

Morfología del polen de plantas silvestres en floración en Laramie - Chao durante el invierno 2024

Pollen morphology of flowering wild plants in Laramie-Chao during winter 2024

Zulita Adriana Prieto¹ 
<https://orcid.org/0000-0002-9782-1782>
zprieto@unitru.edu.pe

Agustín Martos Tupes²
<https://orcid.org/0000-0002-3834-1252>

José Mostacero León¹
<https://orcid.org/0000-0003-2556-3013>

Jaime Espinoza Carbajal¹
<https://orcid.org/0000-0003-1656-409X>

Luz Argomodo¹
<https://orcid.org/0000-0003-1716-9710>

1 Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II, Trujillo 13008, Perú

2 Departamento Académico de Entomología, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Av. La Molina s/n, La Molina, Lima, Perú

Recibido: 22.10.2024

Aceptado: 25.11.2024

Publicado (en línea): 30.06.2025

Prieto, Z.; Martos, A.; Mostacero, J.; Espinoza, J. & Argomodo, L. 2024. Morfología del polen de plantas silvestres en floración en Laramie-Chao durante el invierno 2024. *Arnaldoa* 31(2): 297 - 309. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.312.31206>

Resumen: La vegetación silvestre en floración contribuye en el mantenimiento de la biodiversidad, el equilibrio ecológico y la sostenibilidad de los ecosistemas, con influencia positiva, en particular, en los insectos polinizadores. La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar morfológicamente los granos de polen de plantas silvestres en floración predominantes en la localidad de Laramie, provincia de Chao, departamento de La Libertad, Perú, durante el invierno 2024. Se colectaron partes de plantas como tallos y ramas con flores. Las plantas fueron identificadas en el herbario de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT); las anteras y granos de polen en 19 especies identificadas fueron preparadas para su observación y caracterización a microscopio compuesto a 100X. Se destaca la gran diversidad del grano de polen en cuanto a caracteres morfológicos entre especies diferentes y aun dentro del mismo género, destacándose como caracteres variables el tamaño, la forma y la ornamentación de la exina, lo cual sugiere el gran potencial de uso de tales caracteres en la identificación taxonómica de plantas.

Palabras clave: vegetación silvestre; caracterización de granos de polen; diversidad de granos de polen

Abstract: Flowering wild vegetation contributes to the maintenance of biodiversity, ecological balance and the sustainability of ecosystems, with a positive influence, in particular, on pollinating insects. The objective of this research was to characterize morphologically the pollen grains of wild flowering plants predominant in the town of Laramie, province of Chao, department of La Libertad, Peru, during winter 2024. Parts of plants, such stems and branches with flowers, were collected. Plants identification was done in the herbarium of the National University of Trujillo (UNT); anthers and pollen grains in 19 identified species were prepared for observation, and characterization under a compound microscope at 100X. The great diversity of the pollen grain is stands out in terms of morphological characters between different species and even within the same genus, highlighting the size, shape and ornamentation of the exine as variable characters, which suggests the great potential for use of such characters in the taxonomic identification of plants.

Key words: wild vegetation; characterization of pollen grains; pollen grain diversity



INTRODUCCIÓN

Las plantas silvestres crecen de manera natural en una diversidad de hábitats, y su capacidad para adaptarse a distintos sustratos y cambios climáticos constituye un pilar fundamental en el equilibrio del ecosistema, así como en la interacción con microorganismos, flora y fauna (Hu et al., 2023). Son esenciales en la ecología, alimentación humana, medicina, sector agropecuario, industria, y sostenibilidad ambiental. Fauna y flora silvestre, denominados “alimento silvestre”, forman parte de la alimentación humana en el mundo (Iannotti et al., 2024). En esta línea, Powell et al. (2023) mencionan que es importante integrar plantas silvestres en la dieta humana con regulaciones para evitar la sobreexplotación, teniendo en cuenta lo que manifiestan Wessels et al., (2021) respecto a que el cambio climático ya está ocasionando la disminución de las plantas silvestres. Éstas, como fuente de compuestos bioactivos, son utilizadas para el desarrollo de medicamentos en el tratamiento de diversas enfermedades (Mukheet et al., 2023), así por ejemplo, el árbol de la quina *Cinchona officinalis*, que contiene el alcaloide quinina para el tratamiento de la malaria, ha sido objeto de estudios de micropropagación y criopreservación (Sanchez-Santillan et al., 2024). También, es relevante la presencia de metabolitos secundarios con potencial acción sobre bacterias y hongos patógenos (Tomayo et al., 2024). No obstante, el conocimiento de las especies vegetales y las condiciones de su entorno, contribuyen a la toma de decisiones para el desarrollo de planes de conservación y manejo sostenible del lugar.

La vegetación silvestre contribuye en el mantenimiento de la diversidad, sostenibilidad, el equilibrio ecológico y la conservación de los suelos en los ecosistemas naturales, con influencia positiva en los ecosistemas agrícolas, constituyéndose en hábitats con temperatura y humedad adecuadas para el hombre e insectos polinizadores, predadores y parasitoides donde encuentran refugio, alimento y lugares para reproducción; a diferencia de las plantas cultivadas, exigentes en requerimientos como el agua, son ecosistemas estables y tolerantes a cambios extremos del clima que proporcionan una fuente continua de néctar y polen a lo largo del año para insectos polinizadores, en particular para la abeja *Apis mellifera*. Las abejas melíferas, la gran diversidad de abejas, abejorros y avispas silvestres viven y se multiplican exitosamente en estos lugares para, después, pasar a otros lugares donde realizan labores de polinización y control biológico de plagas. Guallpa, Guilcapi y Espinoza (2020) afirman que la vegetación silvestre tiene un gran potencial melífero y polinífero para el desarrollo de la abeja melífera y la producción de mieles diversas, por lo cual, aconsejan, aplicar el conocimiento botánico de la flora en el mejor manejo de las colmenas, y la conservación y restauración del ecosistema. Mora-Olivo y Martínez-Ávalos (2012) estudiaron plantas silvestres que florecen en diversas estaciones en el Bosque Urbano de México.

