

**UNIVERSIDAD NACIONAL LA AGRARIA LA
MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN ECOLOGÍA APLICADA**



**VARIACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LAS LOMAS
DE TACAHUAY DESDE EL PLEISTOCENO HASTA LA
ACTUALIDAD (TACNA-PERÚ)**

Presentado por:

MÓNICA VELÁSQUEZ ESPINOZA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE EN
ECOLOGIA APLICADA**

Lima - Perú
2013

A mis padres por el apoyo brindado, a mis hermanos quienes han sido una inspiración para ser mejor cada día.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) por el financiamiento para realizar mis estudios de Maestría y realización de esta tesis.

Al Laboratorio de Palinología de Paleobotánica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, por brindar las instalaciones, equipos y reactivos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

A la Dra. Sofia Chacaltana, Dra. Susan deFrance y al Museo Contisuyo, por facilitar la obtención de las muestras de sedimentos y por el apoyo logístico para realizar las colectas botánicas.

Al Blgo. Luis Huamán Mesia por su confianza y asesoría profesional en las determinaciones palinológicas y constante apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A la Blga. Irma Hellen Castillo Vera por su amistad incondicional y por el apoyo en las determinaciones taxonómicas de la flora actual.

A la Mg. Sc. Viviana Castro Cepero por sus valiosas sugerencias y acertados aportes en durante la redacción del documento final.

INDICE GENERAL

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
3.1. Lomas Costeras	3
3.1.1. Fenómeno de formación de lomas	3
3.1.2. Evento del Niño y lomas costeras.....	5
3.1.3. Importancia de las lomas.....	6
3.1.4. Lomas del Sur.....	7
3.2. Lomas de Tacahuay.....	8
3.2.1. Área prioritaria de conservación.....	8
3.2.2. Estudios Arqueológicos.....	9
3.3. Reconstrucción Histórica de la Vegetación.....	11
3.4. Palinología.....	11
3.4.1. Polinización	12
3.4.2. Morfología del Polen	13
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
4.1. Área de estudios	18
4.2. Métodos	19
4.2.1. Inventario florístico	19
4.2.2. Elaboración de catálogo referencial de polen	20
4.2.3. Análisis Paleopalinológico de muestras de sedimento	21
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
5.1. Vegetación Actual	27
5.1.1. Composición florística.....	27
5.1.2. Descripción por pisos altitudinales	34
5.2. Vegetación del pasado	38
5.2.1. Composición florística.....	38
5.2.2. Descripción por niveles	40
5.2.3. Descripción de los pozos analizados	49
5.2.3.1. Zona I (Zona disturbada)	49
5.2.3.2. Zona II (Pueblo Colonial)	59
5.2.3.3. Zona III (Zona de tendales y Tambos)	66
5.2.3.4. Zona IV (Zona Arcaica)	73
VI. CONCLUSIONES	76
VII. RECOMENDACIONES	77
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS	88

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Clases de formas y su relación entre el área polar (P) y su anchura total (E) en la vista ecuatorial.....	15
Cuadro 2. Niveles o Estratos geológicos evaluados en el quebrada Tacahuay.....	23
Cuadro 3. Lista de especies registradas en las Lomas de Tacahuay durante los años 2010 y 2011, indicando formas de crecimiento, origen y endemismo.....	27
Cuadro 4. Riqueza de especie por familia en las lomas de Tacahuay, durante los periodos 2010 y 2011.....	31
Cuadro 5. Forma de crecimiento, de las especies registradas en las Lomas de Tacahuay en los años 2010-2011.....	32
Cuadro 6. Distribución de especies por rangos altitudinales en las Lomas de Tacahuay (2010-2011).....	35
Cuadro 7. Lista de palinomorfos reportados por niveles analizados en la Quebrada Tacahuay.....	38

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Perfil esquemático de una loma costera, que muestra la distribución de la vegetación de los meses de invierno.....	4
Figura 2. Mapa de ubicación de los sitios arqueológicos ubicados en la Región Colesuyo.....	10
Figura 3. Estratificación de la exina del grano de polen.....	14
Figura 4. Vista de la superficie de polen.....	16
Figura 5. Clases de polen.....	17
Figura 6. Mapa de Ubicación del área de estudio.....	18
Figura 7. Mapa de Ubicación de pozos del sitio arqueológico Quebrada Tacahuay.....	22
Figura 8. Distribución de especies de acuerdo al origen y endemismo.....	33
Figura 9. Número de palinomorfos por niveles evaluados de acuerdo a la distribución actual de las especies.....	43
Figura 10. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 1 en la Quebrada Tacahuay.....	50
Figura 11. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 2 en la Quebrada Tacahuay.....	52
Figura 12. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 3 en la Quebrada Tacahuay.....	53
Figura 13. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 4 en la Quebrada Tacahuay.....	55
Figura 14. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 5 en la Quebrada Tacahuay.....	57
Figura 15. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 6 en la Quebrada Tacahuay.....	59
Figura 16. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 7 en la Quebrada Tacahuay.....	60
Figura 17. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 8 en la Quebrada Tacahuay.....	62
Figura 18. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 9 en la	

Quebrada Tacahuay.....	63
Figura 19. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 10 en la Quebrada Tacahuay.....	65
Figura 20. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 11 en la Quebrada Tacahuay.....	67
Figura 21. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 12 en la Quebrada Tacahuay.....	68
Figura 22. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 13 en la Quebrada Tacahuay.....	69
Figura 23. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 14 en la Quebrada Tacahuay.....	70
Figura 24. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 15 en la Quebrada Tacahuay.....	71
Figura 25. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 16 en la Quebrada Tacahuay.....	72
Figura 26. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 17 en la Quebrada Tacahuay.....	75

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Constancia de ingreso de plantas al Herbario Magdalena Pavlich de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.....	89
Anexo 2.	Galería fotográfica del área evaluada en las Lomas de Tacahuay.....	90
Anexo 3.	Coordenadas de ubicación geográfica pozos arqueológicos excavados en el proyecto Quebrada Tacahuay	92
Anexo 4.	Descripción de los niveles de los pozos excavados en la Quebrada Tacahuay	93
Anexo 5.	Registros gráficos de los perfiles de pozos de la Quebrada Tacahuay	97
Anexo 6.	Cuadro comparativo de especies colectadas en las lomas de Tacahuay en el presente estudio y estudios anteriores.....	107
Anexo 7.	Galería Fotográfica de las principales especies vegetales colectadas en las Lomas de Tacahuay 2010-2011.....	111
Anexo 8.	Descripción morfológica de los palinomorfos reportados en el presente estudio.....	114
Anexo 9.	Galería fotográfica de los palinomorfos obtenidos de los sedimentos arqueológicos.....	116
Anexo 10.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 1.....	120
Anexo 11.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 2.....	121
Anexo 12.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 3.....	122
Anexo 13.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 4.....	123
Anexo 14.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 5.....	124
Anexo 15.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 6.....	125

Anexo 16.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 7.....	126
Anexo 17.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 8.....	127
Anexo 18.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 9.....	128
Anexo 19.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 10.....	129
Anexo 20.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 11.....	130
Anexo 21.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 12.....	131
Anexo 22.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 13.....	132
Anexo 23.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 14.....	133
Anexo 24.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 15.....	134
Anexo 25.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 16.....	136
Anexo 26.	Conteo y concentración de palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 17.....	137

RESUMEN

Este estudio se realizó con el objetivo de determinar la variación de la composición florística de las lomas de Tacahuay desde el Pleistoceno tardío hasta la actualidad. Se realizaron colectas botánicas durante los periodos (2010-2011) para elaborar el inventario florístico de la vegetación actual. Se analizaron muestras de sedimento arqueológico de 17 pozos, para conocer la vegetación del pasado se realizaron análisis paleopalinológico empleando la metodología de Traverse (1988). En la flora actual se determinó un total de 58 especies, 45 géneros y 23 familias, mientras que en los análisis palinológicos se determinó 56 tipos de pólenes de 34 géneros y 27 familias. Las familias Asteraceae, Malvaceae, Solanaceae y Amaranthaceae han sido las más representativas desde finales del Pleistoceno tardío hasta la actualidad, las familias Betulaceae, Bignoniaceae, Cucurbitaceae, Onagraceae, Podocarpaceae y Rosaceae, en la actualidad ya no forman parte de este ecosistema. Las lomas de Tacahuay con la composición florística que conocemos, se desarrolló a mediados del Holoceno siendo las especies *Caesalpinia spinosa*, *Fuertesimalva peruviana*, *Nolana* sp., *Baccharis* sp., *Althernanthera* sp., *Bidens* sp., *Grindelia* sp., *Conyza* sp., *Senecio* sp. y *Croton* sp., las que ocuparon estas lomas por periodos de tiempo más largos. Las especies *Sonchus oleraceus*, *Erodium* sp., *Olea europea*, *Erigeron* sp., *Heliotropium* sp., *Solanum* sp. y *Fuertesimalva chilensis* estuvieron presentes desde periodos Inca/Hispánico, estas lomas albergaron especies arbóreas que en la actualidad no se desarrollan, tales como *Alnus acuminata*, *Tecoma* sp., *Pouteria* sp. y Podocarpaceae. Las lomas de Tacahuay están relacionadas con especies altoandinas, la actividad de pastoreo, transhumancia y eventos climáticos, ha determinado de manera importante los biotipos vegetales que en la actualidad se desarrollan en este ecosistema

Palabras claves: Flora, Polen, Paleopalinología, lomas, Tacahuay.

ABSTRACT

This study was conducted with the objective of determine the variation in the floristic composition of the lomas de Tacahuay since the late Pleistocene to the present. Botanical collections were made during the period 2010-2011 to develop the floristic inventory of current vegetation. Sediment samples were analyzed from 17 wells archaeological, to know past vegetation, paleopalynological analysis was performed, using the methodology of Traverse (1988). In the current flora was determined a total of 58 species, 45 genera and 23 families, whereas in the palynological analysis was determined 56 pollen types, 34 genera and 27 families. The families Asteraceae, Malvaceae, Solanaceae and Amaranthaceae were the most representative since the late Pleistocene to the present, the families Betulaceae, Bignoniaceae, Cucurbitaceae, Onagraceae, Podocarpaceae, and Rosaceae, now are no longer part of this ecosystem. The floristic composition of The Lomas de Tacahuay, that we know, was developed since the mid-Holocene being the species *Caesalpinia spinosa*, *Fuertesimalva peruviana*, *Nolana* sp., *Baccharis* sp., *Althernanthera* sp., *Bidens* sp., *Grindelia* sp., *Conyza* sp. *Senecio* sp. and *Croton* sp. which occupied this place for longer time periods. The species *Sonchus oleraceus*, *Erodium* sp., *Olea europea*, *Erigeron* sp., *Heliotropium* sp., *Solanum* sp. and *Fuertesimalva chilensis* were present from periods Inca/Spanish, These lomas harbored tree species that currently do not develop, such as *Alnus acuminata*, *Tecoma* sp., *Pouteria* sp. and Podocarpaceae. The lomas de Tacahuay are related to Andean species, the activity of pastoralism, transhumance and climatic events determined significantly plant biotypes that currently take place in this ecosystem.

Keywords: Flora, Pollen, Palaeopalynology, lomas, Tacahuay.

I. INTRODUCCIÓN

Las lomas costeras son ecosistemas únicos en el mundo ya que presentan vegetación con características especiales debido a la habilidad de captar agua de la neblina y tienen una marcada estacionalidad (Sotomayor y Jiménez 2008). Las Lomas costeras debido a que son “islas de vegetación” en el desierto, han tenido gran importancia económica y ambiental, ya que proporcionaban leña, forraje y madera, atenuando las condiciones de extrema aridez del desierto costero. Estas comunidades abarcan actualmente en el Perú solo 2 000 km² y en Chile una menor extensión (Mostacero et al. 1996); pero, según se sabe ocuparon más de 15 000 km², hace 5 siglos cuando servían de sustento a centros poblados importantes (Engel 1981).

Las lomas de Tacahuay se ubican en el departamento de Tacna y constituyen uno de los últimos ambientes naturales de la zona. Este ecosistema ha servido como importante fuente de recursos para el desarrollo de poblaciones antiguas y se ha registrado actividad humana en el sitio arqueológico Quebrada Tacahuay desde el pleistoceno tardío/holoceno temprano, siendo uno de los sitios más tempranos en la costa sur con fechados radiocarbónicos de 12 400 años de antigüedad (deFrance 2010). Las lomas de Tacahuay, por sus características particulares de fisiografía y diversidad, representan un ecosistema de gran importancia; además cuentan con valiosa información histórica, sobre perturbaciones causadas por el Evento del Niño, pequeña y gran escala (Keefer et al. 2003).

Para conocer la dinámica de un ecosistema es necesario conocer las etapas de transición y cambios ambientales producidos por perturbaciones naturales o antropogénicas; en la actualidad pocas investigaciones ecológicas emplean como fuente de información a los microrestos botánicos. La palinología resulta ser una herramienta útil para determinar la vegetación del pasado pues los granos de polen y esporas, por su variabilidad y por su constancia taxonómica representan excelentes caracteres que pueden ser usados en la sistemática (Sáenz 1978).

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la variación de la composición florística en las Lomas de Tacahuay desde el Pleistoceno tardío hasta la actualidad.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un inventario florístico de la vegetación actual de las lomas de Tacahuay.
- Elaborar una colección de polen referencial.
- Recuperar e identificar los granos de polen de sedimentos arqueológicos
- Comparar la vegetación con los registros de polen arqueológico.

III. REVISIÓN DE LA LITERATURA

3.1. LOMAS COSTERAS

Las lomas costeras son ecosistemas únicos en el mundo y característicos de la costa de Perú y Chile, se extienden desde desde Illescas (Dpto. de Piura, a 6° L. S.) hasta el norte de Chile (30° L. S.), presentándose en forma más intensa entre los 8° y 18° L. S. (Rundel et al. 1991), en el Perú se han registrado 10 lomas en la costa Norte, 25 en el Centro y 37 en el Sur (Mostacero et al. 2007). Las lomas presentan una combinación de árboles, arbustos y hierbas con características especiales debido a la habilidad de captar el agua a partir de la neblina, lo que les permiten crecer en un ambiente que de otro modo es inhóspito (Sotomayor y Jiménez 2008).

3.1.1. FENÓMENO DE FORMACIÓN DE LOMAS

Los factores responsables para el desarrollo de las condiciones hiperáridas en la costa del Perú incluyen el aislamiento por la cordillera de los Andes, y la homogeneidad de la temperatura, resultado de las bajas temperaturas superficiales del mar asociada con la corriente de Humboldt, esto combinado con un anticiclón subtropical posicionalmente estable, da como resultado un clima suave y uniforme con la formación regular de neblinas (Dillon et al. 2003). Este manto neblinoso es interceptado en zonas colinosas y de pendiente abrupta generando zonas de alta humedad que permite el desarrollo de formaciones vegetales llamadas Lomas (Rundel et al. 1991).

A continuación los principales factores que determinan la presencia de las lomas costeras (Mostacero et al. 2007).

- a. ***La Corriente de Humboldt:*** Circula masas de agua fría que afloran desde las profundidades a la superficie del mar, y mantiene una dirección de sur a norte a lo largo del litoral. Esta corriente determina el clima de la costa peruana, debido a que limita la evaporación, y con ello brinda estabilidad atmosférica.

- b. **La Corriente del Niño:** Circula desde el Ecuador hacia Perú, en dirección noroeste a sureste, y tiene un efecto inverso a la corriente de Humboldt, ya que favorece la aparición de lluvias intensas en la costa norte debido a que posee aguas cálidas (mayores a 21°) que se encuentran en constante evaporación. Esta corriente puede prolongarse hacia el sur del país, ocasionando cambios climáticos en la costa a lo cual se le denomina “Fenómeno de El Niño”.
- c. **La Cordillera de los Andes:** Recorre longitudinalmente el país penetrando en la tropósfera y situándose en la división de las dos principales masas de aires tropicales; esto hace que se conforme una barrera natural que impide el ingreso del aire húmedo del Atlántico al Pacífico, lo que ocasiona intensas lluvias en el flanco oriental a diferencia de la escasez de precipitaciones en el occidental.
- d. **El Anticiclón del Pacífico Sur:** Es una masa de aire de alta presión, con vientos que circulan de sur a norte recogiendo la humedad que se evapora del mar y la eleva, quedándose detenida por la superficie del mar y esparciéndose luego por todo el litoral.

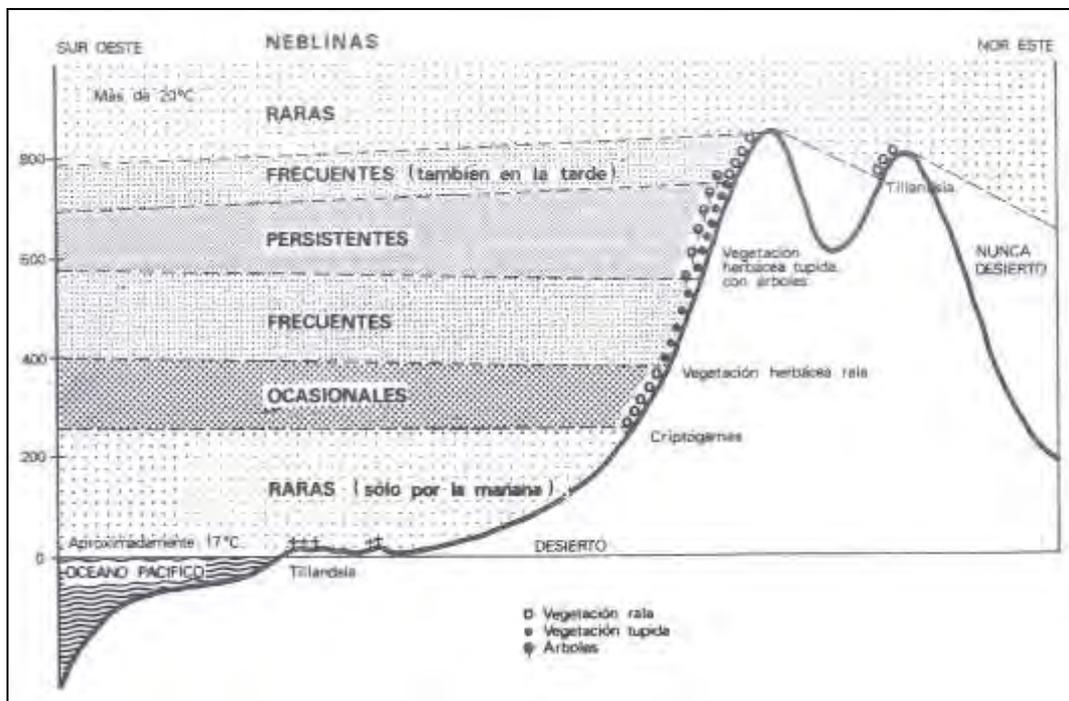


Figura 1. Perfil esquemático de una loma costera, que muestra la distribución de la vegetación en los meses de invierno. (Fuente: Bonavia 1991)

Las lomas se hallan estrechamente vinculadas con la condensación de agua que se desprende de las neblinas costeras que se producen a raíz del conjunto de fenómenos ya expuesto. La vegetación arbórea recoge entonces humedad que condensa en las hojas y en los troncos de las plantas y por gravedad se concentra en la base de éstas proporcionando una cantidad importante de agua que permite su crecimiento, como consecuencia de esto surgen gramíneas y plantas herbáceas que recubren la superficie. En la Figura 1, se puede observar que el desarrollo vertical de las lomas es gradual y se extiende en función directa de la altura sobre el nivel del mar (Bonavia 1991).

Este fenómeno de acumulación de neblina ocurre en la costa Norte entre Julio y Agosto, en la costa central entre agosto y Setiembre y en la costa Sur entre Octubre y Noviembre (Bonavia 1991). En condiciones ambientales de un año normal (no Niño), las lomas costeras se presentan como islas de vegetación esparcidas en el árido desierto

3.1.2. EVENTO DE EL NIÑO Y LOMAS COSTERAS

Durante los años secos, la vegetación de lomas es escasa y poco desarrollada. Muchas veces las hierbas no pasan los 10 cm, los arbustos son poco ramificados con hojas pequeñas y escasas, los arboles poseen ramas escasas, hojas grisáceas pequeñas y hay pocas epífitas (Ferreyra 1993).

Las lomas son afectadas por las variaciones climáticas interanuales y en particular por el evento de El Niño (Dillon y Rundell, citado por Ferreyra, 1993). Las condiciones de El Niño prevalecen cuando las aguas normalmente frías de la costa occidental de América del Sur son desplazados por aguas cálidas superficiales del oeste del Pacífico, estimulando breves períodos de las lluvias torrenciales y temperaturas relativamente altas; esta humedad estimula la germinación masiva de semillas, lo que lleva a los grandes eventos de floración de plantas anuales y perennes (Dillon et al. 2003).

Por la influencia de este evento las plantas adquieren un gran crecimiento, plantas como *Avena sterilis* y *Nicotiana paniculata* alcanzan hasta 2 m de alto o algo más; las plantas de *Vasconcellea candicans* se tornan robustas, sus hojas numerosas son amplias y de color verde brillante; los arboles de *Caesalpinia spinosa* presentan hojas brillantes y las ramas con muchos epífitos. Las variaciones de la precipitación se reflejan en un nivel

altimétrico de la cubierta vegetal, como en el caso de las lomas de Mollendo y el Cerro Puquio en Arequipa en el año 1983 (Ferreyra 1961, Ferreyra 1993)

Los eventos de El Niño se han registrado durante periodos históricos y periodos del Holoceno (Machare y Ortlieb 1993). Los registros más antiguos de los eventos de El Niño han sido difíciles de detectar e interpretar (Moseley 1987).

3.1.3. IMPORTANCIA DE LAS LOMAS

Las Lomas son unidades fitogeográficas periódicas que generalmente contienen un número elevado de géneros y especies endémicas (Mostacero et al. 1996). El 42% de su flora está conformada por especies endémicas, dentro de las cuales destacan las pertenecientes a los géneros *Mathewsia*, *Palaua*, *Weberbauerella*, *Domeykoa* y *Nolana*, entre otras (Ferreyra, 1986). Esta gran cantidad de endemismos probablemente sea fruto del aislamiento geográfico, ya que estas formaciones vegetales funcionan como islas separadas por hábitat hiperárido desprovisto de vida vegetal (Weberbauer 1945, Rundel et al. 1991, Mostacero et al. 1996). Esta característica brinda oportunidades de investigación científica sobre todo para la ingeniería genética debido a su potencial uso como fuente de germoplasma para la agricultura y horticultura. Así mismo, la vegetación de las lomas puede ser utilizada para recuperar ambientes, así como la protección del suelo frente a la erosión (Vásquez 2011).

La riqueza del medio marino ha proporcionado al hombre primitivo la principal fuente de sustento, sin embargo, las lomas también han sido valiosa fuente de recursos vegetales y animales, así como fuente de agua dulce. La vegetación forrajera de lomas ha sido empleada en el pastoreo de camélidos nativos (Galán de Mera et al. 2011), los frutos comestibles como *Jaltomata* y *Solanum* (syn. *Lycopersicon*) y las raíces comestibles (*Argyria radiata*, *Begonia octopetala*, *Oxalis dombeii*, *Solanum montanum*, y *Tropaeolum peltophorum*) han jugado un rol importante para los primeros pobladores; del mismo modo, la agricultura también pudo haber sido practicada en algunos lugares, especialmente en años excepcionales asociadas a los eventos de El Niño (Dillon et al. 2003). Además, el ecosistema de lomas es el hábitat de muchos animales durante los periodos invernales, ya que durante Julio y Octubre hay escasez de pasto en la sierra, obligando a los estos animales a buscar nuevas fuentes de alimento en zonas bajas (Vásquez 2011).

En los últimos 1 500 años, el hombre ha ejercido una fuerte presión sobre los ecosistemas de lomas, y muchas especies leñosas nativas se han visto gravemente agotadas para leña y construcción, la deforestación, el sobrepastoreo. La introducción de especies exóticas y las ocupaciones humanas en conjunto han influenciado de manera importante en el paisaje actual de las lomas (Mostacero et al. 1996)

3.1.4. LOMAS DEL SUR

Las primeras referencias sobre la flora de las lomas del sur fueron dadas por Louis Feuillé, quien realizó colectas en las lomas de Ilo en 1710. Posteriormente F.J. Meyen en 1831 Pearce en 1864, G. Woistschach y E. Wedermann en 1890 y 1925 y Roy Metcalf en 1942, realizaron colectas similares y en zonas aledañas a la ciudad; lastimosamente casi todo este material botánico colectado se destruyó en el último conflicto bélico mundial (Ferreyra 1961).

En el libro *El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos*, Weberbauer (1945) describe a la flora presente e indica que la vegetación desértica del sur está distribuida en tres pisos: cactáceas columnares, mesotérmico y microtérmico de los tolares. Ferreyra (1961) reporta 150 especies de fanerógamas para las lomas del extremo sur peruano, que incluyen lomas de Tacna, pampa de La Yarada, lomas Morro Sama y lomas de Ilo; además, proporciona información sobre las especies endémicas de Moquegua y Tacna.

Entre los estudios de flora más recientes destacan los trabajos realizados por Ceroni (1994) quien hace un estudio de la composición florística de las lomas de Ilo (Tacahuay) y bosque de Catacata que se ubican en la región Moquegua, Arakaki (1999) y Arakaki y Cano (2001) quienes dan a conocer el estado de conservación de la vegetación de la cuenca del río Ilo-Moquegua y de las lomas de Ilo. Así mismo Franco et al. (2004) y Zegarra (2005) han investigado los aspectos florísticos de la vegetación desértica de la región. Por otro lado, Zegarra (2006) hace referencia a la flora desde el punto de vista taxonómico, ecológico, fitogeográfico y fisiogénico. Estudios de tipos Fitosociológicos en la vegetación del Sur y en las lomas del desierto Peruano han sido desarrollados por Galán de Mera et al. (2009 y 2011).

3.2. LOMAS DE TACAHUAY

Las lomas de Tacahuay se encuentran ubicadas al norte del departamento de Tacna, en la vertiente occidental de los Andes del sur del Perú, frente a las costas del Océano Pacífico. Esta formación natural, conjuntamente con las lomas de Morro Sama, son las únicas existentes en su tipo en Tacna, representando ecosistemas de gran importancia por las características particulares de su fisiografía y la diversidad florística que alberga, a manera de oasis en medio de la aridez existente en esta parte de Sudamérica (INRENA 2008).

Las lomas de Tacahuay están formadas por cadenas de montañas que son remanentes de la cordillera de los Andes en su vertiente occidental, frente al océano Pacífico. De acuerdo al mapa de Ecológico del Perú, el área de estudio se encuentra comprendida en las zonas de vida: desierto perárido – Templado Cálido (dp-Tc) y matorral desértico- Templado cálido (md-Tc). (INRENA 2005)

3.2.1. ÁREA PRIORITARIA DE CONSERVACIÓN

Las lomas de Tacahuay como todas las lomas, son fuentes de diversidad biológica y endemismo notables. Su valor ecológico ha permitido que sea incluido como ecosistema frágil y sitio prioritario para la conservación de la diversidad biológica del país por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura, A nivel de la región Tacna, se le identifica como un sitio prioritario para la conservación regional. El Dictamen No 003-2011-CR-COPPAT de fecha 14 de noviembre del 2011, por el cual se aprueba por unanimidad la propuesta normativa: "*Declarar de interés regional y de alta prioridad la aprobación de la propuesta de creación del área de conservación regional lomas de Tacahuay*" dictamen que se puso a consideración del Pleno del Consejo Regional en Sesión Ordinaria de fecha 19 de diciembre del 2011. (Gobierno Regional de Tacna 2011).

De acuerdo a la Ordenanza del Gobierno Regional de Tacna (2011), dentro de los componentes vegetales importantes para la conservación se encuentran *Caesalpinia spinosa* "tara", *Vasconcellea candicans* "la "papaya silvestre", y *Browningia candelaris* "cactus candelabro", las cuales se encuentran en peligro de extinción. Entre la fauna se tiene *Falco sparverius* "cernícalo americano", *Geranoaetus melanoleucus*, el "águila"

Rhodopis vesper "colibrí de oasis", *Lama guanicoe* "guanaco" y *Lycalopex culpaeus* "zorro colorado".

3.2.2. ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS

Las lomas de Tacahuay han sido estudiadas desde un enfoque arqueológico, debido a que la Quebrada Tacahuay es uno de los sitios de ocupación más tempranos de la costa sur y cuenta con fechado radiocarbónico de 10 700 años de antigüedad; las diferentes prospecciones arqueológicas han determinado ocupaciones humanas profundamente enterradas y en buen estado de conservación (deFrance y Umire 2004). Entre las principales prospecciones arqueológicas y geológicas en esta quebrada destacan las realizadas por Julien en 1985, Arestegui en 1991, Umire en 1999, Covey en 2000, Keefer *et al.* en 1998, de France *et al.* en 1998, 1999 y 2001 (Chacalta *et al.* 2010, Bar 2010, deFrance y Umire 2004).

El sitio Arqueológico Quebrada Tacahuay está compuesto por dos ocupaciones la primera perteneciente al Intermedio Tardío denominados "Pueblo Tacahuay" y la segunda a una ocupación del Horizonte Tardío denominado "Tacahuay Tambo" debido a la presencia de arquitectura incaica (Chacaltana *et al.* 2010). Específicamente el sitio se ubica entre las coordenadas UTM 276284-277184 E y 8029602-8030502, entre los 200 y 340 msnm. La Quebrada Tacahuay comprende varios componentes caracterizado por una ocupación humana profundamente cubierta de diferentes estratos geológicos, y que datan del Pleistoceno Tardío/Holoceno Temprano. Este sitio es uno de los más antiguos con una economía marítima, el cual tenía como base la caza y procesamiento de aves marinas, y el uso limitado de otros recursos marítimos (deFrance *et al.* 2001). Se han registrado ocupaciones subsiguientes perteneciente al Intermedio Tardío, Horizonte tardío e incluso principios de época colonial, esto en base datos arqueológicos como entierros, restos vegetales, ocupaciones domésticas, artefactos líticos, rasgos de fogones, restos de subsistencia, arquitectura, cerámicas, etc. (Bar 2010, deFrance y Umire 2004 y deFrance, 2010).

Desde el año 2006 se vienen realizando excavaciones arqueológicas, como parte del Programa de Investigación Contisuyo con la finalidad de observar el impacto político y la explotación del medio ambiente costero de la zona sur en las múltiples actividades

económicas (marinas, agrícolas y de lomas) a través del tiempo y bajo diferentes influencias culturales durante la época prehispánica y durante el imperio Inca en la zona del Colesuyo. Esta región incluye la parta alta, media y baja de los valles del extremo sur del departamento de Arequipa hasta los valles ubicados en el extremo norte de Chile (Figura 2).



Figura 2: Mapa de ubicación de los Sitios Arqueológicos ubicados en la Región Colesuyo (Fuente: Chacaltana 2010a)

3.3. RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA DE LA VEGETACIÓN

Los estudio paleoecológicos o de reconstrucción paleoambiental tienen como fin determinar la relación existente entre el hombre y su medio a través del tiempo (Garcés 2000). Para abordar las relaciones entre el ser humano y el entorno natural es necesario interrelacionar información de diferentes disciplinas aunando potencialidades y limitaciones, poniendo en evidencia aquellas que resulten más valiosas en la interpretación de los procesos ambientales (Buxó 2006).

Los estudios paleoecológicos se basan fundamentalmente en técnicas arqueobotánicas y arqueozológicas desde una perspectiva geográfica y geoecológica (Rapp y Hill 1998). Para reconstruir la vegetación del pasado se emplean técnicas, que consisten en la recuperación e interpretación de micro y macro restos vegetales encontrados tanto en contextos humanos, como en depósitos naturales (Buxó 2006). Las técnicas más comunes para el estudio de vegetación del pasado son los análisis carpológicos (semillas), antracológicos (carbones), palinológicos (polen y esporas), análisis de almidón y fitolitos (Pearsall 1984).

3.4. PALINOLOGIA

La palinología es la disciplina que estudia polen, esporas, dinoflagelados y cualquier palinomorfo actual o fósil. El estudio palinológico de polen actual contribuye a la taxonomía de plantas, certificar calidad de mieles, predecir cosechas e investigaciones agronómicas, estudiar la naturaleza de los contaminantes biológicos (polen alergénico) entre otras aplicaciones. Los análisis palinológicos son empleados a la arqueología, climatología, estratigrafía, geología del petróleo entre otras aplicaciones (Sáenz 1978).

La paleopalinología es una técnica paleobotánica que se encarga del estudio de los granos de polen y esporas fósiles, este tipo de análisis tiene un alto potencial en la reconstrucción vegetal debido a su capacidad de conservación (Burjachs 2006).

A pesar de que la palinología no provee una imagen exacta del pasado ambiental, ésta nos puede dar una idea de las fluctuaciones de la vegetación a través del tiempo (Renfrew y Bahn 1991). Este tipo de análisis no sólo permite reconstruir las comunidades

vegetales del pasado, sino que contribuye a establecer la variación climática de una determinada región (Faegri et al. 1989; citado por Montoya et al. 2009).

3.4.1. POLINIZACIÓN

El grano de polen o microgametofito se origina en el saco polínico o microsporangio, como consecuencia de la meiosis de las células madres. En el caso de las Angiospermas, un estambre está constituido por dos partes: el filamento y la antera. La antera presenta dos cavidades llamadas tecas, cada una de las cuales encierra generalmente dos sacos polínicos. Cuando la capa celular fibrosa que envuelve los granos de polen en la antera produce la dehiscencia y se rasga, el polen sale al exterior; entonces dichos granos son transportados hasta el gineceo o conjunto de órganos femeninos de la flor, mediante un proceso que se conoce con el nombre de polinización. Durante dicho traslado, el polen está sujeto a una serie de condiciones adversas, por lo que la naturaleza lo ha dotado de una cubierta resistente llamada esporodermis, formada a la vez por dos paredes: exina e intina. (Sáenz 1978).

La polinización anemófila es aquella cuyo transporte del polen se efectúa por medio del viento. Determinadas circunstancias favorecen la anemofilia, como el pequeño tamaño del grano de polen, superficie lisa, presencia de excrecencias, aparatos de flotación (sacos aeríferos) o el hecho de que tanto las flores masculinas como las femeninas se hallen situadas en los extremos de las ramas para ser más accesibles al viento (Sáenz 1978).

El volumen de producción de granos de polen se calcula por antera, flor, árbol o porción de terreno. Una antera de *Olea*, por ejemplo, contiene más de 29 000 granos de polen; un árbol de *Quercus*, hasta 500 000 millones (Tormo et al. 1996). La edad, estado fisiológico de la planta, microclima y el clima del año precedente, incluyendo episodios como las heladas y sequías, son factores que influyen en la producción polínica. Una vez producido el polen por la fuente emisora, los granos de polen se liberan a la atmósfera y son trasladados y finalmente depositados dependiendo de la dinámica atmosférica debido a los movimientos del aire (Ortiz et al. 2010).

Cuando los vectores encargados del transporte del polen desde la flor masculina a la femenina son los animales, la polinización se denomina zoidiofila. Si el animal es un

insecto recibe el nombre de entomófila. Una serie de mecanismos favorecen la zoidiogamia (zoogamia), como puede ser el fuerte olor de algunas plantas, la viscosidad y colorido de las flores y el hermafroditismo. La ventaja de la zoogamia es que la planta necesita producir menos cantidad de polen para cumplir su objetivo. Los granos de polen transportados por insectos, presentan superficie áspera y espinas que permiten adherirse a sus pelos (Sáenz 1978).

3.4.2. MORFOLOGÍA DEL POLEN

El polen maduro presenta una morfología bien definida que por lo general permite la identificación de la planta de la cual procede. Sus caracteres son de gran importancia en cualquiera de las aplicaciones que tiene el estudio del grano de polen.

Un grano de polen está constituido por dos partes: “la célula viva” y la “esporodermis” o pared externa. La célula tiene un periodo de vida corto por lo tanto, la función primaria de la pared del polen es la protección del protoplasma celular, mediante la impermeabilización y la resistencia a la degradación físico-química y biológica. La naturaleza de la misma proporciona multitud de caracteres importantes en filogenia y para su estudio hay que tener en cuenta su “estratificación” y su “ornamentación” (Anero 2008).

La esporodermis está formada por varios estratos que difieren por sus caracteres químicos, morfológicos y ontogénicos. Consta fundamentalmente de dos capas muy diferenciadas, una interna que está en contacto con el protoplasma celular denominada “intina”, y otra externa rodeando a todo el conjunto, llamada “exina” (Sáenz 1978).

La intina es la capa más interna de la pared del grano de polen. Sus componentes principales son celulosa, pectinas y glucoproteínas. No es resistente a los ácidos y se destruye fácilmente. La exina es la capa más externa y más resistente de la pared del grano de polen. Su resistencia a la destrucción es una de las mayores del reino vegetal, ya que soporta la acción de los ácidos y bases concentradas, así como el calentamiento hasta 300 °C, siendo únicamente alterada por algunos oxidantes y por ciertos microorganismos. Debido a ello, se han encontrado exinas prácticamente intactas en predecesores de los granos de polen actuales, como esporas de helechos y prepólenes, procedentes de depósitos del Paleozoico (Anero 2008).

- Componentes de la exina

Según Erdtman (1952), la exina se compone de la sexina y nexina, las cuales se subdividen, como se observa en la Figura 3. Se considera como ektexina completa una estructura de tres capas en donde los gránulos forman pequeñas columnas llamadas columnellas o báculas, las cuales separan el estrato externo del interno, denominados respectivamente tectum y capa basal. Ambos estratos pueden estar fragmentados y a veces ausentes, los granos que no poseen tectum se llaman intectados.

