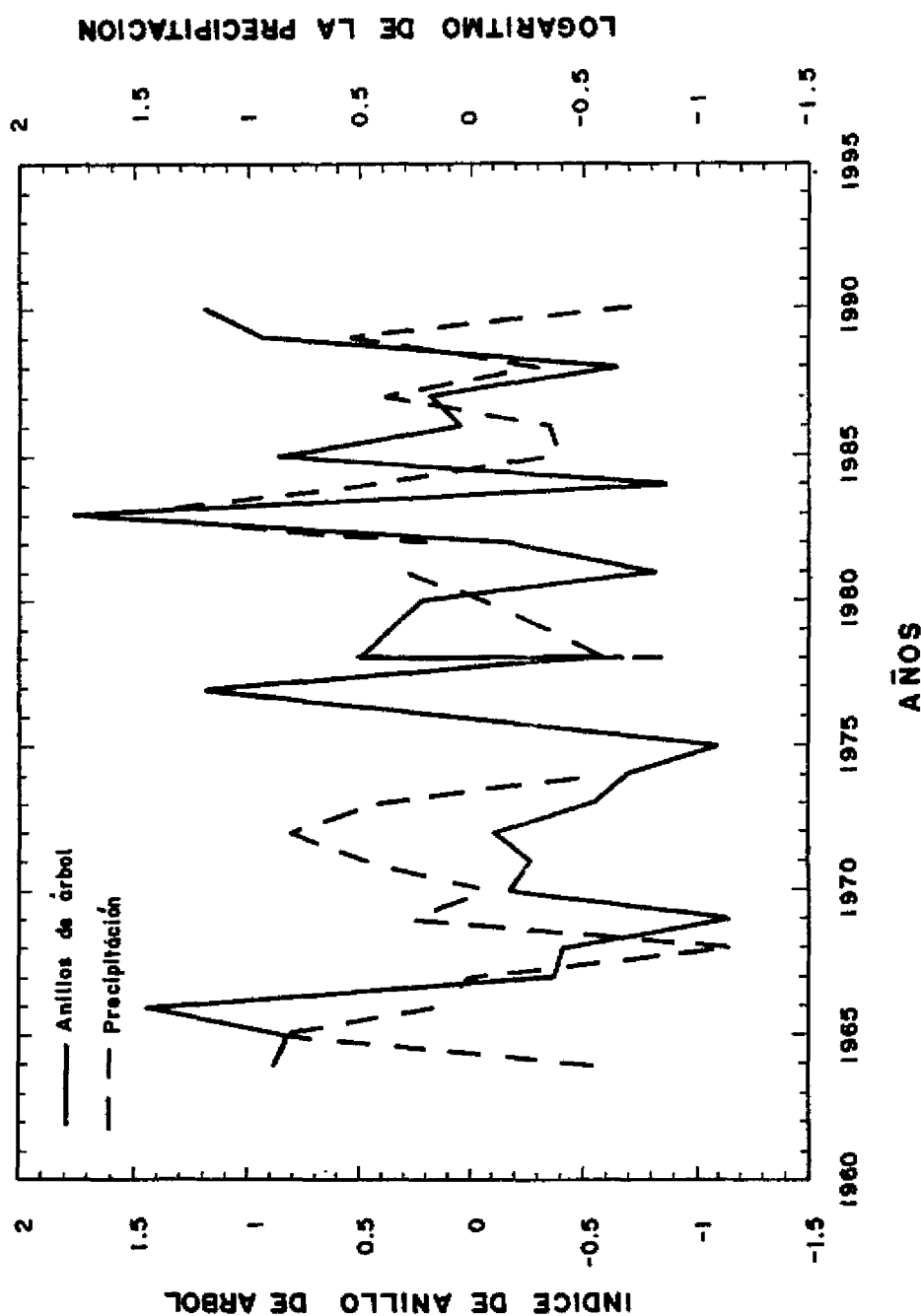


Fig. 6 - Gráfico del índice de anillo de árboles de un Palo Santo de la zona de las Lomas comparado con el logaritmo de la precipitación caída en el lugar. La correlación es alta.