Dada la importancia que tienen las plantas que integran la vegetación silvestre, es necesario conocer la taxonomía botánica y las características del polen para su empleo en programas específicos de sostenimiento, posibles necesidades de reforestación, estudios taxonómicos y creación de palinotecas virtuales. Las características

morfológicas del polen desempeñan un papel clave en la determinación taxonómica de las plantas, facilitando la elaboración de registros botánicos y la creación de palinotecas (Astolfi et al., 2020). Di Pasquo et al., (2022) afirman que las colecciones de polen no solo representan un legado histórico de la vegetación, sino que también son herramientas valiosas para estudios ecológicos y la planificación de estrategias de conservación que promuevan el equilibrio de los ecosistemas. En el Perú, el estudio de la flora polinífera de Oxapampa destaca las especies silvestres *Dictyocaryum lamarckianum*, *Juglans neotropica* y *Croton perspicuosus* (Sayas y Huamán, 2009), existiendo estudios de flora palinológica en Huarán y Cuyo Grande en Cusco (Yuca-Rivas 2021), así como reportes de caracterización del polen en especies de Wayllapampa, Ayacucho (Aponte 2012), y de diversidad de especies vegetales en Angoteros y Bellavista, en Loreto (Montenegro, 2022).

Sea para fines de conocimiento científico o para la conservación de las especies vegetales silvestres, es necesario su identificación desde el punto de vista taxonómico en base a las técnicas tradicionales que se basan en las características morfológicas de la planta y sus flores, sin embargo, es importante sumar, a lo antes indicado, la caracterización morfológica del grano de polen para una precisa identificación. Los trabajos en esta línea de investigación en Perú son escasos, siendo, por tanto, necesario realizar más estudios en diferentes regiones del país para conocer e interpretar las relaciones de organismos, como los insectos polinizadores, con las flores y el polen de plantas silvestres.

La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar morfológicamente los granos de polen de plantas silvestres en floración predominantes en la localidad de Laramie, provincia de Chao, departamento de La Libertad, Perú, durante el invierno 2024.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la sección Jaime II de la localidad de Laramie, distrito de Chao, Provincia de Virú, Departamento de La Libertad, Perú (Figura 1), durante los meses invernales de julio y agosto de 2024, con valores de temperatura promedio diario de 16 a 22 °C, en un área geográfica de estudio de alrededor de 5 km a la redonda, tomando como centro de operaciones la localidad de Jaime II. La zona presentó áreas húmedas, cerca al canal de riego, y zonas secas y arenosas en puntos alejados.

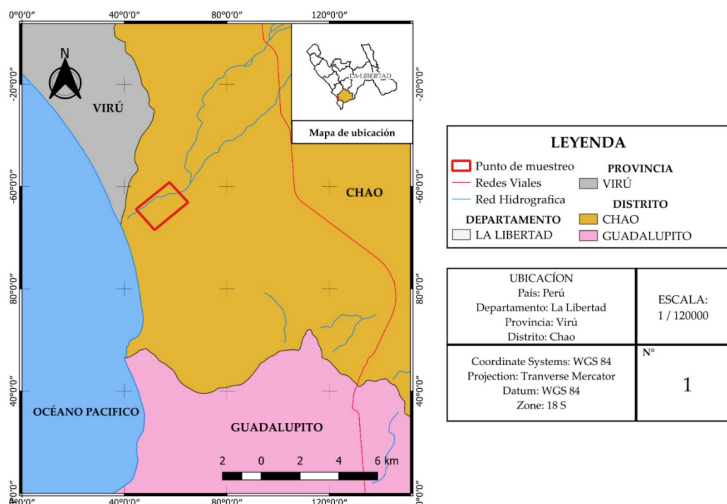


Figura 1. Zona de colección de muestras, en recuadro en rojo. Jaime II, Laramie, Chao, Perú, 2024.

En el área de estudio se colectaron tallos y ramas con flores de plantas silvestres. El material colectado fue acondicionado en bolsas plásticas con cierre Ziploc y etiquetadas con datos relativos a la planta y su punto de colección; por separado se colectaron flores de la misma planta que fueron colocadas en vasitos etiquetados. Todo el material se colocó en una caja de tecnopor con papel toalla ligeramente humedecido en el fondo. Las muestras de plantas fueron trasladadas al Herbarium Truxillense de la Universidad Nacional de Trujillo (HUT), donde se procedió a su determinación taxonómica mediante la comparación con los registros presentes en dicha institución. Además, se recurrió a fuentes de literatura especializada en la flora peruana, como Mostacero *et al.* (2009) y Brako & Zarucchi (1993). Es relevante mencionar que también se llevó a cabo la actualización de los nombres científicos de las especies de flora, utilizando recursos en línea como Trópicos, Welcome to the International Plant Names Index (IPNI) y World Flora Online (WFO).

Las muestras de flores, para el estudio de los granos de polen, se analizaron en el laboratorio de microscopía de la UNT.

Las anteras en estado dehiscente de cada planta, sobre láminas porta objetos, fueron aisladas con aguja estéril y acondicionadas en tubos de capacidad de 1,5 ml, conteniendo un fijador a base de alcohol absoluto y ácido acético glacial en proporción de 3:1 (Sanabria *et al.*, 2007). Las muestras fueron almacenadas a 4°C y, después de 24 horas, se colocaron dos gotas de la suspensión sobre una lámina portaobjetos, evitando superposición de gotas. Luego de la evaporación del fijador los depósitos de polen se tiñeron con safranina al 0,5% por 5 minutos, se eliminó el colorante mediante enjuague con agua destilada, y se colocó una gota de agua sobre la muestra en el portaobjeto para luego, cuidadosamente, poner un cubreobjeto sobre la gota de agua.

Se analizaron granos de polen frescos sin colorear para la determinación del color natural del polen, mientras que los granos de polen coloreados fueron analizados según el

procedimiento de Erdtman (1986) en base a los siguientes parámetros: tipo: simple, diada, tetrada; diámetro: eje polar (P) y eje ecuatorial (E); según los valores de la relación P/E, se determinó la forma del grano de polen en: peroblado, oblado, subesferoidal, suboblado, oblado esferoidal, prolado esferoidal, suprolado, prolado, perprolado, según sea el caso; se tuvo en cuenta el número de aperturas, porados o colporados y el tamaño y categorías según la longitud del eje más largo: muy pequeño (< 10 µm), pequeño (10-25 µm), mediano (25-50 µm), grande (50-100 µm), muy grande (100 – 200 µm) y gigante (>200 µm); ornamenta en la superficie de la exina (Mondragón, 2006): reticulada, estriado, granulosa, y rugulada; grosor de la exina, y diámetro del poro.

