

La percepción de la flora y la vegetación por los antiguos peruanos: Antropología y medio ambiente en los Andes y la Amazonía

Antonio Galán de Mera

Universidad CEU San Pablo, Facultad de Farmacia, Departamento de Ciencias Farmacéuticas y de la Salud, Laboratorio de Botánica. Ap. 67, E-28660 Boadilla del Monte (Madrid, España). agalmer@ceu.es

Eliana Linares Perea, Juan Miguel Arias Gámez & José Alfredo Vicente Orellana

RUMBO 20.30.



26
NOV

29
NOV

CONAMA 2018
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

RESUMEN

Los paisajes de los Andes y la Amazonía fueron usados por el hombre hace unos 10000 años. Sus actividades pueden sintetizarse en varios escenarios que indican divergencias climáticas entre los territorios peruanos, como en la Amazonía, donde numerosos cultivos fueron domesticados al estar relacionados con un clima cálido, o las partes altas de la Cordillera que, al ser más húmedas, fueron el lugar de origen y domesticación de la papa. El manejo de los diferentes territorios desde la costa a los Andes, fue realizado primero por culturas regionales como Tiwanaku o Nazca, y posteriormente por los Wari, Incas y primeros españoles, que utilizaron pisos o cinturas ecológicas para el cultivo y el uso de las plantas.

Nuestro objetivo es encontrar un paralelismo entre clima y pisos bioclimáticos, usos de los territorios y comunidades vegetales naturales, teniendo en cuenta datos históricos y arqueológicos, buscando una respuesta a la percepción de los paisajes por las diferentes culturas.

Los resultados de un Análisis Canónico de Correspondencias (CCA) muestran conexiones entre sitios arqueológicos, cultivos, productos y las asociaciones de plantas que forman el paisaje, presentándose todos ellos agrupados de acuerdo con pisos bioclimáticos e intervalos de humedad. Los grupos resultantes del análisis con un clima más húmedo, representan áreas con cultivos de régimen estacional y pastoreo con llamas y alpacas, mientras que los grupos con un clima más seco representan áreas cuyos cultivos necesitan irrigación. Especialmente, las vertientes occidentales de los Andes con asociaciones de Cactáceas presentan un sistema de agricultura en terrazas irrigadas por manantiales (“ojos de agua”), mientras que los sitios con vegetación riberena están relacionados con huertas más extensas (“chacras”).

Además, los cultivos de los Andes Orientales y la Amazonía se encuentran en los mismos pisos bioclimáticos que en la costa desértica irrigada.

RUMBO 20.30.



26
NOV

29
NOV

CONAMA 2018
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Palabras clave: Intervalos de humedad; paisajes; Perú; pisos bioclimáticos; sitios arqueológicos; vegetación.

INTRODUCCIÓN

Los paisajes suponen una abstracción de la naturaleza como resultado de la interacción entre escenarios históricos y su uso actual (Linderman et al. 2006). La Cordillera Andina presenta una alta diversidad ambiental relacionada con los eventos geológicos originados por la placa de Nazca y el levantamiento de los Andes, y por otro lado, el uso del territorio desde hace 10000 años (Dillehay et al. 2007). A lo largo del Pleistoceno, períodos fríos y cálidos con el ascenso y descenso de la vegetación del páramo y la puna, profundizaron el proceso de aislamiento de la flora (Hooghiemstra et al. 2006). En el Holoceno temprano y medio (10000-4000 años AP), el clima era seco y cálido (Salaverry Llosa 2006) coincidiendo con el comienzo de las actividades humanas en los Andes (Dillehay et al. 2007) y la Amazonía (Bush et al. 2007). Estas actividades se pueden sintetizar en varios escenarios que indican divergencias climáticas en el territorio peruano: 1) Probablemente hace entre 10000 y 7000 años, en la Amazonía se domesticaron numerosos cultivos relacionados con el clima cálido, como ñames (*Dioscorea* sp.), tapioca (*Maranta arundinacea*), calabazas (*Lagenaria siceraria*, *Cucurbita* sp.), batatas (*Ipomoea batatas*) y mandioca (*Manihot esculenta*) (Denevan 2007), 2) la agricultura del maíz (*Zea mays*) fue adoptada en la cuenca amazónica hace 6000 años (Bush et al. 1989), y posteriormente, fue encontrado en el sur de los Andes de Perú, a 3625 m de altitud, un asentamiento precerámico datado en hace aproximadamente 4000 años (Perry et al. 2006), 3) el mascado de la “tupa-coca” (*Erythroxylum novogranatense* var. *truxillense*)

comenzó en el norte del Perú (500-1200 m) hace al menos 8000 años (Dillehay et al. 2010), 4) el origen y domesticación de la papa (*Solanum tuberosum*) ocurrió en áreas elevadas de los Andes peruanos (3500-4500 m) a principios del Holoceno, aunque su diseminación a gran escala fue iniciada aparentemente hace 2500 años por la cultura Tiwanaku (Morales Garzón 2007).

Las montañas tropicales de América del Sur albergan una elevada proporción de endemismos. La flora peruana está constituida por 2458 géneros y alrededor de 18000 especies, de las cuales unas 5500 son endémicas (Brako & Zarucchi 1993). Estas plantas forman parte de comunidades vegetales que algunos autores han relacionado con el clima, territorios culturales y eventos volcánicos desde principios del s. XX (i.e. Weberbauer 1945, Tosi 1960, Galán de Mera et al. 1997, Schwarzer et al. 2010, Galán de Mera et al. 2011). Recientemente, numerosos trabajos muestran una relación entre la distribución de la vegetación e intervalos de índices climáticos (i.e. Navarro & Maldonado 2005 en Bolivia, Luebert & Pliscoff 2006 en Chile, Kuentz et al. 2007, Galán de Mera et al. 2009, 2016, 2017 en Perú, y Rodríguez et al. 2017 en Argentina), siguiendo el modelo de los pisos bioclimáticos de Rivas-Martínez (1999, 2018). Por otra parte, algunos estudios indican cómo el territorio andino fue utilizado durante las culturas prehispánicas, y cómo ha cambiado el paisaje durante la colonización española (Sluyter 2001, Young 2009). Una de las contribuciones más importantes para comprender la etnohistoria y los sistemas de subsistencia en los Andes es el modelo de Murra (2009) del control vertical del

uso del territorio, donde los distintos grupos étnicos controlan un número máximo de pisos ecológicos en un esfuerzo por lograr su subsistencia y el comercio entre diferentes comunidades (Brush 1976). Los pisos ecológicos eran definidos como archipiélagos o centros de producción, y son parte de pisos bioclimáticos que se corresponden con índices climáticos, cultivos y comunidades vegetales usados como subsistencia. Esta síntesis ecológica nos lleva a hacernos una idea sobre la percepción del paisaje por las culturas peruanas prehispánicas y en los primeros tiempos de la colonización española.

El objetivo de este trabajo es encontrar un paralelismo entre clima, uso del territorio, y comunidades vegetales previamente estudiadas, teniendo en cuenta datos históricos y arqueológicos, para buscar una respuesta a las siguientes cuestiones: 1. ¿Cómo se distribuyen los sitios arqueológicos respecto a los pisos bioclimáticos?, 2. ¿Están los sitios arqueológicos relacionados con la vegetación de su entorno?, 3. ¿Cómo se distribuyen los productos vegetales y las comunidades vegetales usadas por los antiguos peruanos?

RUMBO 20.30.