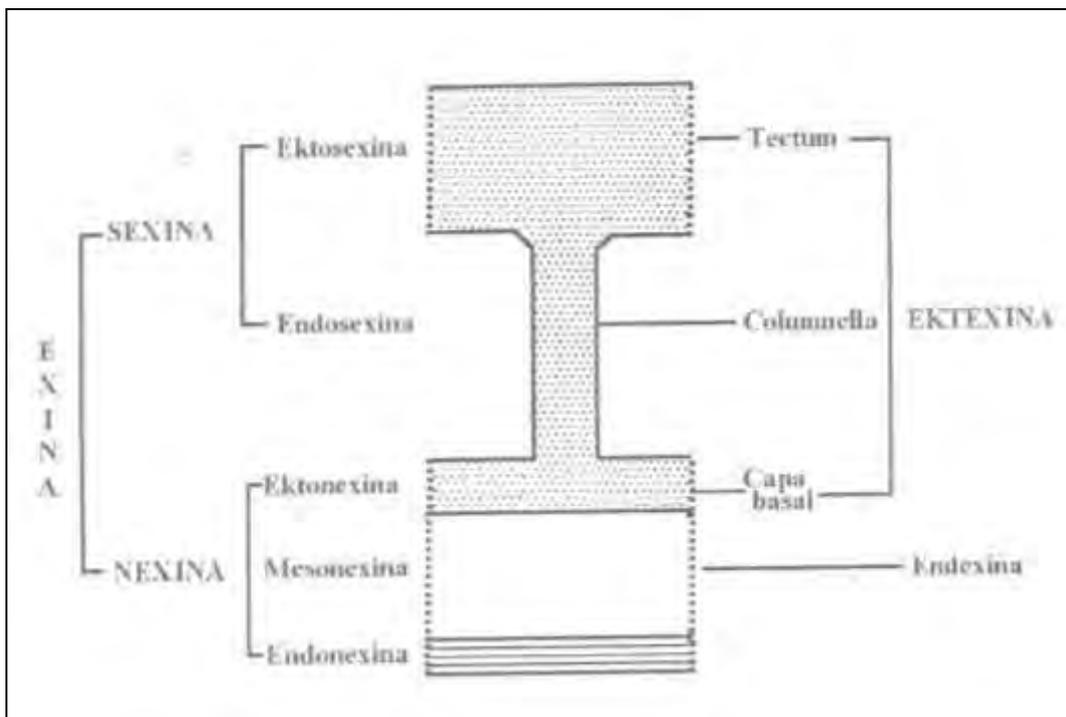


Figura 3. Estratificación de la exina del grano de polen (Fuente: Kremp 1968)

- Forma del grano

Las formas de los granos de polen se definen en base a la relación entre el área Polar (P) y anchura total (E) de los granos en la vista ecuatorial (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clases de formas y su relación entre el área polar (P) y su anchura total (E) en la vista Ecuatorial

CLASES DE FORMA	P/E	100.PE
Peroblado (V.E)	<4/8	< 50
Oblado (V.E)	4/8 – 6/8	50-75
Subesferoidal	6/8 – 6/6	75-133
Suboblado (V.E)	6/8 – 7/8	75-88
Oblado-esferoidal (V.E)	7/8 – 8/8	88-100
Prolado-esferoidal (V.E)	8/8 – 8/7	100-114
Subprolado (V.E)	8/7 – 8/6	114-133
Prolado (V.E)	8/6 – 8/4	133-200
Perprolado (V.E)	> 8/4	>200

Fuente: Erdtman, 1986

- Tipo de Grano

Los tipos de granos se pueden presentar de cuatro formas: simple (granos de polen aislados), tétrade (combinación de cuatro microsporas originales de una célula madre), políade (granos de polen unidos en grupo), tetragonal (cada uno de los cuatro granos unidos en un tetraedro). (Herrera y Urrego 1996)

- Ornamentación de la Exina

Comprende los elementos externos sin referencia a su construcción interna; en muchos casos la escultura tiene que ver con el ordenamiento y la forma de los elementos de la exina. El tipo de ornamentación que se ha considerado es la descrita por Faegri y Iversen (1975): psilado o liso, escabrado, reticulado, baculado, clavado, equinado, gemado, verrugado, estriado, regulado, foveolado, fosulado, perforado y compuesto (Figura 4)

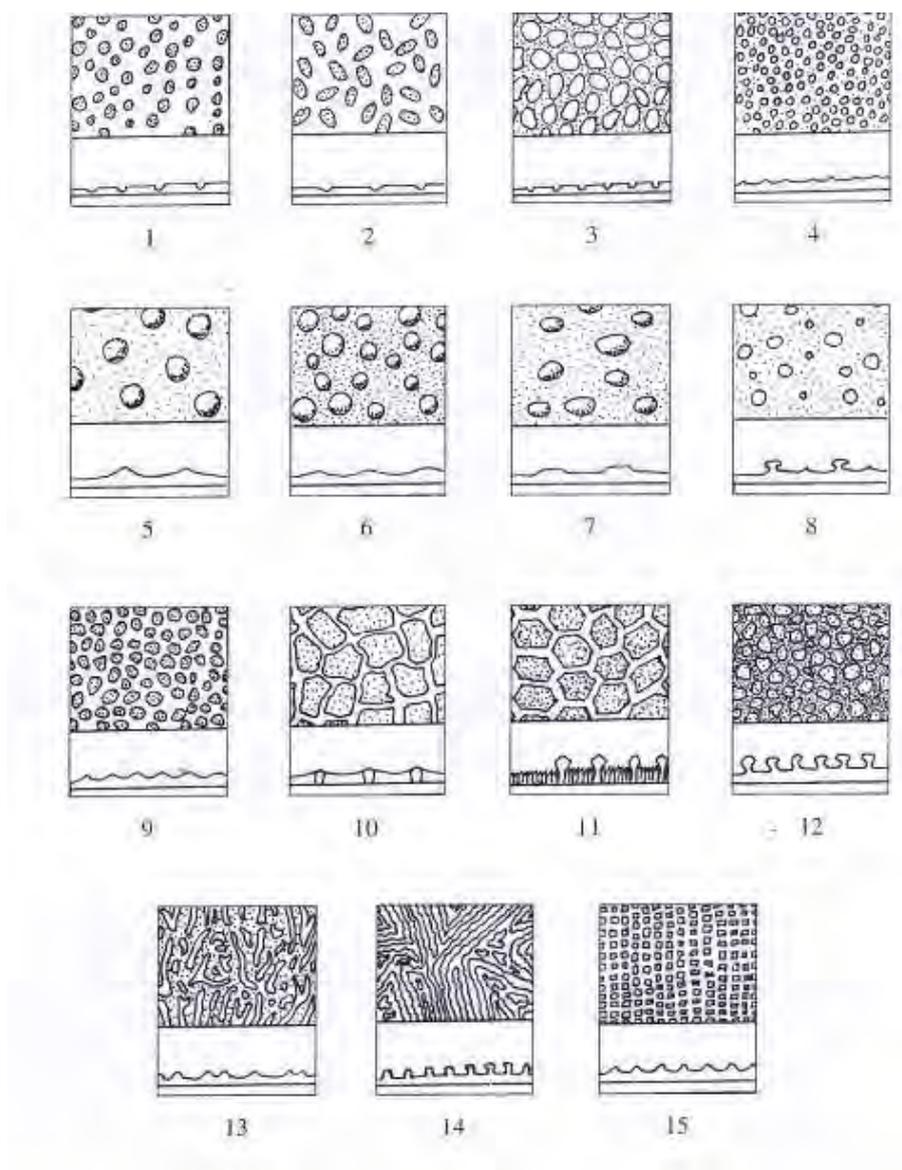


Figura 4. Vista de la Superficie: 1. Foveolado, 2. Fosulada, 3. Areolada, 4-8. Granulada, 9. Reticulada, 10. Loforeticulada, 11. Lofada, 12. Patron de Croton, 13. Regular, 14. Estriada, 15. Estriado-reticulada (Fuente: Herrera y Urrego 1996)

- Apertura del Grano

Los granos se distinguen por el número y tipo de apertura que poseen. En la Figura 5 se presentan los principales tipos de apertura. Si son inaperturados, si presentan colpos, poros o colporos.

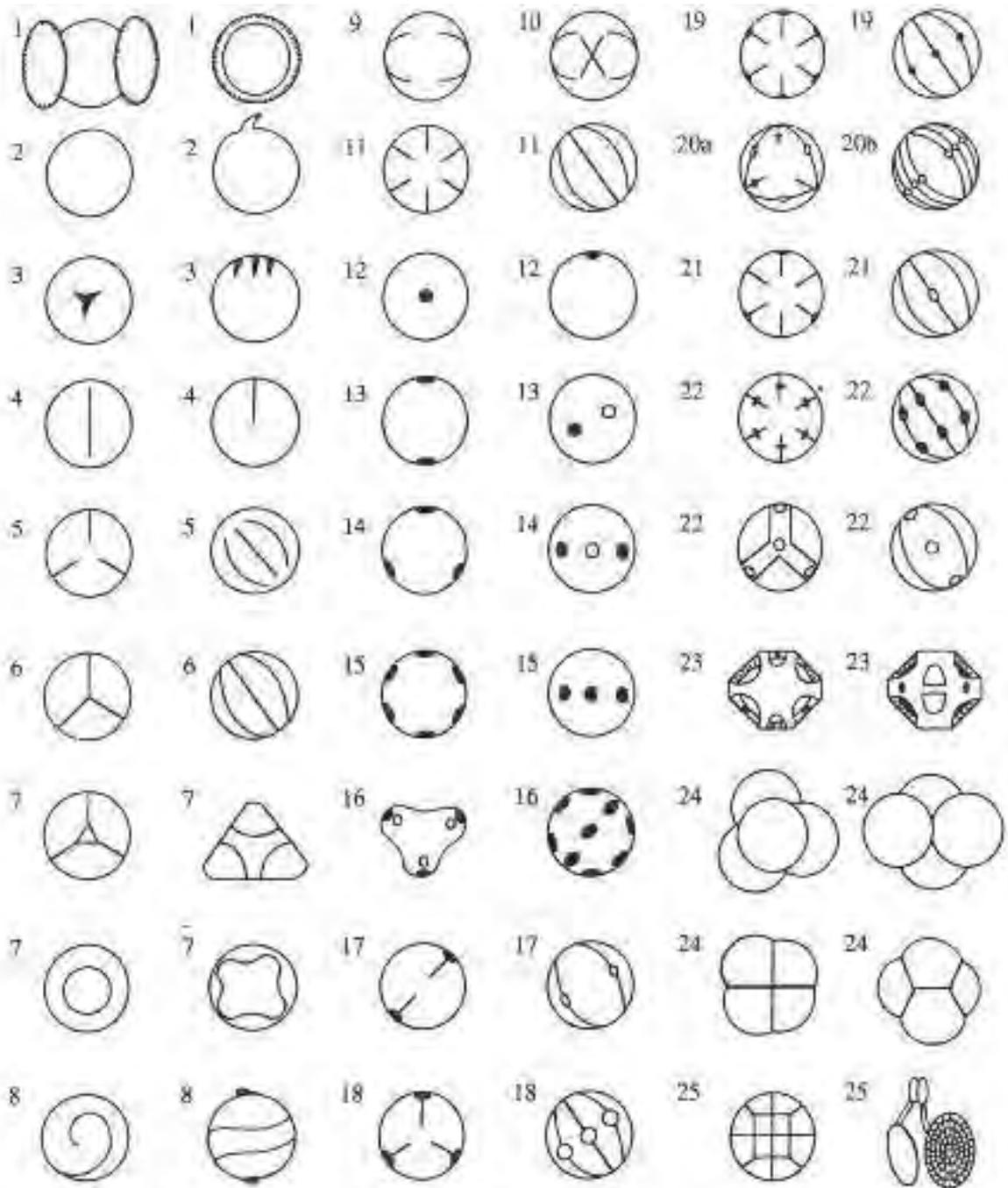


Figura 5. Clases de Polen: 1. Vesiculado, 2. Inaperturado, 3. Trichotomosulcado (Trilete), 4. 1-2Colpado (1 surcado), 5. 3-colpado, 6. Sincolpado, 7. Parasincolpado, 8. Espiraperturado, 9. 4-Colpado (pericolpado), 10. 4-6-colpado (pericolpado), 11. Pantocolpado (estefanocolpado), 12. 1-porado, 13. 2-porado, 14. 3-porado, 15. 4-6-Porado, 16. Pantoporado (periporado), 17. 2-Colpado, 18. 3-colporado, 19. 4-6 colporado (estefanocolporado), 20. Pantocolporado (a.pericolporado, b.estefanocolporado), 21. Eterocolpado, 22. Eteroporado, 23 Fenestrado, 24. Tetrada, 25. Poliada
(Fuente: Herrera y Urrego 1996)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

Las lomas de Tacahuay se encuentran ubicadas al norte del departamento de Tacna, en la vertiente occidental de los Andes del sur de Perú, frente a las costas del océano Pacífico, entre los valles de Ilo y Locumba (Figura 6). Políticamente se ubica en el distrito de Ite, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna, entre las coordenadas UTM (WGS84) 8029992 – 8037965 y 275833-280676; posee una superficie de 1,703.3510 hectáreas y un perímetro de 18 703.61 m (Gobierno Regional de Tacna 2011).

La principal vía de acceso es la carretera Costanera que comunica las ciudades de Tacna e Ilo, aproximadamente en el km 110. Las lomas de Tacahuay se ubican a 118 km de la ciudad de Tacna y a 39 km de Ilo.

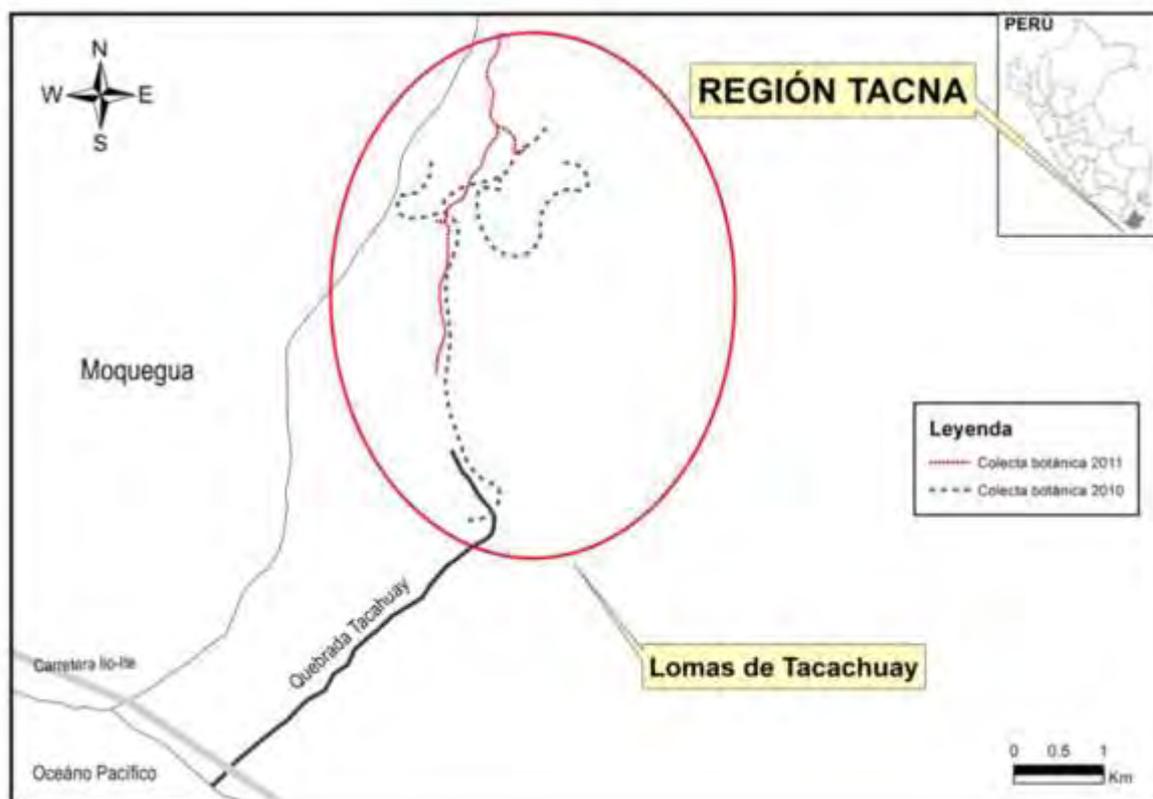


Figura 6: Mapa de Ubicación del área de estudio. (Fuente: Elaboración propia)

4.2. MÉTODOS

4.2.1. INVENTARIO FLORÍSTICO

a. Trabajo de campo

Para realizar la caracterización de la flora actual de las lomas de Tacahuay, se realizaron dos colectas botánicas, la primera en el mes de julio del 2010 y la segunda en el mes de setiembre del 2011. El área evaluada comprende las quebradas Tacahuay y Carrizales, ubicadas entre las coordenadas UTM 19K 0275778 E – 0277560 E y 8032016 N - 8035295 N, cubriendo una gradiente altitudinal de 293 msnm hasta 868 msnm.

Con la finalidad de registrar la mayor cantidad de especies presentes en las lomas de Tacahuay se realizaron muestreos intensivos y selectivos (Matteucci 1982, citado por Franco et al. 2004). Los puntos de muestreo fueron seleccionados por su heterogeneidad y por la facilidad de accesos. Se colectaron principalmente plantas en estado de floración y fructificación; las herbáceas pequeñas fueron colectadas completas, de las plantas arbustivas y arbóreas se obtuvieron ramas pequeñas. Durante el trabajo de campo se llevó un registro de cada planta colectada, se anotaron los datos de ubicación geográfica y altitud con ayuda de un GPS; así mismo se tomó nota del tipo de suelo, forma de crecimiento, tamaño de la planta, color de flor, color de hoja y toda información que pueda ayudar a la determinación taxonómica (Cerrate 1969).

Las plantas colectadas fueron rotuladas con un código de colecta, prensadas y conservadas en bolsas de plástico con una solución acuosa de alcohol etílico hasta el momento de ser colocadas en el secador de plantas (Yarupaitan & Albán, 2004). Posteriormente fueron herborizadas en cartulina folckote, para su posterior clasificación.

b. Determinación taxonómica

La determinación taxonómica, se realizó mediante las claves de Macbride et al. (1936 y siguientes), Krapovickas (1954), Tovar (1993), Sagástegui y Leiva (1993), Fryxell (1996), Mione y Leiva (2012). Además se consultó bibliografía especializada como Ferreyra (1961) y Arakaki (1999). Para corroborar las determinaciones se consultaron a especialistas de los grupos taxonómicos, así como las exsiccatas del herbario Magdalena

Pavlich de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (HUPCH) y el Herbario del Departamento Académico de Biología de la Universidad Agraria La Molina (MOL), además de los Herbarios virtuales del Field Museum Herbarium (1999-2013) y del Missouri Botanical Garden. Las especies determinadas fueron ordenadas bajo el sistema de clasificación APG III (Bremer et al. 2009), y se empleó la citación estándar IPNI (2013). Para corroborar la validez del nombre científico se consultó con la base de datos online The Plant List (2010).

El total de plantas colectadas (herborizadas y determinadas taxonómicamente) fueron depositadas en el Herbario Magdalena Pavlich de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (HUPCH).

Para obtener los datos de endemismo se empleó el Libro Rojo de plantas endémicas del Perú de León *et al.*, (2006), para definir el origen y distribución de las especies se empleó la Guía de Flora de las lomas costeras de Lima, publicado por el Ministerio de Agricultura (2013) y el Catálogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú de Brako y Zarucchi (1993).

4.2.2. ELABORACIÓN DE CATALÓGO REFERENCIAL DE POLEN

a. Obtención de muestras

Para elaborar el catalogo referencial de polen se empleó muestras de flores, las cuales fueron obtenidas de las colectas de flora actual antes mencionadas.

b. Procesamiento químico

El procesamiento químico se realizó, de acuerdo a la metodología propuesta por Erdtman (1952). Las muestras de flores fueron tratadas con una solución de Hidroxido de Potasio (KOH) al 10%, durante 5 minutos, posteriormente fueron deshidratadas con ácido acético, antes de iniciar la acetólisis. El proceso de acetólisis consiste en la degradación orgánica de los tejidos que cubren los granos de polen, para ello se emplea 9 partes de anhídrido acético y 1 parte de ácido sulfúrico en baño maría seco a temperatura de 65 a 70°C. Posteriormente las muestras se lavaron con agua destilada, se agregó 2 gotas de safranina y alcohol a 96% de concentración, las muestras luego se llevaron a un hotplate

con el objetivo de desecar el alcohol y agua restante, finalmente se agregaron 2 gotas de glicerina y almacenaron en frascos de vidrio hermético.

Una vez terminado el proceso, las muestras obtenidas fueron montadas en láminas porta objetos con glicerina y se cerraron con láminas cubreobjetos y sellados con esmalte transparente.

c. Observación microscópica

Las láminas fueron observadas en un microscopio Axiscop 2 Plus, con objetivos de 40 y 100 aumentos. Las fotografías para cada especie se tomaron en dichos aumentos, dependiendo del tamaño del grano. Para la descripción del grano los términos palinológicos utilizados están basados en la publicación de Kremp (1968). Las clases de polen según las aperturas siguen la clasificación de Kuyl et al. (1955), referenciadas por Tseng-Chieng (1972). Las formas del grano y aperturas se basaron en las descripciones de Erdtman (1952). Para el tamaño del grano se tomaron medidas longitudinales y transversales.

Para cada grano se tomaron fotografías en vista polar y ecuatorial cuando fue posible, con la finalidad de observar sus principales características tanto en forma, textura y tamaño. Las muestras procesadas fueron ingresadas a la Palinoteca del Laboratorio de Palinología y Palebotánica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

4.2.3. ANALISIS PALEOPALINOLÓGICO DE MUESTRAS DE SEDIMENTO

a. Obtención de muestras

Para el estudio paleopalínológico se analizaron muestras de sedimento obtenidas de excavaciones del sitio arqueológico Quebrada Tacahuay, realizadas en el año 2010 por arqueólogos miembros del programa de Investigación Contisuyo (con sede en el Museo Contisuyo –Moquegua). Específicamente el sitio arqueológico se ubica entre las coordenadas UTM 276284-277184 E y 8029602-8030502, entre los 200 y 340 msnm.

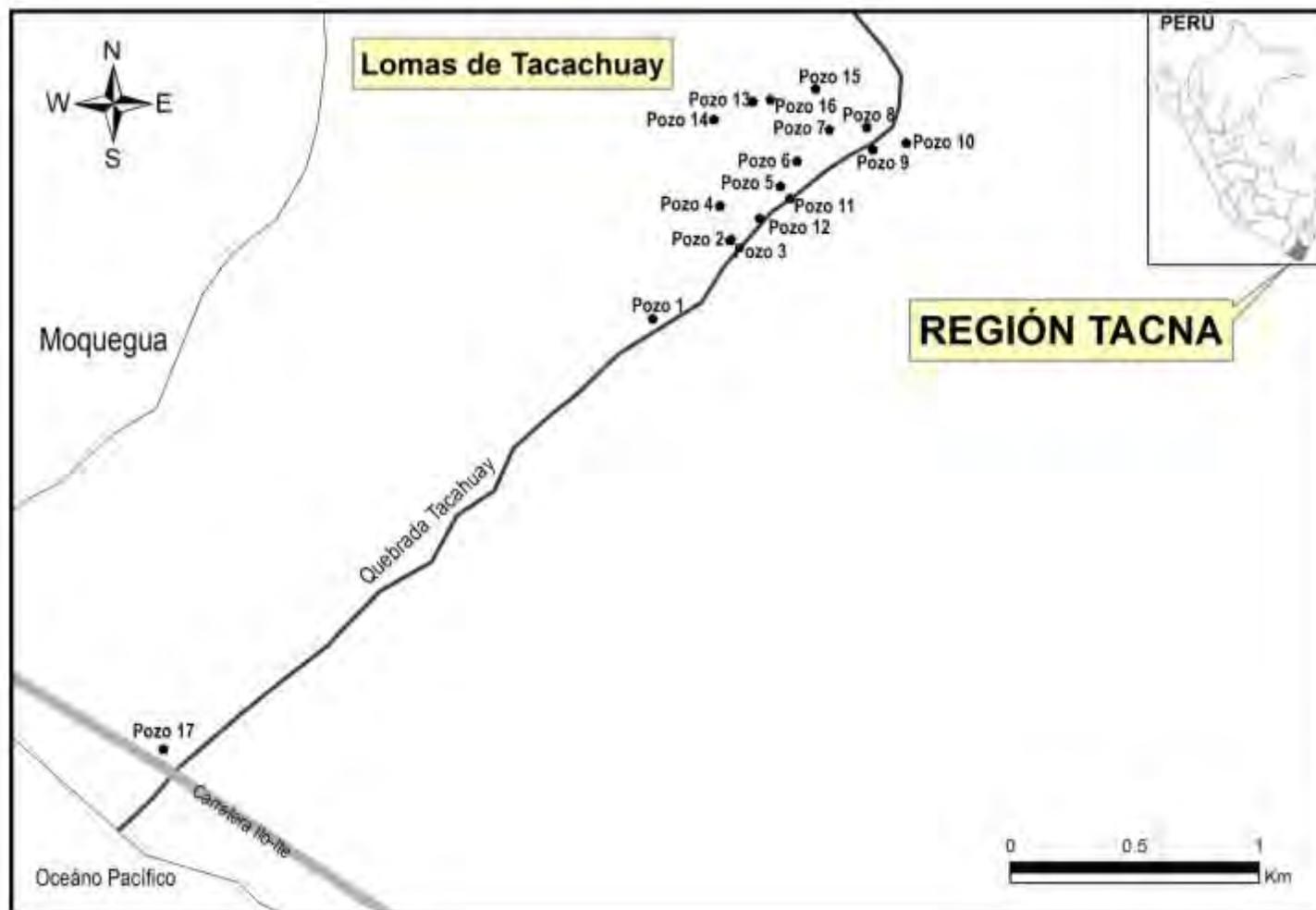


Figura 7: Mapa de ubicación de pozos del sitio arqueológico Quebrada Tacahuay (Fuente: Elaboración propia)

Se analizaron muestras de 17 excavaciones (Figura 7) y de cada uno de los pozos excavados se obtuvieron muestras de diferentes estratos. Cada muestra estuvo compuesta de 100 gramos de sedimento, la cual fue colectada previa limpieza de la parte expuesta de los perfiles, empleando materiales descartables para cada muestras, a fin de evitar contaminación. Las coordenadas geográficas de cada pozo y descripción de cada nivel se encuentran los Anexo 3 y 4).

Los niveles fueron definidos en base a capas culturales y/o geológicas visibles, durante los trabajos arqueológicos del 2010 (Chacaltana 2010b). Con la finalidad de uniformizar los niveles de los diferentes pozos, en este estudio se establecieron 9 niveles, correlativos iniciando en el nivel superficial (Cuadro 2). Las diferentes muestras fueron asociadas a dataciones radio carbónicas de trabajos anteriores (deFrance y Umire 2004, Keefer et al. 2003) a fin de establecer una estratigrafía secuencial desde las primeras ocupaciones humanas hasta la actualidad.

Cuadro 2. Niveles o Estratos geológicos evaluados en la Quebrada Tacahuay

Nivel	Origen	Comentario	Escala geológica
Nivel 1	Depósito eólico (Superficie)	Depósito no cultural, incluye superficie del terreno actual.	Holoceno
Nivel 2	Depósito eólico	Depósito cultural.	
Nivel 3A	Flujo de escombros	Depósito no cultural. Huaycos.	
Nivel 3B	Depósito eólico	Depósito cultural, con moluscos	
Nivel 4	Depósito eólico	Depósito cultural	
Nivel 5	Depósito eólico	Reocupación marítima temprana 4 500 años a.p (deFrance et al. 2001)	
Nivel 6	Flujo de escombros	Depósitos no culturales. Evento de El Niño	Pleistoceno Superior
Nivel 7	Flujo de escombros	Depósitos no culturales. Inundaciones a gran escala. Mega-Niño entre 10 290 y 10 090 años a.p (deFrance et al. 2001)	
Nivel 8	Depósito eólico	Ocupación marítima temprana desde 10 700 años a.p (deFrance y Umire, 2004, Keefer et al. 2003)	
Nivel 9 A	Depósito eólico Estéril	Depósito no cultural estéril.	
Nivel 9 B	Rocas sedimentarias	Grava pleistocena estéril.	

Fuente: Elaboración propia

La quebrada Tacahuay se caracteriza por presentar diferentes momentos de ocupación humana desde épocas arcaicas hasta la actualidad, con evidencia doméstica, que indica una comunidad dedicaba a la explotación marina, así como terrazas agrícolas y sistemas de surcos en épocas prehispánicas, la cuales probablemente fueron empleados durante la época colonial y post-colonial (Bar 2010). En base a estas evidencias se han descrito cuatro zonas, dentro de las cuales se encuentran los pozos evaluados.

- **Zona Disturbada:** Corresponde al fondo o lecho aluvial de la quebrada en la cual se encuentran evidencias arqueológicas domésticas (desecho o basura doméstica), este sector se encuentra un poco disturbado debido a la cercanía al camino moderno y se caracteriza además por fuertes disturbios naturales como flujos de aguas estacionales por el fenómeno de El Niño y disturbios de tipo eólico (Bar 2010). En esta zona se ubicaron los pozos 1, 2, 3, 4, 5 y 6.
- **Zona Pueblo colonial:** Esta zona hacia el extremo este y hacia el fondo de la quebrada, cerca de un Fundo colonial el cual se encuentra delimitado por un muro que aún se nota en la superficie, este sector presenta evidencia de canales de regadíos y cementerios prehispánicos; en este sector no se evidencia de arquitectura prehispánica de tipo doméstica, sin embargo se puede observar la presencia de materiales domésticos en la superficie (Bar, 2010). En esta zona se ubicaron los pozos 7, 8, 9 y 10.
- **Zona Tendales y Tambos.** Ubicado en la parte superior de la quebrada Tacahuay, en las faldas de los cerros ubicados en su margen derecha. Este sector se encuentra relacionado, al sector tambo en donde se presenta la mayor parte de arquitectura y en donde se encuentran el Tambo Inca, sectores domésticos del pueblo, los tendales y zonas de entierro (Bar 2010). En esta zona se ubicaron los pozos 11, 12, 13, 14, 15 y 16.
- **Zona de Ocupación Arcaica:** Esta es la zona caracterizada con evidencias de poblaciones arcaicas, se ubican en cerca de la vía costanera, en donde se reportó periodos prehispánicos tardíos y pobladores arcaicos, de acuerdo a estudios previamente realizados por deFrance y Umire (2004). En esta zona se analizará 1 excavación arqueológica, correspondiente al Pozo 17.

b. Procesamiento químico para la recuperación de palinomorfos

Con la finalidad de recuperar palinomorfos (granos de polen y esporas) se empleó la metodología desarrollada por el Laboratorio de Palinología y Paleobotánica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, la cual es una adaptación de la metodología propuesta por Traverse (1988), que consiste en el uso de medios físicos y químicos para separar los palinomorfos de las muestras de sedimento arqueológico.

- Para el procesamiento se empleó 5 g de muestras de sedimento, se agregó una tableta de *Lycopodium clavatum* (Lote #17775, con 18584 esporas por tabletas), como marcadores con la finalidad de obtener la abundancia de palinomorfos por gramo de sedimento (pal/g).
- Con la finalidad de eliminar restos de piedras se procedió a realizar tamizado con agua en una malla 150 μm ; en las muestras de sedimento arcilloso se procedió a agitar la muestra con agua y decantar el sobrenadante luego de 15 segundos de sedimentación, con la finalidad de eliminar arcillas.
- Las muestras fueron sometidas a ácido fluorhídrico (HF, 40%), para eliminar silicatos, seguido de varios lavados con agua destilada para neutralizar.
- Se procedió a realizar la oxidación química empleando la técnica de acetólisis, anteriormente mencionada para la metodología del polen actual.
- Se realizó separación por diferencia de densidad y para ello se empleó Bromuro de zinc (densidad=2.0) y se centrifugó por 10 minutos a 500 rpm, luego se retiró el sobrenadante y se realizaron lavados con agua destilada.
- Finalmente la muestra se tiñó con safranina y almacenó en glicerina, para su posterior montaje.

c. Observación microscópica y análisis de resultados

El análisis cuantitativo, se realizó siguiendo las recomendaciones de Bryant (2005), buscando contar hasta 200 granos de polen en cada una de las muestras, lo que indica la cantidad mínima representativa del total de muestra analizada para 5 gramos de sedimento, Para la estimación de la concentración se empleó la siguiente fórmula:

$$CP = (C/MC)*(TMA/VP)$$

Donde:

CP= Palinomorfo / gramo de sedimento (pal/g)

C = Polen contado

MC= Marcador contado

TMA= Total de marcador adicionados

PV = Peso o Volumen de la muestra

En las muestras con baja concentración de polen y en las que no fue fácil llegar a los 200 granos de polen, la búsqueda y el conteo se detuvo cuando la cantidad de esporas de *Lycopodium* llegó a 1 500. Se elaboraron palinogramas por cada uno de los pozos analizados y para ello se empleó el programa para Análisis de Datos C-2 versión 1.7.2.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. VEGETACIÓN ACTUAL

5.1.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

En el Cuadro 3, se observa el listado total de especies registradas en las lomas de Tacahuay durante los años 2010 y 2011. Se determinó un total de 58 especies de plantas vasculares silvestres, agrupadas en 45 géneros y 23 familias taxonómicas.

Cuadro 3: Lista de especies registradas en las Lomas de Tacahuay durante los años 2010 y 2011, indicando formas de crecimiento y origen.

Taxa registrados (APG III, 2009)	Forma de crecimiento	Origen y Endemismo
Familia Amaranthaceae		
<i>Alternanthera halimifolia</i> (Lamarck) Standl. ex Pittier	Hierba	Nativa
<i>Alternanthera pungens</i> Kunth	Hierba	Nativa
<i>Alternanthera</i> sp.	Hierba	Nativa
<i>Chenopodium murale</i> L.	Hierba	Nativa
<i>Chenopodium petiolare</i> Kunth	Hierba	Nativa
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Hierba	Nativa
Familia Anacardiaceae		
<i>Schinus molle</i> L.	Árbol	Nativa
Familia Asparagaceae		
<i>Furcraea</i> sp.	Hierba	Nativa y Endémica
Familia Asteraceae		
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Hierba	Nativa
<i>Cotula australis</i> (Sieber ex Spreng.) Hook. f.	Hierba	Nativa
<i>Grindelia glutinosa</i> (Cav.) Mart.	Arbusto	Nativa
<i>Ophryosporus</i> sp.	Arbusto	Nativa
<i>Philoglossa peruviana</i> DC.	Hierba	Nativa y Endémica
<i>Senecio</i> sp.	Arbusto	Nativa
<i>Siegesbeckia flosculosa</i> L'Hér.	Hierba	Nativa
<i>Trixis cacalioides</i> Kunth	Arbusto	Nativa
<i>Villanova oppositifolia</i> Lag.	Hierba	Nativa

...continuación

Taxa registrados (APG III, 2009)	Forma de crecimiento	Origen y Endemismo
Familia Basellaceae <i>Anredera cordifolia</i> (Tenore) Steenis	Liana	Nativa
Familia Boraginaceae <i>Heliotropium arborescens</i> L <i>Nama dichotomum</i> (Ruiz & Pav.) Choisy	Arbusto Hierba	Nativa Nativa
Familia Brassicaceae <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. <i>Sisymbrium aff. orientale</i>	Hierba Hierba	Introducida Introducida
Familia Cactaceae <i>Corryocactus</i> sp.	Suculenta	Nativa y Endémica
Familia Caprifoliaceae <i>Astrephia chaerophylloides</i> (Sm.) DC.	Hierba	Nativa
Familia Caryophyllaceae <i>Spergularia fasciculata</i> Phil.	Hierba	Nativa
Familia Convolvulaceae <i>Cuscuta</i> sp.	Parásita	Nativa
Familia Euphorbiaceae <i>Croton ruizianus</i> Müll.Arg.	Arbusto	Nativa
Familia Fabaceae <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze <i>Medicago polymorpha</i> L.	Árbol Hierba	Nativa y Endémica Introducida
Familia Geraniaceae <i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	Hierba	Introducida
Familia Lamiaceae <i>Marrubium vulgare</i> L. <i>Salvia rhombifolia</i> Sessé & Moc. <i>Salvia tubiflora</i> Ruiz & Pav.	Arbusto Hierba Arbusto	Introducida Nativa Nativa
Familia Loasaceae <i>Loasa nitida</i> Desr. <i>Nasa urens</i> (Jacq.) Weigend	Hierba Hierba	Nativa Nativa

Taxa registrados (APG III, 2009)	Forma de crecimiento	Origen y Endemismo
Familia Malvaceae		
<i>Fuertesimalva chilensis</i> (A.Braun & C.D.Bouché) Fryxell	Hierba	Nativa
<i>Fuertesimalva peruviana</i> (L.) Fryxell	Hierba	Nativa
<i>Palaua dissecta</i> Benth.	Hierba	Nativa
<i>Palaua weberbaueri</i> Ulbr.	Hierba	Nativa
Familia Montiaceae		
<i>Calandrinia alba</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Hierba	Nativa y Endémica
Familia Oxalidaceae		
<i>Oxalis lomana</i> Diels	Hierba	Nativa y Endémica
Familia Plumbaginaceae		
<i>Plumbago coerulea</i> Kunth	Hierba	Nativa
Familia Poaceae		
<i>Eragrostis attenuata</i> Hitchc.	Hierba	Nativa y Endémica
<i>Eragrostis peruviana</i> (Jacquin) Trin.	Hierba	Nativa
<i>Tragus berteronianus</i> Schult.	Hierba	Nativa
Familia Solanaceae		
<i>Jaltomata quipuscoa</i>	Arbusto	Nativa
<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	Hierba	Nativa
<i>Nicotiana paniculata</i> L.	Arbusto	Nativa y Endémica
<i>Nolana confinis</i> (I.M.Johnst.) I.M.Johnst.	Hierba	Nativa y Endémica
<i>Nolana spathulata</i> Ruiz & Pav.	Arbusto	Nativa y Endémica
<i>Solanum chilense</i> Dunal	Hierba	Nativa
<i>Solanum montanum</i> L.	Hierba	Nativa
<i>Solanum multifidum</i> Ruiz & Pav.	Hierba	Nativa
<i>Solanum</i> sp.	Hierba	Nativa
Familia Urticaceae		
<i>Parietaria debilis</i> G. Forst.	Hierba	Nativa
<i>Urtica urens</i> L.	Hierba	Introducida
Familia Verbenaceae		
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	Hierba	Nativa
<i>Verbena</i> aff. <i>weberbaueri</i> Hayek	Hierba	Nativa

Fuente: Elaboración propia

El extremo sur del Perú, es una de las zonas con menos investigaciones florísticas (Franco et al. 2004); los departamentos de Tacna, Moquegua y las partes altas de Arequipa han sido reconocidas como áreas con vacíos de información botánica (Cano et al. 1996). En la actualidad, si bien existen estudios de las Lomas del Sur y alrededores, no se conoce completamente la composición de la vegetación de las lomas de Tacahuay. El primer inventario florístico fue realizado por Ceroni (1994), quien registró 14 especies y 9 familias; posteriormente en el año 2007 la Administración Técnica Forestal y de Fauna silvestre Moquegua-Tacna, realizó un diagnóstico de la biodiversidad en donde se registró un total de 38 especies y 17 familias (INRENA, 2008). Con el presente estudio se adicionan 37 especies y 2 familias botánicas, a lo anteriormente reportado, registrándose un total de 80 especies y 30 familias. En el Anexo 6 se muestra la lista consolidada de las especies registradas para las lomas de Tacahuay.

La riqueza de especies de las Lomas de Tacahuay, puede ser comparable con otras lomas del Sur. El estudio realizado en las Lomas de Ilo, por Arakaki y Cano (2003), registra un total de 86 especies vegetales. En este caso el número de especies vegetal fue mayor, sin embargo se debe tener en cuenta que estos resultados se basan en colectas realizadas en los años 1995, 1996 y 1997, en este último periodo hubo mayor desarrollo de vegetación por la presencia del evento “El Niño”. Así mismo, los estudios realizados en las Lomas de Atiquipa, por Arias y Torres (1990) reportan un total de 110 especies, correspondientes a colectas realizadas en los periodos 1988-1989; posteriormente el periodo 2005-2006, Sotomayor y Jiménez (2008) reportan 21 especies de plantas en estado de floración en los cerros Barrera y Lagunillas. Es importante mencionar que las lomas de Tacahuay cuentan con 1 703 ha aproximadamente, mientras que las lomas de Atiquipa constituyen la mayor extensión de lomas con 28 000 ha (Canziani 1998).

En el Cuadro 4, se observa la composición florística de acuerdo el número de especies por familias botánicas. Las familias con mayor representatividad fueron Asteraceae y Solanaceae, ambas con 9 especies (15.5% de las especies), seguidas por las familias Amaranthaceae con 6 especies (10.3%), Malvaceae con 4 especies (6.9%), Lamiaceae con 3 especies (5.2%) y Poaceae con 3 especies (5.2%). Las familias representadas por dos especies equivalen al 20.7% y las familias por una especie también representan el 20.7%.

Cuadro 4: Riqueza de especie por familias en las lomas de Tacahuay, durante los periodos 2010 y 2011.

Familia Taxonómica	Número de Especies	Porcentaje
Asteraceae	9	15.5%
Solanaceae	9	15.5%
Amaranthaceae	6	10.3%
Malvaceae	4	6.9%
Lamiaceae	3	5.2%
Poaceae	3	5.2%
Boraginaceae	2	3.4%
Brassicaceae	2	3.4%
Fabaceae	2	3.4%
Loasaceae	2	3.4%
Urticaceae	2	3.4%
Verbenaceae	2	3.4%
Anacardiaceae	1	1.7%
Asparagaceae	1	1.7%
Basellaceae	1	1.7%
Cactaceae	1	1.7%
Caprifoliaceae	1	1.7%
Caryophyllaceae	1	1.7%
Convolvulaceae	1	1.7%
Euphorbiaceae	1	1.7%
Geraniaceae	1	1.7%
Montiaceae	1	1.7%
Oxalidaceae	1	1.7%
Plumbaginaceae	1	1.7%
Total	58	100%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a Mostacero et al. (2007), Ferreyra (1961, 1983), Arakaki y Cano, (2003) las familias con mayor representatividad en lomas son la familia Asteraceae, Solanaceae, Fabaceae, Poaceae y Malvaceae, lo cual coincide con en este estudio, en cuanto a las familias Asteraceae, Solanaceae y Malvaceae, sin embargo la familia Fabaceae y Poaceae si bien se encuentran presentes, están representadas por 2 y 3 especies respectivamente, a diferencia de la familia Amaranthaceae que si presenta elevada riqueza de especies (6 especies).

Cuadro 5: Formas de crecimiento, de las especies registradas en las Lomas de Tacahuay en los años 2010 y 2011.

Forma de crecimiento (Withaker, 1975)	Número de especies	Porcentaje
Hierba	42	72%
Arbusto	11	19%
Árbol	2	3%
Suculenta	1	2%
Hierba Parásita	1	2%
Enredadera	1	2%
Total	58	100%

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las formas de crecimiento las especies herbáceas alcanzan los porcentajes más altos (72%), los arbustos representan el 19%, los arboles el 3%, las enredaderas, suculentas (cactus) y hierbas parásitas representan cada una de ellas el 2% del total (Cuadro 5). Las lomas presentan vegetación xerófita, que consta de arbustos, subarbustos, hierbas de vida efímera, pastos anuales y en algunos casos estrato arbóreo (Mostacero et al. 2007), siendo las especies herbáceas y arbustivas las predominantes (Ferreyra 1983), tal como se ha observado en este estudio. Las especies arbóreas están representada principalmente por la especie *Caesalpinia spinosa*, la cual se distribuye de manera dispersa en quebradas, laderas y cerros, por lo cual es considerada como un relictos de bosque de tara para la región sur (INRENA 2008).

En el Figura 8, se muestra un gráfico elaborado en base a la información de origen de las especies colectadas. El 17.2% son nativas y endémicas para el Perú (10 especies), los taxones *Nolana cofinis*, *Nolana spathulata* y *Oxalis lomana*, se distribuyen exclusivamente en lomas costeras, mientras que *Caesalpinia spinosa*, *Philoglossa peruviana*, *Erragrostis attenuata*, *Nicotiana paniculata*, *Calandrinia alba*, *Furcraea* sp. y *Corryoctus* sp., se distribuyen también en zonas altoandinas (León et al. 2006, Brako y Zarrucchi 1993). El endemismo es fruto del aislamiento geográfico ya que estas formaciones vegetales funcionan como islas separadas por hábitat hiperárido desprovisto

de vida vegetal (Weberbauer 1945, Mostacero et al. 1996, Rundel *et al.* 1991). En este estudio, el porcentaje de endemismo es bajo, teniendo en cuenta que las lomas costeras poseen un alto nivel de endemismo (Ferreya 1983). Diversos estudios sugieren que no menos del 20% de las especies, son estrictamente endémicas (Mostacero *et al.* 2007), llegando incluso a registrarse el 42% de endemismo (Müller 1985, citado por Sotomayor y Jiménez 2008). Estudios realizados por Trinidad *et al.* (2012) en lomas de la costa central, registran porcentajes de endemismo de 17.8% (20 especies) en las lomas de Villa Maria y 17.9% (9 especies) en las lomas de Amancaes.