Las observaciones se hicieron con microscopio Olympus BX40 y las tomas fotográficas fueron realizadas con cámara Olympus DP. Las mediciones se realizaron con el procesador de imágenes software de la cámara a 100X. Se establecieron promedios y desviación estándar de los valores en longitud de los granos de polen.

RESULTADOS

Se realizó la caracterización de los granos de polen de 19 especies vegetales, correspondientes a 15 géneros y 13 familias. Los resultados se presentan para cada especie en base al tipo, diámetro, índice P/E, forma, aperturas y número, tamaño y categorías, y ornamenta en la superficie de la exina. Cada especie está acompañada de la familia a la cual pertenece y las características particulares del grano de polen.

Alternanthera halimifolia (Lam.) Standl. ex Pittier (Amaranthaceae). Planta rastrera, endémica de Perú. Presenta el polen, visto a 100X, de color amarillo intenso, tipo simple, con diámetro promedio del eje ecuatorial de $12,45 \pm 0,55$ µm, longitud del eje polar (P) de $13,87 \pm 0,75$ µm, forma prolada esferoidal, dodecaédrico (12 poros), apertura pantoporada con una distancia entre poros de $6,34 \pm 0,56$ µm, metarretículo pentagonal con amplitud de $6,61 \pm 0,67$ µm con cada lado del pentágono en alto relieve de $5,39 \pm 0,12$ µm, exina con ornamenta a modo de micro espinas con un diseño en línea a lo largo de la misma, grosor de la exina $1,03 \pm 0,22$ µm y diámetro del poro $1,10 \pm 0,13$ µm (Figura 2, A1 y A2; Tabla 1).

Amaranthus spinosus L. 1753 (Amaranthaceae). Planta herbácea erecta con espigas en el tallo e inflorescencia alargada y grande. Polen de color amarillo intenso, tipo simple, tamaño promedio de $21,35 \pm 1,36$ µm en la vista ecuatorial y de $20,87 \pm 0,89$ µm en la vista polar, forma prolada esferoidal con aperturas polipantoporada con poros distribuidos en toda la superficie de diámetro promedio de $1,27 \pm 0,23$ µm, y exina de superficie rugosa con grosor de $1,65 \pm 0,23$ µm (Figura 2, B1 y B2; Tabla 1).

Amaranthus viridis L. 1763 (Amaranthaceae). Especie herbácea erecta, tallo verde con líneas rojizas, inflorescencia con panículas globulares de color verde con tonalidades amarillas. Polen de forma prolada esferoidal y polipantoporada con poros distribuidos de manera uniforme en toda la superficie, tipo simple, diámetro promedio de $19,19 \pm 3,17$ µm en vista ecuatorial y $19,68 \pm 3,44$ µm en vista

polar, exina con rugosidades y grosor de $0,76 \pm 0,31 \mu\text{m}$, y diámetro del poro $0,94 \pm 0,30 \mu\text{m}$ (Figura 2, C1 y C2; Tabla 1).

Amaranthus Hybridus L. 1753 (Amaranthaceae). Planta herbácea erecta con hojas de forma ovada y tallo e inflorescencia con tonalidades rojizas. El polen tiene forma oblata esferoidal y polipantoporado, tipo simple, diámetro promedio de $22,62 \pm 1,89 \mu\text{m}$ y $22,51 \pm 2,54 \mu\text{m}$ en vista polar, exina rugosa con un grosor de $0,88 \pm 0,70 \mu\text{m}$, y diámetro del poro de $1,09 \pm 0,19 \mu\text{m}$ (Figura 2, D1 y D2; Tabla 1).

Amaranthus celosioides Kunth 1818 (Amaranthaceae). Es una planta herbácea erecta. El polen tiene forma oblata esferoidal, tipo simple, apertura polipantoporada con poros distribuidos uniformemente en toda la superficie, exina con rugosidades, diámetro promedio $28,61 \pm 1,94$ en vista ecuatorial y $29,69 \pm 2,04 \mu\text{m}$ en vista polar, grosor de la exina de $1,52 \pm 0,31 \mu\text{m}$, y diámetro del poro de $1,17 \pm 0,25 \mu\text{m}$ (Figura 2, E1 y E2; Tabla 1).

Sesuvium portulacastrum (L.) L. 1759 (Aizoaceae). Planta rastrera de escasa altura. El polen de forma prolada esferoidal y tricolporado, tipo simple, dimensiones en vista ecuatorial y polar de $26,71 \pm 2,07 \mu\text{m}$ y $28,63 \pm 3,20 \mu\text{m}$, respectivamente; exina granulada con un grosor de $1,26 \pm 0,21 \mu\text{m}$, y diámetro del poro de $87 \pm 0,27 \mu\text{m}$ (Figura 3, A1, A2; Tabla 1).

Spilanthes urens Jacq. 1760 (Asteraceae). Planta herbácea perenne cuyo polen es de forma prolada esferoidal, tipo simple, exina equinada, longitud en vista ecuatorial de $17,23 \pm 1,21 \mu\text{m}$ y en la vista polar de $17,71 \pm 1,98 \mu\text{m}$, y longitud promedio de espinas de $2,31 \pm 0,39 \mu\text{m}$, (Figura 3, B1 y B2; Tabla 1).

Heliotropium curassavicum L. 1753 (Boraginaceae). Polen de forma subprolado, dicolporado con aparente poro adicional no colporado, tipo simple, exina reticulada de manera irregular con apariencia de perforaciones, tamaño de $22,88 \pm 2,61 \mu\text{m}$ en vista ecuatorial y $25,92 \pm 2,23 \mu\text{m}$ en vista polar, grosor de la exina de $0,82 \pm 0,15 \mu\text{m}$, y diámetro del poro de $1,31 \pm 0,09 \mu\text{m}$ (Figura 3, C1 y C2; Tabla 1).