26
NOV

29
NOV

CONAMA 2018
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

MATERIAL Y MÉTODOS

Datos históricos y arqueológicos sobre el uso del territorio

Para responder a la primera pregunta, hemos tomado restos arqueológicos de plantas y actividades humanas referenciadas en la literatura, y algunas de nuestras propias observaciones de campo, que abarcan desde la costa a la Amazonía peruanas (Tabla 1), ayudándonos de la lista de sitios arqueológicos del Gobierno Peruano (2014) y de consultas a la oficina del Instituto Nacional de Cultura en Arequipa. La mayoría de los sitios arqueológicos se han elegido en los departamentos de Arequipa e Ica, pues podemos encontrar restos desde la costa hasta el sistema volcánico del Coropuna (6377 m). Para comparar los restos de plantas encontrados y las actividades humanas relacionadas con las asociaciones naturales de vegetación de Arequipa e Ica con las de otras regiones peruanas, hemos utilizado también información de otros departamentos desde Cajamarca hasta Moquegua, así como de la Amazonía (Figura 1). Los periodos culturales están de acuerdo con Cáceres Macedo (2009).

RUMBO 20.30.



26
NOV

29
NOV

CONAMA 2018
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Análisis bioclimático y variabilidad ecológica

Para examinar las relaciones existentes entre clima y escenarios humanos con restos de plantas y asociaciones de vegetación, hemos usado el modelo bioclimático de Rivas-Martínez (1999, 2018), con datos meteorológicos de al menos 30 años (Schwarz 2017) de estaciones lo más cercanas posibles a los sitios arqueológicos (Tabla 2). Estos datos fueron comparados con los de Salaverry Llosa (2006) con el fin de observar si se presentan diferencias significativas entre el presente y el Holoceno.

Este modelo bioclimático está basado en intervalos del Índice de Termicidad (It) y en intervalos del Índice de Humedad Anual (Io) que coinciden con zonas altitudinales y latitudinales de flora y vegetación, incluyendo cultivos y otros usos del territorio. El Índice de Termicidad está basado en la temperatura media anual ($T^{\circ}\text{C}$), y las temperaturas media de la máximas ($M^{\circ}\text{C}$) y de las mínimas ($m^{\circ}\text{C}$) del mes más frío [$It = (T + M + m)10$]. Io es un cociente entre precipitaciones (mm) y temperaturas ($Io = P/Tp \times 100$),

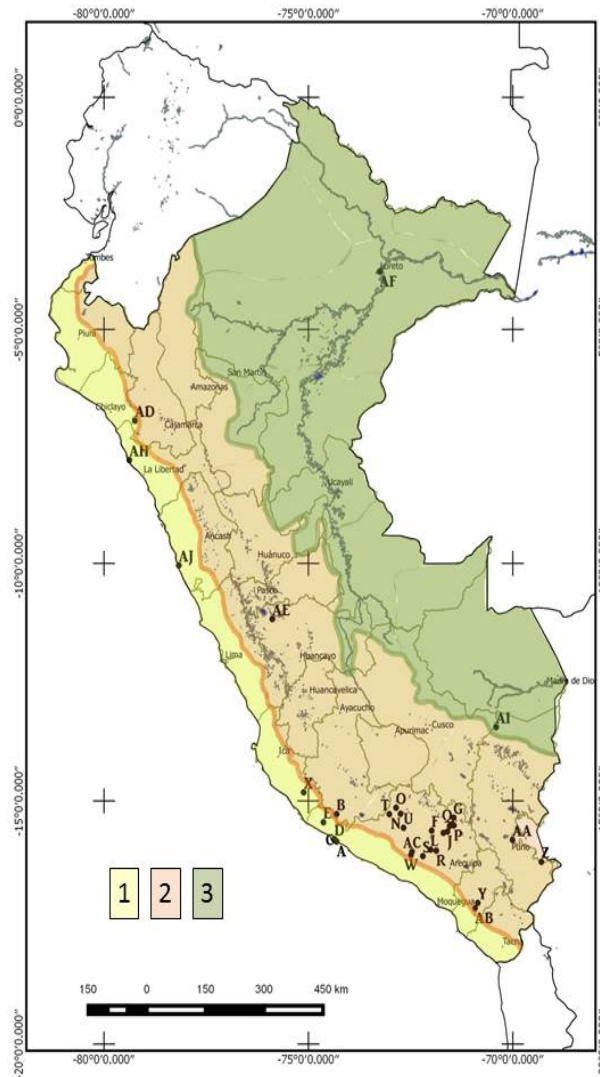


Figura 1. Lugares arqueológicos estudiados. 1- Desierto costero, 2- Región Andina, 3- Amazonía.

donde P es la precipitación anual, y T_p es la temperatura positiva o suma de las temperaturas medias superiores a 0°C . Los pisos bioclimáticos coinciden con asociaciones de vegetación, y en Perú se han definido y cartografiado 6 pisos bioclimáticos (Galán de Mera et al. 2017): Infratropical ($I_t > 690$), termotropical ($I_t = 490$ a 690), mesotropical ($I_t = 320$ a 490), supratropical ($I_t = 160$ a 320), orotropical ($I_t = 50$ a 160), y criorotropical ($I_t < 50$). Los intervalos de I_o son los siguientes: Ultrahiperarido ($I_o < 0.2$), hiperárido ($I_o = 0.2$ a 0.4), árido ($I_o = 0.4$ a 1.0), semiárido ($I_o = 1.0$ a 2.0), seco ($I_o = 2.0$ a 3.6), subhúmedo ($I_o = 3.6$ a 6), húmedo ($I_o = 6.0$ a 12.0), hiperhúmedo ($I_o = 12.0$ a 24.0), y ultrahiperhúmedo ($I_o > 24.0$).

RUMBO 20.30.



26
NOV

29
NOV

CONAMA 2018
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Asociaciones de vegetación en el entorno de los sitios arqueológicos

Las asociaciones de vegetación observadas en las cercanías de los sitios arqueológicos siguen los trabajos publicados sobre la vegetación del sur, centro y norte del Perú (Tabla 3) según el método fitosociológico (Braun-Blanquet 1932) y el Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Weber et al. 2000) para clasificar la vegetación. La fitosociología define unidades de vegetación agrupando inventarios con una composición florística similar, y ordenando estas unidades de vegetación en un sistema jerárquico que compara la composición florística cualitativa y cuantitativa de diferentes áreas geográficas (Dengler et al. 2008, Chytrý et al. 2011). La unidad basal del sistema es la asociación; las asociaciones se agrupan en alianzas, éstas en órdenes, y los órdenes en clases. Con el método fitosociológico podemos sintetizar la vegetación natural de un paisaje, y relacionarla con aspectos antropológicos y culturales de un territorio (Vicente Orellana & Galán de Mera 2003, Buxó & Piqué 2008, Frosch & Deil 2011).

Los nombres de las especies están basados en las bases de datos The Plant List (2013) y Tropicos (2018).

RUMBO 20.30.



26
NOV

29
NOV

CONAMA 2018
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE



Análisis estadístico

Para mostrar cómo se agrupan los lugares arqueológicos hemos construido una matriz de presencias/ausencias con los sitios arqueológicos, restos de plantas, actividades humanas referenciadas y asociaciones de vegetación. A partir de esta matriz hemos realizado, con el programa informático PAST 3.18 (Hammer 1999-2017), un Análisis Canónico de Correspondencias (CCA) usando la altitud (h en m), It e lo como variables ambientales.

RUMBO 20.30.