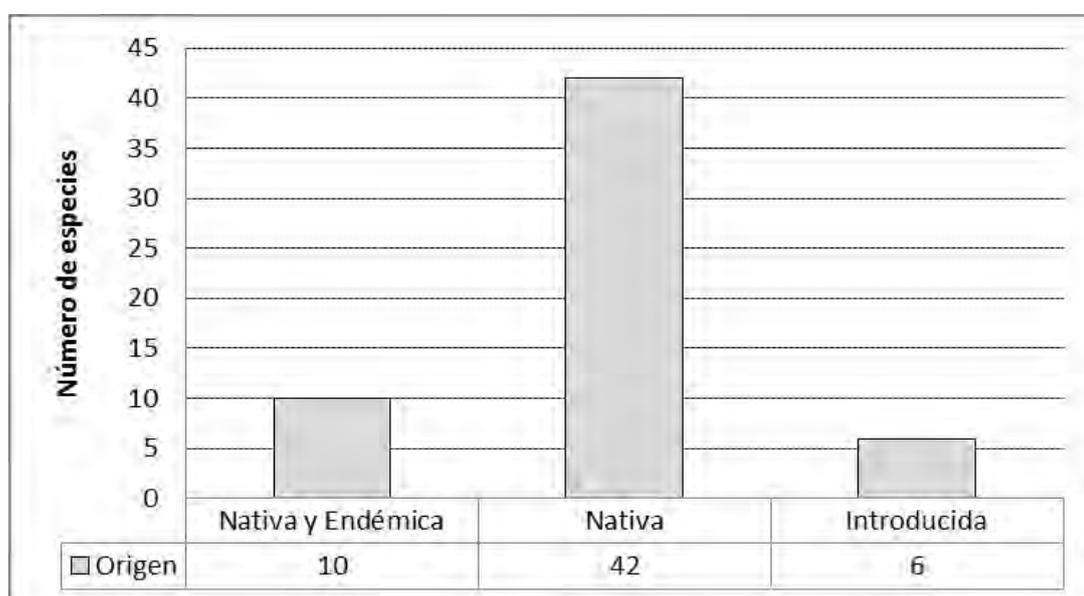


Figura 8: Distribución de especies de acuerdo al origen y endemismo (Fuente: Elaboración propia)

El 10,3% de las especies registradas (6 especies) en las lomas de Tacahuay son introducidas: *Medicago polymorpha*, *Olea europea*, *Capsella bursa-pastoris*, *Sisymbrium aff. orientale*, *Marrubium vulgare*, *Urtica urens* y *Erodium moschatum*. En el Perú, la llegada de los españoles fue la principal causa de presencia de plantas introducidas, tanto por introducción de especies exóticas y como de su propia ganadería (Galán de Mera et al. 2011). El caso de la especie *Medicago polymorpha* “alfalfa de secano”, es muy característica ya que es una planta forrajera ampliamente cultivada en pisos altoandinos y cuyos frutos hacen uso de la exozoocoria como forma de dispersión (Ruiz y Nuñez 1987, citado por Galán de Mera et al. 2011), lo que indicaría su directa relación con las actividades de pastoreo que se desarrollan en las lomas de Tacahuay. El resto de las

especies introducidas, son plantas ruderales o invasoras, las cuales han ido ganando terreno debido a la acción de la ganadería, formando comunidades derivadas, estas especies llegan a invadir áreas propias de especies nitrofilas, tras crear asociación con las comunidades de lomas (Galán de Mera et. al 2011).

Las plantas nativas están representadas por el 72,4 %, de las cuales las especies *Loasa nítida*, *Fuertesimalva chilensis*, *Palaua weberbaueri*, *Solanum montanum*, *Spergularia fasciculata*, son características de lomas costeras (Brako y Zarucchi 1993, Ferreyra 1961, MINAG 2013). Las especies *Schinus molle*, *Siegesbeckia flosculosa*, *Trixis cacalioides*, *Heliotropium arborescens*, *Nama dichotomum*, *Astrephia chaerophylloides*, *Cuscuta* sp. *Grindelia glutinosa*, *Nasa urens*, *Palaua dissecta*, *Eragrostis peruviana*, *Jaltomata quipuscoa*, *Solanum chilense*, *Solanum multifidum* y *Phyla nodiflora*, se distribuyen además en otras formaciones vegetales de costa y en pisos ecológicos medios de los Andes (Brako y Zarucchi 1993). Además es importante señalar la presencia de elementos ruderales, invasoras de cultivos y que se desarrollan en ambiente disturbados, entre las que tenemos *Alternanthera halimifolia*, *Alternanthera pungens*, *Chenopodium murale*, *Chenopodium petiolare*, *Dysphania ambrosioides*, *Conyza bonariensis*, *Cotula australis*, *Villanova oppositifolia*, *Anredera cordifolia*, *Croton ruizianus*, *Salvia rhombifolia*, *Salvia tubiflora*, *Fuertesimalva peruviana*, *Plumbago coerulea*, *Tragus berteronianus*, *Nicandra physalodes*, *Parietaria debilis* y *Verbena aff. weberbaueri* (Brako y Zarucchi 1993, Sagastegui y Leyva 1993).

5.1.2. DESCRIPCIÓN DE PISOS ALTITUDINALES

De acuerdo a las colectas botánicas y las observaciones realizadas en campo en el área de estudio (Quebrada Carrizales y Quebrada Tacahuay), se definieron cuatro rangos altitudinales (1) 200-500 msnm, (2) 500 msnm, (3) 600-700 msnm y (4) 700-900 msnm. (Cuadro 6).

Cuadro 6: Distribución de especies por rangos altitudinales en las Lomas de Tacahuay
(H: Hierba, V: liana, C= Suculenta, S= Arbusto, PH=Hierba parásita, T= Árbol)

Especies (APG III, 2009)	Forma de crecimiento	Rangos altitudinales (msnm)			
		200-500	500-600	600-700	700-900
<i>Alternanthera halimifolia</i>	H		X	X	
<i>Alternanthera pungens</i>	H		X	X	
<i>Alternanthera sp.</i>	H				X
<i>Anredera cordifolia</i>	V				X
<i>Astrephia chaerophylloides</i>	H				X
<i>Caesalpinia spinosa</i>	T		X	X	X
<i>Calandrinia alba</i>	H			X	X
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	H		X		
<i>Chenopodium murale</i>	H		X	X	X
<i>Chenopodium petiolare</i>	H	X	X	X	
<i>Conyza bonariensis</i>	H				X
<i>Corryocactus sp.</i>	C				X
<i>Cotula australis</i>	H		X		
<i>Croton ruizianus</i>	S		X	X	
<i>Cuscuta sp.</i>	PH			X	
<i>Dysphania ambrosioides</i>	H		X	X	X
<i>Eragrostis attenuata</i>	H			X	X
<i>Eragrostis peruviana</i>	H	X		X	
<i>Erodium moschatum</i>	H		X	X	X
<i>Fuertesimalva chilensis</i>	H		X	X	
<i>Fuertesimalva peruviana</i>	H		X	X	
<i>Furcraea sp.</i>	H				X
<i>Grindelia glutinosa</i>	S		X	X	
<i>Heliotropium arborescens</i>	S		X	X	X
<i>Jaltomata quipuscoa</i>	S				X
<i>Loasa nitida</i>	H			X	X
<i>Marrubium vulgare</i>	S		X	X	X
<i>Medicago polymorpha</i>	H			X	X
<i>Nama dichotoma</i>	H			X	
<i>Nasa urens</i>	H			X	X
<i>Nicandra physalodes</i>	H		X		X
<i>Nicotiana paniculata</i>	S		X	X	X
<i>Nolana confinis</i>	H			X	X
<i>Nolana spathulata</i>	S	X	X	X	
<i>Ophryosporus sp.</i>	S				X

...continuación

Especies (APG III, 2009)	Forma de crecimiento	Rangos altitudinales (msnm)			
		200-500	500-600	600-700	700-900
<i>Oxalis lomana</i>	H				X
<i>Palaua dissecta</i>	H		X	X	
<i>Palaua weberbaueri</i>	H		X		
<i>Parietaria debilis</i>	H		X	X	X
<i>Philoglossa peruviana</i>	H		X		
<i>Phyla nodiflora</i>	H		X		
<i>Plumbago coerulea</i>	H				X
<i>Salvia rhombifolia</i>	H		X		X
<i>Salvia tubiflora</i>	S				X
<i>Schinus molle</i>	T	X			
<i>Senecio sp.</i>	S				X
<i>Siegesbeckia flosculosa</i>	H		X		
<i>Sisymbrium aff. orientale</i>	H		X	X	
<i>Solanum chilense</i>	H	X		X	X
<i>Solanum montanum</i>	H		X	X	X
<i>Solanum multifidum</i>	H		X	X	X
<i>Spergularia fasciculata</i>	H	X	X	X	X
<i>Tragus berteronianus</i>	H	X			
<i>Trixis cacalioides</i>	S	X			
<i>Urtica urens</i>	H			X	
<i>Verbena aff. weberbaueri</i>	H				X
<i>Villanova oppositifolia</i>	H			X	
TOTAL ESPECIES		8	29	33	33

Fuente: Elaboración propia

El desarrollo vertical de las lomas es gradual y se extiende en función directa a la altura sobre el nivel del mar (Bonavia 1991), esto se puede observar claramente en este estudio, ya que entre 200-500 msnm se desarrollaron sólo 8 especies vegetales, sin embargo, a mayor altitud se incrementa el número de especies: entre 500 y 600 msnm se determinaron 29 especies, entre 600-700 msnm y 700-900 msnm, se reportaron 33 especies para cada nivel.

El piso inferior, entre los 200 y 500 msnm, se caracteriza por presentar suelo arenoso y pendiente ligeras entre 20° y 25°. Predominan especies herbáceas anuales, que desarrollan con mayor abundancia en los meses de invierno y son dependientes de las neblinas. Mostacero et al. (2007), denomina “Formación de lomas efímeras” al piso de similares

características en las lomas de Trujillo. En las lomas de Tacahuay se observó principalmente los biotipos de *Nolana spathulata*, *Tragus berteronianus* y *Spergularia fasciculata*. De manera aislada en las quebradas también se observan algunos ejemplares del arbusto *Trixis cacaliodes*, y un individuo de *Schinus molle*.

Las lomas de Tacahuay entre 500 y 700 msnm presentan características fisiográficas y composición florística similar; el suelo es arcilloso-pedregoso, con pendientes de aproximadamente 30°. En este piso se desarrollan especies arbóreas y arbustivas asociadas a herbáceas anuales. Los biotipos arbustivos predominantes son *Heliotropium arborescens*, *Grindelia glutinosa*, *Nicotiana paniculata* y *Croton ruizianus* las cuales se desarrollan principalmente en las quebradas. La vegetación arbórea está representada por *Caesalpinia spinosa*, la cual se desarrolla en quebradas, laderas y cumbres de cerros. Las especies herbáceas tapizan las laderas de los cerros, en donde destacan las especies como *Erodium moschatum*, *Fuertesimalva chilensis*, *Fuertesimalva peruviana*, *Chenopodium petiolare*, *Dysphania ambrosoides*, *Eragrostis attenuata* y *Eragrostis peruviana*, además de las mencionadas en el piso inferior. En las quebradas rocosas se desarrollan principalmente *Loasa nitida*, *Urtica urens* y *Parietaria debilis*.

Sobre los 700 msnm hasta los 900 msnm, las lomas de Tacahuay, se caracteriza por presentar principalmente suelo arcillo rocoso y las pendientes son más abruptas (entre 50° y 60°) lo que dificulta el acceso. En este piso también se observa vegetación similar a la reportada por entre 500 y 700 msnm, sin embargo, a partir de este nivel se registran especies perennes como *Corryocactus* sp. y *Furcrea* sp., además de herbáceas como *Verbena aff. weberbaueri*, *Salvia tubiflora*, *Senecio* sp., *Plumbago coerulea*, *Oxalis lomana*, *Anredera cordifolia*, *Astrephia chaerophylloides* y *Conyza bonariensis*, que se desarrollan en zonas pedregosas y poco accesibles..

Dado que trabajo no se cubrió el área total de las lomas de Tacahuay, es probable que sobre los 900 msnm y/o en quebradas aledañas se encuentren las especies como *Neoraimondia arequipensis*, *Austrocylindropuntia subulata*, *Tetragonia ovata*, *Amaranthus hybridus*, *Atriplex* sp., *Hydrocotyle bonariensis*, *Bidens pilosa*, *Flaveria bidentis*, *Tillandsia aff. capillaris*, *Cristaria* sp., *Argemone mexicana*, *Paspalum* sp., *Quinchamalum lomae*, *Salix babylonica*, *Nolana jhonstonii*, *Nolana* sp., *Solanum americanum*, *Solanum aff. nitidum*, las cuales fueron anteriormente reportadas para las lomas de Tacahuay (INRENA 2008, Ceroni 1994).

5.2. VEGETACIÓN DEL PASADO

5.2.1. Composición florística

A partir de las muestras de sedimentos se recuperaron y determinaron un total 56 tipos polínico (Anexo 8). El 91% de los tipos polínicos pertenecen al grupo de las Angiospermas (26 familias, 33 géneros), el 2% al grupo de las Gimnospermas (1 familia, 1 género). Se determinó 4 tipos polínicos de Pteridophyta (7%), sin embargo, para el análisis por pozos se contabilizó de manera total.

En el Cuadro 7 se presenta la composición florísticas de las familias de Fanerógamas, se observó que la familia con más representatividad fue Asteraceae (13%, n= 13), seguida por la familia Malvaceae (7%, n=4), Fabaceae (5%, n=3), Solanaceae, Amaranthaceae (4%, n=2) y Poaceae (4%, n=2). Las familias representadas por un solo tipo polínico equivalen al 60%.

Cuadro 7: Palinomorfos reportados por familia taxonómica

Familias	Tipos polínicos	Porcentaje
Asteraceae	13	23%
Malvaceae	4	7%
Fabaceae	3	5%
Solanaceae	3	5%
Amaranthaceae	2	4%
Poaceae	2	4%
Apiaceae	1	2%
Betulaceae	1	2%
Bignonaceae	1	2%
Boraginaceae	1	2%
Calceolariaceae	1	2%
Caryophyllaceae	1	2%
Convulvulaceae	1	2%
Cucurbitaceae	1	2%
Euphorbiaceae	1	2%
Geraniaceae	1	2%
Lamiaceae	1	2%
Loasaceae	1	2%
Oleaceae	1	2%
Onagraceae	1	2%

...continuación

Familias	Tipos polínicos	Porcentaje
Oxalidaceae	1	2%
Podocarpaceae	1	2%
Polygalaceae	1	2%
Rosaceae	1	2%
Sapotaceae	1	2%
Thyphaceae	1	2%
Urticaceae	1	2%
Indeterminado	4	7%
TOTAL	52	93%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los registros polínicos la familia Asteraceae es la más representativa (23%), esto coincide con los registros florísticos de la flora actual (15.5%). En la actualidad la segunda familia con más número de especies de Solanaceae (15.5%), sin embargo, en los análisis de polen sólo esta representada con 7%, esto se debe a las características redundante de los granos de polen de esta familia, que no sólo permite la diferenciación a nivel de familia y/o género (Huamán 2010). La familia Malvaceae de acuerdo a los registros de polen esta familia representa el 7% del total especies y de acuerdo a las colectas referenciales de flora, representa el 6.9%.

Las familias Betulaceae, Bignoniaceae, Cucurbitaceae, Onagraceae, Podocarpaceae, Rosaceae, Sapotaceae y Typhaceae, no han sido reportadas en la actualidad. La familia Pococarpaceae, es la única representante de las Gimnospermas.

Cuadro 8. Formas de crecimiento de las especies de acuerdo a los registros palinológicos

Forma de crecimiento (Withaker, 1975)	Tipos polínicos	Porcentaje
Hierba	28	54%
Arbusto	7	13%
Árbol	6	12%
Indeterminado	11	21%
TOTAL	52	100%

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 8 se observa que el mayor porcentaje de especies fueron hierbas (54%), seguida por los arbustos (13%) y árboles (12%). En los resultados de flora actual, la mayor cantidad de especies también fueron hierbas (72 %), seguida por arbustos (17%) y arboles (3%). Los estudios palinológicos demuestran que los árboles estuvieron mejor representados en épocas anteriores.

5.2.2. Descripción por Niveles

En el Cuadro 9, se muestra la riqueza por tipos polínicos, de acuerdo a los niveles evaluados. La mayor riqueza específica se reporta en el Nivel 1 (n=41), Nivel 2 (n=36) y Nivel 3B (n=34), los cuales corresponden a los periodos más recientes. El nivel 3A (n=16), que corresponde a flujo de escombros, presentó menor cantidad de palinomorfos, al igual que el Nivel 4 (n=23) y Nivel 5 (n=18). Las muestras de mayor antigüedad, correspondiente a finales del Pleistoceno e inicios del Holoceno, fueron las que presentaron la menor cantidad de taxones: el Nivel 6 (n=5), el Nivel 7 (n=6), el Nivel 8 (n=9), el Nivel 9A (n=4) y el Nivel 9B (n=1).

Cuadro 9: Lista de taxa de palinomorfos reportados por niveles analizados en la Quebrada Tacahuay.

TAXA	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3A	NIVEL 3B	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7	NIVEL 8	NIVEL 9A	NIVEL 9B
<u>Lomas</u>											
<i>Fuertesimalva aff. chilensis</i>	x	x		x	x						
<i>Loasa</i> sp.	x	x	x	x		x					
<i>Nolana</i> sp.	x	x		x	x	x		x	x		
<i>Oxalis</i> ps.	x	x		x							
<i>Palaua</i> sp.	x	x		x	x						
<i>Spergularia</i> sp	x	x			x						
<u>Lomas y otros ambientes</u>											
<i>Althernanthera</i> sp.					x	x	x				
Amaranthaceae (Cheno-Am)	x	x	x	x	x	x	x				
<i>Baccharis</i> sp.	x	x		x	x	x	x	x			

...continuación

TAXA	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3A	NIVEL 3B	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7	NIVEL 8	NIVEL 9A	NIVEL 9B
<i>Bindens</i> sp.	x	x	x	x	x	x					
<i>Caesalpinea</i> sp.	x			x				x			
<i>Calceolaria</i> sp.	x	x		x	x						
<i>Conyza</i> sp.	x	x	x	x					x		
<i>Cotula</i> sp.	x	x	x	x							
<i>Croton</i> sp.		x		x					x		
<i>Erigeron</i> sp.	x	x		x							
<i>Fuertesimalva</i> aff. <i>peruviana</i>						x			x		
<i>Fuertesimalva</i> sp.	x			x							
<i>Grindelia</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x				
<i>Heliotropium</i> sp.	x	x									
<i>Monnina</i> sp.	x	x	x	x		x					
<i>Ophyosphorus</i> sp.	x	x		x	x	x					
<i>Schinus molle</i>									x	x	
<i>Senecio</i> sp.	x	x		x	x	x					
<i>Solanum</i> sp.	x										
<i>Trixis</i> sp.	x	x	x	x	x				x		
<u>Otros ambientes</u>											
<i>Alnus acuminata</i>		x			x						
<i>Ambrosia</i> sp.	x	x									
Cucurbitaceae		x				x					
<i>Desmodium</i> sp.									x		
<i>Inga</i> sp.								x			
<i>Ipomoea</i> sp.	x										
Onagraceae	x										
Podocarpaceae				x						x	
<i>Pouteria</i> sp.				x							
<i>Tagetes</i> sp.	x	x	x	x	x						
<i>Tecoma</i> sp.	x	x	x	x	x			x			
<i>Thypa</i> sp.				x	x	x		x			
<i>Zea mays</i>	x	x		x							
<u>Introducidas ó Exóticas</u>											
<i>Erodium</i> sp.			x								
<i>Olea europea</i>	x	x		x							
<i>Sonchus oleraceus</i>	x	x	x	x							

TAXA	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3A	NIVEL 3B	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7	NIVEL 8	NIVEL 9A	NIVEL 9B
<u>Indeterminadas</u>											
Apiaceae	x		x	x							
Asclepiadaceae						x					
Asteraceae	x	x			x					x	
Fabaceae	x	x	x	x		x					
Faboideae	x	x		x							
Malvaceae	x										
Poaceae	x	x			x	x					
Rosaceae	x										
Solanaceae	x	x		x							
Urticaceae/Moraceae	x		x								
Pteridophyta	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Indeterminado 1	x	x		x	x	x					
Indeterminado 2		x									
Indeterminado 3				x							
Indeterminado 4					x						
Total de especies	41	36	34	16	23	18	5	6	9	4	1

Fuente: Elaboración propia

En los niveles evaluados se puede apreciar periodos de incremento y disminución de especies vegetales. El Nivel 9B, correspondiente a grava estéril pleistocénica sólo se encuentran esporas de helechos y en los niveles superiores la cantidad de palinomorfos se incrementa hasta llegar al Nivel 8 (primera ocupación humana), Posteriormente en los niveles 7 y 6, se observa una disminución gradual del número de palinomorfos. Es importante señalar que estos dos niveles corresponden a flujo de escombros producto de un evento de El Niño, pues los análisis de sedimento indican que los escombros se caracterizaron por una gran carga de sedimento, de movimiento relativamente lento y distribución laminar, producto de una serie de huaycos y acumulaciones de arena eólica (deFrance y Umire 2004) y probablemente en estos periodos las condiciones ambientales no favorecieron el desarrollo de la vegetación. Nuevamente a partir del nivel 6 el número de especies se incrementa gradualmente, llegando a reportarse 34 palinomorfos en el Nivel 3B. En el Nivel 3A, se observa una disminución hasta de 16 palinomorfos, pues este Nivel corresponde a flujos de escombros o huaycos ocurridos durante periodos más recientes (Colonial o Inca); en los niveles superficiales hay un incremento de la flora y en el nivel superficial se reportan 41 palinomorfos.

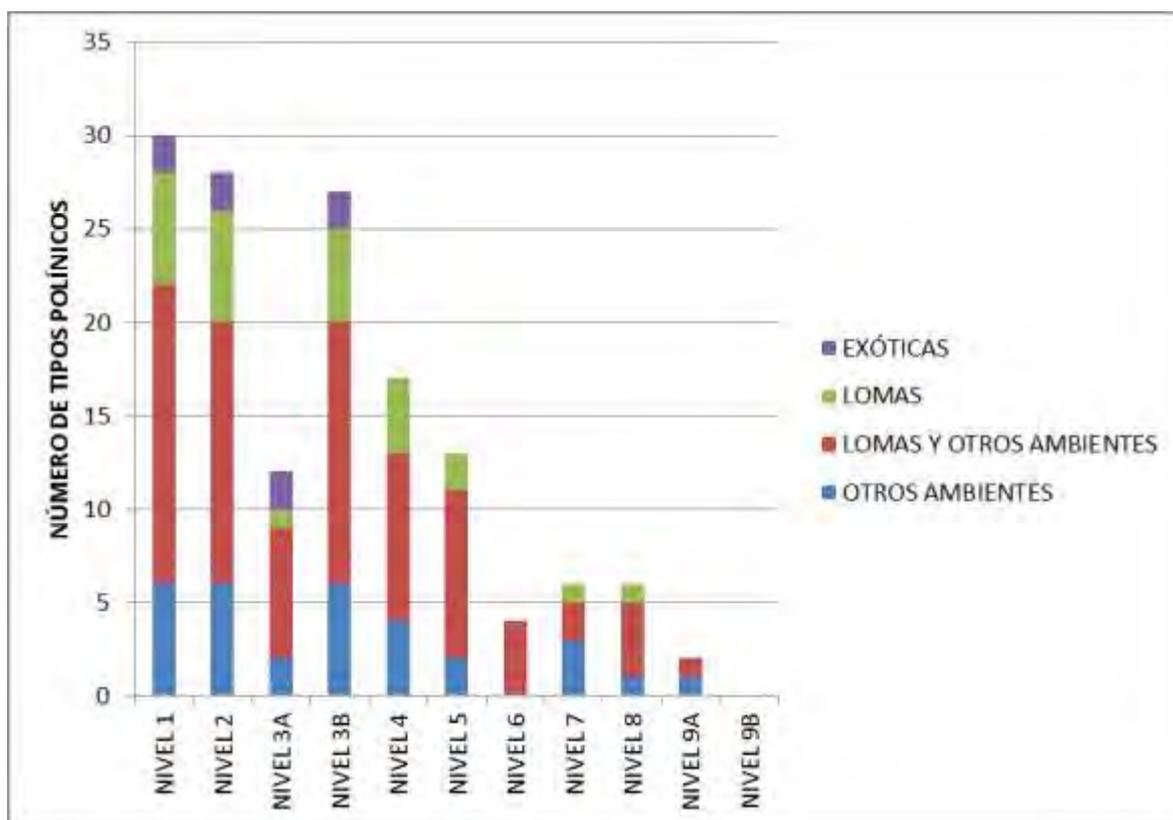


Figura 9: Número de polinomorfos por niveles evaluados de acuerdo a la distribución actual de las especies (Fuente: Elaboración propia)

En la Figura 9, se observa polinomorfos reportados por niveles de acuerdo a la distribución actual de las especies. La aparición de especies introducidas se reporta en los superiores (Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3A y Nivel 3B) donde probablemente el Nivel 3B coincide con el inicio de la ocupación española. Dentro del grupo de las especies introducidas se encuentran las especies *Olea europea*, *Sonchus oleraceus*, y *Erodium sp.* La especie *Olea europea*, es un árbol introducido del Mediterráneo y cultivado ampliamente en los valles costeros del Sur (Rundel et al. 1991), la introducción de este cultivo en las lomas de Tacahuay, data de los primeros años de invasión española (Bar, 2010), sin embargo, en la actualidad la zona del olivar ocupa un área importante en las lomas y viene siendo manejada de manera particular por un poblador de la zona. En el caso de las especies *Sonchus oleraceus* y *Erodium sp.*, estas son plantas ruderales o invasoras

exóticas, las cuales han ido ganando terreno debido a la acción de la ganadería, formando asociaciones en las comunidades de lomas (Galán de Mera et al. 2011).

Las especies características de lomas se presentan desde el Nivel 8 (primera ocupación humana a finales del pleistoceno) y se extienden hasta los niveles superiores (actuales). El mayor número de especies de lomas se presentan en el Nivel 1 y el Nivel 2. Dentro de este grupo, el polen con registro más antiguo fue del género *Nolana*, del cual en la actualidad se reportan las especies *N. confinis*, *N. jhonstonii* y *N. spathulata*. Sin embargo, es posible que en periodos anteriores, con condiciones climáticas favorables, se hayan desarrollado un mayor número de especies, ya el género *Nolana* presenta alta riqueza endémica para lomas (Dillon et al. 2007). A partir del Nivel 5 (segunda ocupación humana, a inicios del Holoceno), se reporta *Loasa* sp. (probablemente se trate de *Loasa nítida*), especie actualmente distribuida entre los 600 y 700 msnm y en zonas rocosas. A partir del Nivel 4, se reporta *Fuertesimalva chilensis*, *Spergularia* sp. y *Palaua* sp.; en la actualidad estas especies se reportan ampliamente en los diferentes pisos altitudinales. En el Nivel 3B, se reporta *Oxalis* sp., la cual se ha asociado a *Oxalis lomana*, actualmente distribuida en las lomas de Tacahuay.

En todos los niveles analizados la flora estuvo compuesta principalmente por especies provenientes de otros ambientes, principalmente de los Andes, lo que evidencia una influencia florística importante de la vertiente occidental de los andes, desde los periodos más antiguos, lo cual ha sido antes reportado por Cano et al. (2001) y Galán de Mera et al. (2010). Estos patrones de distribución permanecen aún en las lomas de Tacahuay, ya que en la evaluación de flora actual solo el 5.1% corresponden a especies endémicas de Lomas y el resto de especies corresponden a especies distribuidas ampliamente en zonas alto andinas.

En la actualidad especies de la vertiente occidental, tales como *Schinus molle*, *Althernanthera* sp., *Bidens* sp., *Caesalpinia* sp., *Conyza* sp., *Cotula* sp., *Croton* sp., *Grindelia* sp., *Heliotropium* sp., *Ophryosphorus* sp., *Fuertesimalva* spp. *Senecio* sp. *Solanum* sp. *Spergularia* sp., *Trixis* sp. y *Loasa* sp. forman parte del ecosistema natural de las lomas de Tacahuay. En este grupo también se puede mencionar a *Calceolaria* sp., *Erigeron* sp., *Monnina* sp., y *Baccharis* sp., que si bien no han sido reportadas en Tacahuay, son comunes en ecosistemas de lomas (Arakaki y Cano 2001, Ferreyra 1953, Ferreyra 1961, MINAG 2013).

La presencia de especies altoandinas, puede estar relacionada a las actividades de pastoreo desde tiempo prehispánicos, pues la vegetación de las lomas era esencial para el sustento de las llamas que eran transportadas con fines rituales, para carga de productos serranos o costeos, o para aprovechar los pastos suculentos de las lomas, que en los Andes estaban secos. Incluso se han encontrado ruinas de los asentamientos preincaicos que probablemente servían para gestionar los pastos y cultivos de las lomas. Hoy en día sigue existiendo trashumancia entre los Andes y la costa, lo que hace pensar en la dispersión zoócora de grupos de plantas altoandinas hacia la costa como indican algunos autores (Tapia y Flores, citado por Galán de Mera et al. 2011).

Se ha reportado desde periodos muy antiguos a *S. molle* (Nivel 9A), *Trixis* sp., *F. peruviana*, *Croton* sp., *Conyza* sp. (Nivel 8), *C. spinosa* y *Baccharis* sp. (Nivel 7). A partir del Nivel 6 se reportan las especies *Grindelia* sp., *Conyza* sp., y *Althernanthera* sp., y a partir del Nivel 5 *Ophryosphorus* sp., *Bidens* sp. y *Senecio* sp.

A partir del Nivel 4 se observa una composición florística de lomas similar a la que se conoce en la actualidad, es probable que la formación de lomas propiamente dicha, se haya dado posterior a la segunda ocupación (4 500 años a.p), tal como propone Engel (1987), que señala que las condiciones meteorológicas para el desarrollo de vegetación de lomas se establecieron durante el Holoceno a consecuencia del antitermal (fase más caliente del Holoceno, entre los 6 000 y 3 000 años a.p.).

Dentro del grupo de los tipos polínicos provenientes de otros ambientes se tiene a *Alnus acuminata*, *Tecoma* sp., *Thypha* sp. *Ipomoea* sp., *Tagetes* sp. y Podocarpaceae. La especie *Alnus acuminata* es un árbol que en la actualidad se distribuye entre los 400 y 3 800 msnm, en ceja de selva, monte ribereño, zonas disturbadas y bosques altoandinos, de los departamentos de Amazonas, Ancash, Apurímac, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Pasco y Piura (Reynel y Marcelo 2009). Los granos de polen fueron registrados en los periodos prehispánicos (Nivel 4) y periodo colonial (Nivel 2). El registro de *A. acuminata* no necesariamente evidencia la presencia de esta especie en la zona de excavación, ya que se debe tener en cuenta que esta especie tiene alta producción de polen y dispersión anemófila, es decir, se transporta a grandes distancias por el viento (García 2006, Osorio y Quiroz 2009). Sin embargo el desarrollo de *A. acuminata*, en zonas de quebradas y fuertemente impactadas, esto indicaría que por algún periodo de tiempo esta especie se desarrolló en este ambiente (Weng et al. 2004)

El género *Tecoma* agrupa arbustos y árboles, que se ubican en bosques secos y zonas disturbadas (Reynel y Marcelo 2009). En la zona sur del Perú se han reportado las especies *T. fulva*, *T. fulva* subsp. *arequipensis*, *T. fulva* subsp. *tanaeciiflora* y *T. stans* var. *sambucifolia*, las cuales se desarrollan entre los 1 000 msnm y 3 500 msnm en los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna (Brako y Zarucchi 1993, Arakaki y Cano 2003). Los pólenes de *Tecoma* sp. fueron registrados de manera constante en los niveles superiores, en el Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3A, Nivel 3B y Nivel 4A, así como en el Nivel 7. En este caso la presencia del polen de *Tecoma* sp. sí podría indicar que esta especie se desarrolló en este ecosistema, ya que los pólenes de este grupo se dispersan por entomofilia y ornitofilia, es decir son transportados por insectos y aves (Lahitte et al. 2000) y no presentan características morfológicas que les permitan dispersarse a grandes longitudes. La especie *T. fulva* subsp. *arequipensis* y *T. fulva* subsp. *tanaeciiflora*, comúnmente colonizan suelos arenosos de quebradas, acompañados del árbol *Schinus molle* (Galán de Mera, 2009). En la colecta referencial sólo se ha reportado un árbol de *S. molle*, sin embargo, de acuerdo estudio paleobotánicos realizados en la quebrada Tacahuay, se sabe que en tiempos prehispánicos existió mayor número de árboles, lo cual se confirma con la presencia de semillas arqueológicas (Castillo 2011).

La familia Podocarpaceae es el único grupo de coníferas nativas del Perú. En la actualidad forman parte de bosques relictos montanos nublados o húmedos que se ubican entre los 1 200 y 3 600 m (Brako y Zarucchi 1993, Vicuña 2005). En este trabajo se han reportado pólenes de Podocarpaceae sólo en dos periodos no consecutivos; el primer reporte corresponde a depósitos eólicos del pleistoceno (Nivel 9A) y el segundo a periodos contemporáneos a la ocupación Inca/Colonial (Nivel 3B). Es probable que estos pólenes, provengan de zonas más altas, pues la morfología polínica de las podocarpáceas (bisacos), la altura de planta y la alta producción de polen, facilitan el transporte de estos pólenes a través del viento (Palafox 2013), sin embargo, estudios paleoambientales en sedimentos, afirman que durante el Plioceno, las principales especies de los bosques montanos eran *Weinmannia* (Cunoniaceae) y *Podocarpus* (Van der Hammen 1974) y durante el Pleistoceno los registros de polen de estos pólenes aparece periódicamente, en múltiples sitios de baja altitud (Dalling et al. 2010)

El género *Tagetes* sp., agrupa a hierbas y arbustos ampliamente distribuidas en el Perú, principalmente en zonas altoandinas. En la actualidad esta especie se distribuye en monte ribereño, pastizales y bosques (Brako y Zarucchi 1993). El género *Tagetes*,

pertenece al grupo de las asteráceas, las cuales poseen una polinización de tipo entomófila (Guilarte 2000), por lo cual sus características de tamaño y morfología no le permiten desplazarse grandes distancias. Esta especie se reporta principalmente a partir del Nivel 4 hasta el Nivel 1, lo que indicaría que esta especie se desarrolló a lo largo del tiempo en las lomas de Tacahuay.

Las “totoras”, que incluyen a las especies *Typha domingensis* y *Typha angustifolia*, son hierbas acuáticas, que se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm en la vertiente occidental (Kenneth y León 1993, Brako y Zarucchi 1993). La presencia de esta especie se asocia a los niveles más antiguos (Nivel 3, 4 y 5), esto se debe a que, en la quebrada Tacahuay hubo manantiales costeros que incluye la presencia de un cause principal y paleocanales dentro de la secuencia sedimentaria (Keefer et al. 1998)

Se registran especies ruderales como *Desmodium* sp. y *Ambrosia* sp, que se reportaron sólo en algunos niveles, lo que evidencia su presencia temporal en las Lomas de Tacahuay. En el caso de *Ipomoea* sp., es probable que se trate también de una especie ruderal como *I. dumetorum*, *I. capillacea*, *I. purpurea*, *I. tricolor*, que se han reportado en la zona sur del Perú y no de *Ipomoea batatas*, ya que esta última presenta características morfológicas distinguibles diferentes al polen observado (Huamán 2010). Cabe resaltar, que si bien es cierto *Ambrosia*, es considerada invasora, esta especie también ha sido usada en periodos prehispánicos como planta medicinal (Brack 1999).

En este estudio también se han obtenido polen de especies culturales como *Zea mays*, *Inga* sp., y *Pouteria* sp., así como, pólenes de la familia Cucurbitaceae. Este grupo de plantas ha sido empleado y cultivado desde tiempos prehispánicos (Brack 1999, Ugent y Ochoa 2006). En las lomas de Tacahuay no hay registros continuos de polen, lo que evidenciaría que no existió una población permanente en este lugar. Es posible que una residencia más permanente para estos pobladores, pueda haberse dado en otros sitios a lo largo de la costa, o una migración hacia la cordillera en alturas no superiores a los 1 000 msnm (deFrance y Umire 2004).

Existe un grupo de palinomorfos a los cuales no se les pudo asignar distribución, ya que la determinación a nivel de familia no permite tener una información certera de la distribución actual, las familias Malvaceae, Fabaceae, Asteraceae, Poaceae, Solanaceae y Urticaceae/Moraceae (probablemente *Urtica urens* o *Parietaria debilis*), se encuentran en

la actualidad en las lomas de Tacahuay. La familia Apiaceae, representada por la especie *Hydrocotyle bonariensis* ha sido reportada (INRENA 2008), sin embargo las familias Asclepiadaceae y Rosaceae no ha sido reportada anteriormente.

Las esporas de Pteridophyta estuvieron presentes en la mayoría de los niveles analizados, excepto en el Nivel 7, este grupo se desarrollan en ambientes húmedos y sombreados, es por ello que es común encontrarlas en lomas costeras. Las especies de Pteridophyta en lomas son de amplia distribución geográfica, siendo principalmente de origen andino y neotropical, no hay especies restringidas a las lomas (León et al. 2002).

Los pólenes de *Nolana* sp., *Baccharis* sp., *Grindelia* sp. y Amaranthaceae, presentaron mayor cantidad de registros, pues se reportaron en 7 niveles evaluados, esto indicaría la importancia de estas especies en el desarrollo de las lomas a lo largo del tiempo. De estas especies, el registro más antiguo fue de *Baccharis* sp., recuperado a partir de muestras del periodo Pleistoceno tardío (Nivel 7), correspondiente a sedimentos producto de inundaciones de un evento de El Niño. A partir del Nivel 6, que corresponde a principios del Holoceno, se reporta *Grindelia* sp., *Nolana* sp. y Amaranthaceae. En la actualidad estas especies se encuentran ampliamente distribuidas en las Lomas de Tacahuay, a excepción de *Baccharis* sp., que no ha sido reportada en las colectas referenciales, ni en inventarios florísticos de años anteriores (Ceroni 1994, INRENA 2008). El tipo polínico de la familia Amaranthaceae, en la actualidad es representada por las especies *Amaranthus hybridus*, *Atriplex* sp., *Chenopodium murale*, *Chenopodium petiolare* y *Disphania ambrosioides*, las cuales han sido registradas en las lomas de Tacahuay. En este grupo no se incluye a las especies del género *Alternanthera*, debido a que esta presenta características morfológicas diferenciales, y en este trabajo han sido contabilizadas por separado.

Los pólenes de *Bidens* sp., *Tecoma* sp., y *Trixis* sp., se reportaron en 6 niveles, mientras que *Nolana* sp., *Conyza* sp., *Monnina* sp., *Ophyrosphorus* sp., *Senecio* sp., *Tagetes* sp., y Fabaceae fueron registrados en 5 niveles. De este grupo *Tecoma* sp., *Monnina* sp. y *Tagetes* sp., no han sido reportadas en la colecta referencial de flora.

El tipo polínico de Fabaceae, no pudo ser determinado con mayor precisión debido a las alteraciones que sufren los pólenes al paso de tiempo, condiciones ambiental y procesamiento, sin embargo, en la actualidad la especie *Medicago polymorpha*, es una

herbácea que se distribuye ampliamente en la actualidad en el área de estudio, así como *Caesalpinia spinosa*. El resto de especies fueron reportadas en cuatro o menos niveles, presentándose en la mayoría de casos de manera aleatoria en los niveles evaluados.

5.2.3. Descripción de los pozos analizados

5.2.3.1. Zona I (Zona disturbada)

Los pozos evaluados en la Zona I, han sido descritos como ambientes disturbados e impactados por actividad propia de los asentamientos humanos e inundaciones producto de Eventos de El Niño (Bar 2010). En los niveles evaluados se ha determinado principalmente especies nativas que se desarrollan en lomas costeras, especies exóticas y naturalizadas como *Sonchus oleraceus* y *Erodium* sp. Se evidencia también presencia de *Olea europea*, árbol ampliamente cultivado en la zona sur del Perú. En esta zona también se ha registrado especies alóctonas nativas como *Alnus acuminata*, *Tecoma* sp., *Tagetes* sp., *Typha* sp. y Cucurbitaceae que en la actualidad no se desarrollan en este ecosistema.