Maytenus orbicularis (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Loes. 1913 (Celastraceae). Árbol con polen de color amarillo intenso. El grano de polen de forma prolada esferoidal, apertura tricolporada, tipo simple, tamaño en vista ecuatorial $21,34 \pm 2,3 \mu\text{m}$ y $22,85 \pm 1,98 \mu\text{m}$ en vista polar, exina verrugosa con grosor de $1,62 \pm 0,37 \mu\text{m}$, y diámetro del poro de $1,51 \pm 0,24 \mu\text{m}$ (Figura 3, D1 y D2; Tabla 1).

Ipomoea asarifolia (Desr.) Roem. & Schult. 1819 (Convolvulaceae). Planta herbácea, trepadora, con flores grandes campanuladas de color blanco. El grano de polen es de forma prolada esferoidal, tipo simple, apertura polipantoporado, exina equinada con espinas distribuidas en toda la superficie con longitud promedio de $12,21 \pm 1,64 \mu\text{m}$, tamaño grande con longitud promedio en vista ecuatorial de $105,78 \pm 2,47 \mu\text{m}$ y de $106,67 \pm 3,61 \mu\text{m}$ en vista polar, grosor de la exina de $2,67 \pm 0,41 \mu\text{m}$, y diámetro del poro de $4,22 \pm 0,49 \mu\text{m}$ (Figura 4, A1; Tabla 1).

Cryptocarpus pyriformis Kunth 1817 (Nyctaginaceae). Planta de crecimiento rastrero. Polen simple, forma prolada esferoidal y tricolporado, tamaño mediano con un diámetro promedio en vista ecuatorial de $24,19 \pm 3,34 \mu\text{m}$ y diámetro promedio vista polar de $25,35 \pm 3,26 \mu\text{m}$, exina reticulada con

un grosor de $2,18 \pm 0,432 \mu\text{m}$, y diámetro del poro en $1,10 \pm 0,12 \mu\text{m}$ (Figura 4, B1 y B2; Tabla 1).

Ricinus communis L. 1753 (Eupobiaceae). Arbusto de hojas alternas, dentadas y grandes. El grano de polen simple, forma oblata esferoidal, apertura tricolporado, promedio en vista ecuatorial de $31,44 \pm 0,98 \mu\text{m}$ y diámetro promedio en vista polar de $30,55 \pm 1,02 \mu\text{m}$, exina rugulada, grosor de la exina de $1,96 \pm 0,29 \mu\text{m}$, y diámetro del poro de $1,10 \pm 0,12 \mu\text{m}$ (Figura 4, C1 y C2; Tabla 1).

Biancaea decapetala (Roth) O.Deg. (Fabaceae). Arbusto. Grano de polen de color amarillo intenso, simple, diámetro promedio del eje ecuatorial (E) de $51,08 \pm 2,37 \mu\text{m}$, diámetro en vista polar de $47,12 \pm 2,04 \mu\text{m}$, ratio $P/E \times 100 = 92,25$, forma oblato-esferoidal, aperturas tricolporadas con tres poros bien definidos de los cuales parten tres bandas con ornamentación reticulada peculiar en forma de pequeños círculos en la exina, presentando la banda central un ancho, al inicio de la ramificación, de $19,18 \pm 0,68 \mu\text{m}$; grosor de la exina de $2,35 \pm 0,43 \mu\text{m}$, y diámetro del poro $3,44 \pm 1,01 \mu\text{m}$ (Figura 5, A1 y A2; Tabla 1).

Crotalaria micans Link 1822 (Fabaceae). Polen simple, forma oblata esferoidal con cuatro aperturas, tetracolporado, diámetro en vista ecuatorial de $23,89 \pm 2,85 \mu\text{m}$ y en vista polar de $22,48 \pm 1,71 \mu\text{m}$, exina rugulada, grosor de la exina $0,89 \pm 0,12 \mu\text{m}$, y el diámetro del poro es $2,38 \pm 0,53 \mu\text{m}$ (Figura 5, B1 y B2; Tabla 1).

Cenchrus purpureus (Schumach.) Morrone 2010 (Poaceae). Planta herbácea perenne. Grano de polen simple, forma oblata monocolporado, tamaño en vista ecuatorial de $38,86 \pm 1,14 \mu\text{m}$ y en vista polar de $28,38 \pm 2,69 \mu\text{m}$, exina psilate con perforaciones y grosor de $2,63 \pm 1,35 \mu\text{m}$, y diámetro del poro de $2,56 \pm 0,31 \mu\text{m}$ (Figura 5, C1 y C2; Tabla 1).

Waltheria ovata Cav. 1788 (Malvaceae). Grano de polen simple, forma prolada esferoidal, tetra-pentacolporado, tamaño en vista ecuatorial de $42,02 \pm 4,06 \mu\text{m}$ y en vista polar es $45,06 \pm 3,23 \mu\text{m}$, exina es rugulada, con un grosor de $1,36 \pm 0,34 \mu\text{m}$, y diámetro del poro de $1,57 \pm 0,59 \mu\text{m}$ (Figura 5, D1 y D2; Tabla 1).

Phragmites australis (Cav.) Trin. Ex Steud (Poaceae). Planta herbácea perenne. Grano de polen simple, forma oblata esferoidal, apertura porado, diámetro de $22,95 \pm 1,08$ en vista ecuatorial y en vista polar de $20,29 \pm 1,05 \mu\text{m}$, exina rugulada y grosor de $1,09 \pm 0,18 \mu\text{m}$, y diámetro del poro de $1,88 \pm 0,16 \mu\text{m}$ (Figura 5, E1 y E2; Tabla 1).

Bacopa monnieri (L.) Wettst. 1891 (Plantaginaceae). Planta herbácea perenne de crecimiento rastrero y pequeño tamaño con una altura de 10 a 20 cm. Grano de polen simple, forma suboblata con tendencia a ser esferoidal o triangular, tricolporado, tamaño en vista ecuatorial de $29,17 \pm 2,34 \mu\text{m}$ y el diámetro en vista polar de $25,90 \pm 1,25 \mu\text{m}$ ($23 - 29 \mu\text{m}$), exina reticulada y grosor de $1,41 \pm 0,23 \mu\text{m}$, y el diámetro del poro de $1,89 \pm 0,27 \mu\text{m}$ (Figura 5, F1 y F2; Tabla 1).