26
NOV

29
NOV

CONAMA 2018
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

RESULTADOS

Distribución de sitios arqueológicos respecto a variables ambientales

Los resultados de la ordenación del CCA (Figura 2) muestran cómo se agrupan los sitios arqueológicos según sus restos de plantas, y asociaciones vegetales que representan sus paisajes, correlacionados con el Índice de Termicidad (It), el Índice de Humedad (Io) y la altitud (h) como variables ambientales. El grupo A pertenece a los pisos bioclimáticos supra- y orotropical, donde pueden encontrarse camélidos (camel) y *Zea mays* (Zea), *Chenopodium quinoa* (Che qui) (Figura 3) y *Solanum tuberosum* (Sol tub) y las asociaciones más representativas son *Parastrephio quadrangularis-Festucetum dolichophyllae* (PAR-FES) en el sur del Perú (Figura 4), y *Festuco dolichophyllae-Calamagrostietum antoniana* (FES-CAL) en el centro. B es un grupo mesotropical con maíz (*Zea mays*), donde los sitios arqueológicos situados a la izquierda (N-Wayñuna y O-Tenahaha) son más húmedos que los situados a la derecha (R- Huanca, V-Huacán y Y-Cerro Baúl), cuyos paisajes contienen una vegetación muy xerofítica, como *Schino mollis-Tecometum arequipensis* (SCH-ARE), *Weberbauerocereo torataensis-Corryocactetum brevistyli* (TOR-COR) y *Schino mollis-Tecometum tanaeciiflorae* (SCH-TAN), y por tanto es necesaria la irrigación para los cultivos; *Dunalia spinosae-Baccharidetum latifoliae* (DUN-BAC) se encuentra junto a V-Huanca, justo donde encontramos acequias de irrigación, y *Cantua buxifolia* (Can bux), que fue cultivada en los alrededores de sitios arqueológicos como un arbusto ornamental (Figura 5).

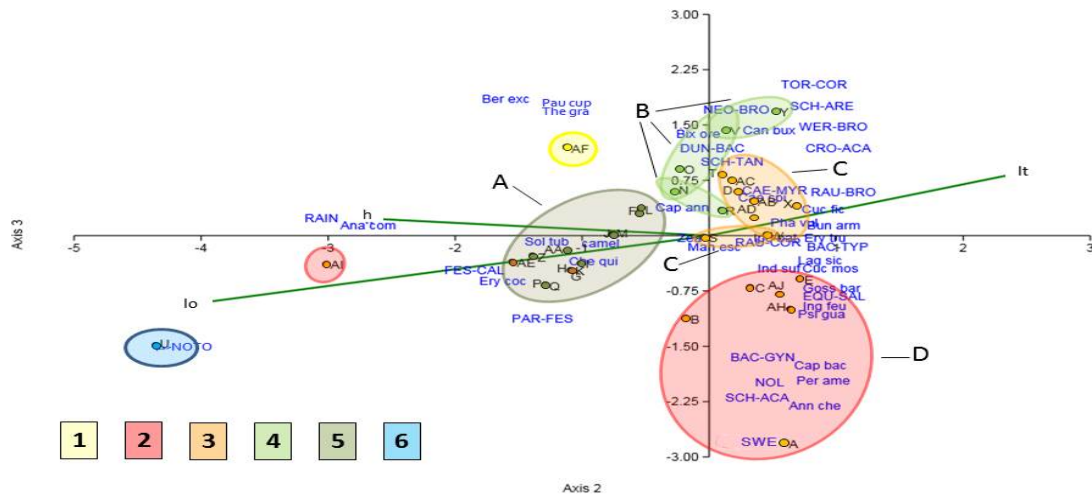


Figura 2. Análisis Canónico de Correspondencias (CCA) mostrando los sitios arqueológicos estudiados con los pisos bioclimáticos donde se asientan, restos de plantas, algas, camélidos y asociaciones de vegetación de sus alrededores, correlacionados con el Índice de termicidad (*It*), el Índice de Humedad (*lo*) y la altitud (*h*). Pisos bioclimáticos y grupos obtenidos: 1- Infratropical, 2/D- Termotropical inferior, 3/C- Termotropical superior, 4/B- Mesotropical y Supratropical inferior, 5/A- Supratropical superior y Orotropical, 6- Criorotropical. Las letras mayúsculas azules representan las asociaciones de vegetación (ver Tabla 3). Las letras azules pequeñas representan restos de plantas, algas y camélidos (ver texto).



Figura 3. Cultivo de *Chenopodium quinoa* en el piso supratropical inferior (Cañón del Colca, Arequipa).

Los grupos C y D pertenecen al piso termotropical de los Andes y la costa, donde a menudo aparecen restos arqueológicos de plantas amazónicas, como *Bunchosia armeniaca* (Bun arm), *Capsicum baccatum* (Cap bac), *Cucurbita ficifolia* (Cuc fic), *C. moschata* (Cuc mos), *Indigofera suffruticosa* (Ind suf), *Inga feuillei* (Ing feu), *Ipomoea batatas* (Ipo bat), *Lagenaria siceraria* (Lag sic), *Persea americana* (Per ame) o *Psidium guajava* (Psi gua). Todos estos cultivos necesitan irrigación, por lo que aparecen en la figura 2 entre dos tipos de vegetación natural: sobre el eje horizontal encontramos numerosas asociaciones de cactus columnares (grupo C), como *Neoraimondio arequipensis-Browningietum viridis* (NEO-BRO), *Weberbauerocereo weberbaueri-Browningietum candelaris* (WER-BRO) y *Weberbauerocereo rauhii-Browningietum candelaris* (RAU-BRO), mientras que debajo, en el grupo D, encontramos asociaciones ribereñas, como *Baccharito salicifoliae-Gynerietum sagittati* (BAC-GYN), *Bacopa monnieri-Typhetum domingensis* (BAC-TYP), *Equiseto gigantei-Salicetum humboldtiana* (EQU-SAL), y *Schino mollis-Acacietum macracanthae* (SCH-ACA).



Figura 4. Pastoreo con llamas en la asociación orotropical *Parastrephio quadrangularis-Festucetum dolichophyllae* (PAR-FES). Al fondo la localidad de Callalli (Arequipa), en el piso supratropical superior.

AF-Iquitos representa un lugar infratropical de la Amazonía donde encontramos plantas que fueron recolectadas a partir de los bosques de las zonas más bajas e interiores, como *Paullinia cupana* (Pau cup), *Theobroma grandiflorum* (The gra) y *Bertholletia excelsa* (Ber exc). Sin embargo, *Bixa orellana* (Bix ore) aparece desplazada hacia la derecha del CCA, siendo un ejemplo de planta domesticada que salió de la Amazonía para ser transportada hasta la costa, al menos hasta los lugares arqueológicos de la cultura Nazca. Al-San Gabán representa un área amazónica hiperhúmeda y, consecuentemente, muy conectada con el vector lo junto a *Ananas comosus* (Ana com) y *Erythroxylum coca* var. *coca* (Ery coc) como principales plantas domesticadas que no han sido encontradas como restos arqueológicos ni en las vertientes occidentales de los Andes ni en la costa.



Figura 5. Arbustos de *Cantua buxifolia* en los alrededores de una ruina Inca (Valle de Santa Eulalia, Lima).

RUMBO 20.30.



26
NOV

29
NOV

CONAMA 2018
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

U-Coropuna es un lugar criorotropical con una antigua infraestructura de irrigación y un paisaje donde domina el glaciario, y podemos encontrar la asociación *Nototricho obcuneatae-Xenophylletum poposi* (NOTO).

RUMBO 20.30.



26
NOV

29
NOV

CONAMA 2018
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

DISCUSIÓN

Perú es un país donde aún hoy día podemos encontrar actividades humanas ancestrales (Whaley et al. 2010) relacionadas con paisajes similares a los que había en tiempos prehispánicos (Beresford-Jones 2011), donde camélidos, transhumancia y cultivos domesticados fueron muy importantes. En el CCA de la figura 2, sitios arqueológicos como P-Callalli 2, Q-Sibayo, Z-Pomata y AA-Puno están junto a B-Camino Inca, un punto termotropical de la costa que muestra la presencia de camélidos y, por tanto, transferencia de productos entre las tierras altas de los Andes y la costa; pero además la búsqueda de pastizales para los animales, debido al régimen de lluvias opuesto entre las montañas y la costa, donde se desarrollan los herbazales de las lomas (alianza de asociaciones *Nolanion spathulatae*) cuando los graminales de los pisos superiores están secos (Erickson 1992). Esto está de acuerdo con Lane et al. (2017) que recientemente subrayaban la presencia de lugares de la cultura Nazca sobre los 2000 m de altitud, quizás para acceder o intercambiar productos, como la papa, con poblaciones asentadas en las alturas.