- Pozo 1

En la Figura 10, se puede observar el gráfico de abundancia relativa de palinomorfos del Pozo 1. El Nivel 1 presentó la mayor riqueza (n=23) y la mayor concentración de palinomorfos (1327 pal/gr), seguido por el Nivel 2 (62 pal/gr, n=3), Nivel 3A (44 pal/gr, n=3) y Nivel 3B (27 pal/gr, n=6). En general el grupo más representativo fue el de las herbáceas (14 especies), seguido por los arbustos (5 especies) y árboles (4 especies). Las esporas de Pteridophytas al igual que los pólenes, presentaron mayor concentración en el Nivel 1 (66 pal/gr), seguido por el Nivel 2 (17 pal/gr) y Nivel 3B (20 pal/gr). En el Anexo 10, se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

En el Nivel 1, la mayoría de especies son parte de la vegetación actual de lomas de Tacahuay (*Caesalpinia* sp., *Grindelia* sp., *Trixis* sp., *Ophryosphorus* sp., *Fuertesimalva chilensis*, *Heliotropium* sp., *Spergularia* sp, *Nolana* sp., *Solanum* sp., *Palaua* sp., *Erigeron* sp., y *Oxalis* sp.). En la actualidad *Loasa nitida*, *Oxalis lomana*, *Caesalpinia spinosa* y

Heliotropium arborescense se distribuyen en laderas agrestes, a altitudes superiores a los 600 msnm y muy distantes a las zonas de excavación; sin embargo, es probable que durante eventos de El Niño, la vegetación haya ocupado mayor área y se haya distribuido en mayor cantidad en las zonas más bajas. En este nivel también se registra polen de del árbol *Tecoma* sp, que en la actualidad no se encuentra en la zona y *Olea europea*, árbol introducido y cultivado desde la llegada de los españoles hasta la actualidad.

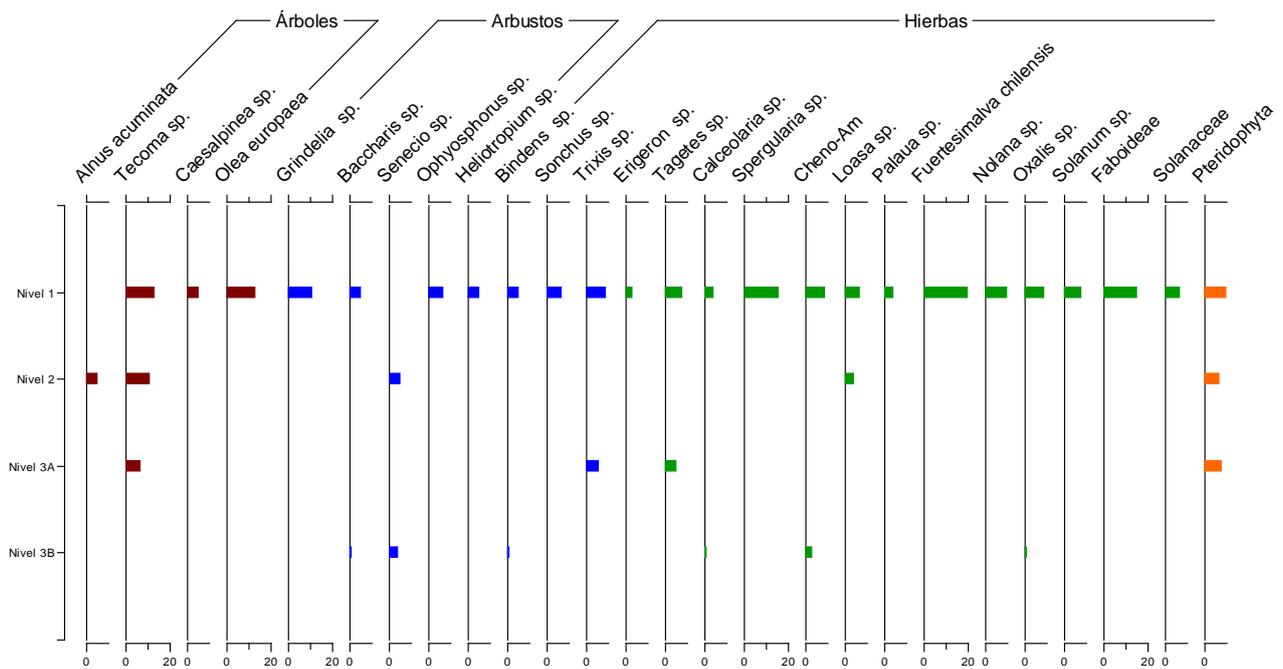


Figura 10: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 1 en la Quebrada Tacahuay (Fuente: Elaboración propia)

En el Nivel 2, se registra *Loasa*. sp y *Tecoma* sp., las cuales se mantienen hasta el Nivel 1. Se reporta en este nivel polen de *Alnus acuminata*, cuya baja concentración de polen (12.39 pal/gr) sugiere su presencia por cortos periodos de tiempo o dispersión por el viento de zonas cercanas (Weng et al. 2004).

En el Nivel 3A, se registra los géneros *Trixis*, *Tagetes* y *Tecoma*, los cuales también registran hasta el Nivel 1; cabe resaltar que sólo *Trixis cacalioides*, se encuentra en los registros de flora actual. Los géneros *Tagetes* y *Tecoma* que se distribuyen en la actualidad en la vertiente occidental y en zonas de quebradas (Brako y Zarucchi 1993),

aparecen en este nivel producto del flujo de escombros producto de huaycos e inundaciones ocurridas en este periodo.

En el Nivel 3B, asociados a periodos de ocupación colonial, se registra *Baccharis* sp., *Senecio* sp., *Bidens* sp., *Oxalis* sp. y *Calceolaria* sp. La baja concentración de estas especies indicaría que estas hierbas estuvieron probablemente en periodos de tiempo, producto de la remoción de vegetación, propia de actividades humanas.

- **Pozo 2**

En el Pozo 2, se evaluaron sólo 3 niveles y no se analizó el nivel superior (Nivel 1) (Figura 11). La mayor concentración de palinomorfos se evidenció en el Nivel 2 (929 pal/gr, n=15) seguido por el Nivel 3A (87 pal/gr, n=5) y Nivel 3B (45 pal/gr, n=5). De acuerdo a los datos de excavación, se sabe que existía un canal que atravesaba esta área (Chacaltana, 2010b), en el Nivel 3B se observa la base del canal, el cual fue cubierto por el Nivel 3A producto de un huayco y el Nivel 2 corresponde a deposición posterior a este evento. En el Anexo 11, se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

En el Nivel 2, predominan pólenes de plantas que son parte de la flora natural de las lomas en la actualidad. Los taxones más abundantes en este nivel fueron, *Bidens*, *Amaranthaceae*, *Loasa*, *Grindelia* y *Sonchus oleraceus*, seguidas por *Palaua*, *Nolana*, *Oxalis*. Esto nos indica que dichas plantas estuvieron ubicadas en zonas muy cercanas a la excavación, en grandes cantidades y/o durante más tiempo de floración que las demás especies, aportando de esta manera más polen en el sedimento analizado. También se reporta polen de *Tecoma* sp., lo que indicaría que esta especie se desarrolló en este ecosistema.

En el Nivel 3A, se reporta menor cantidad de pólenes, entre los que destacan los de *Bidens* sp., *Sonchus oleraceus*, *Cotula* sp., *Amaranthaceae*, y *Loasa* sp., este nivel se encuentra descrito como flujo de escombros producto de un huayco, por lo que es probable que el polen encontrado proceda también de las partes más altas de la quebrada Tacahuay.

En el Nivel 3B se reporta baja concentración de polen, dentro de los que destacan especies la familia *Asteraceae* (*Baccharis* sp. y *Conyza* sp.) y *Amaranthaceae* plantas

comúnmente encontradas en ambientes disturbados (Sagastegui y Leiva 1993). Es probable que estas especies se hayan desarrollado con mayor facilidad luego de los huaycos que afectaron esta zona. El Nivel 3B está relacionado a periodos de ocupación humana, sin embargo no se ha reportado especies culturales.

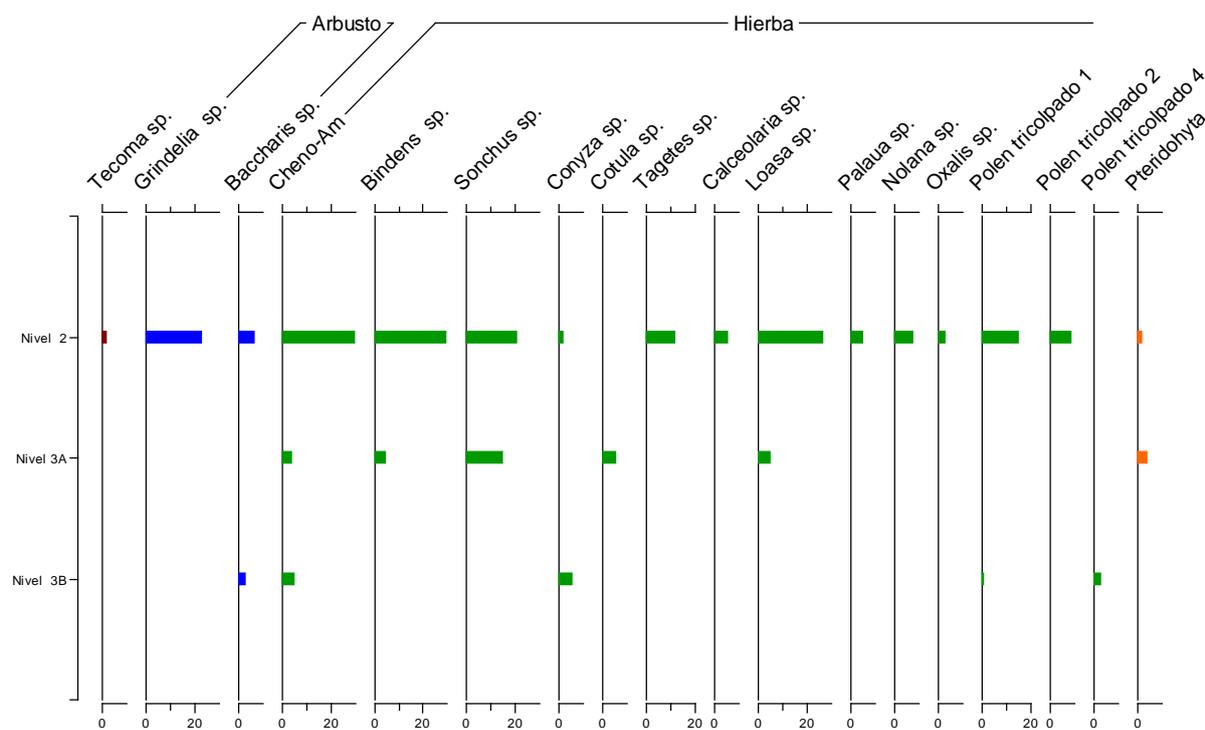


Figura 11: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 2 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

- Pozo 3

En el Pozo 3 (Figura 12), se analizaron 6 niveles estratigráficos. La mayor concentración y diversidad de especies se presentó en los niveles superficiales, el Nivel 1 (1382 pal/g, n=13) y Nivel 2 (659 pal/g, n=9). Las menores concentraciones se reportaron en el Nivel 3A (67 pal/g, n=4) y Nivel 5 (7 pal/g, n=2). En general existió mayor cantidad de pólenes de hierbas (11 especies), seguido por arbustos (4 especies) y en el caso de los árboles, sólo se reportó una especie. En el Anexo 12, se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

Se registraron esporas de Pteridophytas solo en los niveles más recientes como el Nivel 1 (532 pal/g), Nivel 2 (59 pal/g), Nivel 3A (198 pal/g) y Nivel 3B (57 pal/g), en los niveles más antiguos (Nivel 4 y Nivel 5) no fueron reportadas. Se observa dos épocas en las que hubo menor cantidad de Pteridophytas (Nivel 2 y Nivel 3B), pues estos periodos probablemente están relacionados a una disminución en la humedad.

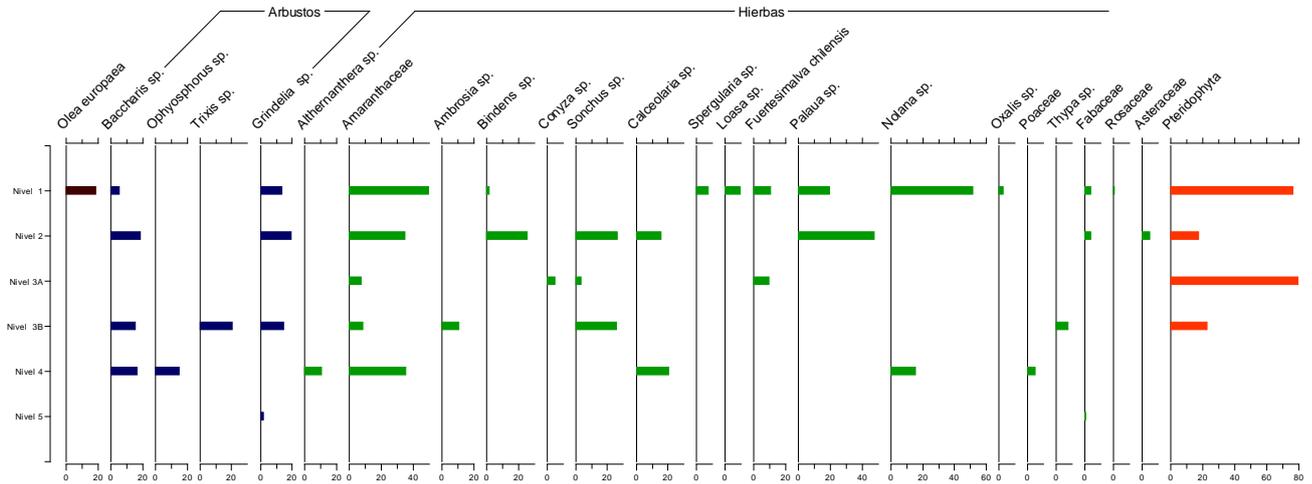


Figura 12: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 3 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

En el Nivel 1, se observa mayor abundancia de *Nolana* sp. (359 pal/g), Amaranthaceae (345 pal/g) y *Palaua* sp. (138 pal/g). En el Nivel 2 la mayor abundancia fue de *Palaua* sp. (158 pal/g) y Amaranthaceae (115 pal/g). En el Nivel 3A, *Fuertesimalva chilensis* (25 pal/g), en el Nivel 3B *Sonchus oleraceus* (64 pal/g), en el Nivel 4 Amaranthaceae (89 pal/g) y en el Nivel 5 *Grindelia* sp. (5 pal/g).

El grupo de Amaranthaceae, estuvo presente en la mayoría de niveles analizados, desde el Nivel 1 hasta el Nivel 4, reportándose sus mayores concentraciones en los niveles más actuales (Nivel 1 y Nivel 2); lo mismo pudo observarse con *Baccharis* sp., sin embargo, no se la reportó en el Nivel 3A, es decir el periodo que se caracteriza por presencia de huaycos, no favoreció el desarrollo de esta especie y/o su floración.

El tipo polínico de *Grindelia* sp., ha sido reportado desde el nivel más antiguo de este pozo y en los niveles superiores (Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3B) y al igual que en el caso de *Baccharis* sp., no se reportan en el nivel 3A, en donde se ha determinado la presencia de

huaycos. En la actualidad *Grindelia glutinosa* se encuentra ampliamente distribuida en las lomas de Tacahuay, y ha sido reportada ampliamente en ecosistemas altoandinos y de lomas. (Ferreira 1983, Arakaki 1999, Galán de Mera et al. 2009).

La especie *Sonchus oleraceus* ha sido reportada a partir desde el Nivel 3B y probablemente desde este periodo ocupó las Lomas de Tacahuay, posterior al periodo Inca. Esta especie es originaria de Europa, ampliamente naturalizada, y en la actualidad crece en lomas de herbáceas, arbustivas, fondo de quebrada y cresta rocosas (MINAG 2013). La especie *Olea europaea* “Olivo”, ha sido reportada sólo en el nivel superficial (Nivel 1).

El género *Ambrosia* se registra sólo en el Nivel 4; esta planta pudo haber estado asociada a la ocupación humana ocurrida en este periodo, ya que no se ha registrado como parte de la flora natural de las Lomas de Tacahuay, pero se sabe que este género es cultivada desde tiempos prehispánicos. La especie *Ambrosia peruviana*, conocida como “ajenjo”, “marco”, “artemisa” es usada tradicionalmente fines medicinales (Ugent y Ochoa 2006), para la preparación de licores, ceremonias mágico-religiosas, como insecticida y en la preservación de cadáveres en la época de los Incas (Brack 1999); del mismo modo *A. artemisioides* “marju”, es empleada como insecticida y medicinal, actualmente esta especie se distribuye en Arequipa, Moquegua y Tacna (Brack 1999, Brako y Zarucchi 1993). En el Nivel 4, también se reporta por única vez el género *Thypa* sp., el cual se desarrolla en ambientes acuáticos, asociados a canales, lagos, lagunas y humedales en general, probablemente asociado a la creación de canales en la zona de ocupación humana.

Las especies *Fuertesimalva chilensis.*, *Calceolaria* sp., *Nolana* sp. y *Palaua* sp., son reportadas en periodos interrumpidos, lo que evidenciaría fuertes disturbios, probablemente asociados a la actividad humana. Los tipos polínicos de *Oxalis* sp., *Spergularia* sp., y *Loasa* sp., fueron reportados solamente en el Nivel superficial.

- **Pozo 4**

El Pozo 4 corresponde a la evaluación de cuatro niveles estratigráficos, sin embargo, en este pozo no se evaluaron los niveles superficiales (Figura 13). La mayor abundancia de polen se encuentra en el Nivel 3B (292 pal/g; n=10), seguido por el Nivel 2 (131 pal/g; n=5), Nivel 3A (94 pal/g; n=8) y Nivel 4 (52 pal/g; n=4). En general se

reportaron mayor cantidad de pólenes de hierbas (9 especies), seguido por arbustos (4 especies) y árboles (2 especies). En el Anexo 13, se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

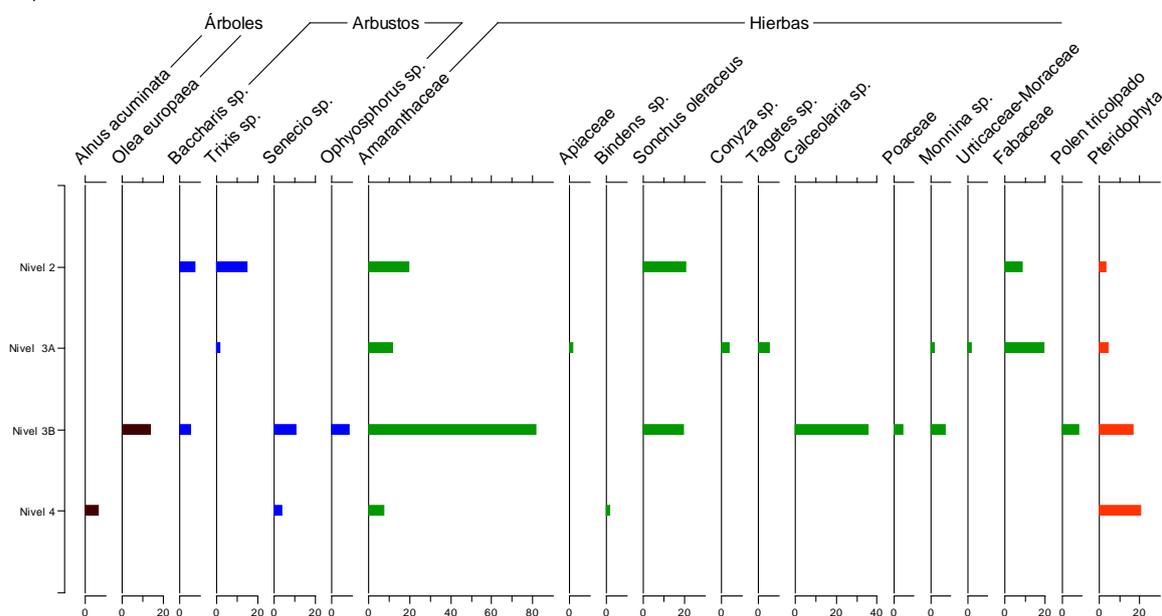


Figura 13: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 4 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

En este pozo la abundancia de esporas de Pteridophyta, fue mayor en los niveles más antiguos: en el Nivel 3B se reportó 42 pal/g y en el Nivel 4 fue 32 pal/g. Igual que en el caso de los pólenes, la mayor concentración se registró en el nivel 3B.

En el Nivel 2 predomina la especie arbustiva *Trixis* sp. (37 pal/g) y las hierbas *Sonchus oleraceus* (52 pal/g) y Amaranthaceae (50 pal/g), en menor abundancia se reportan *Baccharis* sp. (19 pal/g) y Fabaceae (22 pal/g). Los tipos polínicos de la familia Amaranthaceae han sido reportados en todos los niveles evaluados, con concentraciones elevadas en comparación al resto de pólenes y en el Nivel 3B la familia Amaranthaceae registra la mayor concentración con 203 pal/g.

Los tipos polínicos de *Conyza* sp., *Ophryosporus* sp., *Tagetes* sp., *Calceolaria* sp., Urticaceae/Moraceae y Apiaceae no cuentan con registros constantes, es decir, se han registrado una sola vez en los diferentes niveles evaluados. Estas especies son de

distribución amplia, sin embargo, es poco probable el transporte por el viento de estos pólenes a grandes distancias, debido a que no presentan características morfológicas para la dispersión por el viento; estas especies presentan polinización entomófila principalmente (Heywood 1985, Castellano 2007, Guilarte 2000). Cabe resaltar que dentro de este grupo se encuentran especies consideradas como flora invasora que generalmente invaden suelos modificados, chacras y pastizales (Sagastegui y Leiva 1993). Es probable que estas especies se hayan desarrollado producto de las perturbaciones del ambiente, debido a la actividad humana desarrollada en las zonas aledañas.

Durante los periodos más antiguos, correspondientes a periodos Inca/Colonia (Nivel 3B y Nivel 4), se reportaron pólenes de *Bidens* sp. y *Senecio* sp., pero en los niveles superiores estas especies no se vuelven a reportar. Esto indicaría que a partir del Nivel 3A (huayco), las condiciones no permitieron el desarrollo de estas especies. En los Niveles 3A y 3B, se reporta polen de *Monnina* sp., la cual no se ha reportado en las Lomas de Tacahuay, sin embargo es común encontrarla en otras lomas costeras del sur (Ferreira 1961).

Se registraron pólenes de *Alnus acuminata* (17 pal/g) solamente en el Nivel 4; esta especie arbórea no se desarrolla en la actualidad en lomas, sin embargo, es probable que esta especie se haya distribuido en quebradas cercanas a la quebrada Tacahuay, durante el periodo Prehispánico. Posteriormente en el nivel 3B, se registra *Olea europaea*, la cual ha sido cultivada desde los comienzos de la colonia hasta la actualidad.

- **Pozo 5**

En el Pozo 5 se evaluaron 5 niveles, no se analizaron los Niveles 1 y 2 (Figura 14). La mayor abundancia de polen se presentó en el Nivel 3B (1272 pal/g; n=12) y el Nivel 5 (1075 pal/g; n=9), ambos niveles asociados a periodos largos de ocupación humana. Las menores abundancias se registraron en el Nivel 3A (15 pal/g; n=1), Nivel 4 (213 pal/g; n=6) y Nivel 6 (15 pal/g; n=1). En las muestras correspondiente al Nivel 3A y Nivel 6 la concentración de polen es mínima, lo que indica que huaycos e inundaciones alteraron considerablemente la zona evaluada, tal como lo indican los registros geológicos en este nivel (Chacaltana 2010b). En el Anexo 14, se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

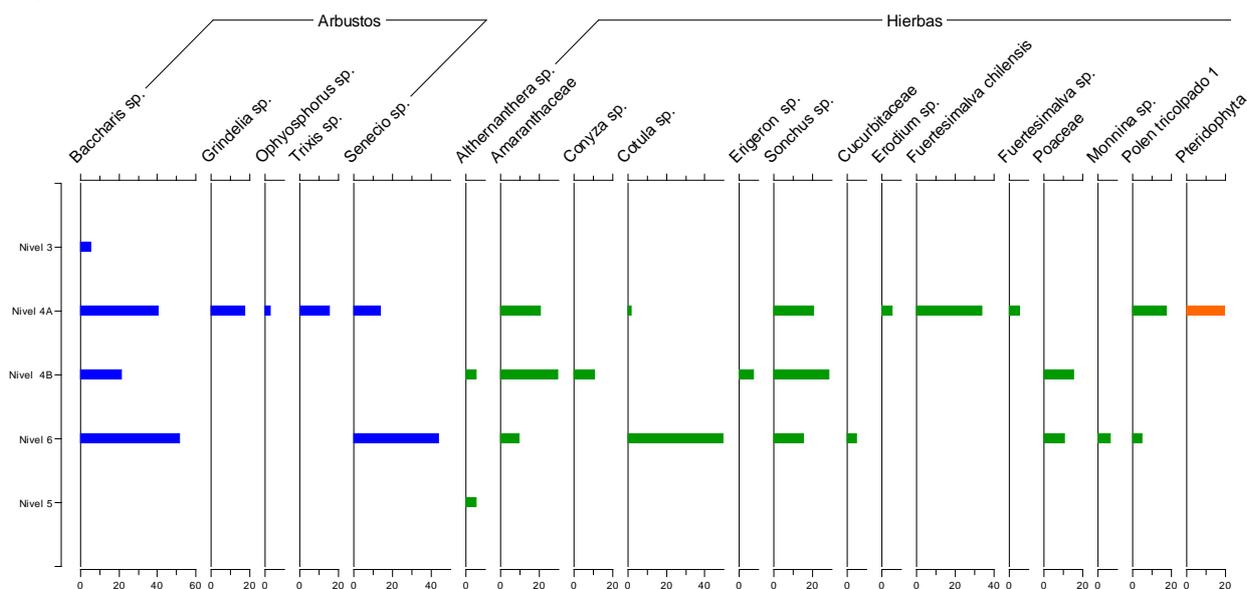


Figura 14: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 5 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

En los niveles evaluados se reportan sólo arbustos (5 palinomorfos) y hierbas (11 palinomorfos), siendo las herbáceas las más diversas y abundantes. Las esporas de Pteridophytas sólo fueron reportadas en el Nivel 3B (142 pal/g) y en este nivel también se concentra la mayor cantidad de pólenes. En el Anexo 14, se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

Las especies registradas en la mayor cantidad de niveles, fueron *Grindelia* sp., *Ophryosporus* sp. y Amaranthaceae, esto evidencia que estas especies se desarrollaron de manera constante a partir del Nivel 5, el cual es contemporáneo a la segunda ocupación humana de comienzos del Holoceno.

En el Nivel 3B la concentración de polen es elevada. Se reporta el género *Fuertesimalva*, planta nativa y que se desarrolla comúnmente en lomas y zonas altoandinas (Brako y Zarucchi 1993). Además se reporta el género *Erodium*, planta invasora introducida en la época de la colonia por los españoles, la que en la actualidad es considerada “naturalizada de lomas” (MINAG 2013).

Se ha reportado polen de la familia Cucurbitaceae (28 pal/g) únicamente en el Nivel 5, el que corresponde a la reocupación marítima temprana (inicios del Holoceno). Dentro

del grupo de las Cucurbitaceas se encuentran especies con amplios reportes arqueológicos desde tiempos precolombinos. Ugent y Ochoa (2006) listan los principales registros arqueológicos de *Cucurbita máxima* (2 100 año a.p), *Cucurbita moschata* (2 700 años a.p), *Cyclanthera pedata* (1 400 años a.p) y *Lagenaria siceraria* (aproximadamente 8 000 años a.p).

- **Pozo 6**

En el Pozo 6 se analizaron 4 niveles (Figura 15). La mayor concentración de polen se registró en el Nivel 3B (659 pal/, n=8), seguido por el Nivel 3A (27 pal/g, n=4), y en los niveles en los que hubo menor concentración de polen fueron el Nivel 4 (12 pal/g, n=1), Nivel 5 (7 pal/g, n=1) y Nivel 6 (10 pal/g, n=1). La concentración de esporas de Pteridophytas fue fluctuante, teniendo dos picos de mayor abundancia, en el Nivel 3B (389 pal/g) y Nivel 5 (196 pal/g). En este pozo no se reportaron especies arbóreas. Se reportaron 8 tipos polínicos de herbáceas y 2 de arbustos. En el Anexo 15, se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

La familia Amaranthaceae está presente en la mayor cantidad de niveles (Nivel 6, Nivel 3B, Nivel 3A); además el género *Althernanthera*, que pertenece a esta familia, ha sido reportado en el Nivel 5. La mayor concentración de Amaranthacea se reporta en el Nivel 3B (339 pal/g).

Los tipos polínicos de *Bidens* sp., *Sonchus oleraceus* y *Conyza* sp., se reportan tanto en el Nivel 3A como en el Nivel 3B, sin embargo, en el Nivel 3B se reportaron en mayor concentración. Adicionalmente, en este nivel se registran *Grindelia* sp., *Baccharis* sp., *Nolana* sp., y *Oxalis* sp. El género *Typha*, ha sido reportado únicamente en el Nivel 4 y no se ha reportado ninguna otra especie en este nivel.

En los Niveles 4, 5 y 6 las concentraciones de polen son muy bajas, y los tipos polínicos también, encontrando en cada caso sólo una especie para cada nivel; aparentemente en estos niveles no hubo un desarrollo de vegetación considerable que pudiera aportar polen al sustrato. La alteración del ambiente o algún evento climático como en el caso del Nivel 6, en donde se sabe hubieron fuertes inundaciones y huaycos, pudieron haber afecto fuertemente la zona de quebradas.

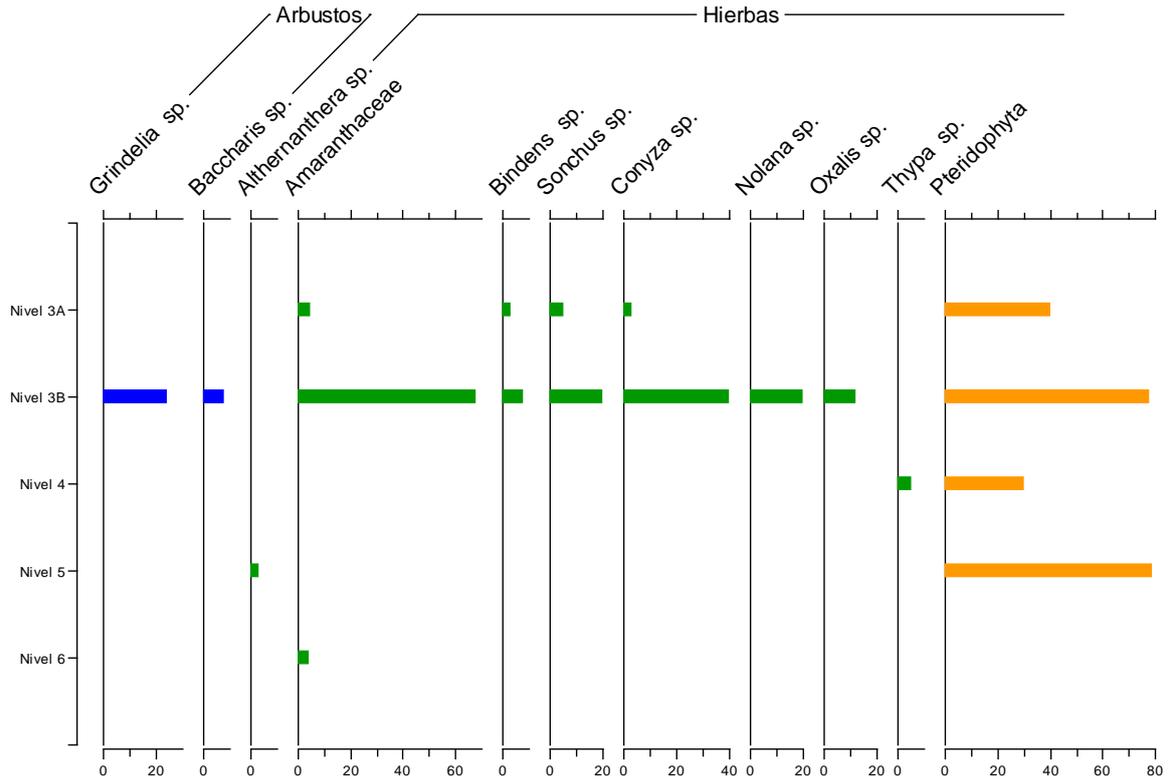


Figura 15: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 6 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

5.2.3.2. Zona II (Pueblo Colonial)

Los pozos de esta zona corresponden a excavaciones cercanas a un Fundo colonial, en donde también se encontraron terrazas de la época prehispánica (Bar 2010). El propósito de las terrazas es recoger o interceptar el agua que corre ladera abajo y llevarla a un canal de desagüe o, en las regiones secas, las terrazas son constituidas por zanjas en laderas (Echeverría 2011).

En esta zona, al igual que la Zona I, se registraron especies de lomas, principalmente *Fuertesimalva chilensis*, *Nolana* sp., *Oxalis* sp. Se reportan árboles como *Olea europaea*, *Tecoma* sp., y *Caesalpinia* sp.; en el caso de *O. europaea*, se estableció el primer registro, en periodos antiguos (Nivel 3B). Dentro del grupo de las especies culturales, se registra polen de *Zea mays* y *Cucurbitaceae*.

- **Pozo 7**

En el pozo 7 se evaluaron 5 niveles estratigráficos (Figura 16). La mayor abundancia de polen se registra en el nivel superficial; el Nivel 1 presentó la mayor abundancia (1321 pal/g, n=13), seguido por el Nivel 3B (134 pal/g, n=6), el Nivel 2 (112 pal/g, n=5), el Nivel 4 (20 pal/g, n=2) y el Nivel 5 (10 pal/g, n=2). Las especies arbóreas fueron reportadas solamente en el nivel superficial y las especies arbustivas y herbáceas se reportan en todos los niveles evaluados. En el Anexo 16, se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

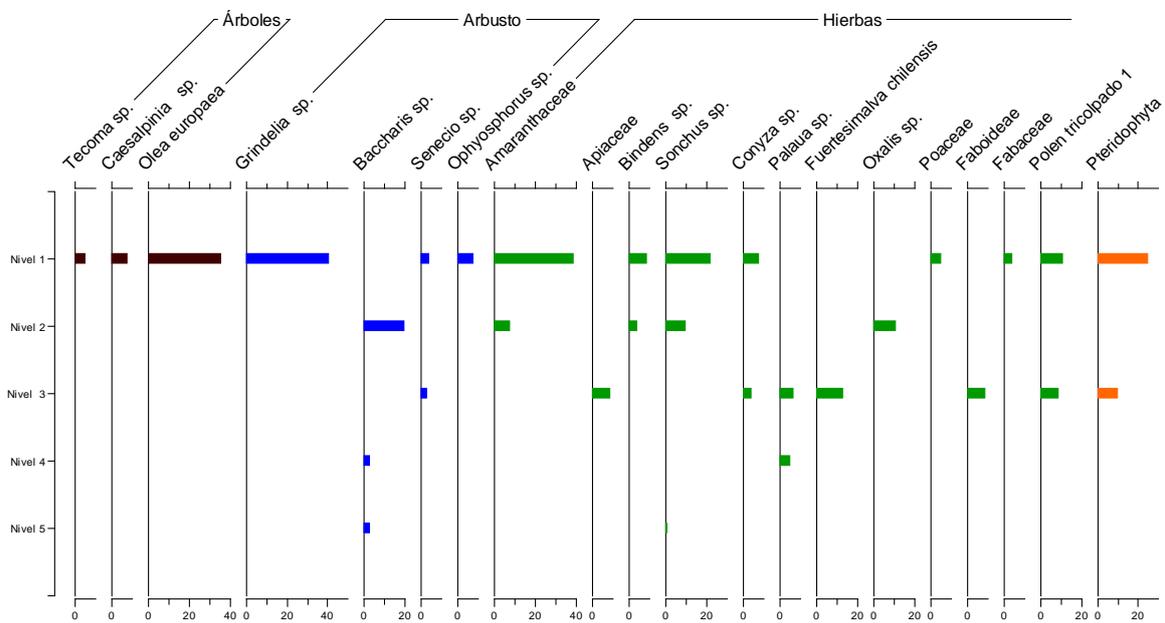


Figura 16: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 7 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

Los registros de polen *Olea europaea* en el Nivel 1 (295 pal/g), evidencian presencia de este cultivo sólo en periodos recientes; probablemente los pólenes recuperados del sedimento provenga del Olivar que existe cerca al área de excavación, pues se sabe que esta especie produce gran cantidad de polen que puede ser transportado por el viento (Aguilera y Ruiz 2008).

En este pozo se reporta polen de *Caesalpinia* sp., en la actualidad las lomas de Tacahuay albergan un bosque relictivo de *Caesalpinia spinosa*, que se desarrollan de manera aislada en laderas, quebradas y cerros de las lomas (INRENA 2008). Es probable que los pólenes reportados en la parte baja sean producto de la actividad antropogénica. En la actualidad se desarrollan actividades de recolección de frutos de tara, estas son trasladados a la parte baja para retirarlos y comercializarlos.

A partir del Nivel 4, se reportan especies características de lomas como *Palaua* sp.; a partir del Nivel 3B se reportan *Fuertesimalva chilensis*, *Senecio* sp., además de tipos polínicos de la Familia Fabaceae y sub familia Faboideae y en el Nivel 2 *Oxalis* sp., *Bidens* y *Sonchus oleraceus*, esta última es una especie introducida y su presencia está relacionada a las primeras ocupaciones en los periodos de la colonia.

En los niveles más antiguos (Nivel 5 y 4) sólo se reportaron dos especies, y en concentración muy bajas, lo que demostraría que en esta zona no se desarrolló vegetación en los periodos prehispánicos.

- **Pozo 8**

En el Pozo 8 (Figura 17), se evaluaron 7 niveles. Se reportaron especies herbáceas (9), arbustivas (5) y arbóreas (2). La mayor abundancia de polen se registró en el Nivel 3B (2537 pal/g, n=12), seguido por el Nivel 2 (689 pal/g, n=11) y el Nivel 1 (106 p7l/g, n=9). En el Anexo 17, se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

Se reportaron esporas de Pteridophytas, solo en tres niveles; en el Nivel 1 se registra 37 pal/g, en el Nivel 2 se registró 123 pal/g y en el Nivel 3 se reportó 687 pal/g. Se observó que la concentración total de polen se relaciona con la concentración de esporas de Pteridophytas. En este pozo se reportó vegetación en las muestras superficiales y en todas ellas la composición florística fue similar, pues sólo se observaron variaciones en cuanto a su concentración.

En esta zona, los granos de polen se reportaron a partir del Nivel 4 (Periodo prehispánico), con la aparición de algunas especies como *Baccharis* sp., *Senecio* sp., y Amaranthaceae. En los niveles superiores, estas especies incrementan su concentración, lo

que indica una mayor cantidad de especies y/o periodos más largos de floración. Aparecen además *Grindelia* sp., *Bidens* sp., *Calceolaria* sp., *Loasa* sp., *Oxalis* sp. y *Fuertesimalva chilensis*. A partir del Nivel 3B se reportaron especies introducidas como *Sonchus oleraceus* y *Olea europaea*.

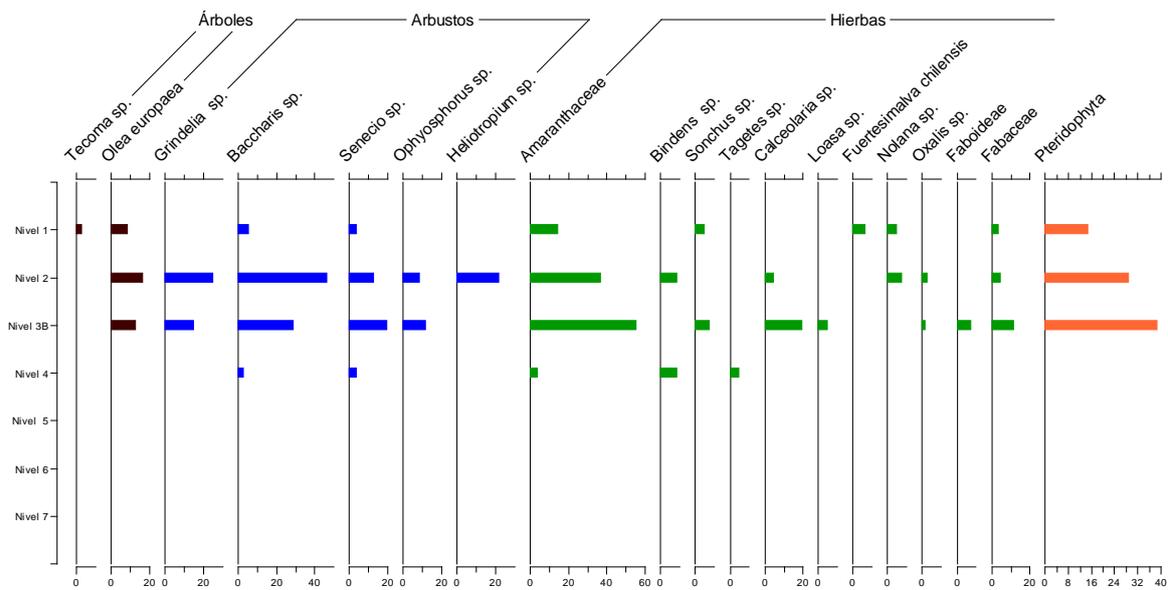


Figura 17: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 8 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

Este pozo se excavó en el área descrita como un olivar de la época colonial (Chacaltana 2010b). Por tal motivo es posible observar la variación de abundancia de pólenes de *Olea europaea* pues el registro más antiguo de polen corresponde al Nivel 3B, en donde se reportó 229 pal/g (13 palinomorfos), sin embargo, en los niveles más superficiales se reportó 72 pal/g (17 palinomorfos) para el Nivel 2 y en el Nivel 1 se reporta 22 pal/g (9 palinomorfos). Esto demuestra que en los niveles más antiguos existió mayor cantidad de estos árboles que los existentes en la actualidad.