Phyla nodiflora (L.) Greene 1899 (Verbenaceae). Planta herbácea perenne. Grano de polen simple, forma suboblata, apertura dicolporado, diámetro de $31,59 \pm 3,02 \mu\text{m}$ en vista ecuatorial y de $26,05 \pm 3,73 \mu\text{m}$ en vista polar, exina verrugosa y grosor de $0,99 \pm 0,32 \mu\text{m}$, diámetro del poro de $1,37 \pm 0,47 \mu\text{m}$ (Figura 5, G1 y G2; Tabla 1).

DISCUSIÓN

Las plantas silvestres en floración, como parte de la biodiversidad, constituyen material biológico importante para investigación científica en la caracterización morfológica de los granos de polen. Las características de estos granos, como las dimensiones y tamaño, formas, ornamentaciones y poros, entre otras, son variables particulares y distintivas para cada especie que permiten, no solo la identificación de la especie vegetal, sino también la comprensión de las relaciones evolutivas entre especies, la determinación de su distribución geográfica, y su papel ecológico en el medio ambiente; siendo, en particular, esenciales en el sostenimiento de polinizadores y la biodiversidad animal, en la preservación de hábitats de insectos benéficos y controladores biológicos, y en su potencial como reservorio de genes de resistencia a enfermedades, plagas y condiciones medioambientales adversas.

En la familia *Amaranthaceae*, se registran 69 géneros y más de 1000 especies (Townsend 1993); en Laramie, Chao, tenemos los géneros *Alternanthera* y *Amaranthus* que destacan por su abundancia y oferta de polen. En el primer género destaca la especie *A. halimifolia* (Lam.) Standl. ex Pittier *truxillensis* Kunth, por su gran utilidad como alimento para el ganado (Agudelo-H 2008). En la presente investigación el polen de *A. halimifolia* destaca el menor tamaño comparado a lo reportado en otras especies del género, con mayor similitud al de *A. tenella* en cuanto a forma y número de poros (Sánchez-del Pino et al., 2016).

El género *Amaranthus* constituye un complejo de especies con alta variabilidad en distribución geográfica y fenotipo, reconociéndose los subgéneros *Acnida* (L.) Aellen ex KR Robertson, *Albersia* (Kunth) Gren. & Godr., y *Amaranthus* (Mosyakin y Robertson, 1996); sin embargo, la clasificación y nomenclatura del género siguen siendo objeto de debate y no se ha resuelto por completo (Iamónico, 2023). En Laramie, Chao, de las cuatro especies registradas en el género *Amaranthus*, *A. spinosus* es la más estudiada, con un tamaño promedio de grano de polen de 21 μm de diámetro, concordante con las investigaciones que sitúan el rango entre 14 a 23 μm con un promedio de 19 μm , habiendo sido caracterizado como de tamaño pequeño (Srivastava et al., 1977). En relación a *A. hybridus*, Svetoslava et al. (2021), reportan un rango de variación en tamaño de polen entre 18.93 a 22.11 μm , ligeramente menor al que se reporta en el presente estudio cuyos valores en tamaño son de 18 a 28 μm . Los estudios en el género *Amaranthus* se han centrado en su efecto alergénico sobre la población, dada la abundancia en entornos urbanos y la alta liberación de polen al medio ambiente, tal como ocurre en las especies *A. spinosus* y *A. hybridus*, lo que puede desencadenar reacciones alérgicas en los habitantes de las ciudades (Siriwattanakul et al., 2019).

S. portulacastrum es abundante en toda el área muestreada de Laramie, Chao. Esta planta, de pequeño tamaño, destaca por su abundante producción de flores y polen muy atractivos para las abejas. El polen presenta un tamaño promedio de $28,63 \pm 3,20 \mu\text{m}$, característica que lo clasifica de tamaño mediano, en contraste con *S. sesuvioides*, cuyo polen es más pequeño, sin embargo, hay coincidencia en la ornamenta de la exina granulosa (Abo et al., 2014). *S. portulacastrum* ha sido reportada por tener propiedades antibacterianas, atribuidas

a la presencia de enantiómeros de α -pineno y 2- β -pineno, así como por su actividad antioxidante, derivada del aceite esencial extraído de sus hojas (Magwa et al., 2006).

Spilanthes urens. Muestra, como peculiaridad, la presencia de espinas gruesas sobre la superficie de la exina. Por otra parte, el polen de tamaño pequeño pantoporado, con poros claramente distinguibles entre las espinas de la superficie de la exina, es concordante en tamaño con lo reportado para esta especie en muestras de Lambayeque, Perú, pero discordante en la forma tricolporada-colporada (Saavedra-Carhuatocto et al., 2014). La especie es relevante no solo por sus principios medicinales, sino también como fuente de polen para las abejas, siendo ampliamente utilizada en medicina tradicional para el tratamiento de diversos trastornos como el dolor de muelas, afecciones diuréticas, gastritis, y úlceras gástricas, entre otros. En la industria farmacéutica se valora su actividad antiparasitaria e insecticida, especialmente en el combate de malaria, tripanosomiasis y *Sitophilus oryzae* (Paulraj et al., 2013).

Heliotropium curassavicum L. 1753, presenta polen de tamaño mediano ($25,92 \pm 2,23 \mu\text{m}$) y de forma subprolada, similar a lo reportado en plantas de esta especie colectadas en el Sur de Iraq (Al-Rudainy & Al-Mayah 2024). Recientemente, se han evaluado los fitoquímicos presentes en esta especie, destacando aquellos con actividad en el tratamiento del cáncer hepatocelular (Abutaha et al., 2024).

Maytenus orbicularis (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Loes. 1913. La forma prolada esferoidal, el tamaño pequeño y tricolporado del polen coincide con lo encontrado por Tejada-Fajardo et al. (2024). Se destaca la presencia de esta especie en las dunas arenosas por su florecimiento en invierno con oferta de polen para insectos polinizadores.