Igualmente el CCA muestra numerosos lugares arqueológicos en la costa con plantas de los pisos infra- y termotropical de la Amazonía que, de acuerdo con Gade (1999), Denevan (2007) y Beresford-Jones et al. (2011), fueron cultivados gracias a un intercambio entre los mismos pisos bioclimáticos a ambos lados de los Andes, aunque con diferentes intervalos de humedad.

En la costa, la irrigación fue muy importante (Rostworowski 2005),

permitiendo que ciertas localidades, como C-Atiquipa, fueran conocidas por ser usadas por las culturas pre-Inca e Inca como satélites de producción de productos que luego eran transportados hacia los espacios meso- a orotropicales de las montañas (Brush 1976, Canziani Amico 2009, Murra 2009). Además Dillehay et al. (2007) indicaron el camino de la costa desde el norte infra- y termotropical para ciertos cultivos asentados hace unos 8000 años, como *Arachis hypogaea* (Ara hyp), *Cucurbita moschata* (Cuc mos) y *Gossypium barbadense* (Gos bar), y que luego se expandieron hacia las tierras termotropicales del sur.

Por otra parte, podemos destacar a algunas plantas del CCA (Figura 2): *Erythroxylum novogranatense* var. *truxillense* (Ery tru) –“tupa coca”—fue expandida hacia el sur desde las vertientes occidentales andinas del norte de Perú, donde fueron encontrados los restos arqueológicos de Nanchoc (Cajamarca) por Dillehay et al. (2010), aunque es probable un origen oriental en los bosques secos de las partes bajas del valle del Marañón (Plowman 1984). Estas condiciones de sequedad favorecieron su cultivo hacia el occidente en lugar del de *Erythroxylum coca* var. *coca* (Bradley 2013), que tiene un origen amazónico (Clement et al. 2010). La distribución de las especies cultivadas de *Erythroxylum* es coincidente con el CCA, donde *E. novogranatense* var. *truxillense* está situada a la derecha del eje 2, entre los lugares arqueológicos termotropicales, junto a las comunidades xerofíticas de Cactáceas *Weberbauerocereo rauhii-Browningietum candelaris* (RAU-BRO) y *Weberbauerocero rauhii-Corryocactetum brevistyli* (RAU-COR) descritas por



Galán de Mera et al. (2009) (Figura 6), donde existen surgencias de agua (“ojos de agua”), mientras que *E. coca* var. *coca* está relacionada con las pluvisilvas tropicales de *Cinchona micrantha* (Galán de Mera et al. 2017), situadas a la izquierda del eje 2.



Figura 6. Andenes de la cultura Wari, donde probablemente se cultivó “tupa-coca” gracias a surgencias de agua (“ojos de agua”) en las vertientes occidentales de los Andes (Caravelí, Arequipa).

Annona cherimola (Ann che), *Gossypium barbadense* (Gos bar) e *Indigofera suffruticosa* (Ind suf) aparecen en el CCA junto a las asociaciones de vegetación de las riberas de la costa hiperárida, *Schino mollis-Acacietaum macracanthae* (Galán de Mera et al. 2002), *Baccharito salicifoliae-Gynerietum sagittati* y *Equiseto gigantei-Salicetum humboldtiana* (Galán de Mera et al. 2004), sugiriendo el empleo de un sistema de acequias para su riego en huertas (“chacras”). *A. cherimola* y *G. barbadense* fueron extendidos hacia el sur desde las vertientes occidentales del norte del Perú. Los bosques termotropicales secos fueron el origen del cultivo de la chirimoya desde el periodo Precerámico (4000 años AP) y las culturas Moche (1800-1300 años AP) y Chimú (1000-800 años AP) (Bonavia et al. 2004). *G. barbadense* fue realmente cultivado hace al menos 8000 años (Dillehay et al. 2007), pero posteriormente se registró datado en 5500 años en la costa central (Wendel et al. 2010), dibujando un camino a lo largo de la costa. *Indigofera suffruticosa*, una planta oriental (Tropicos 2018), fue cultivada por la cultura Nazca para teñir los tejidos elaborados con algodón (Beresford-Jones et al. 2011, Carvalho et al. 2014), y aún hoy día podemos encontrar restos de este cultivo en la cuenca del río Acarí (Arequipa), en los suelos propios de la asociación *Equiseto gigantei-Salicetum humboldtiana* (Montesinos & Mondragón 2013).

Los lugares arqueológicos también presentan restos de plantas que pertenecen a las asociaciones de los alrededores (Tabla 3). Son frecuentes los restos de los bosques riparios de las asociaciones *Equiseto*

gigantei-Salicetum humboldtiana (EQU-SAL), *Acacio macracanthae-Tecometaum guarumis* (ACA-GUA) (Figura 7), y *Schino mollis-Acacietaum macracanthae* (SCH-ACA) (Galán de Mera et al. 2009), y de la vegetación herbacea de *Nicotiano paniculatae-Urocarpidietum peruviani* (NIC-URO) y *Bacopo monnieri-Typhetum domingensis* (BAC-TYP) (Galán de Mera 1995, Galán de Mera et al. 2002, 2009), como por ejemplo en X-Cahuachi (Ica), una ciudad ceremonial de las culturas Nazca, Wari e Inca (Piacenza 2005). Aquí, además de usar la madera de los árboles y los juncos para techar los edificios, los árboles eran plantados para formar bancales que podían evitar inundaciones y fuertes vientos y, en concreto, las leguminosas como fijadoras de nitrógeno (Whaley et al. 2010). Otras plantas fueron utilizadas en rituales religiosos y medicina, como *Argemone subfusiformis* y *Datura inoxia* (Piacenza 2005).



Figura 7. La asociación *Acacio macracanthae*-*Tecometum guarumis* (ACA-GUA) invadiendo los restos de un canal de irrigación en el área de las Líneas de Nazca (Ica).

En Y-Cerro Baúl (Moquegua), un lugar mesotropical hiperárido, situado en el CCA (Figura 2) en el grupo B junto a las asociaciones *Schino mollis-Tecometum arequipensis* (SCH-ARE) y *Weberbauerocereo torataensis-Corryocactetum brevistyli* (TOR-COR) (Galán de Mera et al. 2009) usaban los frutos de *Schinus molle* para obtener una chicha fermentada (Goldstein et al. 2009). Los restos de *Neoraimondia arequipensis*, un bioindicador termotropical de la asociación *Weberbauerocereo-Browningietum candularis* de las vertientes occidentales de los Andes y de algunas lomas (Galán de Mera et al. 2009) se han encontrado en sitios arqueológicos como La Real (Arequipa) (Yépez & Jennings 2012) o Chen Chen (Moquegua) (Blom 1999), probablemente relacionado con el uso de sus espinas en actividades textiles, como documentaban Núñez et al. (2005) para otros cactus de la región de Atacama en Chile, aunque Piacenza (2005) indicaba, por otra parte, que *Echinopsis pachanoi* ("San Pedro") llegó hasta X-Cahuachi (Ica) como una de las plantas empleadas en rituales religiosos, claramente transportada desde el norte, de acuerdo con la distribución de este cactus (Ostolaza Nano 2014). En el grupo B del CCA también están representados los arbustos de la asociación *Dunalia spinosae-Baccharidetum latifoliae* (DUN-BAC), que forman una unidad en escenarios humanos junto a casas y andenes con maíz en el piso mesotropical y áreas medias del supratropical (Galán de Mera et al. 2015), de donde procede *Cantua buxifolia* (Can bux) "cantut", cuya flor era muy usada por los Inca en rituales agrícolas (Mulvany 2005).

En el grupo A del CCA

encontramos lugares del piso supratropical superior con aterrazamientos y del orotropical con pajonales de la asociación *Parastrephio quadrangularis-Festucetum dolichophyllae* (PAR-FES) (Galán de Mera et al. 2011) donde pastan llamas y alpacas. Este es un escenario muy extendido en las localidades del Cañón del Colca (F-Achachiwa, M-Achoma, I-Callalli 1, J-Chivay, Q-Sibayo 2, G-Tisco, K-Tuti) al menos desde los tiempos de los Wari (Wernke 2003).