En los Niveles 5, 6 y 7 no se reportaron palinomorfos, ya que es probable que en esta zona no se haya desarrollado vegetación alguna a inicios del Holoceno.

- **Pozo 9**

En este pozo se evaluaron 4 muestras, provenientes de 4 niveles. Este pozo se ubica cerca de la zona de ocupación colonial, en un área que de acuerdo a las descripciones arqueológicas pudo haber sido destinada para fines agrícolas, desde periodos prehispánicos, y haber sido utilizada posteriormente para los mismos fines.

En la Figura 18, se muestra el total de especies recuperadas de los niveles evaluados. La mayor concentración de polen se reporta en el Nivel 1 (883 pal/g, n=15), seguido por el Nivel 2 (702 pal/g, n=11), Nivel 4 (243 pal/g, n=13) y Nivel 3B (198 pal/g, n=11). Se observa un incremento de la concentración y diversidad de especies del nivel más antiguo al nivel más actual. Sólo en el Nivel 3B se observó una disminución de concentración de polen. En cuanto a la concentración de esporas de Pteridophytas, sólo se reportó en los niveles más antiguos (Nivel 4 y Nivel 3B); en este caso la abundancia de helechos no se relaciona con la abundancia de especies vegetales. En el Anexo 18, se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

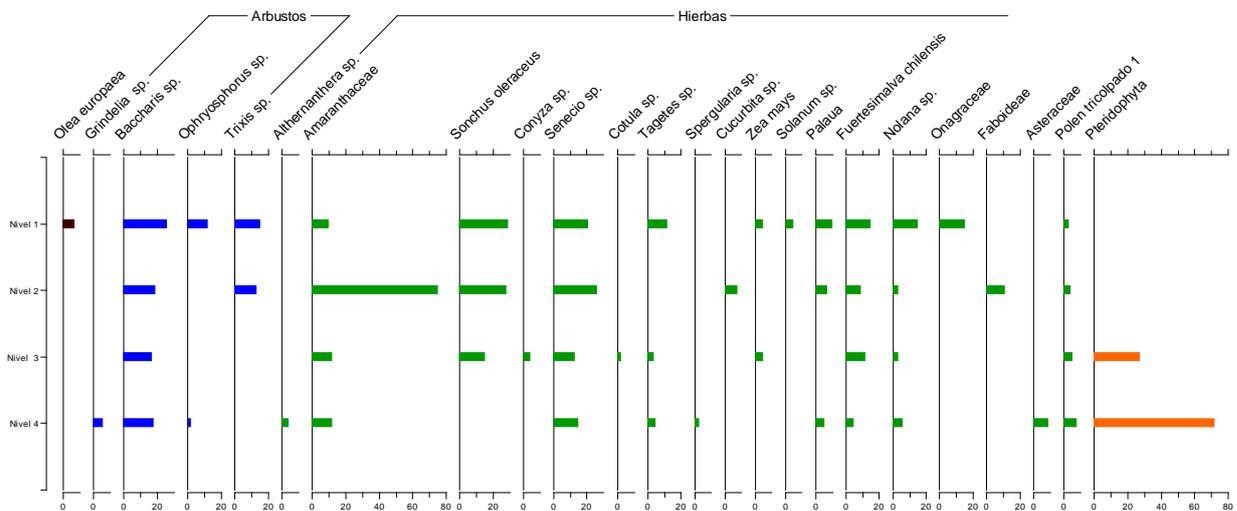


Figura 18: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 9 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

En este pozo se reportan especies que se desarrollan comúnmente en lomas costeras, las cuales se registraron en la mayoría de los niveles evaluados; las especies

registradas de manera continua fueron *Fuertesimalva chilensis*, *Senecio* sp., *Sonchus oleraceus*, *Palaua* sp., *Nolana* sp., *Baccharis* sp. y *Amaranthaceae*.

Se destaca la presencia de *Zea mays*, cuyos pólenes se reportaron en el Nivel 1 y Nivel 3. Esta especie es cultivada en el Perú desde el nivel del mar hasta los valles interandinos entre los 3 600 y 3 800 msnm y ha constituido un alimento principal para la población y ha sido empleada en rituales, existes registros arqueológicos que datan desde periodos precerámicos, antes de 2 100 a.p, (Ugent y Ochoa 2006). En las lomas de Tacahuay existen registros arqueobotánicos de frutos y semillas (Castillo 2011), sin embargo, no se puede asegurar un cultivo extensivo de *Z. mays*, ya que se esperaría grandes cantidades de polen depositados en los sedimentos, debido a que esta especie produce aproximadamente 25 000 granos de polen para cada grano en una mazorca (Wesgate *et al.* 2003, citado por Ortiz *et al.* 2010). En este pozo se registró para *Z. mays* una concentración de 23 pólenes/gramo de sedimento en el Nivel 1 y de 12 pólenes/gramo de sedimento en el Nivel 3. La posibilidad de contaminación por acción del viento es poco probable pues a pesar de que el maíz es una planta alógama, monoíca y con polinización típicamente anemófila, la máxima cantidad de polen y cruzamiento se encuentra entre los 10 y 20 m (Ortiz *et al.* 2010), Es probable que estos granos de polen corresponda a cultivo aislados y/o a pequeña escala y en cortos periodos de tiempo.

El registro del tipo polínico de la familia Cucurbitaceae, podría estar relacionado a especies cultivadas ya que los géneros *Cucurbita* y *Lagenaria*, han sido ampliamente usada por los antiguos peruanos (Ugent y Ochoa 2006). Así mismo, No se puede descartar la presencia de pólenes de especies cultivadas como *Solanum* sp. y *Amaranthaceae*, pues si bien es cierto que en las lomas estos taxones pueden encontrarse de manera silvestre, con la determinación palinológica no es posible descartar la posibilidad de que se trate también de especies cultivadas como *Solanum tuberosum*, *Chenopodium quinoa* y *Amaranthus caudatus* (Huamán 2010). Cabe resaltar que existen registros de semillas arqueológicas de *C. quinoa* y *C. ambrosoides*, en el sitio arqueológico denominado Tacahuay Tambo de época Inca. (Castillo 2011)

- **Pozo 10**

En el Pozo 10 (Figura 19), se observó elevada concentración de polen en el Nivel 2 (2522 pal/g), seguido por el Nivel 1 (233 pal/g); los demás niveles presentan concentración de polen muy bajo lo que indica escasez de vegetación; en el Nivel 3 (97 pal/g), Nivel 7 (52 pal/g), Nivel 4 (30 pal/g) y Nivel 5 (27 pal/g). En el Anexo 19, se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

En los niveles superiores se presenta la mayor cantidad de especies y la mayoría forman parte del ecosistema de lomas. Destacan herbáceas como *Fuertesimalva chilensis*, *Nolana sp.*, *Loasa sp.*, *Sonchus oleraceus*, *Bidens sp.*, *Croton sp.*, *Oxalis sp.*, y *Calceolaria sp.* que crecen de manera natural en ecosistemas de lomas cuando las condiciones climáticas les favorecen.

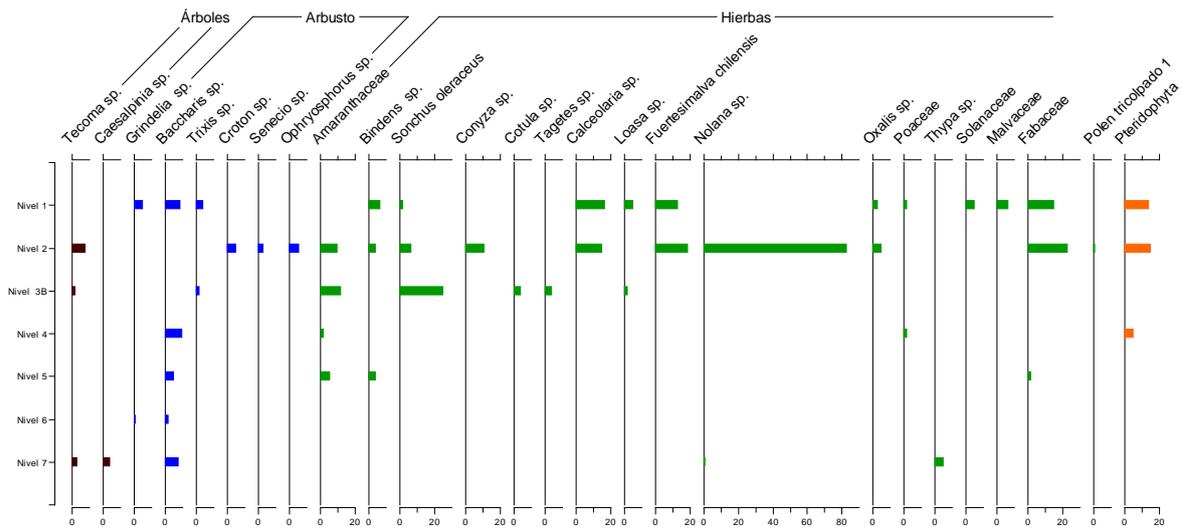


Figura 19: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 10 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

Las muestras inferiores corresponden a las zonas más antiguas (Nivel 5, Nivel 6 y Nivel 7). En estos niveles las concentraciones de polen son relativamente bajas. Cabe resaltar la presencia de árboles en periodos tempranos (inicios del Holoceno), como son árboles de *Tecoma* y *Caesalpinia* además de *Baccharis* y *Amaranthaceae*, la cuales se reportaron también en los niveles superiores.

5.2.3.3. Zona III (Zona de Tendales y Tambos)

En esta zona se incluyen pozos asociados a la zona de tendales y tambos del horizonte tardío (época Inca). El tendal consiste en una plataforma construida con cabuya, palos y /o carrizo. En esta estructura generalmente se guarda el maíz y otros productos agrícolas (Echeverría 2011); los tambos son edificios que servían para albergar a los viajeros, y estaban abastecidos con alimentos, agua, leña y otros artículos necesarios para acoger a los caminantes. En este nivel se ha reportado *Pouteria* sp, *Zea mays* y *Ambrosia* sp., y otros pólenes que se desarrollan en lomas costeras y otros ambientes.

- **Pozo 11**

En este pozo, se reporta una variación gradual de la vegetación desde los niveles más bajos hasta los superiores (Figura 20). Del nivel 4 al nivel 3B se produce un gradual incremento de la vegetación pero con poca diversidad de especies, 11 pal/g, n=3 y 7pal/g, n=3, respectivamente. Luego ocurre un incremento de la concentración y número de especies en Nivel 2 (3265 pal/g, n=16), para luego observar un decline en la concentración y diversidad. Posteriormente se observa una disminución en la abundancia de especies, pues en el Nivel 1 se reporta sólo 1415 pal/g, n=12. En el Anexo 20, se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

En los Niveles 1 y 2 se presenta la mayor cantidad de especies, la mayoría de ellas pertenecen a ambientes de lomas. En los niveles inferiores se reporta *Amaranthaceae* y *Baccharis* sp. En este pozo, ubicado en zonas cercanas a los Tambos, no se han reportado especies culturales pues es probable que en esta zona se haya empleado exclusivamente para el almacenaje. Se reportaron los géneros *Tagetes* y *Ambrosia*, el primero alberga especies empleadas como condimentos, y el segundo a *Ambrosia peruviana*, conocida como “ajenjo”, “marco”, “artemisa” que es usada tradicionalmente con fines medicinales e insecticidas (Brack 1999). Es probable que ambas especies hayan estado relacionadas a las actividades culturales realizadas en las zonas cercanas por los pobladores

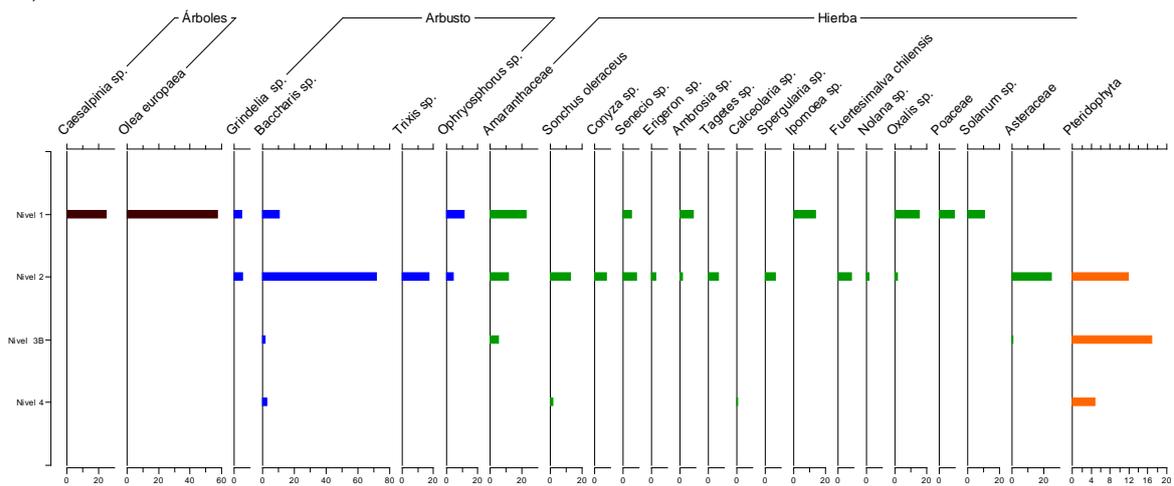


Figura 20: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 11 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

Pozo 12

En el Pozo 12 (Figura 21), se observa un incremento gradual de la concentración de polen a lo largo del tiempo pues las muestras inferiores presentan escasa cantidad de polen y esporas Pteridophytas, lo cual se va incrementando en los niveles superiores. En el Anexo 21 se muestra en detalle el conteo y concentración de palinomorfos por niveles.

El Nivel 2 ha sido descrito como como un tendal Inca, sin embargo, no se ha registrado especies alimenticias asociados a este. Se reportan principalmente *Conyza sp.*, *Palaua sp.* y *Baccharis sp.* y en el nivel superior (Nivel 1), se registra mayor abundancia y número de especies, lo que indicaría que esta zona no fue ocupada posteriormente, por lo cual se favoreció el desarrollo de especies de lomas sobre este nivel.

En los Nivel 4 y 5 se encontró poca cantidad de polen destacando principalmente una especie de la familia Poaceae. Este grupo de plantas se desarrolla en ecosistemas generalmente en épocas secas, lo que evidenciaría que durante estos periodos las condiciones climáticas no fueron favorables para el desarrollo de otras especies.

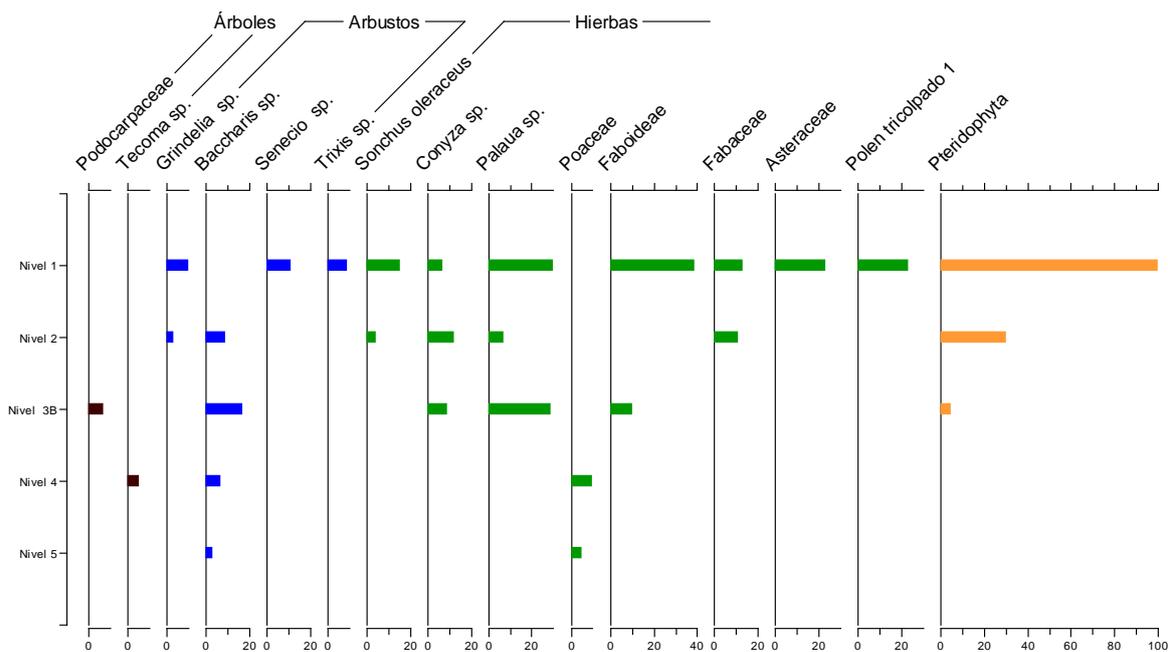


Figura 21. Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 12 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

- **Pozo 13**

En este pozo se evaluaron 3 niveles. Entre el Nivel 1 y Nivel 2 se ha descrito estructuras de tendales (Chacaltana 2010b).

En el Pozo 13, se analizaron tres muestras observándose la mayor concentración tanto de polen como de esporas de Pteridophytas en el Nivel 2. En la muestra más antigua, Nivel 3B, la concentración de polen fue mínima, encontrándose en este nivel principalmente polen de *Senecio sp.*, *Baccharis sp.* y *Sonchus oleraceus*.

En la muestra del Nivel 2 la concentración de polen fue muy elevada destacando la presencia de especies cultivadas como de *Zea mays* y Cucurbitaceae, en concentraciones muy elevadas. Cabe resaltar que la presencia *Z. mays* permanece en el nivel superficial (actual), lo que indicaría el cultivo por periodos más largos.

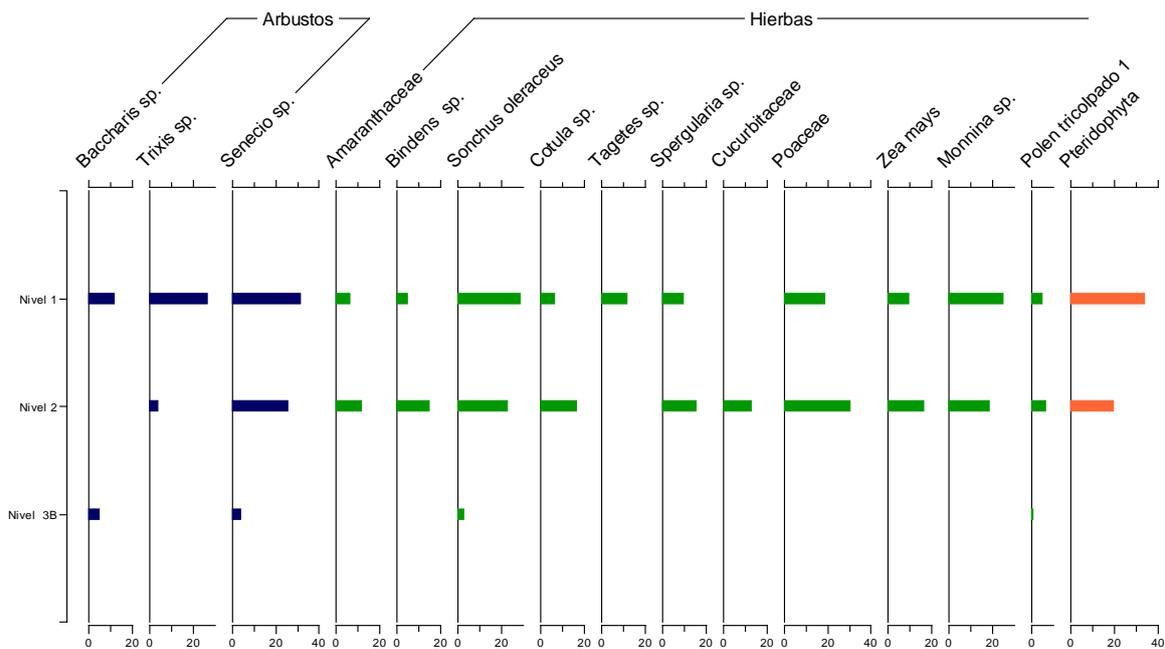


Figura 22: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 13 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

Pozo 14

En este pozo se evaluaron 3 niveles (Figura 23). En el nivel superficial se reportó mayor cantidad de polen, y se observó un incremento gradual de la concentración del mismo. En el Nivel 3B (47 pal/g) se reportó la menor cantidad de polen, el cual se incrementa en el Nivel 2 (55 pal/g) y nivel 1 (242 pal/g).

En el Nivel 3B la concentración de polen es baja, pero con una considerable diversidad de especies, destacando *Loasa sp.*, *Croton sp.*, *Solanum sp.*, *Senecio sp.*, *Amaranthaceae* y *Baccharis sp.*

En el Nivel 2, la concentración de polen total disminuye, al igual que la concentración de esporas de Pteridophytas. Se observó una variación en la composición florística ya que en este nivel destacan polen de la familia Asteraceae (*Senecio sp.* y *Sonchus oleraceus*) y disminuye la cantidad de plantas típicas de lomas, pues las condiciones de poca humedad en estos periodos no favorecieron el desarrollo de lomas cerca de la zona evaluada.

En el Nivel 1, se resalta la presencia de polen de *Typha* sp., una planta que se desarrolla normalmente en zonas aledañas a humedales, lagos, lagunas, o canales. El tipo polínico de Apiaceae reportada probablemente corresponda a *Hydrocotyle bonariensis*, especie registrada en la actualidad en estas lomas (INRENA 2008), la cual también se desarrolla asociada a canales de agua.

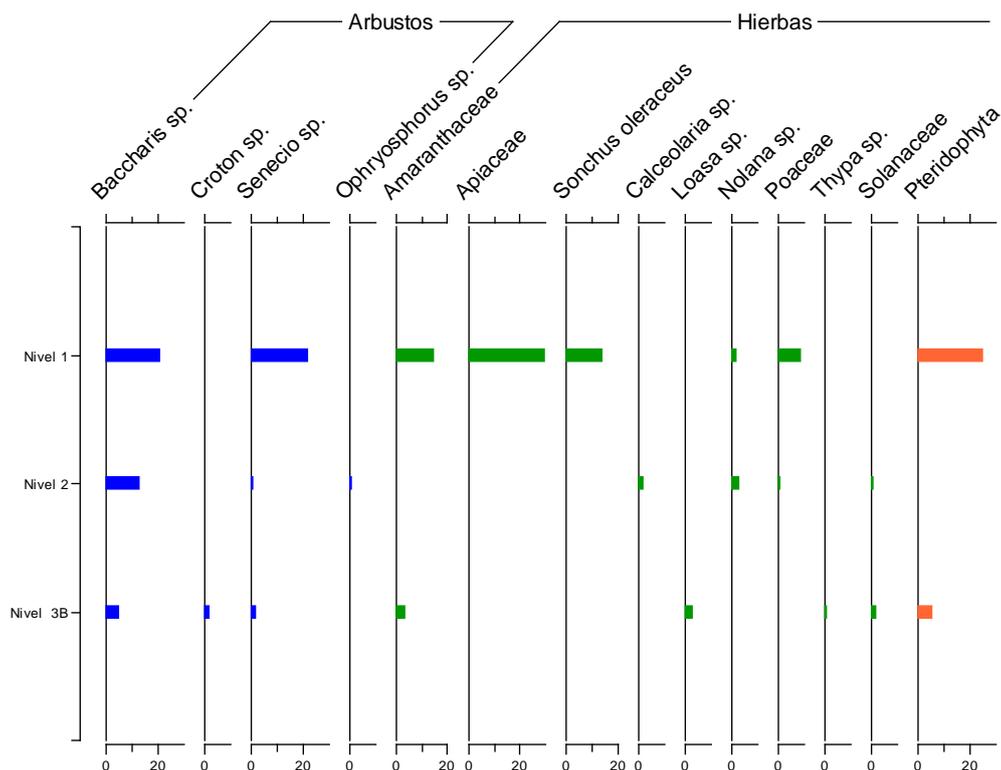


Figura 23: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 14 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

- **Pozo 15**

En este Pozo solo se analizaron sólo los Niveles 2 y 3B En el Nivel 3B se analizaron 4 muestras de diferentes cuadrantes: c1, c2 y c3 (Figura 24). De acuerdo a las descripciones arqueológicas el Nivel 3B corresponde a la base de tendales de época Inca (Chacaltana 2010 b).

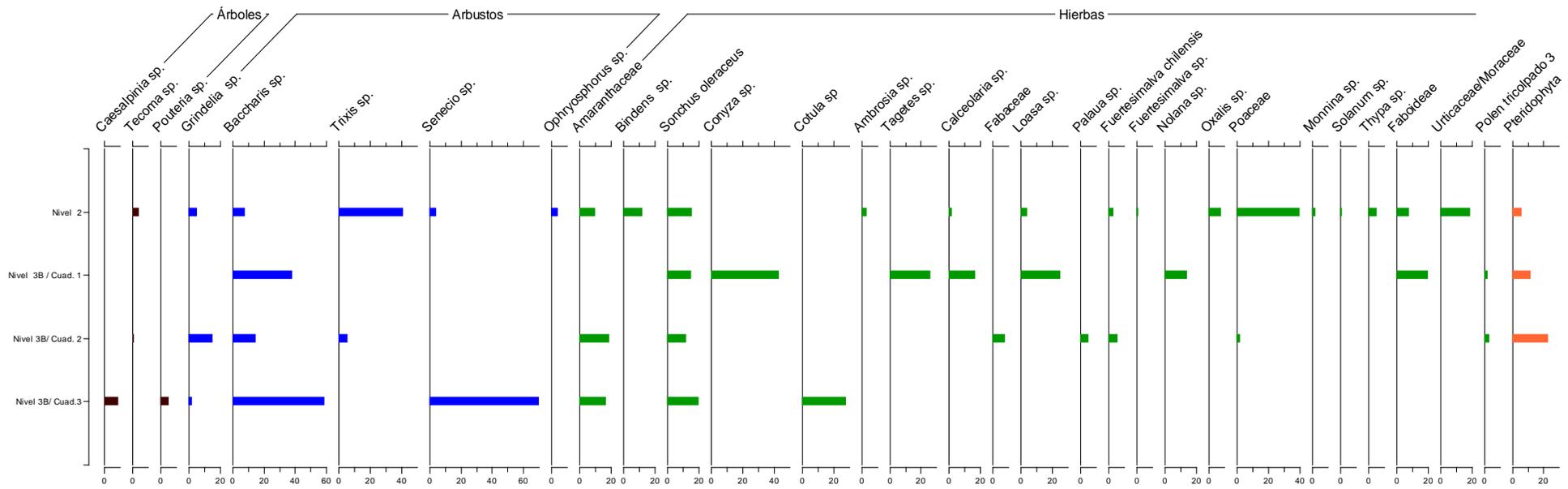


Figura 24: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 15 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

Tanto en el Nivel 2 como en el Nivel 3B, las principales especies vegetales corresponden a plantas que en la actualidad se desarrollan en las lomas de Tacahuay, tales como *Grindelia* sp., *Sonchus oleraceus*, *Fuertesimalva chilensis*, *Trixis* sp., *Loasa* sp., *Senecio* sp., *Baccharis* sp. y Amarantaceae.

En el Nivel 3B, descrito como tendales, no se reportaron pólenes de especies cultivadas, sólo se resalta la presencia del pólenes del género *Pouteria* (17 pal/g), la cual incluye a la especie *P. lucuma*, árbol cultivado desde la época prehispánica en el Perú (Brack 1999). Este es el único registró que se tiene de esta especie, por lo cual es probable que probablemente haya sido traído de otros lugares.

- Pozo 16

En el Pozo 16 la concentración polen a lo largo de los niveles ha ido variando. En los niveles inferiores la concentración de polen fue muy baja, incrementándose gradualmente hasta el Nivel 3B, en donde ocurre un incremento notorio de la vegetación. En el nivel más superficial, la vegetación disminuye notablemente (Figura 25).

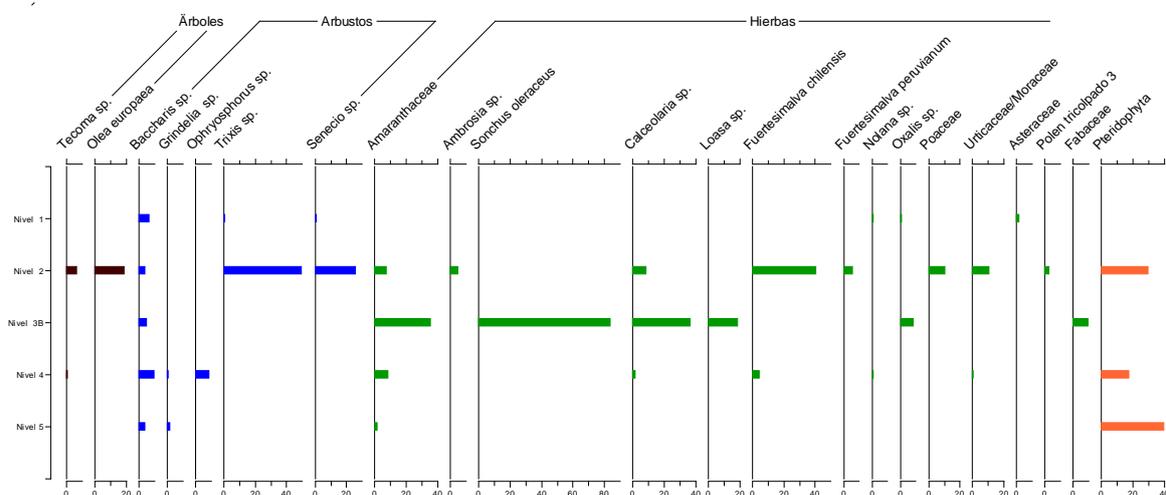


Figura 25: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 16 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

En este pozo no se reportan cultivos pues la mayoría de pólenes provienen de especies del ecosistema natural de lomas. En el Nivel 5 la vegetación fue escasa

(*Baccharis* sp. y *Grindelia* sp.) mientras que en el Nivel 4, se incrementó ligeramente la concentración de polen pues aparecen herbáceas características de lomas, las cuales se desarrollan bajo condiciones de humedad, lo cual indicaría mejores temporadas que favorecieron el desarrollo de estas especies.

En el Nivel 3B la concentración de polen se incrementó, principalmente por *Sonchus oleraceus* y *Amaranthaceae*. En el Nivel 2 la presencia de vegetación es notablemente elevada y predominan herbáceas y arbustos típicos de lomas como *Urticaceae*s (del grupo *Urticaceae-Moraceae*), *Fuertesimalva*, *Trixis*, *Senecio* y *Baccharis*. Esto indicaría las condiciones ambientales de en estos periodos favorecieron la formación de lomas en zonas aledañas a las excavaciones, también se reporta la presencia de polen de *Olea europaea*.

5.2.3.4. Zona IV

En esta zona solo se analizó un pozo, esta es la zona caracterizada con evidencias de poblaciones arcaicas, que se ubica cerca de la vía costanera, a pocos metros del mar, en donde se reportó periodos prehispánicos tardíos y pobladores arcaicos (deFrance y Umire 2004).

El Nivel 9B, corresponde a rocas sedimentarias del Pleistoceno, periodo en el cual no se reportaron especies vegetales. En el Nivel 9A, también de finales del Pleistoceno sólo se reportaron tres taxones, siendo el de mayor concentración la familia *Podocarpaceae* (89 pal/g), seguida por las *Asteraceae* (11 pal/g) y *Schinus molle* (3 pal/g).

La familia *Podocarpaceae* en la actualidad se desarrolla en bosques montanos, sin embargo, durante el Pleistoceno los registros de polen de estos pólenes aparecen periódicamente en múltiples sitios de baja altitud (Dalling et al. 2010), aunque estas pueden viajar grandes distancias, en este nivel se encontró altas concentraciones lo que haría indica el desarrollo de esta especie en zonas muy cercanas al mar, muy distantes a las zonas de distribución actual. El polen de *Podocarpaceae* también indica un clima global bastante bueno, ya que las fluctuaciones de estos pólenes en sedimentos han sido indicadores de condiciones ambientales adversas (Weng et. al 2010)

En el Nivel 9B la especie *Schinus molle* se registra en bajas concentraciones (3 pal/g), sin embargo, en el Nivel 8 se incrementa (14 pal/g); este nivel corresponde a la primera ocupación humana (deFrance y Umire 2004). Es probable que esta especie haya sido empleada como alimento para los primeros pobladores de la zona. El *S. molle* ha sido ampliamente usado desde tiempos precerámicos, antes de 2100 años a.p (Ugent y Ochoa 2006), las lomas de Tacahuay cuenta con abundante registros de semillas arqueológicas de esta especie, probablemente de época Inca (Castillo 2011). Este árbol tiene numerosos usos por ejemplo las hojas y resinas son en tratamientos medicinales (Brack 1999), también es usado en la preparación de una bebida alcohólica (chicha de molle), que puede ser cocina en jarabe o fermentada con vinagre (Yacovleff y Herrera 1935). Las hojas también son usadas para abono catalítico, el tronco es usado como lumbre, purificación de tintes y azúcar (Ugent y Ochoa 2006).

En el Nivel 8 también se reportan plantas de lomas como *Fuertesimalva peruviana* (17 pal/g), *Nolana* sp. (3 pal/g) y *Palaua* sp. (25 pal/g), lo que indica presencia de estas especies al nivel del mar, ya que este pozo se encuentra aproximadamente 3 kilómetros de las lomas que en la actualidad conocemos, sin embargo hace 10 000 años el mar se encontraba a 100 metros más abajo que hoy, subiendo su nivel durante los milenios posteriores (Engel,1987).

En el Nivel se ha interpretado la ocurrencia del evento de El niño, poco tiempo después de un terremoto de alta magnitud que desestabilizó grandes cantidades de sedimento (Keefer et al., citado por deFrance y Umire 2004) y que cubrieron por completo la primera ocupación humana, en este nivel se reportó *Inga* sp., especie que proviene de zonas altoandina producto de los huaycos.

En el Nivel 6 no se reporta granos de polen. En el Nivel 5, descrito como la segunda ocupación, se reporta sólo *Fuertesimalva peruviana* y *Asclepiadaceae*, ambas en bajas concentraciones, debido a que en este periodo las condiciones climáticas no favorecieron el desarrollo de vegetación de lomas.

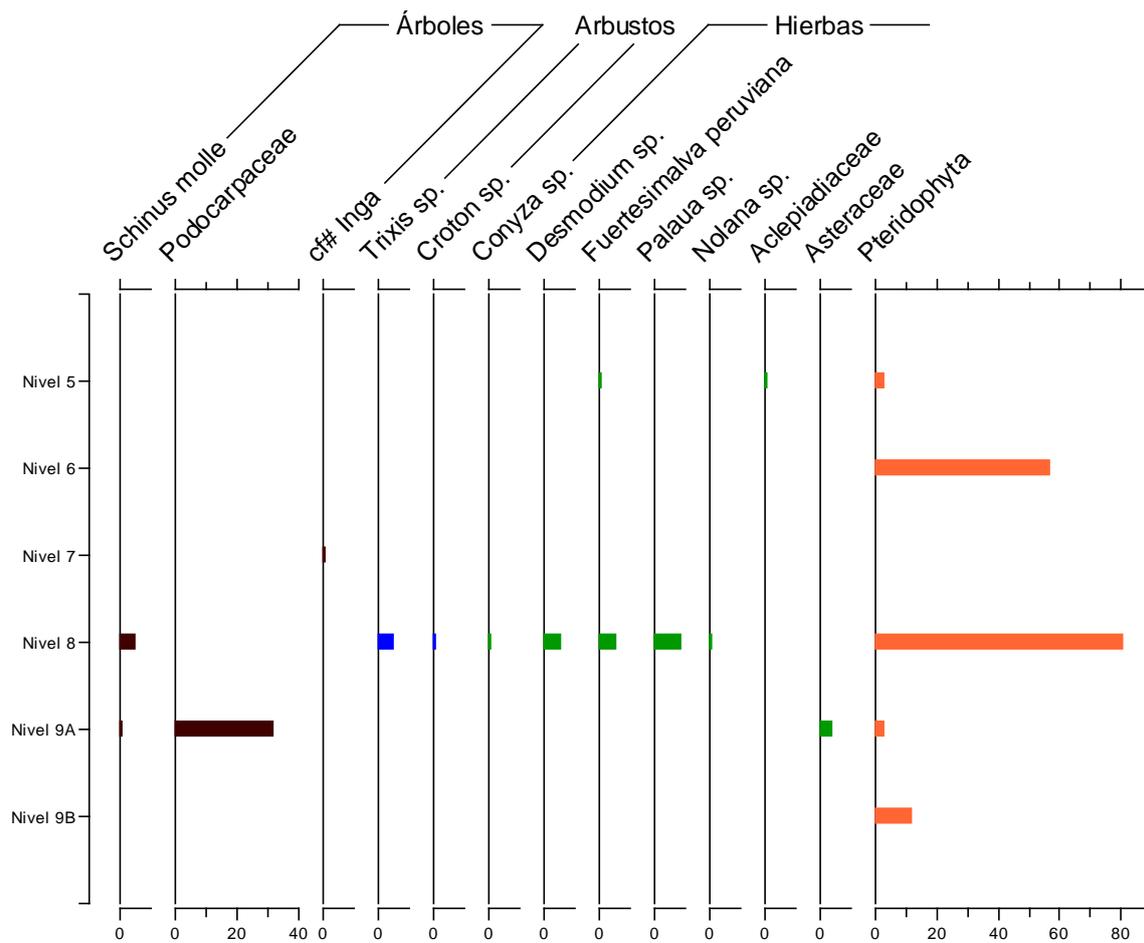


Figura 26: Abundancia relativa (%) de pólenes y esporas del Pozo 17 en la Quebrada Tacahuay. (Fuente: Elaboración propia)

VI. CONCLUSIONES

La composición florística de las lomas de Tacahuay, ha sufrido variaciones, producto de eventos climáticos a los que ha sido sometido a lo largo del tiempo y actividades humanas desarrolladas en torno a este ecosistema.

Las familias Asteraceae, Malvaceae, Solanaceae y Amaranthaceae han sido las familias más representativas en las Lomas de Tacahuay, desde finales del Pleistoceno hasta la actualidad, en épocas anteriores también se desarrollaron las familias Betulaceae, Bignoniaceae, Cucurbitaceae, Onagraceae, Podocarpaceae y Rosaceae, las cuales en la actualidad no se encuentran en las lomas de Tacahuay.

Las primeras especies en habitar las lomas de Tacahuay, posterior a las fuertes perturbaciones del Niño Pleistocénico fueron *Grindelia*, *Nolana* y Amaranthaceae. Las lomas de Tacahuay con la composición florística que conocemos, se desarrolló a mediados del Holoceno siendo las especies *Caesalpinia spinosa*, *Fuertesimalva peruviana*, *Nolana* sp., *Baccharis* sp., *Althernanthera* sp., *Bidens* sp., *Grindelia* sp., *Conyza* sp., *Senecio* sp. y *Croton* sp las que ocuparon estas lomas por periodos de tiempo más largos. Las especies *Sonchus oleraceus*, *Erodium* sp., *Olea europea*, *Erigeron* sp., *Heliotropium* sp., *Solanum* sp. y *Fuertesimalva chilensis* estuvieron presentes desde periodos Inca/Hispánico.

Las lomas de Tacahuay están relacionadas con especies altoandinas, la actividad de pastoreo, transhumancia y huaycos, ha determinado de manera importante los biotipos vegetales que en la actualidad se desarrollan en este ecosistema, del mismo modo los manantiales y paleocanales de las lomas de Tacahuay favorecieron el desarrollo de *Typha*, *Hydrocotile* y Pteridophytas.