La morfología equinada del polen en *Ipomoea crassifolia* (Desr.) Roem. & Schult. 1819 es similar a la observada en *I. rzedowskii*, *I. intrapilosa*, *I. murucoides* y *I. chilopsidis* (Carranza y Zamudio, 1998). Evaluaciones en otras especies del género dan a conocer la variación del tamaño de polen entre 53,3 hasta 128,7 μm , y la forma esferoidal, pantoporado, con superficies de reticulación fina y equinada, con variación en la longitud y tipo de espinas (Tiwari et al., 2023). Asimismo, está documentada una significativa diversidad genética entre las especies silvestres de *Ipomoea*, la cual promete contribuir a la mejora de los cultivos de batata o camote (Amritha et al., 2024).

Cryptocarpus pyriformis Kunth 1817 (Nyctaginaceae) es una especie predominante en las dunas de Laramie. El polen es de forma prolada, tricolporado y de tamaño mediano con una amplia variación que oscila entre 20 y 32 μm , muestra valores que superan el tamaño registrado por Saavedra-Carhuatocto et al. (2014) para la misma especie; la ornamentación reticulada no coincide con la microequinada que describe el autor antes referido, en tanto que las imágenes reportadas en la palinoteca de "Galapagos Islands Modern Reference Material" (Willis y Froyd, 2018) para el polen de la especie *C. pyriformis*, muestran una ornamentación reticulada, similar a la descrita en la presente investigación.

El tamaño mediano del grano de polen reportado para *Ricinus communis*, en esta investigación, coincide con los estudios de Paul et al. (2014) y Htun (2016); no obstante, Tangsariya y Sharma (2021) lo presentan como de menor

tamaño, aunque con diferencias mínimas en los valores. Los resultados obtenidos respecto al grosor de la exina son similares a los reportados por Paul et al. (2014), Htun (2016) y Tangsariya y Sharma (2021), con diferencia en cuanto al tipo, ya que, mientras estos autores la describen como reticulada-psilada, en el presente estudio ha sido calificada como rugulada con un grosor no uniforme en todo el contorno del grano de polen por su mayor grosor cerca del colpo.

El grano de polen de *Biancaea decapetala* es de forma oblada-esferoidal, tricolporado, tal como lo reportado para esta especie en muestras de China (Rather et al., 2023). La oramenta reticulada, tamaño grande y forma del grano de polen en *B. decapetala*, que se reporta en esta investigación, muestran similitud con las especies *C. bonduc*, *C. coriaria*, *C. pulcherrima* var *flava*, *C. pulcherrima* var *pulcherrima* del género *Caesalpinia* (Prakash y Singh 2020).

Las características del grano de polen en *Crotalaria anagyroides* en términos de forma prolada-cuadrangular, tetracolporado, pequeño, con exina muy delgada y ornamentación reticulada, encontradas en el presente estudio, coincide con lo reportado por Gupta y Gupta (1979) para el grano de polen de la misma especie, en muestras recolectadas en Meerut, India, los cuales muestran diámetro promedio en vista ecuatorial de 18,2 µm y una exina reticulada, destacándose la estabilidad morfológica de los granos de polen a lo largo del tiempo y en distintas localidades. La especie, materia de estudio, es abundante y produce un polen de color amarillo intenso atractivo para *Apis mellifera* y otros insectos; Stegelmeier (2011) reporta la presencia de pirrolizidina, un alcaloide tóxico en *C. anagyroides*.

El grano de polen de *Cenchrus purpureus* (Schumach.), sin. *Pennisetum purpureum* Schumach, se caracteriza por su tamaño mediano, tipo monocolporado y exina psilate con perforaciones. Hapsari y Ballauff (2022) encontraron que el grano de polen en *P. ciliare* y *P. polystachion* es mediano y monoporado, pero con exina rugulada y granulosa espinulosa, respectivamente. Es interesante manifestar que esta especie es potencialmente valiosa en remediación ambiental por adaptarse bien a suelos con alto contenido de arsénico (Rahman et al., 2024).

El tamaño mediano y la exina reticulada del polen de *Waltheria ovata* difieren de lo reportado por Schofield (1989), quien refiere que el tamaño del polen es grande con un valor de 68,1 µm, así también, la exina es equinada en las plantas con flores amarillas y reticulada en las plantas con flores anaranjadas. Por otro lado, Saavedra-Carhuatocto et al. (2014) reportan, para la especie en mención, variación en tamaño entre mediano con 37-45 µm y grande con 45-55 µm con exina microequinada, descripción que no concuerda con lo encontrado en el material colectado en Laramie, lo cual sugiere que se podría estar frente a una especie con algún tipo de variación genética.

Phragmites australis es una especie predominante y ampliamente extendida geográficamente respecto a otras de su género (Clevering y Lissner, 1999). Los granos de polen descritos en este estudio son pequeños, monoporados, y con superficie rugulada-granulosa; sin embargo, estudios previos sobre esta especie, lo presentan de tamaño mediano, diámetro de 41,3 µm, monoporados, y con una superficie granular-espinulosa (Hapsari y Ballauff, 2022). En el Perú, la especie en

mención, denominada carrizo, es de gran importancia por su uso en la elaboración de esteras y canastos.

Bacopa monnieri, en Laramie, fue ubicada en márgenes húmedas de acequias, con activa presencia de *Apis mellifera* en sus flores; es valorada en el ámbito de la salud por sus propiedades terapéuticas en el tratamiento de alteraciones neurocognitivas como el Alzheimer (Chaudhari et al., 2017). El polen tricolporado de tamaño mediano con exina reticulada, encontrado en esta investigación, muestra similitud con el de las especies *B. monnieri* y *B. caroliniana* con diferencias en el número y la estructura de las lúminas en la exina, de acuerdo a lo encontrado por Paopun y Thanomchat (2018).

La especie *Phyla nodiflora* presenta granos de polen de tamaño mediano cuyas medidas registradas coinciden con las de especies del género *Phyla* con diámetro entre 31 a 37 µm en vista polar y 21 a 26 µm en vista ecuatorial (Raj, 1983). Es de destacar su capacidad para desarrollar en suelos salinos y su importancia como fuente de alimento para polinizadores, especialmente en periodos invernales. Estudios etnobotánicos destacan su potencial uso en el tratamiento de enfermedades dérmicas (Anwar et al., 2024).