Finalmente, el CCA muestra a AF-Iquitos como una localidad infratropical húmeda con pluvisilvas junto a plantas como *Bertholetia excelsa* (Ber exc), *Paullinia cupana* (Pau cup) y *Theobroma grandiflorum* (The gran), cuyo origen es el centro de la cuenca amazónica a lo largo de los ríos con aguas blancas, donde se desarrolló la mayor densidad de la población prehispánica (Clement et al. 2010). Sin embargo, *Ananas comosus* (Ana com) y *Erythroxylum coca* var. *coca* (Ery coc) tienen un origen amazónico periférico (Clement et al. 2010, 2015) en el piso termotropical inferior, como la región de San Gabán (Al-San Gabán), pero sus restos por ahora no han sido encontrados en los sitios arqueológicos de la costa peruana.

RUMBO 20.30.



26
NOV

29
NOV

CONAMA 2018
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE



AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a la oficina del Instituto Nacional de Cultura de Arequipa (Dirección Desconcentrada de Cultura de Arequipa) por facilitarnos bibliografía y datos arqueológicos sobre las diferentes culturas del Perú.

RUMBO 20.30.



26
NOV

29
NOV

CONAMA 2018
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beresford-Jones, D.G. (2011): *The Lost Woodlands of Ancient Nasca. A Case-study in Ecological and Cultural Collapse.* British Academy Postdoctoral Monograph Series, Oxford University Press.
- Beresford-Jones, D.G., Whaley, O., Alarcón Ledesma, C. & Cadwallader, L. (2011): Two millennia of changes in human ecology: archeobotanical and invertebrate records from the lower Ica valley, south coast. *Vegetation History and Archaeobotany* 20: 273-292.
- Blom, D.E. (1999): *Tiwanaku regional interaction and social identity: A bioarchaeological approach.* University of Chicago, Chicago.
- Bonavia, D., Ochoa, C.M., Tovar, Ó. & Cerrón Palomino, R. (2004): Archaeological Evidence of Cherimoya (*Annona cherimolia* Mill.) and Guanabana (*Annona muricata* L.) in Ancient Peru. *Economic Botany* 58: 509-522.
- Bradley, R. (2013): *Coca: An Andean Daily Chew.* University of Texas, Rio Grande.
- Brako, L. & Zarucchi, J.L. (1993): *Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru.* Missouri Botanical Garden, St. Louis.
- Braun-Blanquet, J. (1932): *Plant Sociology. The study of plant communities.* Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Brush, S.B. (1976): Man's Use of an Andean Ecosystem. *Human Ecology* 4: 147-166.
- Bush, M.B., Piperno, D.R. & Colinvaux, P.A. (1989): A 6000 year history of Amazonian maize cultivation. *Nature* 340: 303-305.
- Bush, M.B., Silman, M.R. & Listopad, C.M.C.S. (2007): A regional study of Holocene climate change and human occupation in Peruvian Amazonia. *Journal of Biogeography* 34: 1342-1356.
- Buxó, R. & Piqué, R. (2008): *Arqueobotánica. Los usos de las plantas en la península Ibérica.* Ariel Prehistoria, Barcelona.
- Cáceres Macedo, J. (2009): *Culturas prehispánicas del Perú.* Editora Grimanesa Enriquez Lovatón, Lima.
- Canziani Amico, J. (2009): *Las lomas de Atiquipa: Un caso de paisaje cultural en la costa desértica del Sur del Perú.* In *International Council on Monuments and Sites (ed.), World Heritage Cultural Landscapes.* UNESCO-ICOMOS Documentation Centre, Paris, pp. 169-190.
- Carvalho, L.P., Correia Farias, F.J., Andrade Lima, M.M., and Silva Rodrigues, J.I. (2014). Inheritance of different fiber colors in cotton (*Gossypium barbadense* L.). *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 14: 256-260.
- Chytrý, M., Schaminée, J.H. & Schwabe, A. (2011): Vegetation survey: a new focus for applied vegetation science. *Applied Vegetation Science* 14: 435-439.
- Clement, C.R., De Cristo-Araújo, M., Coppens d'Eeckenbrugge, G., Alves Pereira, A. & Picanço-Rodrigues, D. (2010): Origin and Domestication of Native Amazonian Crops. *Diversity* 2: 72-106.

- Clement, C.R., Denevan, W.M., Heckenberger, M.J., Braga Junqueira, A., Neves, E.G., Teixeira, W.G. & Woods, W.I. (2015): The domestication of Amazonia before European conquest. *Proceedings of the Royal Society B* 282: 20150813.
- Denevan, W.M. (2007): Pre-European Human Impacts on Tropical Lowland Environments. In Veblen, T.T., Young, K.R. & Orme, A.R. (eds.), *The Physical Geography of South America*. Oxford University Press, New York, pp. 265-278.
- Dengler, J., Chytrý, M. & Ewald, J. (2008): Phytosociology. In Jørgensen, S.E. & Fath, B.D. (eds.), *Encyclopedia of ecology*. Elsevier, Oxford, pp. 2767-2779.
- Dillehay, T.D., Rossen, J., Andres, T.C. & Williams, D.E. (2007): Pre-ceramic Adoption of Peanut, Squash, and Cotton in Northern Peru. *Science* 316: 1890-1893.
- Dillehay, T.D., Rossen, J., Ugent, D., Karathanasis, A., Vásquez, V. & Netherly, P. (2010): Early Holocene coca chewing in northern Peru. *Antiquity* 84: 939-953.
- Erickson, C.L. (1992): Prehistoric Landscape Management in the Andean Highlands: Raised Field Agriculture and its Environmental Impact. *Population and Environment* 13: 285-300.
- Frosch, B. & Deil, U. (2011): Forest vegetation on sacred sites of the Tangier Peninsula (NW Morocco)—discussed in a SW-Mediterranean context. *Phytocoenologia* 41(3): 153-181.
- Gade, D.W. (1999): Nature and Culture in the Andes. The University of Wisconsin Press, Madison.
- Galán de Mera, A. (1995). Ensayo sintaxonómico sobre las comunidades vegetales acuáticas del Perú. *Arnaldoa* 3: 51-58.
- Galán de Mera, A., Baldeón, S., Beltrán, H., Benavente, M. & Gómez, J. (2004): Datos sobre la vegetación del centro del Perú. *Acta Botanica Malacitana* 29: 89-115.
- Galán de Mera, A., Campos de la Cruz, J., Linares Perea, E., Montoya Quino, J., Trujillo Vera, C., Villasante Benavides, F. & Vicente Orellana, J.A. (2017): Un ensayo sobre bioclimatología, vegetación y antropología en el Perú. *Chloris chilensis* 20(2), <http://www.chlorischile.cl>.
- Galán de Mera, A., Linares Perea, E., Campos de la Cruz, J., Trujillo Vera, C., Villasante Benavides, F. & Vicente Orellana, J.A. (2011): Novedades sobre la vegetación del Departamento de Arequipa (Perú). *Arnaldoa* 18(2): 125-144.
- Galán de Mera, A., Linares Perea, E., Campos de la Cruz, J. & Vicente Orellana, J.A. (2009): Nuevas observaciones sobre la vegetación del sur del Perú. *Del Desierto Pacífico al Altiplano*. *Acta Botanica Malacitana* 34: 107-144.
- Galán de Mera, A., Rosa, M.V. & Cáceres, C. (2002): Una aproximación sintaxonómica sobre la vegetación del Perú. *Clases, órdenes y alianzas*. *Acta Botanica Malacitana* 27: 75-103.
- Galán de Mera, A., Sánchez Vega, I., Linares Perea, E., Campos, J.,