sólo durante la estación de lluvias. En la primera, las dos especies observadas registran en su anillado sólo la ocurrencia de El Niño fuerte (Fig. 2), con mayor o menor espesor de acuerdo a la intensidad de éste. El Niño de 1983 se registra con un anillo de espesor excepcional. En la segunda, se espera un anillado anual y, por lo tanto, con el potencial de producir una cronología de la intensidad de las lluvias. Usadas en conjunto podrían producir una cronología de los El Niño fuertes del pasado.

Efectivamente, un análisis hecho con las técnicas usuales en dendrocronología muestra una alta correlación entre el índice derivado de la anchura de los anillos y el logaritmo de la precipitación, para una sola muestra de Palo Santo en la zona de Las Lomas. Como puede apreciarse en la figura 6, en forma cualitativa, la correlación es alta, aunque en un determinado punto -año 1970- se «pierde» un anillo y se desfasan en un año las variaciones de las dos gráficas. A pesar del carácter preliminar de este análisis, y de la no cuantificación matemática de la correlación, es evidente que constituye un indicio claro del potencial de esta especie, en esta zona, para conseguir los objetivos buscados.

Todos los Sapotes bajo estudio muestran un crecimiento casi constante, pero con variaciones estacionales correlacionadas a la intensidad de las lluvias, como se puede apreciar en las figuras 2 y 3. Secciones de Sapote muestran a primera vista un «anillado» muy conspicuo, pero una inspección más detallada muestra claramente que estos «anillos» no son completos, ni son anuales. Por otro lado, secciones resultantes de cortes hechos unos años después de las lluvias de 1983, muestran que como consecuencia de éstas hubo un crecimiento excepcional con una estructura celular muy diferente a todas las anteriores. Este crecimiento persistió por varios años, probablemente como consecuencia de un nivel fríasico más superficial. Cortes hechos en Sapotes gruesos con una edad cercana a los 200 años, estimadas por el método de Carbono-14, no muestran un crecimiento comparable en los «anillos» anteriores al año 1983. Si bien se ha descartado al Sapote como especie con potencial dendrocronológico, nos ha sido útil ya en establecer lo excepcional del año 1983. Tenemos identificados varios Sapotes en la región que por su grosor podrían tener una edad aún mayor, en los que pensamos buscar evidencia de crecimiento similar, y determinar así la frecuencia de ocurrencia de El Niños con intensidad comparable al de 1983.

Referencias citadas

- EGUIGUREN, V., 1894 - Lluvias en Piura. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima*, Vol. 4 : 4-20.
- PULGAR VIDAL, J., 1987 - *Geografía del Perú. Las ocho regiones, la regionalización transversal. La microregionalización*, 244p., Lima: Ed. PEISA, 9ª ed.
- QUINN, W. H., NEAL, W. T. & ANTUNEZ DE MAYOLO, S., 1987 - El Niño occurrences over the past four and a half centuries. *Journal of Geophysical Research*, 92(C13): 14449-14461.
- VERA LA TORRE, J. C., 1985 - Impacto socio-económico de los Fenómenos Naturales 1982-83 en Ecuador, Perú y Bolivia. in: *Ciencia, Tecnología y Agresión Ambiental: El Fenómeno El Niño*: 643-670, Lima: CONCYTEC.
- WOODMAN, R., 1985 - Recurrencia del Fenómeno "El Niño" con intensidad comparable a la del Niño 1982-1983. in: *Ciencia, Tecnología y Agresión Ambiental: El Fenómeno El Niño*: 301-332, Lima: CONCYTEC.



Visita de los valles de
SONQO



  John Murra  

MONOGRAFÍAS
ECONOMÍA QUINTO CENTENARIO