CONCLUSIONES

Los granos de polen en una especie determinada tienen características morfológicas constantes, siendo diferentes entre especies distintas y aun en especies de un mismo genero, hecho que sugiere la gran utilidad en la identificación taxonómica de especies vegetales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al profesor Anthony Jordan por su colaboración en el registro de las especies de plantas, al señor Ismael Córdova por su apoyo en la colecta de las plantas.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses con otras personas o entidades que pueda haber influir en la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abo, A. Z.; Sami R.; Abdel, K. & Shibany, F. 2014. Pollen morphology of Aizoaceae in Egypt.. Sci. J. Dam. Fac. Sci. 2. 133-139. <https://www.researchgate.net/publication/303636482>
- Abutaha, N.; Alghamdi, R.; Alshahrani, O. & Wadaan, M. A. 2024. Heliotropium curassavicum extract: Potential therapeutic agent for liver cancer through cytotoxicity, apoptosis, and molecular docking analysis. *Arabian Journal Of Chemistry*, 17(10), 105986. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2024.105986>
- Agudelo-H., C. 2008. Amaranthaceae. Flora de Colombia 23. Instituto de Ciencias naturales, Universidad nacional de Colombia. Bogotá D. C. Colombia. 138 p.
- Al- Rudainy Y. T. & Al- Mayah, A. A. 2024. Heliotropium curassavicum L., 1753 (Boraginaceae): a new record for flora of Iraq Hist. Mus. 18 (1): 1-16. <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2024.18.1.0001>

- Amritha, Dhanya, O.; Nair, A. G.; Vidya, P.; Muthusamy, S. K. & Mohan, C.** 2024. Genetic diversity studies between Ipomoea wild species and cultivated sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) using SSR markers. *South African Journal Of Botany*, 169: 452-463. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.04.043>
- Anwar, T., Qureshi, H., Naeem, H., Siddiqi, E. H., Hanif, A., Anwaar, S., Noreen, Z., Iqbal, J., Ali, B., Iqbal, R., & Paray, B. A.** 2024. Prospects of the sustainability of traditional and ethnic foods and their applications for basic health care in human society. *Journal Of King Saud University - Science*, 36(2), 103016. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.103016>
- Aponte, H. A.** 2012. Caracterización del polen de las principales especies vegetales apícolas en el Centro Experimental Wayllapampa 2470 msnm, Ayacucho». Tesis para obtener el título profesional de: INGENIERO AGRONOMO <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/999>
- Astolfi, G.; Gonçalves, A. B.; Menezes, G. V.; Orges, F. S. B.; Astolfi, A. C. M. N.; Matsubara, E. T.; Alvarez, M. & Pistori, H.** 2020. POLLEN73S: An image dataset for pollen grains classification. *Ecological Informatics*, 60: 101165. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101165>
- Brako, L., & Zarucchi, J.** 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. 45. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Garden.
- Carranza G., E.; Zamudio, R. S. & Murguía-Sánchez, G.** 1998. Una especie nueva de *Ipomoea* (Convolvulaceae), de los estados de Guanajuato, Hidalgo y Querétaro, México. *Acta Botanica Mexicana* 45: 31 - 42. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57404502>, [fecha de Consulta 20 de Octubre de 2024].
- Chaudhari, K. S.; Tiwari, N. R.; Tiwari, R. R. & Sharma, R. S.** 2017. Neurocognitive Effect of Nootropic Drug Brahmi *Bacopa monnieri* in Alzheimer's Disease. *Annals Of Neurosciences*, 24(2): 111-122. <https://doi.org/10.1159/000475900>
- Clevering, O. A., & Lissner, J.** 1999). Taxonomy, chromosome numbers, clonal diversity and population dynamics of *Phragmites australis*. *Aquatic Botany*,
- Di Pasquo, M. Bauermann, S., Silane S.C., Silva, C., D'Apolito, C., Souza, C. Mezzonato-Pires, A.** 2022. Colecciones Palinológicas en América del sur: cuánto sabemos y qué desafíos afrontan. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología*. En ALPP Journal volume 21.
- Erdtman G.** 1986. Pollen morphology and plant taxonomy – Agiosperms (An Introduction to Palynology). LEIDEN, E.J. BRILL. The Netherlands. Google Books. https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=WOj7EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&ots=HByzddIDoL&sig=bB1EVBXHerlrgqdlaiR-95KB0NwE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Gualipa-Calva; M. Ángel, Guilcapi-Pacheco, E. D. & Espinoza-Espinoza, A. E.** 2020. Estimación de la flora melífera para la productividad apícola de la estación experimental Tunshi en el sector de Licto, Riobamba. *Dominio De Las Ciencias*, 6(2): 181–202. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i2.1162>
- Gupta, P. K. & Gupta, R.** 1979. Pollen morphology in diploid species of *Crotalaria* L. *Proceedings / Indian Academy Of Sciences*, 88(1): 49-56. <https://doi.org/10.1007/bf03046145>
- Hapsari, K. A. & Ballauff, J.** 2022. Distinguishing pollen grains of cereal from wild grasses in the Sundaland region using size separation. *Review Of Palaeobotany and Palynology*, 301: 104648. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2022.104648>
- Htun T.T.** 2016. Taxonomy and Pollen Morphology of Four Species in Family Euphorbiaceae. University of Mandalay Open access Repository. <https://meral.edu.mm/record/976/files/Taxonomy%20and%20Pollen.pdf>
- Hu, Y.; Wang, X.; Xu, Y.; Yang, H.; Tong, Z.; Tian, R.; Xu, S.; Yu, L.; Guo, Y.; Shi, P.; Huang, S.; Yang, G.; Shi, S. & Wei, F.** 2023. Molecular mechanisms of adaptive evolution in wild animals and plants. *Science China Life Sciences*, 66(3): 453-495. <https://doi.org/10.1007/s11427-022-2233-x>
- Iamónico, D.** 2023. Nomenclature Survey of the Genus *Amaranthus* (Amaranthaceae): 12 Questions about *Amaranthus caudatus*. *Plants* 12(7): 1566. doi: 10.3390/plants12071566.
- Iannotti L.; Randrianarivony T.; Randrianasolo A.; Rakotoarivony F.; Andriamihajarivo T, LaBrier M.; Gyimah E.; Vie, S.; Nunez-Garcia A. & Hart R.** 2024. Wild Foods Are Positively Associated with Diet Diversity and Child Growth in a Protected Forest Area of Madagascar, Current Developments in Nutrition, 8(4): 10210. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.102101>.
- Magwa, M. L.; Gundidza, M.; Gweru, N. & Humphrey, G.** 2006. Chemical composition and biological activities of essential oil from the leaves of *Sesuvium portulacastrum*. *Journal Of Ethnopharmacology*, 103(1): 85-89. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.07.024>
- Montenegro Vargas, J. F.** 2022. Reconstrucción del bosque amazónico durante el mioceno: caracterización palinológica de las localidades Angoteros-Bellavista (Rio Napo, Loreto-Perú). Tesis para optar el Título Profesional de Biología. Universidad Federico Villarreal. Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/5895>. Acceso: 20 Octubre 2024.
- Mora-Olivo, A. & Martínez-Ávalos, J. G.** 2012. Plantas silvestres del bosque urbano: Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Primera edición. <https://www.researchgate.net/publication/259238957>
- Mostacero, J., Mejía, F., & Gamarra, O.** 2009. Fanerógamas del Perú: Taxonomía, utilidad y ecogeografía. CONCYTEC
- Mosyakin, S. L. & Robertson, K. R.** 1996. New infrageneric taxa and combinations in *Amaranthus* (Amaranthaceae). *Annales Botanici Fennici*, 33(4): 275–281. <http://www.jstor.org/stable/23726306>
- Mukheet, A.; Tasneem, A. & Amjad S.** 2023. ANTHELMINTHICS AND POTENTIAL EFFECT OF PHYTOCONSTITUENTS. *Khan* 12(4) https://wjpr.s3.ap-south-1.amazonaws.com/article_issue/2c044dc848c853223363690fba24fb74.pdf
- Paopun, Y. & Thanomchat, P.** 2018. Pollen Characteristics of Some Species in the Genus *Bacopa*. *Microsc. Microanal* 31(1): 24-28. <https://doi.org/10.14456/microsc-microanal-res.2018.4>
- Paul, E.; Essien, B. C.; Idachaba, S. O.; Edegbo, E.; Tamenku, M. M. & Essien, P.** 2014. Comparative Study of Pollen Morphology of some members of Euphorbiaceae family. *Standard Research Journal of Agricultural*