- Montoya, J. & Vicente Orellana, J.A. (2016): A phytosociological analysis and synopsis of the dry woodlands and succulent vegetation of the Peruvian Andes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 88: 689-703.
- Galán de Mera, A., Sánchez Vega, I., Montoya Quino, J., Linares Perea, E., Campos de la Cruz, J., and Vicente Orellana, J.A. (2015). Las vegetación del norte del Perú: De los bosques a la jalca en Cajamarca. *Acta Botanica Malacitana* 40: 157-190.
- Galán de Mera, A., Vicente Orellana, J.A., Lucas García, J.A. & Probanza Lobo, A. (1997): Phytogeographical sectoring of the Peruvian coast. *Global Ecology and Biogeography Letters* 6: 349-367.
- Gobierno Peruano (2014): Información sobre las huacas en el Perú. Grupo funcional de elaboración de carpetas temáticas. Nota de información referencial n° 005-2014/2015, Lima.
- Goldstein, D., Coleman, R.C. & Williams, P.R. (2009): You are What You Drink: A Socio-Cultural Reconstruction of Prehispanic Fermented Beverage Use at Cerro Baul, Moquegua, Peru. In Jennings, J. & Browser, B.J. (eds.), *Drink, Power, and Society in the Andes*, Florida Scholarship Online, pp. 133-166.
- Hammer, Ø. (1999-2017): PAST. PAleontological STatistics. Version 3.18. Reference manual. University of Oslo, Oslo.
- Hooghiemstra, H., Wijninga, V.M. & Cleef, A.M. (2006): The Paleobotanical record of Colombia: Implications for biogeography and biodiversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 93: 297-324.
- Kuentz, A., Galán de Mera, A., Ledru, M.P. & Thouret, J.C. (2007): Phytogeographical data and modern pollen rain of the puna belt in souther Peru (Nevado Coropuna, Western Cordillera). *Journal of Biogeography* 34: 1762-1776.
- Lane, K., Huaman, O., Coll, L., Pullen, A. Beresford-Jones, D. & French, C. (2017): De fronteras y enclaves: La presencia Nasca en la sierra de Ica (260 a.C.-640 d.C.). *Boletín de Arqueología PUCP* 22: 117-132.
- Linderman, M.A., An L., Bearer, S., He, G., Ouyang, Z. & Liu, J. (2006): Interactive effects of natural and human disturbances on vegetation dynamics across landscapes. *Ecological Applications* 16: 452-463.
- Luebert, F. & Pliscoff, P. (2006): Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
- Montesinos, D.B. & Mondragón, L.P. (2013): Flora y vegetación en tres localidades de una cuenca costeña: río Acarí, provincia de Caravelí (Arequipa, Perú). *Zonas Áridas* 15(1): 11-30.
- Morales Garzón, F.J. (2007): Sociedades precolombinas asociadas a la domesticación y cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en Sudamérica. *Revista Latinoamericana de la Papa* 14: 1-9.
- Mulvany, E. (2005): La flor en el ciclo

- ritual incaico. Boletín de Arqueología de la Pontificia Universidad Católica del Perú 9: 373-386.
- Murra, J.V. (2009): El mundo andino. Población, medio ambiente y economía. Instituto de Estudios Peruanos, Lima.
- Navarro, G. & Maldonado, M. (2005): Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y Ambientes Acuáticos. Fundación Simón I. Patiño, Santa Cruz.
- Núñez, L., Grosjean, M. & Cartajena, I. (2005): Ocupaciones humanas y paleoambientes en la puna de Atacama. Universidad Católica del Norte-Taraxacum, San Pedro de Atacama.
- Ostolaza Nano, C. (2014): Todos los cactus del Perú. Ministerio del Ambiente, Lima.
- Perry, L., Sandweiss, D.H., Piperno, D.R., Rademaker, K. & Malpass, M.A. (2006): Early maize agriculture and interzonal interaction in southern Peru. *Nature* 440: 76-79.
- Piacenza, L. (2005). Evidencias botánicas en asentamientos Nasca. Boletín del Museo de Arqueología y Antropología de la Universidad de San Marcos 5(1): 3-13.
- Plowman, T. (1984): The Ethnobotany of Coca (*Erythroxylum* spp., *Erythroxylaceae*). *Advances in Economic Botany* 1: 62-111.
- Rivas-Martínez, S. (2017): Worldwide bioclimatic classification system. Phytosociological Research Center, Madrid. <http://www.globalbioclimatics.org>.
- Rivas-Martínez, S., Sánchez-Mata, D. & Costa, M. (1999): North American Boreal and Western temperate Forest Vegetation (Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America, II). *Itinera Geobotanica* 12: 5-316.
- Rodriguez, E.E., Aceñolaza, P.G., Linares Perea, E. & Galán de Mera, A. (2017): A phytosociological analysis of *Butia yatay* (Arecaceae) palm groves and gallery forests in Entre Rios, Argentina. *Australian Journal of Botany* 65: 183-202.
- Rostworowski, M. (2005): Recursos naturales renovables y pesca, siglos XVI-XVII. Curacas y sucesiones, costa norte. Instituto de Estudios Peruanos, Lima.
- Salaverry Llosa, J.A. (2006): Macroecología de los Andes peruanos. Situación actual y dinámica de cambio en los últimos 20000 años. Concytec-Ifea, Lima.
- Schwarz, T. (2017): Climate-data.org. AmbiWeb GmbH, Gernsbach. <http://es.climate-data.org/>
- Schwarzer, C., Cáceres Huamaní, F., Cano, A., La Torre, M.I. & Weigend, M. (2010): 400 years for long-distance dispersal and divergence in the northern Atacama desert- Insights from the Huaynaputina pumice slopes of Moquegua, Peru. *Journal of Arid Environments* 74: 1540-1551.
- Sluyter, A. (2001): Colonialism and landscape in the Americas: Material/conceptual transformations and continuing consequences. *Annals of the American Association of Geographers* 91: 410-428.

- The Plant List (2013): The plant list. A working list of all plant species. Kew Royal Botanic Gardens, Missouri Botanical Garden, The New York Botanical Garden. <http://www.theplantlist.org>.
- Tosi, J. (1960): Zonas de Vida Natural en el Perú. Instituto Inter-Americano de Ciencias Agrícolas de la OEA: Zona Andina, Boletín Técnico n° 5, Lima.
- Tropicos (2018): Tropicos.org. Missouri Botanical Garden, St. Louis. <http://www.tropicos.org>.
- Vicente Orellana, J.A. & Galán de Mera, A. (2003): The vegetation in the Villuercas region (Extremadura, Spain) and in Serra de San Mamede (Alto Alentejo, Portugal). The effect of different land use for the vegetation pattern. *Phytocoenologia* 33(4): 727-748.
- Weber, H.E., Moravec, J. & Theurillat, J.P. (2000): International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. *Journal of Vegetation Science* 11: 739-768.
- Weberbauer, A. (1945): El mundo vegetal de los Andes Peruanos (Estudio fitogeográfico). Ministerio de Agricultura, Lima.
- Wendel, J.F., Brubaker, C.L., and Seelanan, T. (2010). The origin and evolution of *Gossypium*. In Stewart, J.M., Oosterhuis, D., Heitholt, J.J., and Mauney, J.R. (eds.), *Physiology of cotton*. Springer, Dordrecht, pp. 1-18.
- Wernke, S.A. (2003). An archaeo-history of Andean community and landscape: The late prehispanic and early colonial Colca Valley, Peru. University of Wisconsin, Madison.
- Whaley, O.Q., Beresford-Jones, D.G., Milliken, W., Orellana, A., Smyk, A. & Leguía, J. (2010): An ecosystem approach to restoration and sustainable management of dry forest in southern Peru. *Kew Bulletin* 65: 613-641.
- Yépez Álvarez, W.J. & Jennings, J. (2012): ¿Wari en Arequipa? Análisis de los contextos funerarios de La Real. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Young, K.R. (2009): Andean land use and biodiversity: humanized landscapes in a time of change. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 96: 492-507.