Las herbáceas han constituido la forma de crecimiento más común en las lomas de Tacahuay, tanto en periodos antiguos como en la actualidad; a nivel de árboles se evidenció variación, ya que las lomas de Tacahuay albergaron especies que en la actualidad no se desarrollan en este ecosistema, tales como *Alnus acuminata*, *Tecoma* sp., *Pouteria* sp. y Podocarpaceae.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda complementar los estudios de flora, cubriendo mayores áreas, a fin de tener un conocimiento más completo de la composición florística y diversidad actual de las Lomas de Tacahuay.
- Los estudios palinológicos podrían ser complementados, con análisis de macrorestos botánicos (análisis de semillas, carbones y otros restos botánicos) y microrestos botánicos (almidón y fitolitos). Esto estudios permitirían cubrir vacíos de información en la determinación taxonómica que se ha tenido en el análisis de polen.
- Los análisis de sedimentos arqueológicos se podrían replicar en zonas más altas de las lomas, en especial en zonas no relacionadas a ocupaciones humanas, esto complementaria los datos obtenidos en este estudio.
- Estudios sistemáticos detallados de palinología de especies de lomas, podrían facilitar la determinación correcta de tipos polínicos que en este estudio, es necesario incentivar la investigación básica sobre estos temas a fin de tener herramientas adecuadas para poder tener mayor certeza en la determinación taxonómica.
- Es necesario realizar estudios en las lomas de Tacahuay con la finalidad de conocer de manera más detallada el uso actual e impacto de las lomas producto de las actividades relaciones en torno a este ecosistema.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, F; Ruiz, L. 2008. Estudio de la Producción Polínica del olivo *Olea europaea* L. (en línea). Consultado 15 jul. 2013. Iniciativa de Investigación (3): A2. Disponible en <http://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ininv/article/view/260/242>
- Anero, T. 2008. Aerobiología y polinosis en Castilla y León (en línea). Consultado 10 jul. 2013. Junta de Castilla y León. España. Disponible en <http://www.saludcastillayleon.es/institucion/es/bibliotecaonline/publicaciones-consejeria-sanidad/buscador/aerobiologia-polinosis-castilla-leon>
- Arakaki, M. 1999. Flora vascular de la cuenca del Rio Ilo – Moquegua, Perú. Tesis Biolg. Perú. UNMSM. 162 p.
- _____ ; Cano, A. 2001. Vegetación y estado de conservación de la cuenca del Rio Ilo. Composición florística de la cuenca del Rio Ilo – Moquegua, Lomas de Ilo y áreas adyacentes, Perú. *Arnaldoa*, 8(1):49-70.
- _____ ; Cano, A. 2003. Composición florística de la cuenca del Rio Ilo – Moquegua y Lomas de Ilo, Moquegua, Perú. *Rev. Peru. Biol* 10(1):5-19
- Arias, C; Torres, G. 1990. Dinámica de la vegetación de las lomas del sur del Perú: Estacionalidad y productividad primaria, Caso: Lomas de Atiquipa (Arequipa). *Rev. Zonas Áridas* 6 (1): 55-76.
- Bar, A. 2010. Programa de Investigaciones Arqueológicas Tacahuay Tambo y Pueblo Picata - 2010: Para realizar exploraciones e investigaciones arqueológicas en la costa en el Distrito de Ite, Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Tacna, Perú (Documento técnico).
- Bonavia, D. 1991. Perú, Hombre e Historia: De los orígenes al Siglo XV. Perú. Edubanco V.2, p.11-49.
- Brack, A. 1999. Diccionario Enciclopédico de plantas útiles del Perú. Cusco. PNUD/CBC. 566 p.

- Brako, L; Zarucchi, J. 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Perú. Mon. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 45: 1—1286.
- Bremer, B; Bremer, K; Chase, M; Fay, M; Reveal, J; Soltis, D; Soltis, P; Stevens, P. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society, 161: 105-121.
- Burjachs, F. 2006. Palinología y restitución paleoecológica. (en línea). Consultado 18 oct. 2011. Revista Ecosistemas 15 (1): 7-16. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=395>
- Buxó, R. 2006. Paisajes culturales y reconstrucción histórica de la vegetación (en línea). Consultado 20 oct. 2011. Revista Ecosistemas, 15(1): 1-5. Disponible en [revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/888](http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/888)
- Cano, A; Arakaki, M; Roque, J; La Torre, M; Refulio, N; Arana, C. 2001. Flora vascular en las Lomas de Ancón y Carabayllo Lima, Perú durante el niño 1997-98. In: Tarazona, J; Arntz, W.E; y Castillo, E. eds. El niño en América Latina: Impactos biológicos y sociales. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Lima. p. 259-265.
- _____; Young, K; León, B. 1996. Áreas importantes para la conservación de las Fanerógamas en el Perú. In Rodríguez, L. ed. Diversidad Biológica del Perú: Zonas Prioritarias para su Conservación. Lima: Proyecto FANPE GTZ-INRENA. p. 39-43.
- Canziani, J. 1998. Las lomas de Atiquipa: un caso de paisaje cultural en la costa desértica del sur del Perú. In Paisajes culturales de los Andes. In Memoria Narrativa, casos de Estudio, conclusiones y recomendaciones de los Expertos. UNESCO. Arequipa. Perú. p. 169-190.
- Castellano, M.C. 2007. Cambios de polinizador en tiempo evolutivo en plantas de *Penstemon*: Scrophulariaceae (en línea). Consultado 10 de Jun. 2013. Cuadernos de Biodiversidad. Disponible en http://www.rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/3212/1/cuadbiod24_01.pdf

- Castillo, I.H. 2011. Análisis macrobotánico de muestras procedentes de Tacahuay Tambo y Punta Picata (Ite, Tacna – Perú). Laboratorio de Palinología y Paleobotánica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Informe técnico.
- Chacaltana, S. 2010a. Dissertation Improvement Grant: Mechanics of Empire and Integration--The Role of small-scale Inca installations in the Colesuyo region of Southern Peru. En prensa.
- _____. 2010b. Excavación de la Quebrada Tacahuay (Entrevista). Tacna, Perú.
- _____; Dayton, C; Barrionuevo, M. 2010 Coastal and Highland Storage Systems of the Colesuyo, South Central Andes. Latin American Archaeology Publications, Pittsburgh University. 2010: 147 - 168.
- Ceroni, A. 1994. Composición florística de las Lomas de Ilo (Tacahuay) y del Bosque Catacata. Moquegua. Ilo. Región José Carlos Mariátegui. Boletín de Gestión Ambiental de la Municipalidad Prov. de Ilo. n°.02.
- Cerrate, E.1969. Manera de preparar plantas para un Herbario. Museo de Historia Natural UNMSM. Serie de divulgación n° 1.
- Dalling, J; Barkan, P; Bellingham, P; Healey, J; Tanner, E. 2010. Ecology and Distribution of Neotropical Podocarpaceae. Smithsonian contributions to botany. 95: 44-56.
- deFrance, S., Keefer, D; Richardson, J; Umire, A. 2001. Late Paleo-Indian Coastal Foragers: Specialized Extractive Behavior at Quebrada Tacahuay, Peru. Revista Latin American Antiquity; 12 (4).
- _____; Umire, A. 2004. Quebrada Tacahuay: Un sitio marítimo del Pleistoceno Tardío en la costa sur del Perú. Chungara, Revista de Antropología Chilena, 36 (2): 257-278.
- _____; S. 2010. Quebrada Tacahuay: Una ocupación marítima temprana en la costa sur del Perú. Boletín Museo Contisuyo.

- Dillon, M.O; Nokosawa, M; Leiva, S. 2003. The Lomas formations of Coastal Peru: composition and biogeographic. In Haas, J; Dillon, M. eds. *El Niño in Peru: Biology and culture over 10,000 years*. Fieldiana Botany New Series. n° 43:1-9.
- _____. 2005. Solanaceae of the *Lomas* formations of Coastal Peru and Chile. In Hollo e ll, V; Keating, T; Le is, W; Croat, T. eds. "A Festschrift for William G. D'Arcy: The Legacy of a Taxonomist". *Mono. Syst. Bot. Ann. Missouri Bot. Gard.* n°104: 131-155.
- _____; Tu, T; Soejima, A; Yi, T; Nie, Z; Tye, A; Wen, J. 2007. Phylogeny of *Nolana* (Nolanaceae, Solanoideae, Solanaceae) as inferred from granulebound starch synthase I (GBSSI) sequences. *Tazon* n°56:1000-1011.
- Echeverría, J. 2011. *Glosario de Arqueología y temas afines*. Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. Ecuador. 296 p.
- Engel, F. 1981. *Prehistoric Andean Ecology Man, Settlement and Environment in the Andes. The Deep South*. University of New York. USA.
- _____. 1987. *De las Begonias al Maíz. Vida y producción en el Perú Antiguo*. Centro de Investigación de zonas áridas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Peru. 255p.
- Erdtman, G., 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms*. Almqvist and Wiksell, Stockholm, 539 pp.
- _____. 1986. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy: Angiosperms, an introduction of palynology*. 553 p.
- Ferreyra, R. 1953. *Comunidades Vegetales de algunas lomas costaneras del Perú*. Boletín de la Estación Experimental Agrícola La Molina (Ministerio de Agricultura-Programa Cooperativo de Experimentación Agropecuaria). n° 53:19-67.
- _____. 1961. *Las lomas costaneras del extremo sur del Perú*. *Revista de la Sociedad Argentina de Botánica*, 9: 87-120.

- _____. 1983. Los tipos de vegetación de la costa peruana. Anales jardín botánico de Madrid, 40 (1):241-256.
- _____. 1986. Flora y vegetación del Perú. Gran Geografía del Perú. Editorial Manfer-Juan Mejía Baca. España. V.2, 174 p.
- _____. 1993. Registros de la vegetación en la costa peruana en relación con el fenómeno del Niño. Bull. Inst. fr. Études andines, 22(1):259-266.
- Franco, J; Cáceres, C; Sulca, L. 2004. Flora y vegetación del departamento de Tacna. Ciencia & Desarrollo, 8:23-30.
- Fryxell, P. 1996. *Fuertesimalva*, a new genus of neotropical Malvaceae. Sida 17(1): 69–76.
- Galán de Mera, A; Linares, E; Campos, J; Vicente, J.A. 2009. Nuevas observaciones sobre la vegetación del Sur del Perú. Del desierto pacífico al Altiplano. Acta botánica Malacitana. 34: 107-144.
- _____; Linares, E; Campos, J; Vicente, J.A. 2011. Interpretación fitosociológica de la vegetación de las lomas del desierto peruano. Rev. Biol. Trop. 59 (2):809-828.
- García, M. 2006. Lluvia polínica en selvas montanas de la provincia de Tucuman, Argentina. Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat. 8(2):159-164.
- Garcés, A. 2000. Reconstrucción paleoambiental, un encuadre metodológico al municipio de Villanueva de la Fuente. El patrimonio arqueológico de la ciudad Real, métodos de trabajo y actuaciones recientes. Editor. Luis Benítez.
- Gobierno Regional de Tacna. 2011. Ordenanza Regional N° 010-2011-CR GOB.REG.TACNA, para “Declarar de interés nacional y de alta prioridad la aprobación de la propuesta de creación de Área de conservación regional lomas de Tacahuay”. Consejo Regional de Tacna. Perú.
- Guilarte, M. 2000. Introducción y características botánicas de la familia de las compuestas. Hospital Universitario Vall d’Hebron. Sección de Alergias. España. 68 p.
- Herrera, L.F; Urrego L.E. 1996. Atlas de Polen de plantas útiles y cultivadas de la Amazonía Colombiana. Fundación Erigale. Colombia. p. 23-39

- Heywood, V.H. 1985. Las plantas con flores. Ed. Reverté. España. 329 p.
- Huamán L. 2010. Catálogo de pólenes del Perú. Laboratorio de Palinología y Paleobotánica. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Sin publicar.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, PE). 1995. Mapa Ecológico del Perú.
- _____. 2008. Diagnóstico de la biodiversidad de las lomas de Tacahuay (en línea). Consultado 10 de jul 2010. Administración técnica forestal y de fauna silvestre Moquegua - Tacna. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/142556097/DX-biodiversidad-Tacahuay-INRENA-2-1-pdf>
- Krapovickas, A. 1954. Estudio de las Especies de “*Anurum*”, nueva Sección del Género “*Urocarpidium*” Ulbr (Malvaceae). Darwiniana N°10 (4):606-636.
- Keefer, D; deFrance, S; Moseley, M; Richardson, J; Satterlee, D; Day-Lewis, A. 1998. Early maritime economy and El Niño events at Quebrada Tacahuay. Science 281:1833-1835.
- _____; Moseley, M; deFrance, S. 2003. A 38000-year record of floods and debris flows in the Ilo region of southern Peru and its relation to El Niño events and great earthquakes. Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 194: 41-77.
- Kenneth, Y; León, B. 1993. Distribución geográfica y conservación de las plantas acuáticas vasculares del Perú. In Kahn, F; León, B; Young, K. eds. Las plantas vasculares en las aguas continentales del Perú. Instituto Frances de Estudios Andinos (IFEA). Perú.
- Kremp, G.O.W. 1968. Morphologic Encyclopedia of Palynology. 2 ed., Univ. Arizona Press, Tucson, 263 pp.
- Kuyl, O.S; Muller, J; Waterbolk, H.Th. 1955. The application of palynology to oil geology with reference to Western Venezuela. Geologie en Mijnbouw, new ser., 17:49-75.
- Lahitte, H. B; Hurrell, J.A; Jankowski, L; Bazzano, D; Sáenz A; Tourn, M; Roitman, G. 2000. Plantas trepadoras. Nativas y Exóticas. Biota Rioplatense V. Inventario de

- la biota de la región del Delta del Paraná, Isla Martín García y Ribera Platense. Literature of Latin America (L.O.L.A.). Buenos Aires, Argentina. 264 p.
- León, B; Cano, A; Young, K.R. 2002. Los helechos de las lomas costeras del Perú. *Arnaldoa* 9: 7-42.
- _____; Roque, J; Ulloa, C; Jørgensen, P.M; Pitman, N; Cano, C. eds. 2006. Libro Rojo de las Plantas endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología. Edición Especial* 13(2): 971 pp.
- MINAG (Ministerio de Agricultura, Pe). 2013. Guía de Flora de las lomas costeras de Lima. Dirección General Forestal de Fauna silvestre. 98 p.
- Macbride, J. F. et al. 1936 y siguientes. Flora of Peru. Field Museum of Natural History, Botanical Series, Chicago.
- Machare, J; Ortlieb, L. 1993. Registros del Fenómeno del Niño en el Perú. *Bull. Inst. fr. études andines*. 22 (1):35-52.
- Mione, T; Leiva, S. 2012. Jaltomata new species "Arequipa Purple" (en línea). Consultado 16 de Mayo 2013. Disponible en <http://web.ccsu.edu/faculty/mione/ArequipaPurple.htm>.
- Montoya, E; Rull, V; Nogué, S; Díaz, W. 2009. Paleoecología del Holoceno en la Gran Sabana, SE Venezuela: Análisis preliminar de polen y microcarbones en la Laguna encantada. *Collectanea Botanica*, (28) 65-79.
- Moseley, M. 1987. Punctuated Equilibrium: Searching the Ancient Record for El Niño, *Quarterly Review of Archaeology* 8:7-10.
- Mostacero, J; Mejía, F; Peláez, F. 1996. Fitogeografía del Norte del Perú. Serie Ciencias-CONCYTEC. Lima- Perú.
- _____; Mejía, F; Zelada, W; Medina, C. 2007. Biogeografía del Perú. Asamblea Nacional de Rectores. Perú. p. 374.
- Ortiz, E; Carballo, A; Muñoz, A; González, F.V. 2010. Efecto de la dispersión de polen en la producción de semilla de maíz, en Texcoco, México (en línea). Consultado el 05 de Jul. 2013. *Agron. Mesoam*, 21(2): 289-297. Disponible en

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000200008

- Osorio, A; Quiroz, D. 2009. Lluvia de polen de la ciudad de Oaxaca, México. *Polibotánica*, (28), 161-190.
- Palafox, L. 2013. Registro palinológico en sedimentos laminados de la cuenca La Paz, Baja California Sur y su relación con cambios paleoceanográficos y paleoclimáticos. Tesis Mg. Sc. Programa de posgrado en Ciencias de la Tierra. Centro de investigación científica y de educación superior de Ensenada.
- Pearsall, D. 1984. *Paleoethnobotany, a handbook of procedures*. Academic Press. California.
- Rapp, G; Hill, C. 1998. *Geoarchaeology, the Earth-Science approach to archaeological interpretation*. Editorial Universidad de Yale. Estados Unidos. 274 p.
- Renfrew, C; Bahn, P. 1991. *Archaeology, theories, methods and practice*. Thames and Hudson. Inglaterra. p. 205-215.
- Reynel, C; Marcelo, J. 2009. Árboles de los ecosistemas forestales Andinos. Manual de identificación de especies. Programa regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. Lima. Serie de Investigación y Sistematización n°9. 159 p.
- Rundel, P; Dillon, M; Palma, B; Money, H; Gulmon, L; Ehleringer, J. 1991. The phytogeography and ecology of the coastal Atacama and Peruvian deserts. *Aliso*. 13(1): 1-49.
- Sáenz, C. 1978. Polen y Esporas. Introducción a la Palinología y Vocabulario Palinológico. *Grefol*. España. 21 p.
- Sagástegui, A; Leiva, S. 1993 *Flora Invasora de los Cultivos del Perú*. CONCYTEC, Lima.
- Sotomayor, D; Jiménez, P. 2008. Condiciones meteorológicas y dinámica vegetal del ecosistema costero lomas de Atiquipa (Caravelí - Arequipa) en el sur del Perú. *Revista Ecología Aplicada*, 7(1-2): 1-8.

- The Field Museum.1999-2013. Neotropical Herbarium Specimens (en línea). Consultado 10 marz. 2013. Disponible en <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/index.php>.
- The International Plant Names Index (IPNI). 2013. Plant Names Index (en línea). Consultado 16 may. 2013. Disponible en <http://www.ipni.org/>.
- The Plant List. 2010. Version 1 (en línea). Disponible en <http://www.theplantlist.org/>. Revisado 16 de Mayo del 2013.
- Tormo, R; Muñoz, A; Silva, I; Gallardo, E. 1996. Pollen production in anemophilous trees. *Grana*, 35(1): 38-46.
- Tovar, O. 1993. Las Gramíneas (Poáceas) del Perú. *Ruizia*. Tomo 13. Madrid. 481 pp.
- Trinidad, H; Huamán-Melo, E; Delgado, M; Cano, A. 2010. Flora vascular de las lomas de Villa María y Amancaes, Lima, Perú. *Rev. peru. biol.* 19(2): 149 – 158.
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden (en línea). Revisado 10 de marzo del 2013. Disponible en <http://www.tropicos.org>.
- Traverse, A. 1988. *Paleopalynology*. Unwin Hyman, Boston, 600pp.
- Tseng-Chieng, H. 1972. *Pollen of Taiwan*. National Taiwan University. Botany Department Press. 297 p.
- Ugent, D; Ochoa, C. 2006. *La Etnobotánica del Perú. Desde la Prehistoria al presente*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Perú. 380p.
- Van der Hammen, T. 1974. The Pleistocene Changes of Vegetation and Climate in Tropical South America. *J. Biogeogr.* 1: 3–26.
- Vásquez L. 2011. Servicio de recopilación de información biológica del Parque Ecológico Nacional Antonio Raimondi (en línea). Consultado 18 de enero del 2013. Documento Final. Disponible en <http://consultorias.minam.gob.pe:8080/handle/123456789/149>
- Vicuña, E. 2005. Las Podocarpaceas de los bosques montanos del noroccidente peruano. *Revista Peruana de Biología*, 12 (2): 283-288.

- Weberbauer, A. 1945. El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Estudio Fitogeográfico. Estación agrícola de la Molina. Dirección de Agricultura. Lima- Perú.
- Weng, C; Bush, M.B; Chepstow-Lusty, A. J. 2004. Holocene changes of Andean alder (*Alnus acuminata*) in highland Ecuador and Peru. J. Quaternary Sci., Vol. 19 pp. 685–691. ISSN 0267-8179.
- Zegarra R. 2005. Biodiversidad y Taxonomía de la Flora Desértica sur Peruana: Familia Solanaceae. IDESIA 23(3):61-75.
- _____. 2006. Biodiversidad de la vegetación desértica de Tacna. Libro de resúmenes del XI Congreso Nacional de Botánica, Puno – Perú, pp.16-17.

ANEXOS

Anexo1: Constancia de ingreso de plantas al Herbario Magdalena Pavlich de la
Universidad Peruana Cayetano Heredia.



**UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA**

CONSTANCIA

Mediante la presente dejo constancia que la Srta Mónica Velásquez Espinoza identificada con DNI 42071960 Licenciada en Biología de la Universidad Nacional (Federico Villarreal) ha depositado al Herbario HUPCH setenta y siete ejemplares colectados en Lomas de Tacahuay (Tacna), según la lista adjunta a esta constancia.

Los ejemplares han ingresado a la colección del herbario, con la numeración HUPCH 5984 hasta HUPCH 6060.

Se expide la siguiente constancia para los fines que el interesado considere convenientes.

Lima, 4 de Septiembre de 2013.

Lic. Luis Huamán Mesía
Coordinador, Laboratorio de Palinología y Paleobotánica- LID
Director del Herbario HUPCH

Av. Honorio Delgado 430, Urb. Ingeniería, San Martín de Porres
Telef. : 319-0000 / 482-0252 / 482-1130
<http://www.upch.edu.pe>

Anexo 2. Galería fotográfica del área evaluada en las Lomas de Tacahuay



Fotografía 1. Quebrada Tacahuay durante el periodo de lomas (Julio 2010)



Fotografía 2. Quebrada Tacahuay durante el periodo de lomas (Setiembre 2011)



Fotografía 3. Zona de cultivo de *Olea europaea* “olivo”



Fotografía 4. Zona de excavación de Pozos

Anexo 3: Coordenadas de ubicación geográfica pozos arqueológicos excavados en el proyecto Quebrada Tacahuay.

Pozos	Coordenadas UTM (WGS 84)			Altitud
	Zona	Este	Norte	
POZO 1	19 K	276378	8029470	227 msnm
POZO 2	19 K	276674	8029790	254 msnm
POZO 3	19 K	276670	8029786	253 msnm
POZO 4	19 K	276630	8029923	267 msnm
POZO 5	19 K	276861	8030003	274 msnm
POZO 6	19 K	276924	8030105	277 msnm
POZO 7	19 K	277046	8030232	287 msnm
POZO 8	19 K	277189	8030243	290 msnm
POZO 9	19 K	277214	8030155	283 msnm
POZO 10	19 K	277342	8030182	296 msnm
POZO 11	19 K	276899	8029956	258 msnm
POZO 12	19 K	276782	8029876	251 msnm
POZO 13	19 K	276752	8030341	316 msnm
POZO 14	19 K	276604	8030267	307 msnm
POZO 15	19 K	276992	8030394	305 msnm
POZO 16	19 K	276819	8030349	314 msnm
POZO 17	19 K	274521	8027734	81 msnm

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Descripción de los niveles de los pozos excavados en la Quebrada Tacahuay,

Contexto	Nivel	Material / Estrato geológico	Origen	Comentario
<u>Zona I</u>				
Pozo 1	1	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito no cultural, superficial
Pozo 1	2	arena con limo	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 1	3A	arcilloso	flujo de escombros	Depósito no cultural (Huayco)
Pozo 1	3B	arena limosa	depósito eólico	Depósito cultural
Pozo 2	2	Arena con limo	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 2	3A	arcilloso	flujo de escombros	Depósito no cultural (Huayco)
Pozo 2	3B	arena con limo	depósito eólico	Estéril, base de canal
Pozo 3	1	arena con limo	depósito eólico	Depósito no cultural-superficial
Pozo 3	2	arena con limo	depósito eólico	Depósito no cultural
Pozo 3	3A	limo arcilloso	flujo de escombros	Depósito cultural (Huayco)
Pozo 3	3B	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 3	4	limo arcilloso	depósito eólico	depósito no cultural
Pozo 3	5	arena con limo	depósito eólico	Estéril
Pozo 4	2	limo arcilloso	flujo de escombros	Depósito cultural con moluscos (Huayco)
Pozo 4	3A	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 4	3B	limo arcilloso	depósito eólico	depósito no cultural
Pozo 4	4	arena con limo	depósito eólico	Estéril
Pozo 5	3	limo arcilloso	flujo de escombros	Depósito cultural con moluscos (Huayco)
Pozo 5	3B	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 5	4	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 5	5	limo arcilloso	depósito eólico	depósito no cultural
Pozo 5	6	arena con limo	depósito eólico	Estéril

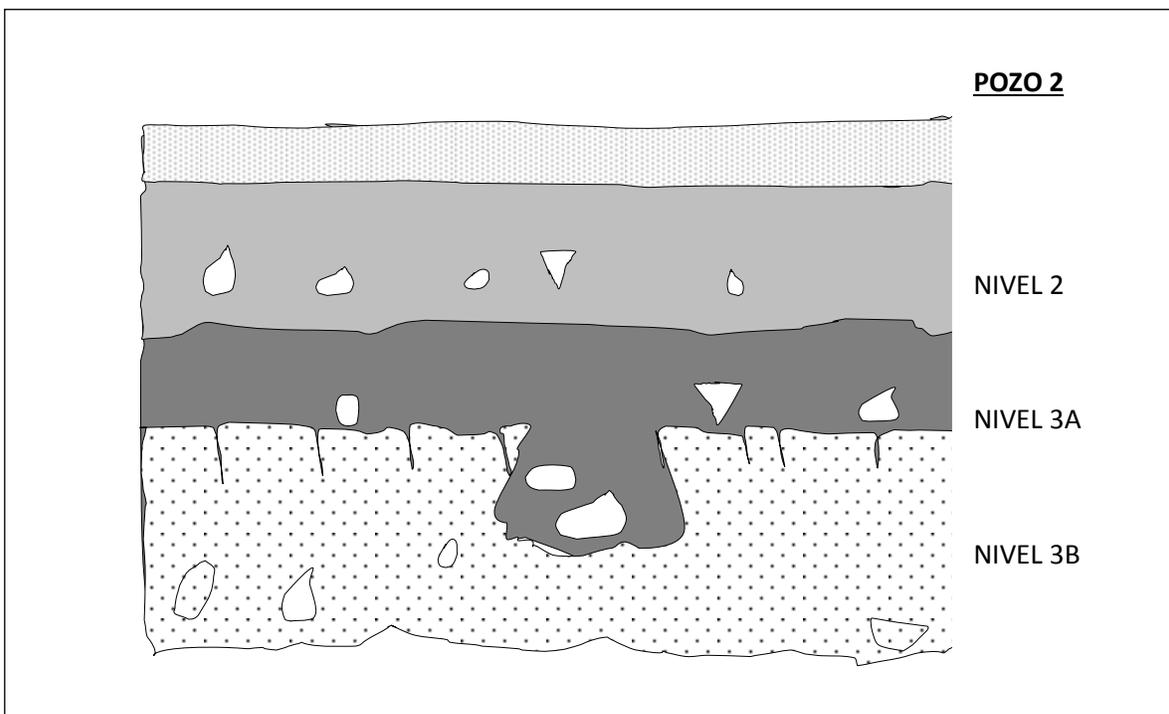
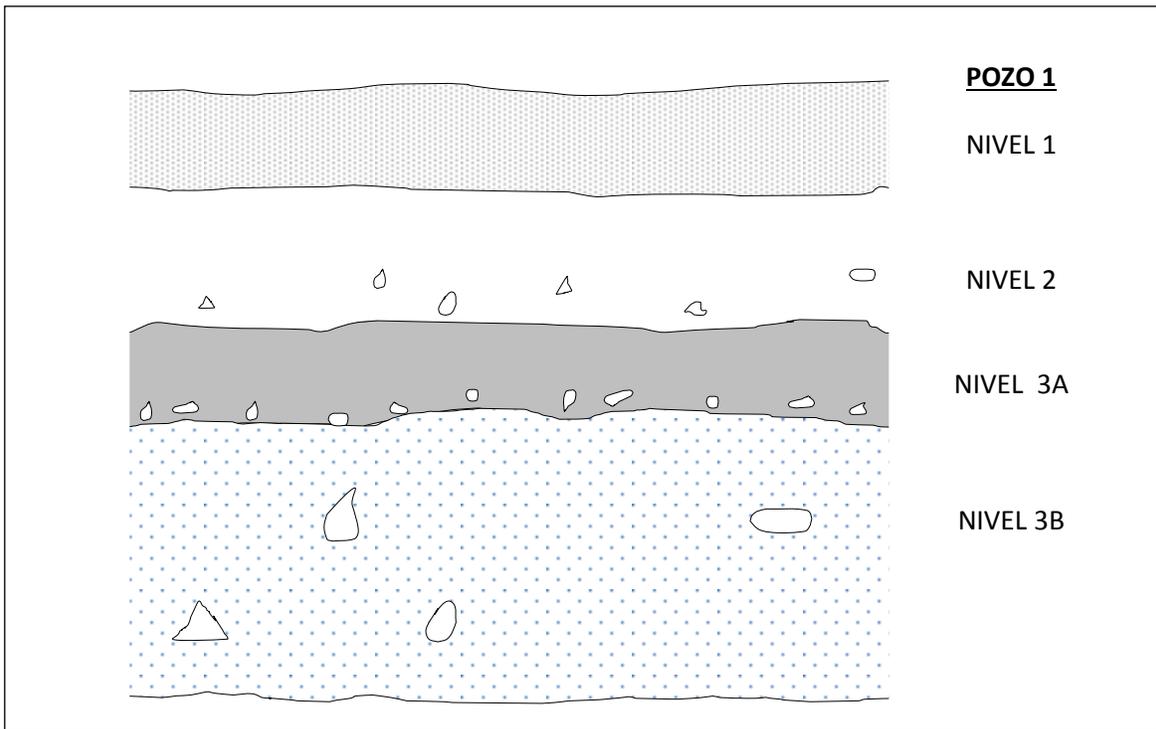
Contexto	Nivel	Material / Estrato geológico	Origen	Comentario
Pozo 6	3A	limo arcilloso	flujo de escombros	Depósito cultural con moluscos (Huayco)
Pozo 6	3B	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 6	4	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 6	5	limo arcilloso	depósito eólico	depósito cultural (moluscos)
Pozo 6	6	arena con limo	depósito eólico	Estéril
<u>Zona II</u>				
Pozo 7	1	limoso arcilloso	depósito eólico	Depósito no cultural (superficial)
Pozo 7	2	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (restos de ceniza)
Pozo 7	3B	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 7	4	limo arcilloso	depósito eólico	depósito cultural (moluscos)
Pozo 7	5	arena con limo	depósito eólico	Estéril
Pozo 8	1	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito no cultural (superficial)
Pozo 8	2	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 8	3B	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 8	4	arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (moluscos)
Pozo 8	5	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 8	6	limo arcilloso	depósito eólico	Estéril
Pozo 8	7	arena con limo	depósito eólico	Estéril
Pozo 9	1	limoso arcilloso	depósito eólico	Depósito no cultural (superficial)
Pozo 9	2	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 9	3B	arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 9	4	limo arcilloso	depósito eólico	depósito cultural (moluscos)
Pozo 10	1	limoso arcilloso	depósito eólico	Depósito no cultural (superficial)

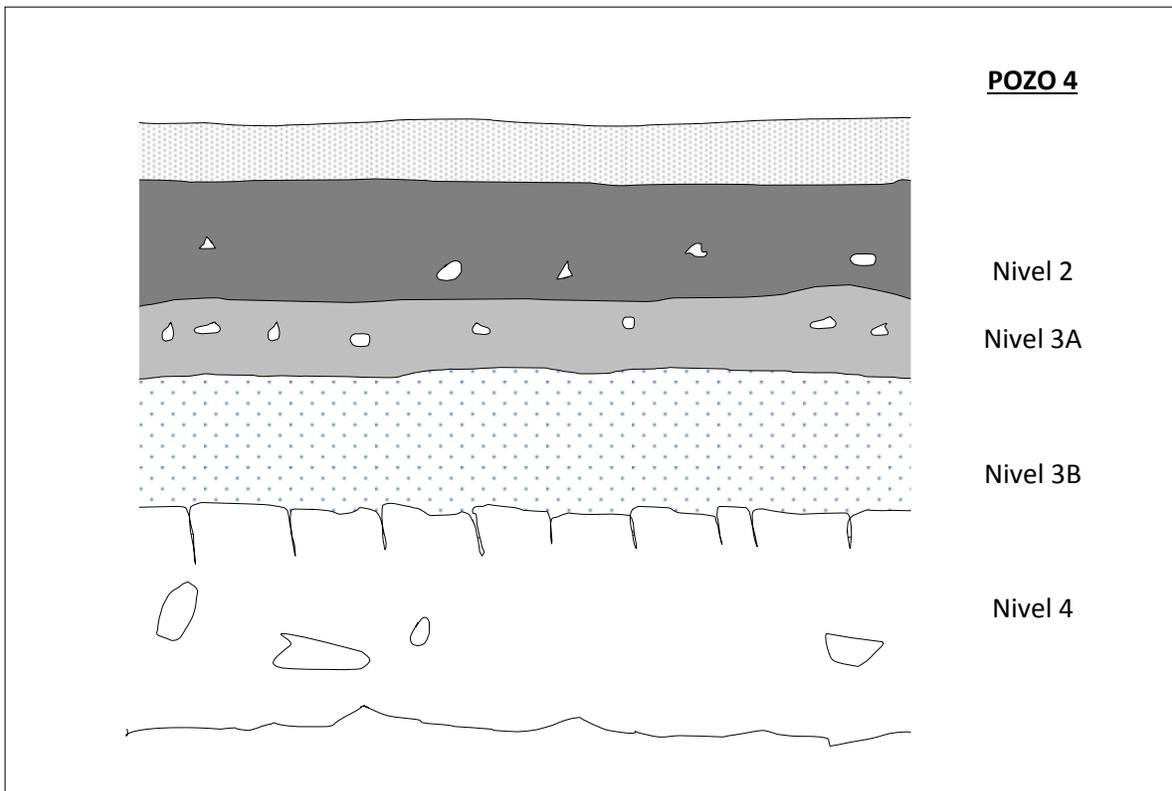
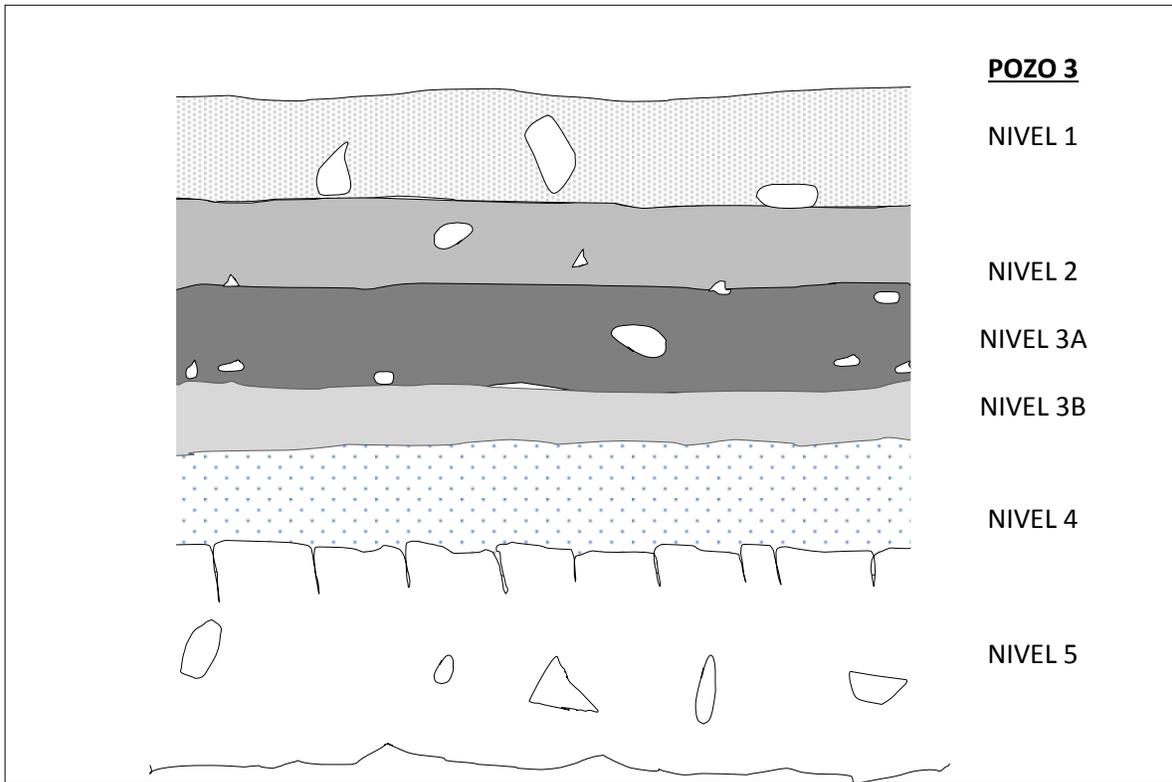
Contexto	Nivel	Material / Estrato geológico	Origen	Comentario
Pozo 10	2	limoso arcilloso	depósito eólico	Depósito no cultural (superficial)
Pozo 10	3B	arcilloso pedregoso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 10	4	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 10	5	limo arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 10	6	arcilloso rocoso	depósito eólico	Estéril
Pozo 10	7	arena con limo	depósito eólico	Estéril
<u>Sector III</u>				
Pozo 11	1	arenoso arcilloso	depósito eólico	Depósito no cultural (superficial)
Pozo 11	2	arcilloso arenoso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 11	3A	arcilloso pedregoso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 11	3B	arcilloso rocoso	depósito eólico	Estéril
Pozo 12	1	arenoso	depósito eólico	Depósito no cultural (superficial)
Pozo 12	2	arenoso arcilloso	depósito eólico	Depósito no cultural (superficial)
Pozo 12	3B	limoso arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 12	4	arcilloso pedregoso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 12	5	arcilloso rocoso	depósito eólico	Estéril
Pozo 13	1	arenoso	depósito eólico	Depósito no cultural (superficial)
Pozo 13	2	arenoso arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (tendal)
Pozo 13	3B	arenoso arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 14	1	arenoso	depósito eólico	Depósito no cultural (superficial)
Pozo 14	2	arenoso arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (tendal)
Pozo 14	3B	arenoso arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 15	2	arenoso	depósito eólico	Depósito no cultural (superficial)

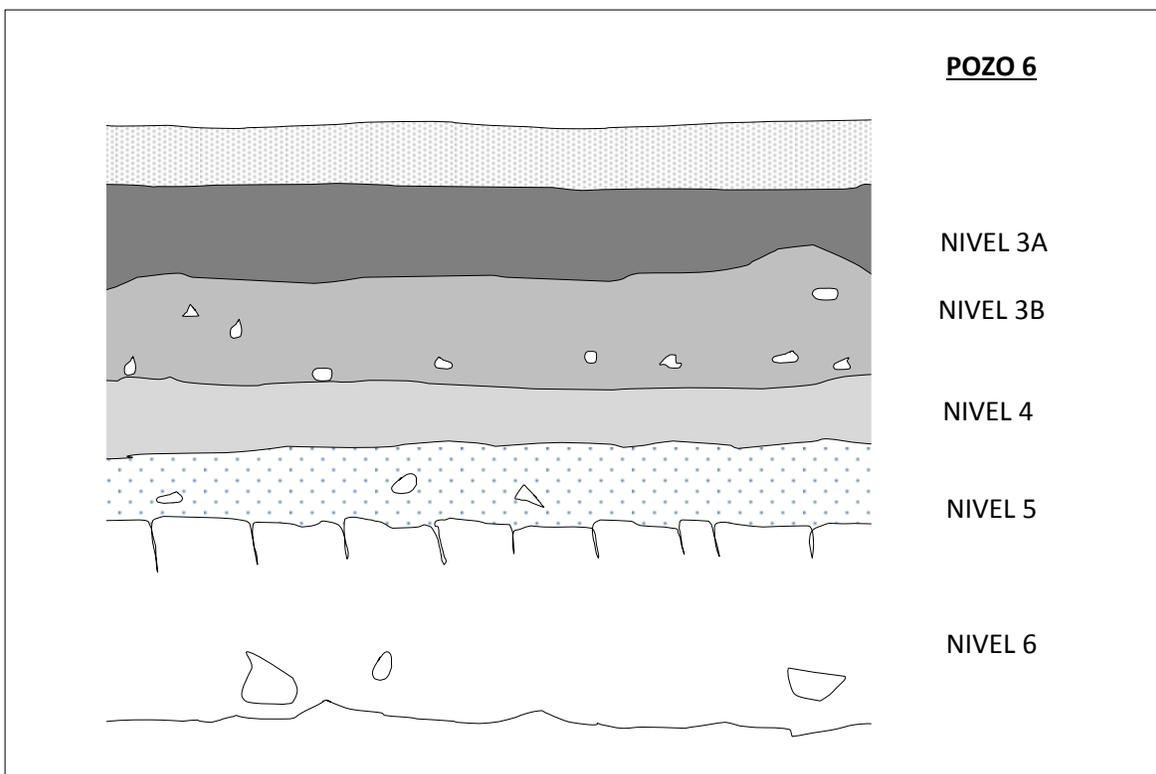
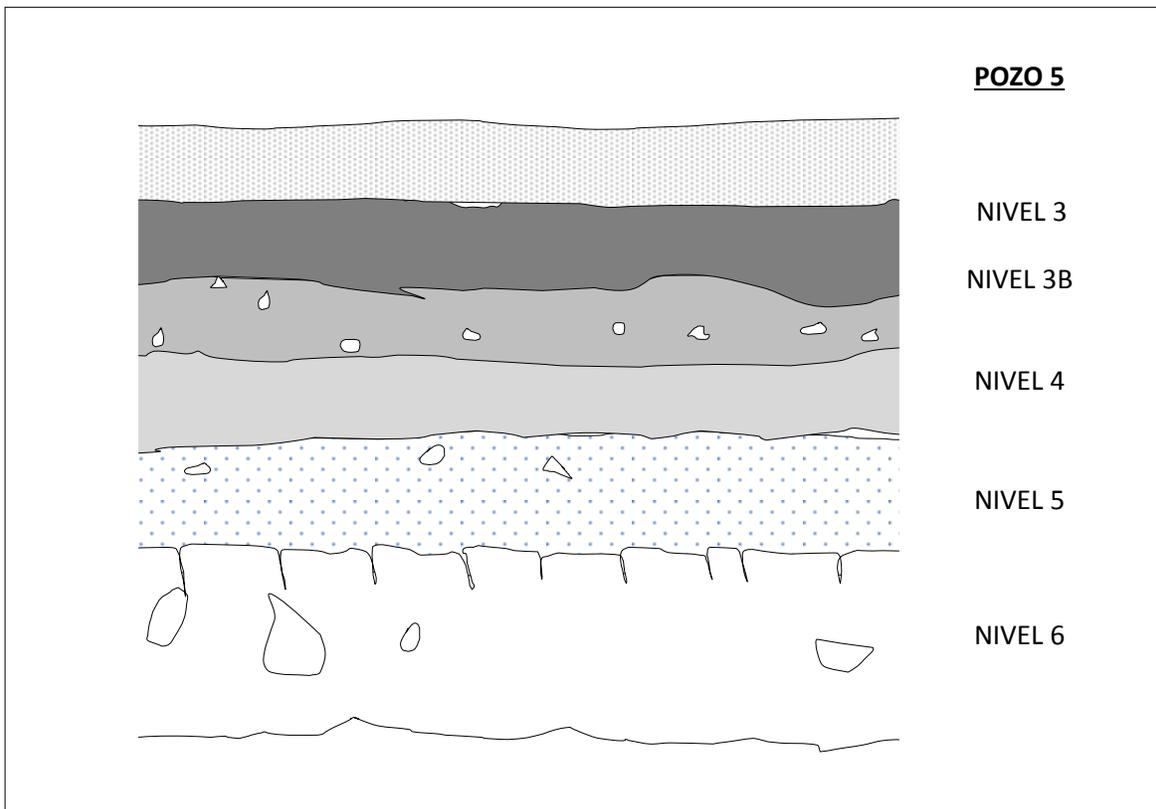
Contexto	Nivel	Material / Estrato geológico	Origen	Comentario
Pozo 15	3B, c1	arenoso arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (tendal)
Pozo 15	3B c2	arenoso arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (tendal)
Pozo 15	3B, c3	arenoso arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (tendal)
Pozo 16	1	arenoso	depósito eólico	Depósito no cultural (superficial)
Pozo 16	2	arenoso arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (tendal)
Pozo 16	3B	arenoso arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 16	4	arenoso arcilloso	depósito eólico	Depósito cultural (material orgánico)
Pozo 16	5	arcilloso rocoso	depósito eólico	Estéril
<u>Sector VI</u>				
Pozo 17	5	arena limoso	depósito eólico	Depósito cultural (ocupación post-pleistoceno)
Pozo 17	6	arcilloso limoso	flujo de escombros	Depósito no cultural (Huayco)
Pozo 17	7	arcilloso limoso	flujo de escombros	Depósito no cultural (Huayco)
Pozo 17	8	arenoso limoso	depósito eólico	Depósito cultural (ocupación post-pleistoceno)
Pozo 17	9A	grava bien separada	depósito eólico	Depósito no cultural
Pozo 17	9B	arena y grava con cantos rodados	inundación	Grava pleistocena estéril (final pleistoceno)