RUMBO 20.30.



26
NOV

29
NOV

CONAMA 2018
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Tabla 1. Sitios arqueológicos, culturas, actividades humanas y referencias bibliográficas de Arequipa y algunas otras regiones del Perú. Periodos culturales: Precerámico (8000-3500 años AP), Tiwanaku (2217-717 años AP), Nazca (1917-1417 años AP), Wari (1417-1117 años AP), Inca (587-485 años AP), Primeros Españoles (417 años AP)

Departamento	Distrito	Sitio arqueológico	Abreviatura	Cultura	Actividad humana	Bibliografía
Ancash	Huarmey	Punta Salina	AJ	Precerámico	Casa	Bonavia (1996)
Arequipa	Atiquipa	Quebrada de la Vaca, Sileta, Caleta	A	Wari	Extracción algas	Canziani Amico (2009)
Arequipa	Atiquipa	Camino Inca	B	Inca	Transhumancia con camélidos	Canziani Amico (2009)
Arequipa	Atiquipa	Atiquipa	C	Wari	Cultivo en andenes	Canziani Amico (2009)
Arequipa	Atiquipa	Pampamarca	D	Wari	Cultivos	Brush (1976), Canziani Amico 2009)
Arequipa	Acarí	Río Acarí	E	-	Cultivos	Montesinos & Mondragón (2013)
Arequipa	Cabanaconde	Achachiwa	F	Wari Tiwanaku	Cultivo en andenes	Wernke 2003
Arequipa	Tisco	Tisco	G	Primeros españoles	Cultivo en andenes	Wernke 2003
Arequipa	Sibayo	Sibayo1	H	Primeros españoles	Cultivo en andenes	Wernke 2003
Arequipa	Callalli	Callalli1	I	Primeros españoles	Cultivo en andenes	Wernke 2003
Arequipa	Chivay	Chivay	J	Primeros españoles	Cultivo en andenes	Wernke 2003
Arequipa	Tuti	Tuti	K	Primeros	Cultivo en	Wernke 2003

				españoles	andenes	
Arequipa	Lluta	Lluta	L	Primeros españoles	Cultivo en andenes	Wernke 2003
Arequipa	Achoma	Achoma	M	Primeros españoles	Cultivo en andenes	Wernke 2003
Arequipa	Huanca	Huanca1	R	Primeros españoles	Cultivo en andenes	Wernke 2003
Arequipa	Cotahuasi	Wayñuna	N	Precerámico	Casa	Perry et al. (2006)
Arequipa	Cotahuasi	Tenahaha	O	Wari	Enterramiento	Jennings & Yépez Álvarez (2015)
Arequipa	Callalli	Callalli2	P	Wari Inca	Pastoreo camélidos	Erickson (1992) Wernke (2003)
Arequipa	Sibayo	Sibayo2	Q	Precerámico	Pastoreo camélidos	Morales Garzón (2007), autores
Arequipa	Majes	Beringa	AC	Wari	Enterramiento	Tung & Del Castillo (2005)
Arequipa	Majes	Huacán	S	Wari	Cultivo en andenes	Autores
Arequipa	Cotahuasi	Velinga	T	Wari	Cultivo en andenes	Autores
Arequipa	Viraco	Coropuna	U	Inca	Canal Irrigación	Chávez (2001)
Arequipa	Huanca	Huanca2	V	Inca	Rituales	Mulvany (2005)
Arequipa	Aplao	La Real	W	Wari	Enterramiento	Yépez Álvarez & Jennings (2012)
Cajamarca	San Miguel	Nanchoc	AD	Precerámico	Casa	Bradley (2013), Clement et al. (2010)
Ica	Nazca	Cahuachi	X	Nazca Wari Inca	Ciudad Rituales	Piacenza (2005), Whaley et al. (2010)
Junín	San Pedro de Cajas	Telarmachay	AE	Precerámico	Restos de camélidos	Wheeler (1999)
La Libertad	Magdalena de Cao	Huaca Prieta	AH	Precerámico	Casa Enterramiento	Whitaker & Bird (1949), Bird & Hyslop (1985), Clement et al. (2010), Grobman et al. (2012), Dillehay (2012), Carvalho et al. (2014)
Loreto	Iquitos y otras	-	AF	Desde Precerámico	Cultivos, recolecta de	Clement et al. (2010),

	localidades de la Amazonía baja			a primeros españoles	frutos	Clement et al. (2015)
Moquegua	Torata	Cerro Baúl	Y	Wari	Ciudad	Goldstein et al. (2009)
Moquegua	Moquegua	Chen Chen	AB	Tiwanaku	Casas Enterramientos Cultivo en andenes	Blom (1999)
Puno	Pomata	Pomata	Z	Inca	Restos de camélidos Cultivo en andenes	Stanish (2003)
Puno	Puno	Puno	AA	Inca	Restos de camélidos Cultivo en andenes	Stanish (2003)
Puno	San Gabán	-	AI	Desde Precerámico a primeros españoles	Cultivos, recolecta de frutos	Clement et al. (2010)

Tabla 2. Sitios arqueológicos, altitud, datos climáticos y diagnosis bioclimática de las estaciones meteorológicas consultadas. *h*- altitud (m), *It*- Índice de Termicidad, *Io*- Índice de humedad anual

Departamento	Sitio arqueológico	Estación meteorológica y distancia a los sitios arqueológicos (Km)	h (m)	It	Io	Diagnosis bioclimática
Ancash	Punta Salina	Huarmey (3.34)	25	533	0	Termotropical ultrahiperárido
Arequipa	Quebrada de la Vaca, Sileta, Caleta	Atiquipa (10.27)	0	512	0	Termotropical ultrahiperárido
Arequipa	Camino Inca	Chala (05.89)	20	527	0	Termotropical ultrahiperárido
Arequipa	Atiquipa	Atiquipa (01.06)	400	512	0	Termotropical ultrahiperárido
Arequipa	Pampamarca	Atiquipa Reserva (0.0)	1282	512	1.6	Termotropical semiárido
Arequipa	Río Acarí	Acarí (0.0)	200	534	0	Termotropical ultrahiperárido
Arequipa	Achachiwa	Cabanaconde (0.95)	3320	276	2.6	Supratropical seco
Arequipa	Tisco	Tisco (0.0)	4232	87	11.2	Orotropical húmedo
Arequipa	Sibayo	Sibayo (0.0)	3919	181	5.7	Supratropical subhúmedo
Arequipa	Callalli	Callalli (0.0)	3887	178	5.7	Supratropical subhúmedo
Arequipa	Chivay	Chivay (0.0)	3713	212	4.1	Supratropical subhúmedo
Arequipa	Tuti	Tuti (0.0)	3858	170	5.7	Supratropical subhúmedo

Arequipa	Lluta	Lluta (0.0)	3182	305	0.9	Supratropical árido
Arequipa	Achoma	Achoma (0.0)	3503	243	3.3	Supratropical seco
Arequipa	Huanca	Huanca (0.0)	3078	352	0.8	Mesotropical árido
Arequipa	Wayñuna	Huilla (0.0)	3625	327	3.5	Mesotropical seco
Arequipa	Tenahaha	Alca (9.0)	3200	350	2.7	Mesotropical seco
Arequipa	Beringa	Aplao (03.33)	700	566	0.0	Termotropical ultrahiperárido
Arequipa	Huacán	El Pedregal (15.0)	1984	540	0.0	Termotropical ultrahiperárido
Arequipa	Velinga	Quechualla (06.69)	1967	511	0.3	Termotropical hiperárido
Arequipa	Coropuna	Imata (169.49)	5600	27	16.0	Criorotropical hiperhúmedo
Arequipa	La Real	Huancarqui (04.21)	589	566	0.0	Termotropical ultrahiperárido
Cajamarca	Nanchoc	Nanchoc (0.0)	500	621	0.3	Termotropical semiárido
Ica	Cahuachi	Nazca (19.61)	400	541	0.0	Termotropical ultrahiperárido
Junín	Telarmachay	San Pedro de Cajas (8.0)	4420	146	11.5	Orotropical húmedo
La Libertad	Huaca Prieta	Magdalena de Cao (04.23)	8	558	0.0	Termotropical ultrahiperárido
Loreto	-	Iquitos (0.0)	104	770	8.6	Infratropical húmedo
Moquegua	Cerro Baúl	Torata (4.4)	2584	402	0.2	Mesotropical hiperárido
Moquegua	Chen Chen	Moquegua (0.0)	1452	515	0.1	Termotropical ultrahiperárido
Puno	Pomata	Pomata (1.44)	3960	220	7.6	Supratropical húmedo
Puno	Puno	Puno (0.0)	3832	203	6.9	Supratropical húmedo
Puno	-	San Gabán (0.0)	650	658	18.7	Termotropical hiperhúmedo

Tabla 3. Asociaciones y algunas alianzas de vegetación de los alrededores de los sitios arqueológicos estudiados

Vegetación	Abreviatura CCA	Principales especies	Sitio arqueológico	Departamento
<i>Acacio macracanthae-Tecometum guarumis</i>	ACA-GUA	<i>Bulnesia retamo</i> , <i>Scutia spicata</i> , <i>Tecoma fulva</i> subsp. <i>guarume</i> , <i>Vallesia glabra</i>	Cahuachi	Ica
Algas	SWE	-	Quebrada de la Vaca, Sileta, Caleta	Arequipa
<i>Baccharito salicifoliae-Gynerietum sagittati</i>	BAC-GYN	<i>Baccharis salicina</i> , <i>Equisetum giganteum</i> , <i>Gynerium sagittatum</i> , <i>Tessaria integrifolia</i>	Huaca Prieta	La Libertad
<i>Bacopo monnieri-Typhetum domingensis</i>	BAC-TYP	<i>Bacopa monnieri</i> , <i>Paspalum vaginatum</i> , <i>Schoenoplectus americanus</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Typha domingensis</i>	Huaca Prieta	La Libertad
<i>Caesalpinio spinosae-Myrcianthetum ferreyrae</i>	CAE-MYR	<i>Caesalpinia spinosa</i> , <i>Citharexylum flexuosum</i> , <i>Croton alnifolius</i> , <i>Myrcianthes ferreyrae</i> , <i>Randia rotundifolia</i>	Pampamarca	Arequipa
<i>Crotono ruiziani-Acacietum macracanthae</i>	CRO-ACA	<i>Acacia macracantha</i> , <i>Bursera graveolens</i> , <i>Croton ruizianus</i> , <i>Espositoa lanata</i> ,	Nanchoc	Cajamarca



		<i>Eriotheca ruizii</i> , <i>Onoseris odorata</i> ,		
<i>Dunalia spinosae-Baccharitetum latifoliae</i>	DUN-BAC	<i>Baccharis latifolia</i> , <i>Cantua buxifolia</i> , <i>Dunalia spinosa</i> , <i>Mutisia acuminata</i> , <i>Ophryosporus peruvianus</i>	Achachiwa Chivay Lluta Achoma Wayñuna Tenahaha Huanca	Arequipa
<i>Equiseto gigantei-Salicetum humboldtiana</i>	EQU-SAL	<i>Baccharis salicina</i> , <i>Equisetum giganteum</i> , <i>Pityrogramma trifoliata</i> , <i>Salix humboldtiana</i>	Acarí River Cahuachi Huaca Prieta	Arequipa Ica La Libertad
<i>Festuco dolichophyllae-Calamagrostietum antoniana</i>	FES-CAL	<i>Calamagrostis rigida</i> , <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Novenia acaulis</i> , <i>Senecio evacoides</i> , <i>Trisetum spicatum</i>	Telarmachay Pomata Puno	Junín Puno Puno
<i>Neoraimondia arequipensis-Browningietum viridis</i>	NEO-BRO	<i>Browningia viridis</i> , <i>Melocactus peruvianus</i> , <i>Neoraimondia arequipensis</i> , <i>Oreocereus hempelianus</i> , <i>Weberbauerocereus rauhii</i>	Velinga	Arequipa
<i>Nicotiano paniculatae-Urocarpidetum peruviani</i>	NIC-URO	<i>Malva parviflora</i> , <i>Nicotiana paniculata</i> , <i>Sisymbrium peruvianum</i> , <i>Urocarpidium peruvianum</i>	Cahuachi	Ica
<i>Nolanion spathulatae</i>	NOL	<i>Lupinus mollendoensis</i> , <i>Nolana pallidula</i> , <i>N. spathulata</i> , <i>Palaua dissecta</i> , <i>Tetragonia vestita</i> , <i>Weberbauerella brongniartioides</i>	Camino Inca Atiquipa	Arequipa
<i>Nototricho obtusatae-Xenophylletum poposi</i>	NOTO	<i>Anthochloa lepidula</i> , <i>Dielsiochloa floribunda</i> , <i>Nototriche obtusata</i> , <i>Xenophyllum poposum</i>	Coropuna	Arequipa
<i>Parastrephia quadrangularis-Festucetum dolichophyllae</i>	PAR-FES	<i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Parastrephia quadrangularis</i> , <i>Poa candamoana</i> , <i>Senecio spinosus</i>	Tisco Sibayo Callalli Tuti	Arequipa
Pluvisilva amazónica	RAIN	-	-	Loreto
<i>Schino mollis-Acacieta macracantha</i>	SCH-ACA	<i>Acacia macracantha</i> , <i>Bulnesia retamo</i> , <i>Pluchea chingoyo</i> ,	Punta Salina	Ancash

		<i>Prosopis pallida</i> , <i>Schinus molle</i>		
<i>Schino mollis-Tecomatum arequipensis</i>	SCH-ARE	<i>Acacia macracantha</i> , <i>Fuertesimalva echinata</i> , <i>Schinus molle</i> , <i>Tecoma fulva</i> subsp. <i>Arequipensis</i>	Cerro Baúl Chen Chen	Moquegua
<i>Schino mollis-Tecomatum tanaeciiflorae</i>	SCH-TAN	<i>Acacia macracantha</i> , <i>Schinus molle</i> , <i>Tecoma fulva</i> subsp. <i>tanaeciiflora</i>	Huanca Tenahaha Beringa La Real	Arequipa
<i>Tillandsia latifoliae</i>	TIL	<i>Tillandsia latifolia</i> , <i>T. purpurea</i> , <i>T. straminea</i>	Huaca Prieta	La Libertad
<i>Weberbauerocero rauhii-Browningietum candelaris</i>	RAU-BRO	<i>Browningia candelaris</i> , <i>Haageocereus platinospinus</i> , <i>Neoraimondia arequipensis</i> , <i>Weberbauerocereus rauhii</i>	Cahuachi	Ica
<i>Weberbauerocereo rauhii-Corryocactetum brevistyli</i>	WEB-COR	<i>Armatocereus riomajensis</i> , <i>Corryocactus brevistylus</i> , <i>Euphorbia apurimacensis</i> <i>Weberbauerocereus rauhii</i>	Huanca Huacán	Arequipa
<i>Weberbauerocereo torataensis-Corryocactetum brevistyli</i>	TOR-COR	<i>Bougainvillea spinosa</i> , <i>Corryocactus brevistylus</i> , <i>Malesherbia ardens</i> , <i>Weberbauerocereus torataensis</i>	Cerro Baúl	Moquegua
<i>Weberbauerocereo weberbaueri-Browningietum candelaris</i>	WER-BRO	<i>Browningia candelaris</i> , <i>Cumulopuntia sphaerica</i> , <i>Neoraimondia arequipensis</i> , <i>Weberbauerocereus weberbaueri</i>	Chen Chen	Moquegua