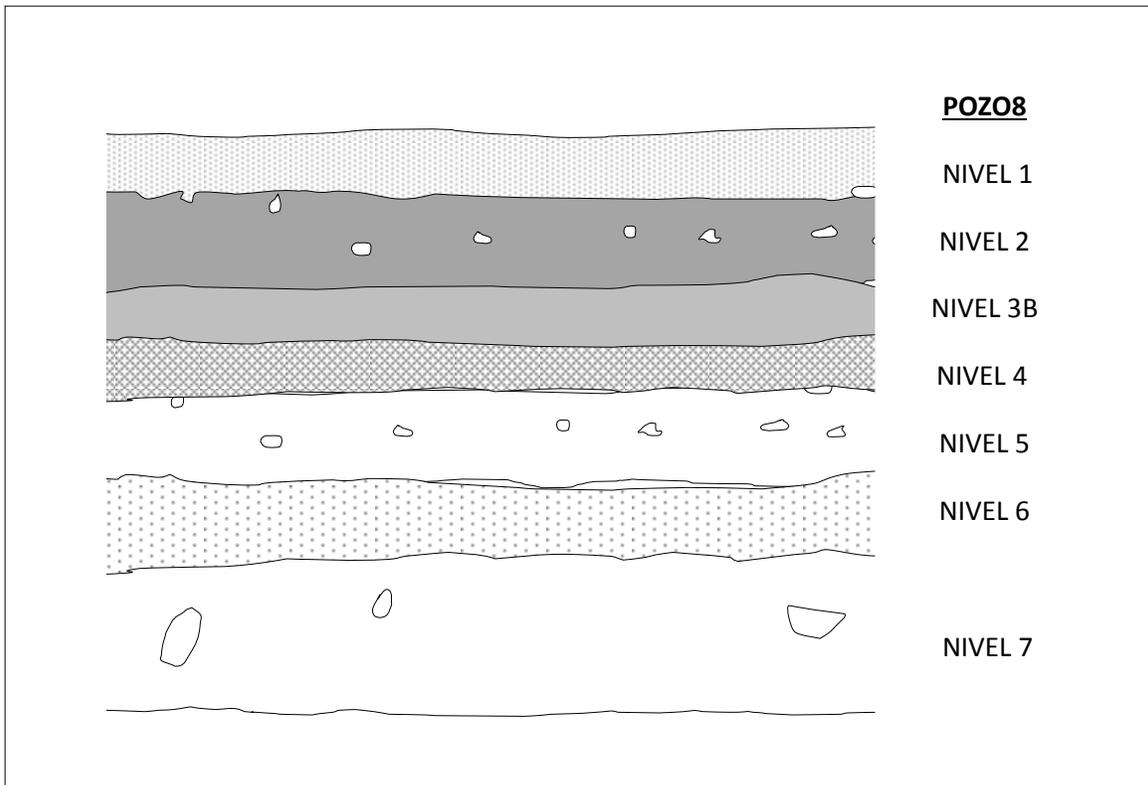
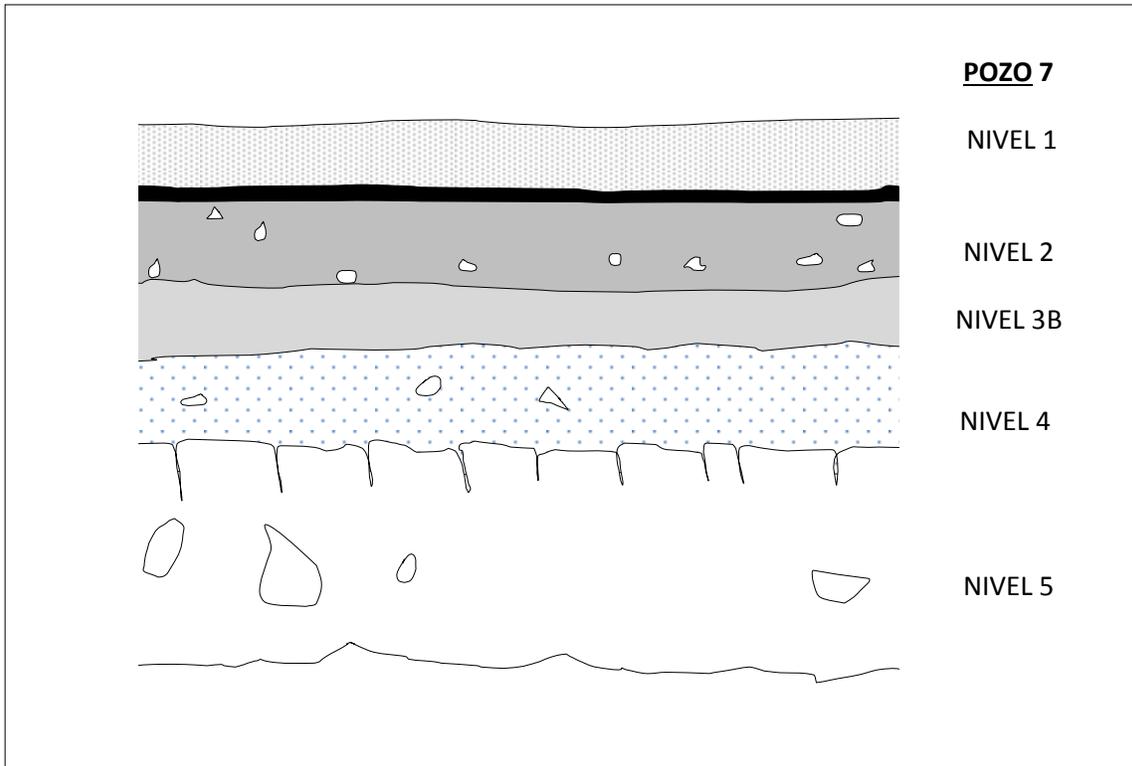
Fuente: Elaboración propia

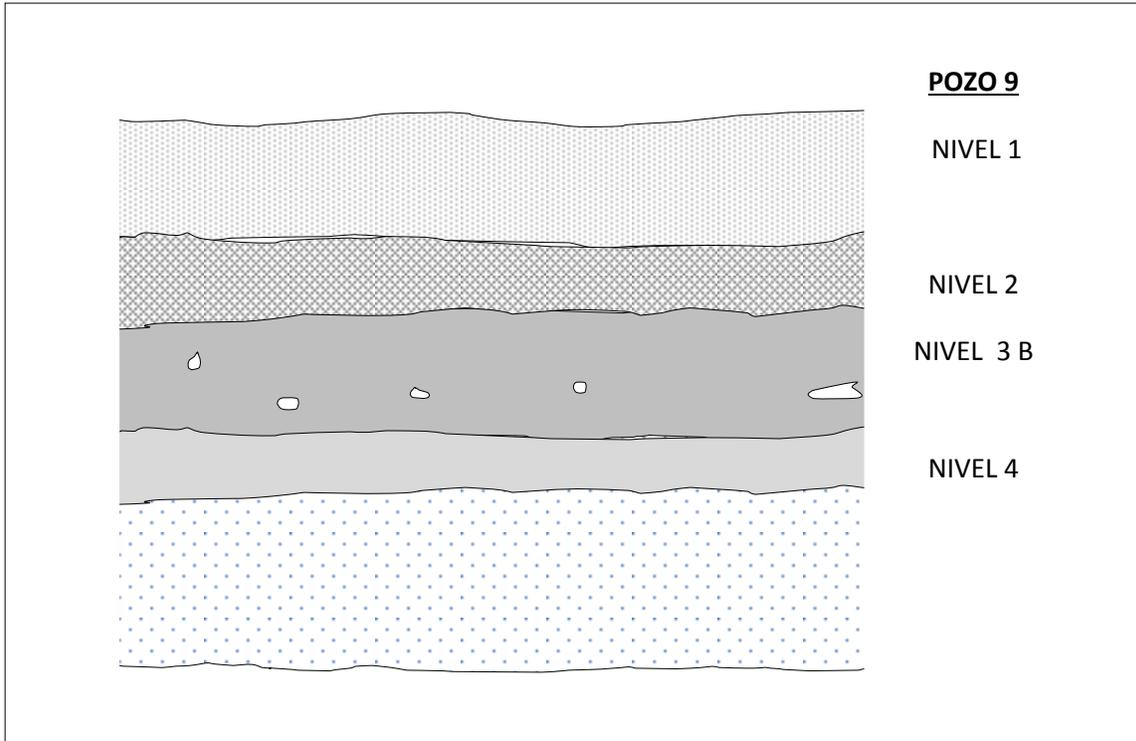
Anexo 5. Registros gráficos de los perfiles de pozos de la Quebrada Tacahuay

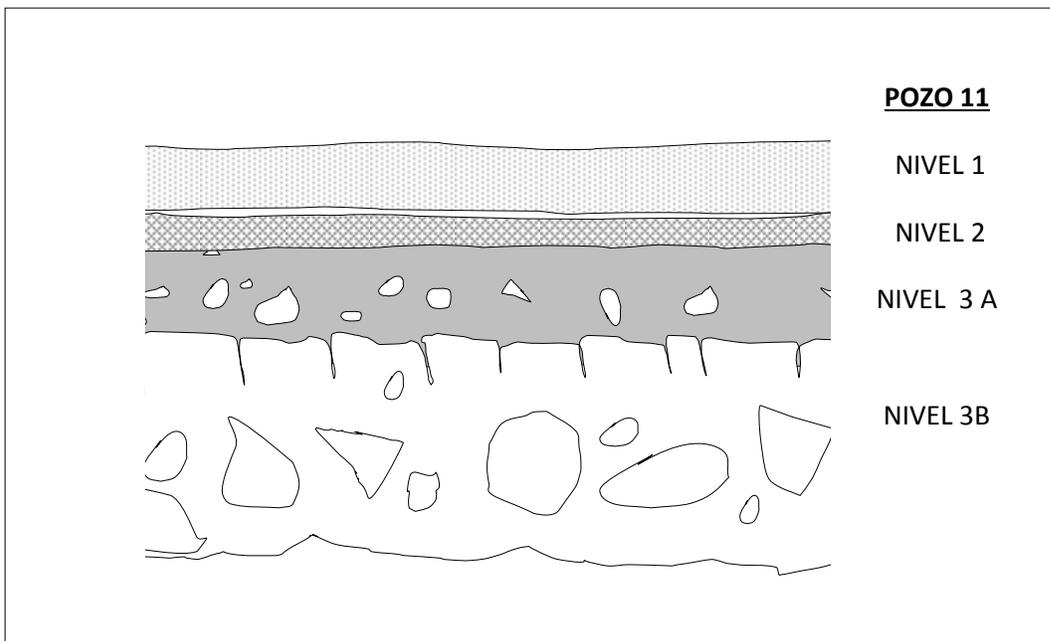
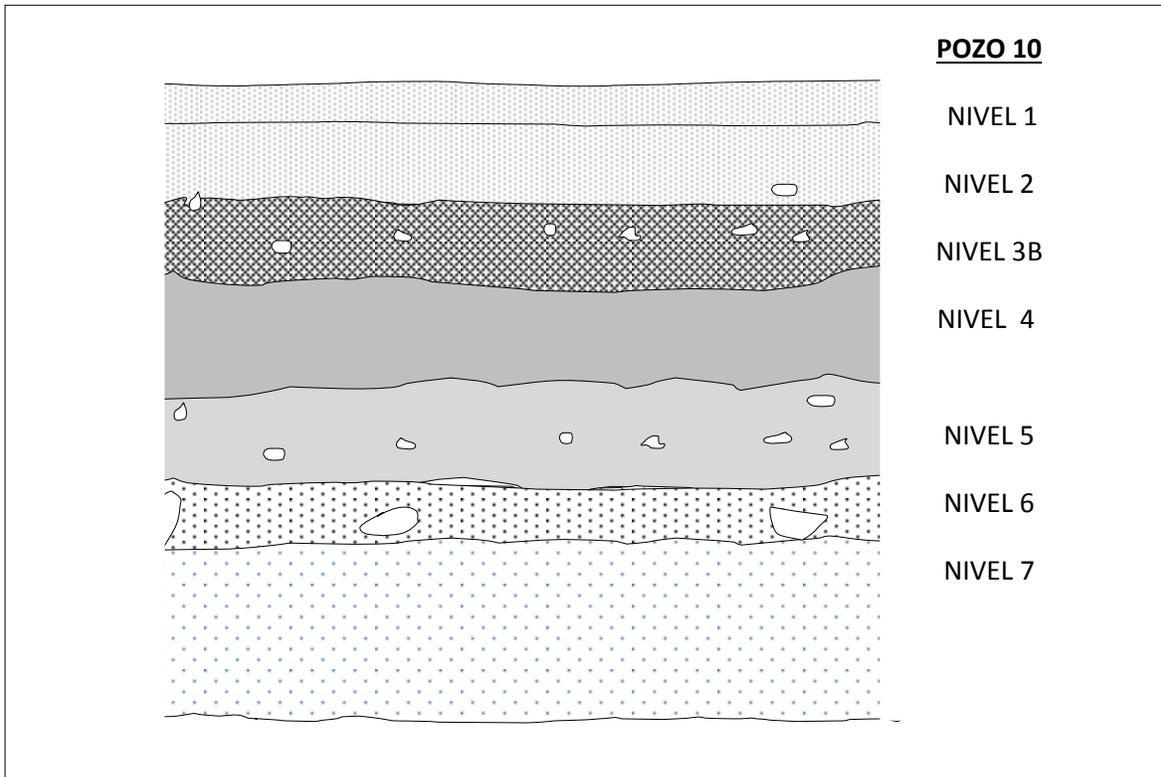


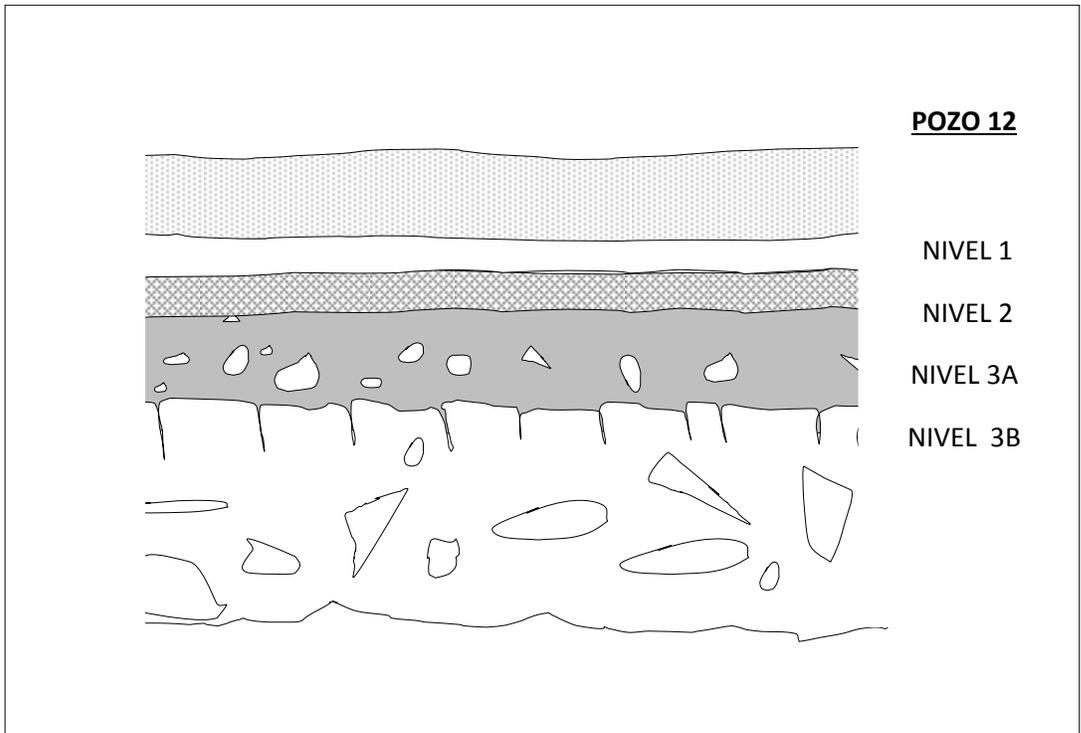


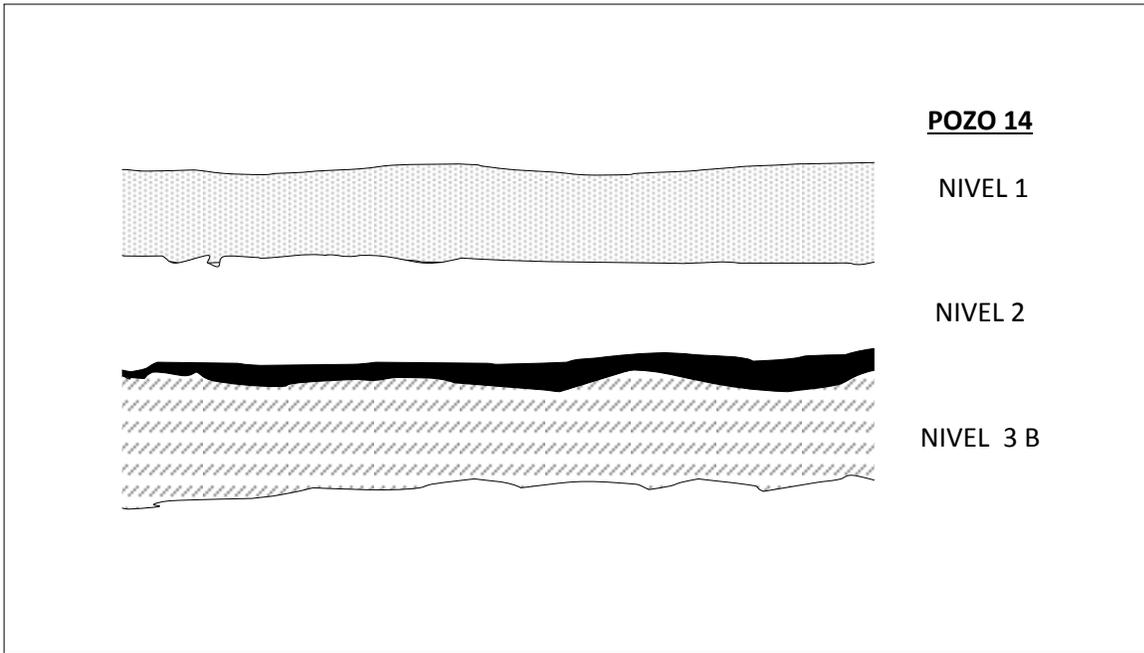
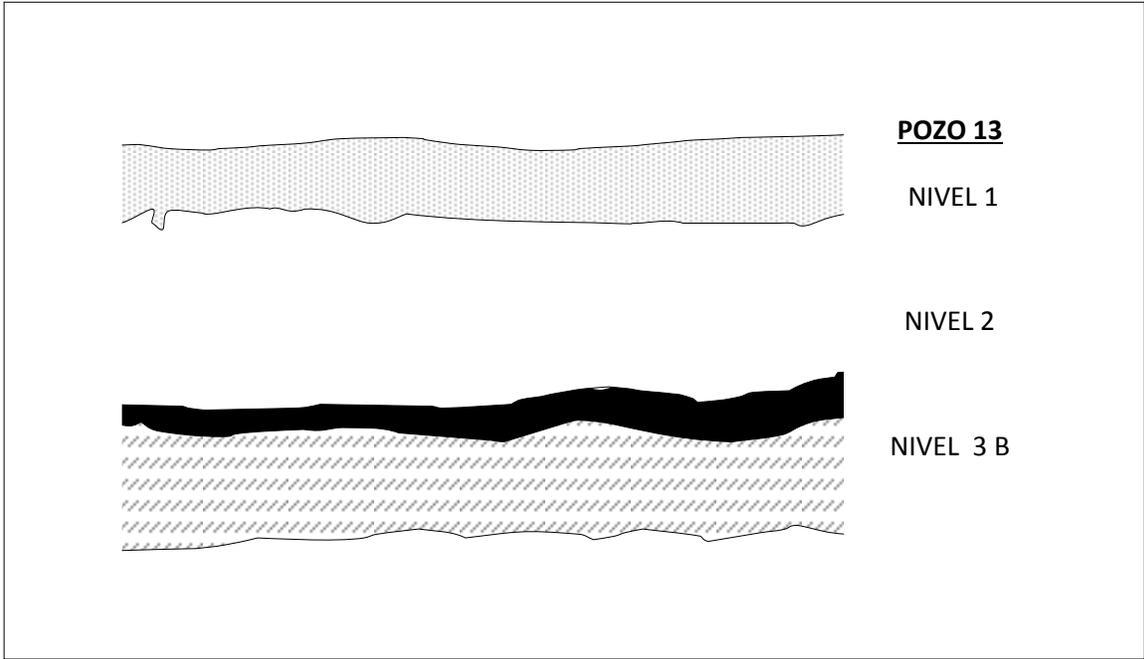


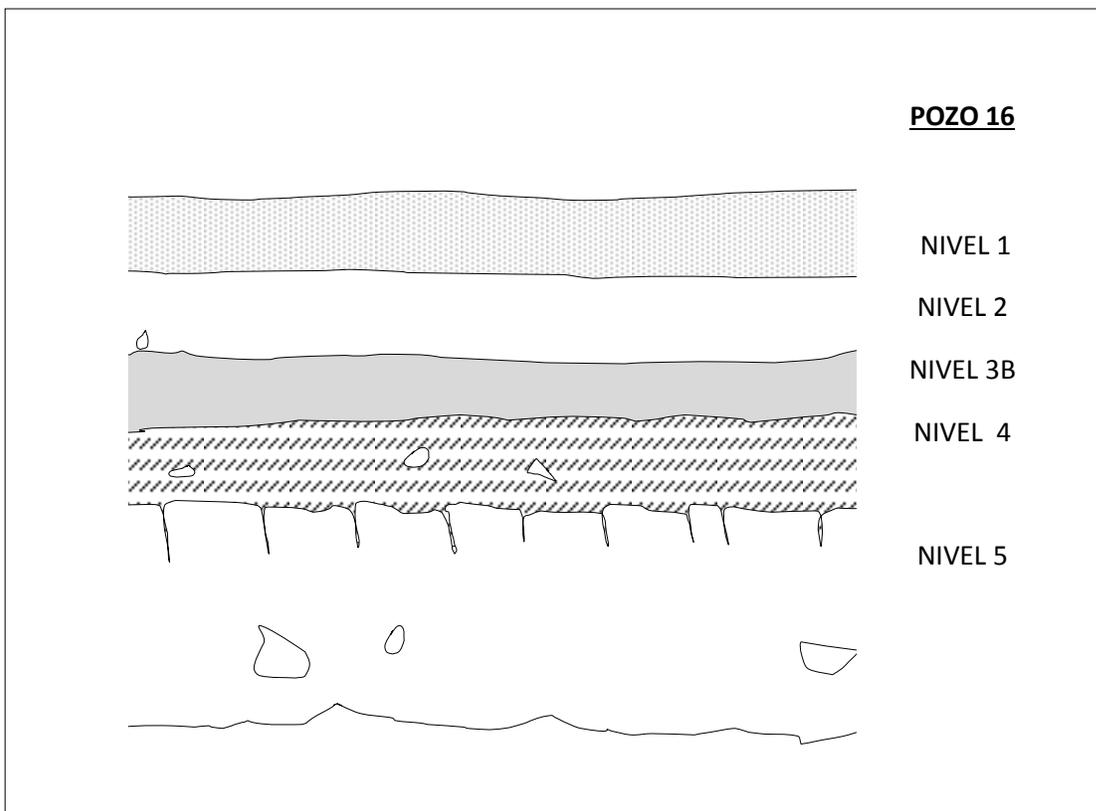
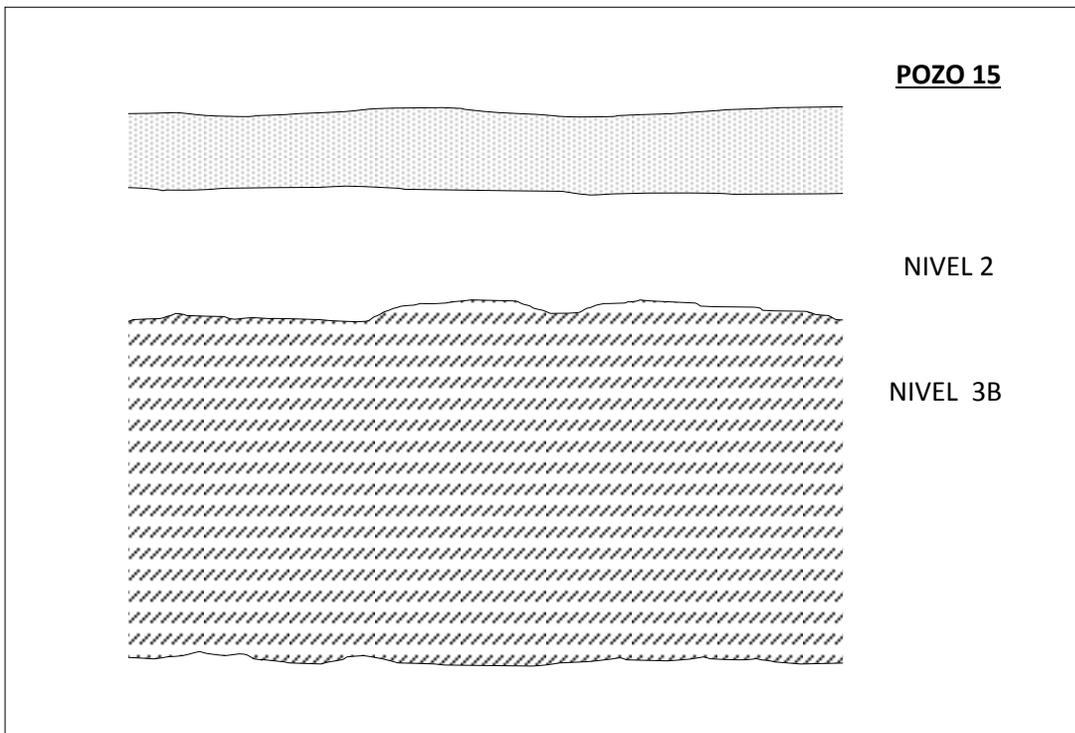


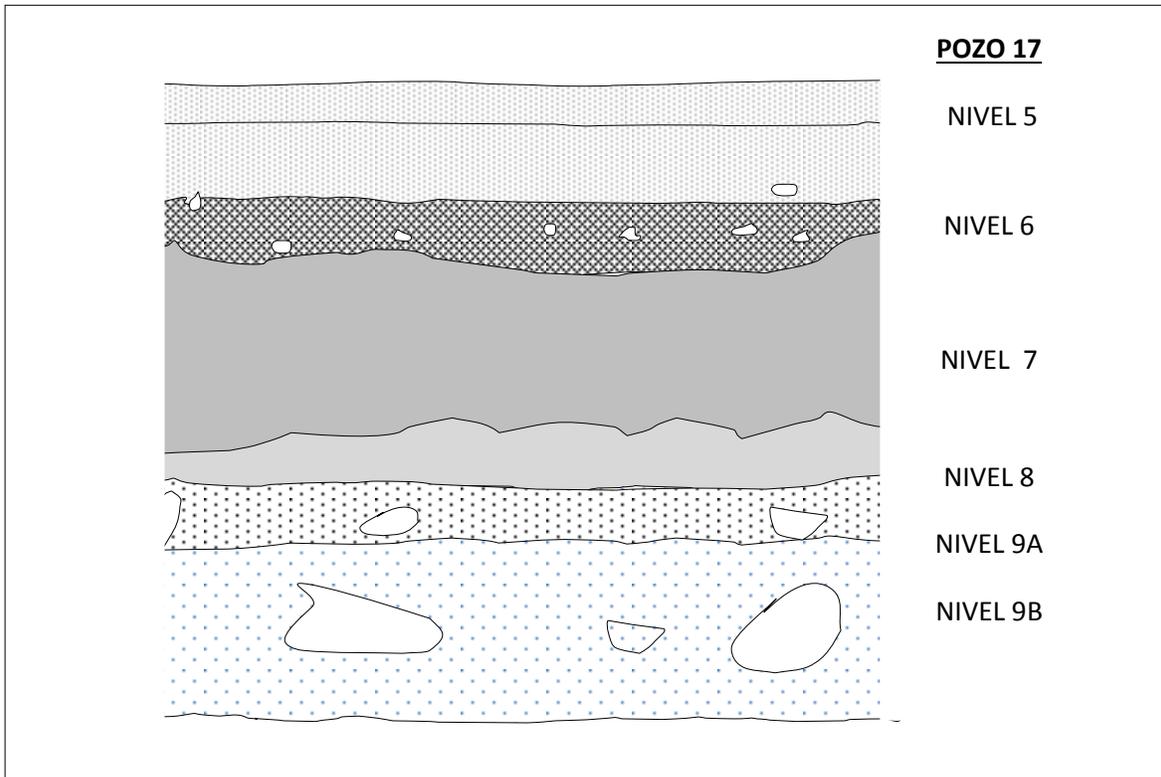












Anexo 6. Cuadro comparativo de especies colectadas en las lomas de Tacahuay en el presente estudio y estudios anteriores.

Taxa registrados (APG III, 2009)	Periodos de colecta			
	1994 (Ceroni, 1994)	2007 (INRENA, 2008)	2010	2011
Familia Aizoaceae				
<i>Tetragonia ovata</i> Philippi		X		
Familia Amaranthaceae				
<i>Alternanthera halimifolia</i> (Lamarck) Standl. ex Pittier		X	X	
<i>Alternanthera pungens</i> Kunth			X	
<i>Alternanthera</i> sp.			X	
<i>Amaranthus hybridus</i> L.		X		
<i>Atriplex</i> sp.		X		
<i>Chenopodium murale</i> L.				X
<i>Chenopodium petiolare</i> Kunth			X	X
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin&Clemants			X	
Familia Anacardiaceae				
<i>Schinus molle</i> L.	X		X	
Familia Apiaceae				
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Comm. ex Lamarck		X		
Familia Asparagaceae				
<i>Furcraea</i> sp.			X	
Familia Asteraceae				
<i>Bidens pilosa</i> L.		X		
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist			X	
<i>Cotula australis</i> (Sieber ex Spreng.) Hook. f.	X		X	X
<i>Flaveria bidentis</i> (L.) Kuntze		X		
<i>Gamochaeta</i> sp.		X		
<i>Grindelia glutinosa</i> (Cav.) Mart.	X	X	X	X
<i>Ophryosporus</i> sp.				X
<i>Philoglossa peruviana</i> DC.				X
<i>Senecio</i> sp.			X	
<i>Siegesbeckia flosculosa</i> L'Hér.				X
<i>Trixis cacalioides</i> Kunth		X	X	
<i>Villanova oppositifolia</i> Lag.				X
Familia Basellaceae				
<i>Anredera cordifolia</i> (Tenore) Steenis			X	
Familia Boraginaceae				
<i>Heliotropium arborescens</i> L.		X	X	X
<i>Nama dichotomum</i> (Ruiz & Pav.) Choisy				X

Taxa registrados (APG III, 2009)	Periodos de colecta			
	1994 (Ceroni, 1994)	2007 (INRENA, 2008)	2010	2011
Familia Brassicaceae				
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.				X
<i>Sisymbrium aff. orientale</i>			X	X
Familia Bromeliaceae				
<i>Tillandsia aff. Capillaris</i>		X		
Familia Cactaceae				
<i>Austrocylindropuntia subulata</i> (Muehlenpf.) Backeb		X		
<i>Corryocactus</i> sp.	X	X	X	
<i>Neoraimondia arequipensis</i> (Backeb.) Buxb.		X		
Familia Caprifoliaceae				
<i>Astrephiachaero phylloides</i> (Sm.) DC.				X
Familia Caryophyllaceae				
<i>Spergularia fasciculata</i> Phil.		X	X	X
Familia Convolvulaceae				
<i>Cuscuta</i> sp.				X
Familia Euphorbiaceae				
<i>Croton alnifolius</i> Lam.	X	X		
<i>Croton ruizianus</i> Müll.Arg.		X	X	X
Familia Fabaceae				
<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	X	X	X	X
<i>Hoffmanseggia prostrata</i> Lag. ex DC		X		
<i>Medicago polymorpha</i> L.				X
Familia Geraniaceae				
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér. ex Aiton			X	X
Familia Lamiaceae				
<i>Marrubium vulgare</i> L.	X	X	X	X
<i>Salvia rhombifolia</i> Sessé&Moc.				X
<i>Salvia tubiflora</i> Ruiz &Pav.			X	
Familia Loasaceae				
<i>Loasa nítida</i> Desr.				X
<i>Nasa urens</i> (Jacq.) Weigend		X	X	X
Familia Malvaceae				
<i>Cristaria</i> sp.		X		
<i>Fuertesimalva chilensis</i> (A.Braun&C.D.Bouché) Fryxell				X
<i>Fuertesimalva peruviana</i> (L.) Fryxell			X	X

...continuación

Taxa registrados (APG III, 2009)	Periodos de colecta			
	1994 (Ceroni, 1994)	2007 (INRENA, 2008)	2010	2011
<i>Palaua dissecta</i> Benth.		X		X
<i>Palaua weberbaueri</i> Ulbr.				X
Familia Montiaceae				
<i>Calandrinia alba</i> (Ruiz & Pav.) DC.				X
Familia Oxalidaceae				
<i>Oxalis lomana</i> Diels.				X
Familia Papaveraceae				
<i>Argemone mexicana</i> L.	X			
Familia Plumbaginaceae				
<i>Plumbago coerulea</i> Kunth			X	
Familia Poaceae				
<i>Eragrostis attenuata</i> Hitchc.			X	
<i>Eragrostis peruviana</i> (Jacquin) Trin.		X	X	
<i>Paspalum</i> sp.		X		
<i>Tragus berteronianus</i> Schult.			X	
Familia Santalaceae				
<i>Quinchamalium loma</i> Pilg.		X		
Familia Salicaceae				
<i>Salix babylonica</i> L.	X			
Familia Solanaceae				
<i>Jaltomata quipuscoa</i>				X
<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.				X
<i>Nicotiana paniculata</i> L.		X	X	
<i>Nolana confinis</i> (I.M. Johnst.) I.M. Johnst.				X
<i>Nolana jhonstonii</i>		X		
<i>Nolana spathulata</i> Ruiz & Pav.		X	X	X
<i>Nolana</i> sp.		X		
<i>Solanum americanum</i> Mill.		X		
<i>Solanum</i> aff. <i>nitidum</i>		X		
<i>Solanum chilense</i> Dunal		X		X
<i>Solanum montanum</i> L.			X	X
<i>Solanum multifidum</i> Ruiz & Pav.		X		X
<i>Solanum</i> sp.		X		
Familia Urticaceae				
<i>Parietaria debilis</i> G. Forst.	X		X	X
<i>Urtica urens</i> L.	X		X	X

...continuación

Taxa registrados (APG III, 2009)	Periodos de colecta			
	1994 (Ceroni, 1994)	2007 (INRENA, 2008)	2010	2011
Familia Verbenaceae				
<i>Cytharexylum flexuosum</i> (R. et P.) D. Don	x	x		
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	x	x	x	x
<i>Verbenaaff. weberbaueri</i> Hayek			x	
TOTAL ESPECIES	14	38	35	39

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Galería Fotográfica de las principales especies vegetales colectadas en las Lomas de Tacahuay 2010-2011.



Alternanthera halimifolia



Caesalpinia spinosa



Croton ruizianus



Loasa nítida



Astrephiachaero phylloides



Calandrinia alba



Corryocactus sp.



Erodium moschatum



Fuertesimalva peruviana



Fuertesimalva chilensis



Grindelia glutinosa



Heliotropium arborescens



Nolana confinis



Nolana spathulata



Palaua dissecta



Solanum montanum

Anexo 8. Descripción morfológica de los palinomorfos reportados en el presente estudio.

Taxa		Características del Polen		
Familia	Especie	Apertura	Superficie	Ornamentación
Granos de Polen				
Amaranthaceae	<i>Althernanthera</i> sp.	Periporado	Rugosa	Fenestrado
Amaranthaceae	Indeterminada	Periporado	Rugosa	Granulado
Apiaceae	<i>Indeterminado</i>	Tricolporado	Rugosa	Reticulado
Asteraceae	<i>Ambrosia</i> sp.	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Asteraceae	<i>Bindens</i> sp.	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Asteraceae	<i>Conyza</i> sp.	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Asteraceae	<i>Cotula</i> sp.	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Asteraceae	<i>Erigeron</i> sp.	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Asteraceae	<i>Grindelia aff. glutinosa</i>	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Asteraceae	<i>Ophyosphorus</i> sp.	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Asteraceae	<i>Senecio</i> sp.	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> .	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Asteraceae	<i>Tagetes</i> sp.	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Asteraceae	<i>Trixis</i> sp.	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Asteraceae	Indeterminado	Tricolporado	Rugosa	Equinado
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	4 porado	Rugosa	Reticulado
Bignoniaceae	<i>Tecoma</i> sp.	Tricolpado	Rugosa	Reticulado
Boraginaceae	<i>Heliotropium</i> sp.	Tricolporado	Lisa	Psilado
Calceolariaceae	<i>Calceolaria</i> sp.	Tricolporado	Rugosa	Reticulado
Caryophyllaceae	<i>Spergularia</i> sp	Tricolpado	Rugosa	Reticulado
Convulvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Periporado	Rugosa	Baculado
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita</i> sp.	Periporado	Rugosa	Baculado-Granulado
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	Inaperturado	Rugosa	Gemado
Fabaceae	<i>Caesalpineae aff. spinosa</i>	Tricolporado	Rugosa	Reticulado
Fabaceae	Faboideae	Tricolporado	Rugosa	Reticulado
Fabaceae	Indeterminada	Tricolporado	Rugosa	Reticulado
Geraniaceae	<i>Erodium</i> sp.	Tricolpado	Rugosa	Baculado
Lamiaceae	Indeterminado	Estefanocolpado	Rugosa	Reticulado
Loasaceae	Indeterminado	Tricolporado	Rugosa	Reticulado
Malvaceae	<i>Fuertesimalva aff. chilensis</i>	Periporado	Rugosa	Equinado
Malvaceae	<i>Fuertesimalva aff. peruviana</i>	Periporado	Rugosa	Equinado-reticulado

...continuación

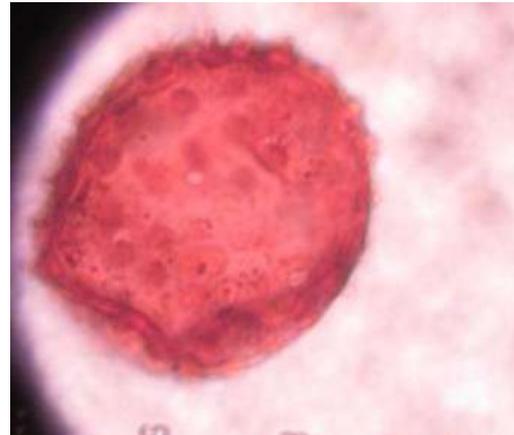
Taxa		Características del Polen		
Familia	Especie	Apertura	Superficie	Ornamentación
Malvaceae	Indeterminado	Periporado	Rugosa	Equinado
Malvaceae	<i>Palaua sp.</i>	Periporado	Rugosa	Equinado-reticulado
Solanaceae	<i>Nolana sp.</i>	Tricolporado	Lisa	Psilado
Oleaceae	<i>Olea europea</i>		Rugosa	Reticulado
Onagraceae	Indeterminado	Tricolporado	Rugosa	Reticulado?
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	Tricolpada	Rugosa	Reticulado
Poaceae	<i>Zea mays</i>	Monoporado	Rugosa	Granulado
Poaceae	Indeterminado	Monoporado	Lisa	Psilado
Podocarpaceae	<i>Podocarpus sp.</i>	Bisacado**	Rugoso	Reticulado
Polygalaceae	<i>Monnina sp.</i>	Estefanocolpado	Rugosa	Reticulado
Rosaceae	Indeterminada	Tricolporado	Rugosa	Granulado?
Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	Tricolporado	Lisa	Psilado
Solanaceae	Indeterminada	Tricolporado	Rugosa	Reticulado
Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	Tricolporado	Lisa	Psilado
Thyphaceae	<i>Typha sp.</i>	Monoporado	Rugosa	Reticulado
Urticaceae/ Moraceae	Indeterminada	Diporada	Lisa	Psilado
	Indeterminado 1	Tricolpado	Rugosa	Reticulado
	Indeterminado 2	Tricolpado	Rugosa	Reticulado
	Indeterminado 3	Tricolpado	Lisa	Psilado
	Indeterminado 4	Tricolporado	Rugosa	Reticulado
<u>Esporas de Pteridophytos</u>				
	<i>Adiantum sp.</i>	Monolete		
	<i>Pteridium sp.</i>	Trilete		
	<i>Cyathea sp.</i>			
	Indeterminado			Equinado

Fuente: Elaboración propia

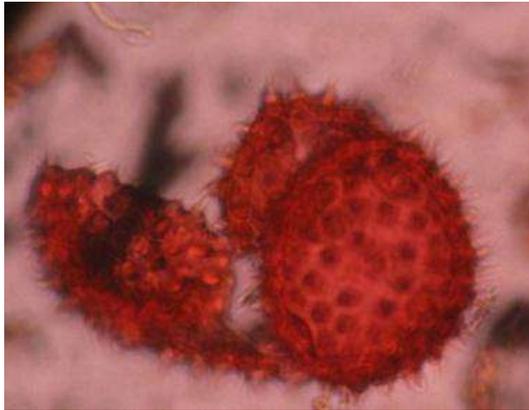
Anexo 9. Galería fotográfica de los palinomorfos obtenidos de los sedimentos arqueológicos.



Podocarpus sp.



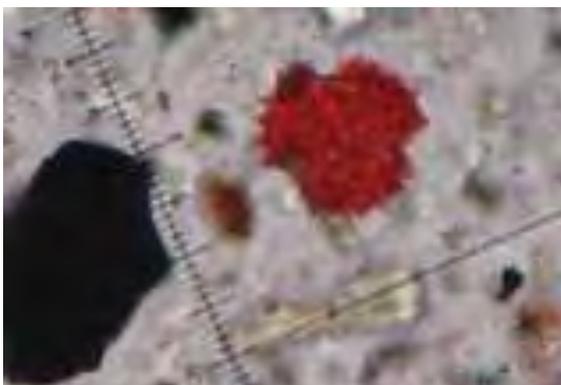
Palaua sp.



Fuertesimalva chilensis



Fuertesimalva peruviana



Grindelia sp.



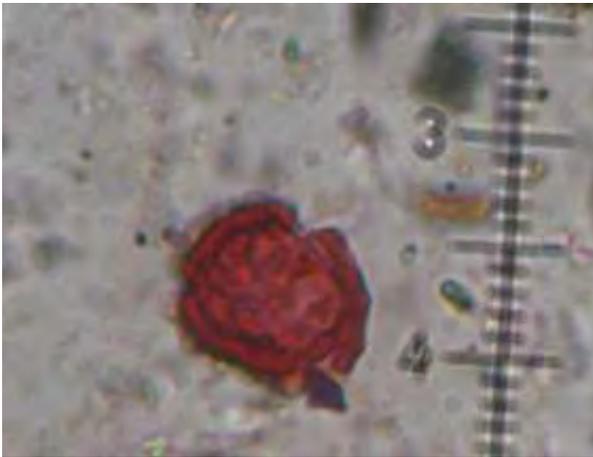
Sonchus oleraceus



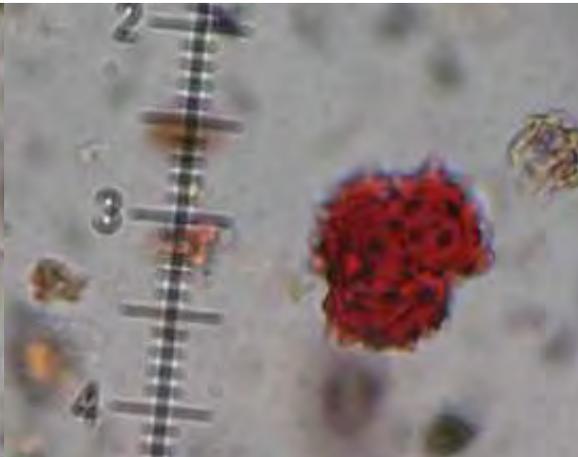
Bidens sp.



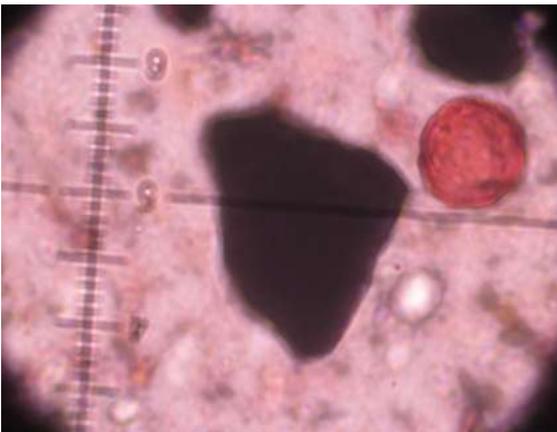
Senecio sp.



Ophryosporus sp.



Baccharis sp.



Amaranthaceae



Althernanthera sp.



Zea mays



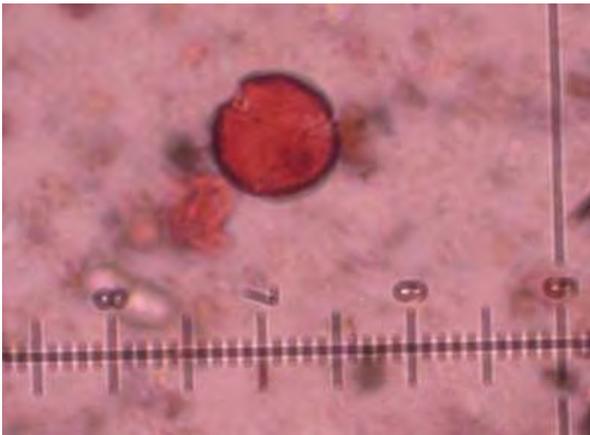
Typha sp.



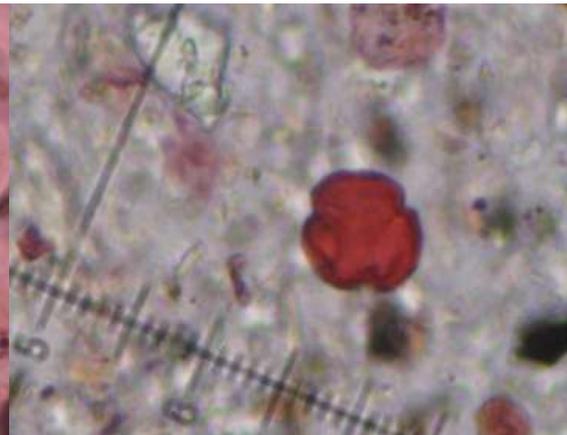
Tecoma sp.



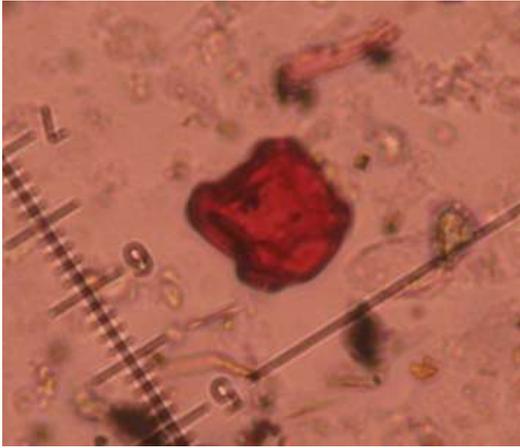
Monnina sp.



Oxalis sp.



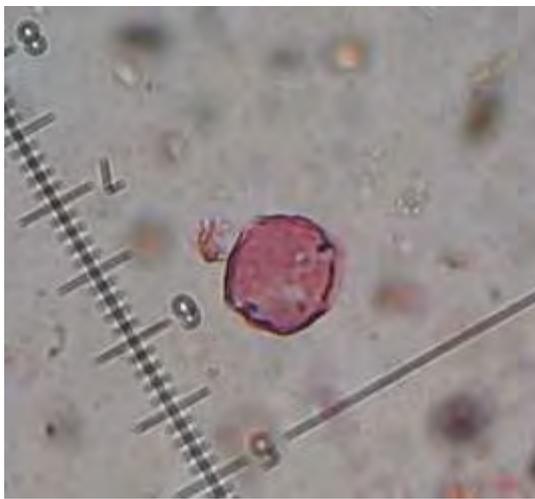
Nolana sp.



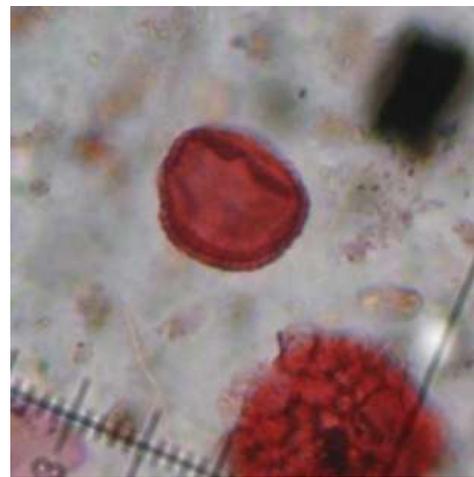
Alnus acuminata



Ipomoea sp.



Pouteria sp.



Olea europaeae

Anexo 10. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 1.

TAXA		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3A		Nivel 3B	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración
Amaranthaceae	Cheno-Am	9	59.734	0	0	0	0	3	7.434
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	5	33.186	0	0	0	0	1	2.478
Asteraceae	<i>Bindens</i> sp.	5	33.186	0	0	0	0	1	2.478
Asteraceae	<i>Erigeron</i> sp.	3	19.911	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Grindelia</i> sp.	11	73.009	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Senecio</i> sp.	0	0	5	12.389	0	0	4	9.911
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	7	46.46	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Trixis</i> sp.	9	59.734	0	0	6	14.867	0	0
Asteraceae	<i>Tagetes</i> sp.	8	53.097	0	0	5	12.389	0	0
Asteraceae	<i>Ophryosphorus</i> sp.	7	46.46	0	0	0	0	0	0
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	0	0	5	12.39	0	0	0	0
Bignonaceae	<i>Tecoma</i> sp.	13	86.283	11	27.257	7	17.345	0	0
Boraginaceae	<i>Heliotropium</i> sp.	5	33.186	0	0	0	0	0	0
Calceolariaceae	<i>Calceolaria</i> sp.	4	26.549	0	0	0	0	1	2.478
Caryophyllaceae	<i>Spergularia</i> sp.	16	106.194	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	Faboideae	15	99.557	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Caesalpinia</i> sp.	5	33.186	0	0	0	0	0	0
Loasaceae	<i>Loasa</i> sp.	7	46.46	4	9.91	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Palaua</i> sp.	4	26.549	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Fuertesimalva chilensis</i>	20	132.743	0	0	0	0	0	0
Nolanaceae	<i>Nolana</i> sp.	10	66.371	0	0	0	0	0	0
Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	13	86.283	0	0	0	0	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	9	59.734	0	0	0	0	1	2.478
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	8	53.097	0	0	0	0	0	0
Solanaceae	Solanaceae	7	46.46	0	0	0	0	0	0
TOTAL POLEN		200	1327.429	25	61.947	18	44.602	11	27.257
TOTAL ESPORAS		10	66.37	7	17.35	8	19.82	0	0
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		560		1500		1500		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 11. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 2.

TAXA		Nivel 2		Nivel 3A		Nivel 3B	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración
Amaranthaceae	Cheno-Am	30	139.38	4	9.911	5	12.389
Asteraceae	<i>Grindelia</i> sp.	23	106.858	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Bindens</i> sp.	30	139.38	5	12.389	0	0
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	21	97.566	15	37.168	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	7	32.522	0	0	3	7.434
Asteraceae	<i>Conyza</i> sp.	2	9.292	0	0	6	14.867
Asteraceae	<i>Cotula</i> sp.	0	0	6	14.867	0	0
Asteraceae	<i>Tagetes</i> sp.	12	55.752	0	0	0	0
Bignonaceae	<i>Tecoma</i> sp.	2	9.292	0	0	0	0
Calceolariaceae	<i>Calceolaria</i> sp.	6	27.876	0	0	0	0
Loasaceae	<i>Loasa</i> sp.	27	125.442	5	12.389	0	0
Malvaceae	<i>Palaua</i> sp.	5	23.23	0	0	0	0
Nolanaceae	<i>Nolana</i> sp.	8	37.168	0	0	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	3	13.938	0	0	0	0
	Polen tricolpado 1	15	69.69	0	0	1	2.478
	Polen tricolpado 2	9	41.814	0	0	0	0
	Polen tricolpado 4	0	0	0	0	3	7.434
TOTAL POLEN		200	929.2	35	86.725	18	44.602
TOTAL ESPORAS		2	9.292	4	9.911	0	0
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		800		1500		1500	0

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 12. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 3.

TAXA		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3A		Nivel 3B		Nivel 4		Nivel 5	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.
Amaranthaceae	<i>Althernanthera</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	11	27.257	0	0
Amaranthaceae	Cheno-Am	50	345.428	35	115.326	8	19.823	9	22.301	36	89.203	0	0
Asteraceae	<i>Ambrosia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	11	27.257	0	0	0	0
Asteraceae	Asteraceae	0	0	5	16.475	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	6	41.451	19	62.606	0	0	16	39.646	17	42.124	0	0
Asteraceae	<i>Bindens</i> sp.	2	13.817	26	85.671	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Conyza</i> sp.	0	0	0	0	5	12.389	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Grindelia</i> sp.	14	96.72	20	65.901	0	0	15	37.168	0	0	2	4.956
Asteraceae	<i>Ophryosphorus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	15	37.168	0	0
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	0	0	27	88.966	4	9.911	26	64.425	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Trixis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	21	52.035	0	0	0	0
Calceolariaceae	<i>Calceolaria</i> sp.	0	0	16	52.721	0	0	0	0	21	52.035	0	0
Caryophyllaceae	<i>Spergularia</i> sp.	8	55.268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	Fabaceae	4	27.634	4	13.18	0	0	0	0	0	0	1	2.478
Loasaceae	<i>Loasa</i> sp.	10	69.086	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Fuertesimalva chilensis</i>	11	75.994	0	0	10	24.779	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Palaua</i> sp.	20	138.171	48	158.162	0	0	0	0	0	0	0	0
Nolanaceae	<i>Nolana</i> sp.	52	359.245	0	0	0	0	0	0	16	39.646	0	0
Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	19	131.262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	3	20.726	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae	Poaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	5	12.389	0	0
Rosaceae	Rosaceae	1	6.909	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thyphaceae	<i>Typha</i> sp.	0	0	0	0	0	0	8	19.823	0	0	0	0
TOTAL POLEN		200	1382	200	659.007	27	66.902	106	262.654	121	299.822	3	7.434
TOTAL ESPORAS		77	531.958	18	59.311	80	198.229	23	56.991	0	0	0	0
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		538		1128		1500		1500		1500		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 13. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 4.

TAXA		Nivel 2		Nivel 3A		Nivel 3B		Nivel 4	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración
Amaranthaceae	Cheno-Am	20	49.557	12	29.734	82	203.185	8	19.823
Apiaceae	Apiaceae	0	0	2	4.956	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Bidens sp.</i>	0	0	0	0	20	49.557	2	4.956
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	21	52.035	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	8	19.823	0	0	6	14.867	0	0
Asteraceae	<i>Trixis sp.</i>	15	37.168	2	4.956	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>	0	0	4	9.911	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	0	0	0	0	11	27.257	4	9.911
Asteraceae	<i>Ophryosphorus sp.</i>	0	0	0	0	9	22.301	0	0
Asteraceae	<i>Tagetes sp.</i>	0	0	6	14.867	0	0	0	0
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	0	0	0	0	0	0	7	17.345
Calceolariaceae	<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	36	89.203	0	0
Fabaceae	Fabaceae	9	22.301	20	49.557	0	0	0	0
Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	0	0	0	0	14	34.69	0	0
Poaceae	Poaceae	0	0	0	0	5	12.389	0	0
Polygalaceae	<i>Monnina sp.</i>	0	0	2	4.956	8	19.823	0	0
Urticaceae/Moraceae	Urticaceae/Moraceae	0	0	2	4.956	0	0	0	0
	Polen tricolpado 4	0	0	0	0	9	22.301	0	0
TOTAL POLEN		53	131.327	38	94.159	118	292.388	13	52.035
TOTAL ESPORAS		4	9.911	5	12.389	17	42.124	21	84.056
LYCOPodium CONTABILIZADOS		1500		1500		1700		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 14. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 5.

TAXA		Nivel 3A		Nivel 3B		Nivel 4		Nivel 5		Nivel 6	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.
Amaranthaceae	<i>Althernanthera sp.</i>	0	0	0	0	6	14.867	0	0	6	14.867
Amaranthaceae	Cheno-Am	0	0	21	149.241	30	74.336	10	56.572	0	0
Asteraceae	<i>Grindelia sp.</i>	6	14.867	41	291.374	22	54.513	52	294.176	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	0	0	2	14.213	0	0	50	282.861	0	0
Asteraceae	<i>Trixis sp.</i>	0	0	0	0	8	19.823	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>	0	0	18	127.92	11	27.257	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	0	0	14	99.494	0	0	44	248.918	0	0
Asteraceae	<i>Ophryosphorus sp.</i>	0	0	21	149.241	29	71.858	16	90.516	0	0
Asteraceae	<i>Cotula sp.</i>	0	0	16	113.707	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Erigeron sp.</i>	0	0	3	21.32	0	0	0	0	0	0
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita sp.</i>	0	0	0	0	0	0	5	28.286	0	0
Geraniaceae	<i>Erodium sp.</i>	0	0	6	42.64	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Fuertesimalva chilensis</i>	0	0	34	241.628	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Fuertesimalva sp.</i>	0	0	6	42.64	0	0	0	0	0	0
Poaceae	Poaceae	0	0	0	0	16	39.646	11	62.23	0	0
Polygalaceae	<i>Monnina sp.</i>	0	0	0	0	0	0	7	39.601	0	0
	Polen tricolpado 1	0	0	18	127.92	0	0	5	28.286	0	0
TOTAL POLEN		6	14.8672	179	1272.098	86	213.097	190	1074.874	6	14.867
TOTAL ESPORAS		0	0	20	142.134	0	0	0	0	0	
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		1500		523		1500		657		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 15. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 6.

TAXA		Nivel 3A		Nivel 3B		Nivel 4		Nivel 5		Nivel 6	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.
Amaranthaceae	<i>Althernanthera sp.</i>	0	0	0	0	0	0	3	7.434	0	0
Amaranthaceae	Cheno-Am	5	12.389	68	339.252	0	0	0	0	4	9.911
Asteraceae	<i>Grindelia sp.</i>	0	0	24	119.736	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Bidens sp.</i>	3	7.434	8	39.912	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	5	12.389	20	99.78	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	0	0	8	39.912	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>	3	7.434	40	199.56	0	0	0	0	0	0
Nolanaceae	<i>Nolana sp.</i>	0	0	20	99.78	0	0	0	0	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	0	0	12	59.868	0	0	0	0	0	0
Thyphaceae	<i>Typha sp.</i>	0	0	0	0	5	12.389	0	0	0	0
TOTAL POLEN		11	27.257	132	658.547	5	12.389	3	7.434	4	9.911
TOTAL ESPORAS		40	99.115	78	389.141	30	74.336	79	195.751	0	0
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		1500		745		1500		1500		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 16. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 7.

TAXA		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3B		Nivel 4		Nivel 5	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.
Amaranthaceae	Cheno-Am	39	319.989	8	19.823	0	0	0	0	0	0
Apiaceae	Apiaceae	0	0	0	0	9	22.301	0	0	0	0
Asteraceae	Grindelia sp.	41	336.399	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	Bidens sp.	9	73.844	4	9.911	0	0	0	0	1	2,478
Asteraceae	Sonchus oleraceus	22	180.507	10	24.779	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	Baccharis sp.	0	0	20	49.557	0	0	3	7.434	3	7.434
Asteraceae	Conyza sp.	8	65.639	0	0	4	9.911	0	0	0	0
Asteraceae	Senecio sp.	4	32.819	0	0	3	7.434	0	0	0	0
Asteraceae	Ophryosphorus sp.	8	65.639	0	0	0	0	0	0	0	0
Bignonaceae	Tecoma sp.	5	41.024	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	Faboideae	0	0	0	0	9	22.301	0	0	0	0
Fabaceae	Caesalpinia sp.	8	65.639	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	Fabaceae	4	32.819	0	0	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	Palaua sp.	0	0	0	0	7	17.345	5	12.389	0	0
Malvaceae	Fuertesimalva chilensis	0	0	0	0	13	32.212	0	0	0	0
Oleaceae	Olea europaea	36	295.375	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxalidaceae	Oxalis sp.	0	0	11	27.257	0	0	0	0	0	0
Poaceae	Poaceae	5	41.024	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polen tricolpado 1	11	90.253	0	0	9	22.301	0	0	0	0
TOTAL POLEN		161	1320.982	45	111.504	54	133.805	8	19.823	4	9.912
TOTAL ESPORAS		25	205.121	0	0	10	24.7787	0	0	0	0
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		453		1500		1500		1500		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 17. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 8.

TAXA		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3B		Nivel 4		Nivel 5		Nivel 6		Nivel 7	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.
Amaranthaceae	Cheno-Am	15	37.168	37	156.452	56	986.449	4	9.911	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Grindelia sp.</i>	0	0	25	105.711	15	264.227	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Bidens sp.</i>	0	0	9	38.056	0	0	9	22.301	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	5	12.389	0	0	8	140.921	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	6	14.867	47	198.737	29	510.84	3	7.434	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	4	9.911	13	54.97	20	352.303	4	9.911	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Ophryosphorus sp.</i>	0	0	9	38.056	12	211.382	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Tagetes sp.</i>	0	0	0	0	0	0	5	12.389	0	0	0	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Tecoma sp.</i>	3	7.434	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boraginaceae	<i>Heliotropium sp.</i>	0	0	22	93.026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calceolariaceae	<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	5	21.142	20	352.303	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	Faboideae	0	0	0	0	8	140.921	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	Fabaceae	4	9.911	5	21.142	12	211.382	0	0	0	0	0	0	0	0
Loasaceae	<i>Loasa sp.</i>	0	0	0	0	5	88.076	0	0	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Fuertesimalva chilensis</i>	7	17.345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nolanaceae	<i>Nolana sp.</i>	5	12.389	8	33.828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	9	22.301	17	71.884	13	228.997	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	0	0	3	12.685	2	35.23	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL POLEN		43	106.548	163	689.236	144	2536.584	21	52.035	0	0	0	0	0	0
TOTAL ESPORAS		15	37.168	29	122.625	39	686.991	0	0	0	0	0	0	0	0
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		1500		879		211		1500		1500		1500		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 18. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 9.

TAXA		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3B		Nivel 4	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.
Amaranthaceae	<i>Althernanthera sp.</i>	0	0	0	0	0	0	4	9.911
Amaranthaceae	Cheno-Am	10	46.46	75	411.15	12	29.734	12	29.734
Asteraceae	<i>Grindelia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	6	14.867
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	29	134.73	28	153.496	15	37.168	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	26	120.8	19	104.158	17	42.124	18	44.602
Asteraceae	<i>Trixis sp.</i>	15	69.69	13	71.266	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>	0	0	0	0	4	9.911	0	0
Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	21	97.57	26	142.532	13	32.212	15	37.168
Asteraceae	<i>Ophryosphorus sp.</i>	12	55.75	0	0	0	0	2	4.956
Asteraceae	<i>Cotula sp.</i>	0	0	0	0	2	4.956	0	0
Asteraceae	<i>Tagetes sp.</i>	12	55.75	0	0	4	9.911	5	12.389
Asteraceae	Asteraceae	0	0	0	0	0	0	9	22.301
Caryophyllaceae	<i>Spergularia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	3	7.434
Cucurbitaceae	Cucurbitaceae	0	0	8	43.856	0	0	0	0
Fabaceae	Faboideae	0	0	11	60.302	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Palaua</i>	10	46.46	7	38.374	0	0	5	12.389
Malvaceae	<i>Fuertesimalva chilensis</i>	15	69.69	9	49.338	12	29.734	5	12.389
Nolanaceae	<i>Nolana sp.</i>	15	69.69	3	16.446	3	7.434	6	14.867
Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	7	32.52	0	0	0	0	0	0
Onagraceae	Onagraceae	15	69.69		0		0		0
Poaceae	<i>Zea mays</i>	5	23.23	0	0	5	12.389	0	0
Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	5	23.23	0	0	0	0	0	0
	Polen tricolpado 1	3	13.94	4	21.928	5	12.389	8	19.823
TOTAL POLEN		190	882.74	128	701.697	80	198.229	94	242.83
TOTAL ESPORAS			0	5	27.41	29	71.858	0	
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		800		678		1500		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 19. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 10.

TAXA		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3B		Nivel 4		Nivel 5		Nivel 6		Nivel 7	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.
Amaranthaceae	Cheno-Am	0	0	10	132.743	12	29.734	2	4.956	6	14.867	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Grindelia sp.</i>	5	12.389	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.478	0	0
Asteraceae	<i>Bidens sp.</i>	7	17.345	4	53.097	0	0	0	0	4	9.911	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	2	4.956	7	92.92	25	61.947	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	9	22.301	0	0	0	0	10	24.779	5	12.389	2	4.956	8	19.823
Asteraceae	<i>Trixis sp.</i>	4	9.911	0	0	2	4.956	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>	0	0	11	146.017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	0	0	3	39.823	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Ophryosphorus sp.</i>	0	0	6	79.646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Cotula sp.</i>	0	0	0	0	4	9.911	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Tagetes sp.</i>	0	0	0	0	4	9.911	0	0	0	0	0	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Tecoma sp.</i>	0	0	8	106.194	2	4.956	0	0	0	0	0	0	3	7.434
Calceolariaceae	<i>Calceolaria sp.</i>	17	42.124	15	199.114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Croton sp.</i>	0	0	5	66.371	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Caesalpinia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9.911
Fabaceae	Fabaceae	15	37.168	23	305.309	0	0	0	0	2	4.956	0	0	0	0
Loasaceae	<i>Loasa sp.</i>	5	12.389	0	0	2	4.956	0	0	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Fuertesimalva chilensis</i>	13	32.212	19	252.211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	Malvaceae	7	17.345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nolanaceae	<i>Nolana sp.</i>	0	0	83	1101.766	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.478
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	3	7.434	5	66.371	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae	Poaceae	2	4.956	0	0	0	0	2	4.956	0	0	0	0	0	0
Solanaceae	Solanaceae	5	12.389	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thyphaceae	<i>Typha sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	12.389
	Polen tricolpado 1	0	0	1	13.274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL POLEN		94	232.919	190	2522.114	39	96.637	12	29.734	11	27.257	3	7.434	21	52.035
TOTAL ESPORAS		14	34.69	15	199.114	0	0	5	12.389	0	0	0	0	0	0
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		1500		280		1500		1500		1500		1500		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 20. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 11.

TAXA		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3B		Nivel 4	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.
Amaranthaceae	Cheno-Am	23	183.842	12	208.419	6	14.867	0	0
Asteraceae	<i>Grindelia sp.</i>	5	39.966	6	104.209	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	0	0	13	225.787	0	0	2	4.956
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	11	87.924	72	1250.512	2	4.956	3	7.434
Asteraceae	<i>Trixis sp.</i>	0	0	18	312.628	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>	0	0	8	138.946	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	6	47.959	9	156.314	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Ophryosphorus sp.</i>	12	95.917	5	86.841	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Erigeron sp.</i>	0	0	3	52.105	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Ambrosia sp.</i>	9	71.938	2	34.736	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Tagetes sp.</i>	0	0	7	121.578	0	0	0	0
Asteraceae	Asteraceae	0	0	25	434.206	1	2.478	0	0
Calceolariaceae	<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	2.478
Caryophyllaceae	<i>Spergulariasp.</i>	0	0	7	121.578	0	0	0	0
Convulvulaceae	<i>Ipomoeasp.</i>	14	111.904	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Caesalpinia sp.</i>	25	199.828	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Fuertesimalva chilensis</i>	0	0	9	156.314	0	0	0	0
Nolanaceae	<i>Nolana sp.</i>	0	0	2	34.736	0	0	0	0
Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	58	463.601	0	0	0	0	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	16	127.89	2	34.736	0	0	0	0
Poaceae	Poaceae	10	79.931	0	0	0	0	0	0
Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	11	87.924	0	0	0	0	0	0
TOTAL POLEN		177	1414.782	188	3265.226	3	7.434	6	11.177
TOTAL ESPORAS		0	0	12	208.419	17	42.124	5	9.3145
LYCOPodium CONTABILIZADOS		465		214		1500		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 21.Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 12.

TAXA		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3B		Nivel 4		Nivel 5	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.
Amaranthaceae	Cheno-Am	20	82.151	29	71.471	0	0	6	14.787	0	0
Asteraceae	<i>Grindelia sp.</i>	10	41.076	3	7.394	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	15	61.613	4	9.858	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	0	0	9	22.181	17	41.897	7	17.252	3	7.394
Asteraceae	<i>Trixis sp.</i>	9	36.968	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>	7	28.753	12	29.574	9	22.181	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	11	45.183	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	Asteraceae	23	94.474	0	0	0	0	0	0	0	0
Bignonaceae	<i>Tecoma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	5	12.323	0	0
Fabaceae	Faboideae	39	160.195	0	0	10	24.645	0	0	0	0
Fabaceae	Fabaceae	13	53.398	11	27.11	0	0	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Palaua sp.</i>	30	123.227	7	17.252	29	71.471	0	0	0	0
Poaceae	Poaceae	0	0	0	0	0	0	10	24.645	5	12.323
Podocarpaceae	Podocarpaceae	0	0	0	0	7	17.252	0	0	0	0
	Polen tricolpado 1	23	94.474	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL POLEN		180	739.36	46	113.369	72	177.446	22	54.22	8	19.717
TOTAL ESPORAS		100	410.756	30	73.936	5	12.323	0	0	0	0
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		900		1500		1500		1500		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 22. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 13.

TAXA		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3B	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración
Amaranthaceae	Cheno-Am	7	44.399	12	270.313	0	0
Asteraceae	<i>Bidens sp.</i>	5	31.713	15	337.891	0	0
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	29	183.937	23	518.099	3	7.434
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	12	76.112	0	0	5	12.389
Asteraceae	<i>Trixis sp.</i>	27	171.252	4	90.104	0	0
Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	32	202.965	26	585.678	4	9.911
Asteraceae	<i>Cotula sp.</i>	7	44.399	17	382.943	0	0
Asteraceae	<i>Tagetes sp.</i>	12	76.112	0	0	0	0
Caryophyllaceae	<i>Spergularia sp.</i>	10	63.427	16	360.417	0	0
Cucurbitaceae	Cucurbitaceae	0	0	13	292.839	0	0
Poaceae	Poaceae	19	120.511	31	698.308	0	0
Poaceae	<i>Zea mays</i>	10	63.427	17	382.943	0	0
Polygalaceae	<i>Monnina sp.</i>	25	158.567	19	427.995	0	0
	Polen tricolpado 1	5	31.713	7	157.682	1	2.478
TOTAL POLEN		193	1224.134	188	4234.899	13	32.212
TOTAL ESPORAS		34	215.651	20	450.521	0	0
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		586		165		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 23.Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 14

TAXA		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3B	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración
Amaranthaceae	Cheno-Am	15	37.168	0	0	4	9.911
Apiaceae	Apiaceae	30	74.336	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceaus</i>	14	34.69	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	21	52.035	13	32.212	5	12.389
Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	22	54.513	1	2.478	2	4.956
Asteraceae	<i>Ophryosphorus sp.</i>	0	0	1	2.478	0	0
Calceolariaceae	<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	2	4.956	0	0
Euphorbiaceae	<i>Croton sp.</i>	0	0	0	0	2	4.956
Loasaceae	<i>Loasa sp.</i>	0	0	0	0	3	7.434
Nolanaceae	<i>Nolana sp.</i>	2	4.956	3	7.434	0	0
Poaceae	Poaceae	9	22.301	1	2.478	0	0
Solanaceae	Solanaceae	0	0	1	2.478	2	4.956
Thyphaceae	<i>Typha sp.</i>	0	0	0	0	1	2.478
TOTAL POLEN		98	242.831	22	54.513	15	47.081
TOTAL ESPORAS		25	61.947	0	0	6	18.832
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		1500		1500		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 24. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 15

TAXA		Nivel 2		Nivel 3B / Cuad. 1		Nivel 3B/ Cuad. 2		Nivel 3B/ Cuad.3	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración
Amaranthaceae	Cheno-Am	10	106.194	0	0	19	47.079	17	56.165
Asteraceae	<i>Grindelia sp.</i>	5	53.097	0	0	15	37.168	2	6.608
Asteraceae	<i>Bidens sp.</i>	12	127.433	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	16	169.911	15	42.429	12	29.734	20	66.076
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	8	84.955	38	107.487	15	37.168	59	194.926
Asteraceae	<i>Trixis sp.</i>	41	435.397	0	0	6	14.867	0	0
Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>	0	0	43	121.63	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Senecio sp.</i>	4	42.478	0	0	0	0	70	231.268
Asteraceae	<i>Ophryosphorus sp.</i>	4	42.478	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Cotula sp</i>	0	0	0	0	0	0	28	92.507
Asteraceae	<i>Ambrosia sp.</i>	3	31.858	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Tagetes sp.</i>	0	0	26	73.544	0	0	0	0
Bignonaceae	<i>Tecoma sp.</i>	4	42.478	0	0	1	2.478	0	0
Calceolariaceae	<i>Calceolariasp.</i>	2	21.239	17	48.086	0	0	0	0
Fabaceae	Faboideae	8	84.955	20	56.572	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Caesalpinia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	9	29.734
Fabaceae	Fabaceae	0	0	0	0	8	19.823	0	0
Loasaceae	<i>Loasa sp.</i>	4	42.478	25	70.715	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Palaua sp.</i>	0	0	0	0	5	12.389	0	0
Malvaceae	<i>Fuertesimalva chilensis</i>	3	31.858	0	0	6	14.867	0	0

TAXA		Nivel 2		Nivel 3B / Cuad. 1		Nivel 3B/ Cuad. 2		Nivel 3B/ Cuad.3	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración	Conteo	Concentración
Malvaceae	<i>Fuertesimalva sp.</i>	1	10.619	0	0	0	0	0	0
Nolanaceae	<i>Nolana sp.</i>	0	0	14	39.601	0	0	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	8	84.955	0	0	0	0	0	0
Poaceae	Poaceae	40	424.777	0	0	2	4.956	0	0
Polygalaceae	<i>Monnina sp.</i>	2	21.239	0	0	0	0	0	0
Sapotaceae	Pouteriasp.	0	0	0	0	0	0	5	16.519
Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	1	10.619	0	0	0	0	0	0
Thyphaceae	<i>Typha sp.</i>	5	53.097	0	0	0	0	0	0
Urticaceae /Moraceae	<i>Urticaceae/Moraceae</i>	19	201.769	0	0	0	0	0	0
	Polen tricolpado 3	0	0	2	5.657	3	7.434	0	0
TOTAL POLEN		190	2017.691	200	565.723	73	180.884	193	693.803
TOTAL ESPORAS		6	63.717	12	33.943	23	56.991	0	0
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		350		1314		1500		1125	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 25. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 16

TAXA		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3B		Nivel 4		Nivel 5	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.
Amaranthaceae	Cheno-Am	0	0	8	137.025	36	191.15	9	22.301	2	4.956
Asteraceae	<i>Ambrosia</i> sp.	0	0	5	85.641	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	Asteraceae	2	4.956	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	7	17.345	4	68.512	5	26.549	10	24.779	4	9.911
Asteraceae	<i>Grindelia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	2.478	2	4.956
Asteraceae	<i>Ophryosphorus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	9	22.301	0	0
Asteraceae	<i>Senecio</i> sp.	1	2.478	26	445.331	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	0	0	0	0	84	446.016	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Trixis</i> sp.	1	2.478	50	856.406	0	0	0	0	0	0
Bignonaceae	<i>Tecoma</i> sp.	0	0	7	119.897	0	0	1	2.478	0	0
Calceolariaceae	<i>Calceolaria</i> sp.	0	0	9	154.153	37	196.459	2	4.956	0	0
Fabaceae	Fabaceae	0	0	0	0	10	53.097	0	0	0	0
Loasaceae	<i>Loasa</i> sp.	0	0	0	0	19	100.885	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Fuertesimalva chilensis</i>	0	0	41	702.253	0	0	5	12.389	0	0
Malvaceae	<i>Fuertesimalva peruvianum</i>	0	0	6	102.769	0	0	0	0	0	0
Nolanaceae	<i>Nolana</i> sp.	1	2.478	0	0	0	0	1	2.478	0	0
Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	0	0	19	325.434	0	0	0	0	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	1	2.478	0	0	9	47.787	0	0	0	0
Poaceae	Poaceae	0	0	11	188.409	0	0	0	0	0	0
Urticaceae/Moraceae	<i>Urticaceae/Moraceae</i>	0	0	11	188.409	0	0	1	2.478	0	0
	Polen tricolpado 3	0	0	3	51.384	0	0	0	0	0	0
TOTAL POLEN		13	32.212	192	3288.597	164	870.793	30	74.336	6	19.823
TOTAL ESPORAS		0	0	30	74.336	0	0	18	44.602	40	132.15
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		1500		217		700		1500		1500	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos

Anexo 26. Conteo⁽¹⁾ y concentración⁽²⁾ de Palinomorfos en los Niveles estratigráficos del Pozo 17.

TAXA		Nivel 5		Nivel 6		Nivel 7		Nivel 8		Nivel 9A		Nivel 9B	
FAMILIA	ESPECIE / ID	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.	Conteo	Concent.
Asclepiadiaceae	Aclepiadiaceae	1	2.78204	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Asteraceae	Asteraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.1281	0	0
Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	2.78204		0	0	0
Asteraceae	<i>Trixis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	5	13.9102		0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	2.78204		0	0	0
Fabaceae	cf. <i>Inga sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0		0	0	0
Fabaceae	<i>Desmodium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	6	16.6922		0	0	0
Fabaceae	<i>Schinus molle</i>	0	0	0	0	0	0	5	13.9102	1	2.78204	0	0
Malvaceae	<i>Fuertesimalva peruviana</i>	1	2.78204	0	0	0	0	6	16.6922		0	0	0
Malvaceae	<i>Palaua sp.</i>	0	0	0	0	0	0	9	25.0383		0	0	0
Podocarpaceae	Podocarpaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	32	89.0251	0	0
Solanaceae	<i>Nolana sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	2.78204		0	0	0
TOTAL POLEN		2	5.5641	0	0	1		34	94.589	37	102.94	0	0
TOTAL ESPORAS		3	8.3461	57	158.58	0		81	225.34	3	8.3461	12	33.384
LYCOPODIUM CONTABILIZADOS		1336		1485		1426		978		1020		1414	

(1) Conteo de Polen: Número de palinomorfos

(2) Concentración: Número de palinomorfos por gramos de sedimentos