- Sciences 2(4): 54-58. <http://www.standresjournals.org/journals/SRJAS>
- Paulraj, J.; Govindarajan, R. & Palpu, P.** 2013. The Genus *Spilanthes* Ethnopharmacology, Phytochemistry, and Pharmacological Properties: A Review. *Advances In Pharmacological Sciences*, 2013, 1-22. <https://doi.org/10.1155/2013/510298>
- Powell, B.; Bhatt, I. D.; Mucioki, M.; Rana, S.; Rawat, S. & Kerr, R. B.** 2023. The need to include wild foods in climate change adaptation strategies. *Current Opinion In Environmental Sustainability*, 63, 101302. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101302>
- Prakash O. & Singh M.** 2020. Palynotaxonomic studies in some *Caesalpinia* L. Species. *Journal Of Pharmacy and Biological Sciences*. 15(5): 37-41. DOI:10.9790/3008-1505053741
- Rahman, M. E.; Uddin, M. K.; Shamsuzzaman, S.; Mahmud, K.; Shukor, M. Y. A.; Ghani, S. S. A.; Nabayi, A.; Sadeq, B. M.; Chompa, S. S.; Akter, A. & Halmi, M. I. E. B.** 2024. Potential use of *Pennisetum purpureum* for phytoremediation of arsenic in treatment sand: A phytotoxicity study. *Biocatalysis And Agricultural Biotechnology*, 103300. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2024.103300>
- Raj, B.** 1983. A contribution to the pollen morphology of verbenaceae, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 39(3-4): 343-422. [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(83\)90019-2](https://doi.org/10.1016/0034-6667(83)90019-2)
- Rather, S.A; Adit, A.A.; Jing, Z.; Saina J.K.; Liu, H.; Chang, Z. & Schneider, H.** 2023. Floral development in *Biancaea decapetala* and *Albizia julibrissin* (Fabaceae: Caesalpinioideae), and its systematic significance. *Taiwania* 68(3): 281-293. DOI: 10.6165/tai.2023.68.281
- Saavedra-Carhuatocto, D.M.; Aguinaga-Castro, F.; Rojas-Idrogo, C. & Delgado-Paredes, G.E.** 2014. Analysis of Pollen Loads Collected by Honey Bees (*Apis Mellifera* L.) From Lambayeque Province (Peru): Botanical Origin And Protein Content. *Journal of Global Biosciences*, 3(1), 285-298.
- Sanabria, M.E; Maciel, N.; Cumana, L.J. & Delgado, R.E.** 2007. Estudio del grano de polen en especies del género *Heliconia* L. bajo el microscopio óptico. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 24(1): 22-23. Recuperado en 20 de octubre de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182007000100002&lng=es&tln=es.
- Sánchez-del Pino, I.; Fuentes-Soriano, S.; Solís-Fernández, K. Z.; Pool, R. & Alfaro, R.** 2016. The metareticulate pollen morphology of *Alternanthera* Forssk. (Gomphrenoideae, Amaranthaceae) and its taxonomic implications. *Grana*, 55(4): 253-277. <https://doi.org/10.1080/000173134.2015.1120774>
- Sanchez-Santillan, T.; Huamán Vela, M. H.; Fernandez-Zarate, F. H. & Vásquez García, J.** 2024. Comportamiento vegetativo de quina (*Cinchona pubescens* Vahl.) con la aplicación de cuatro bioestimulantes orgánicos en invernadero en Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 25(2), e3493. https://doi.org/10.21930/rcta.vol25_num2_art:3493
- Sayas R.R. & Huamán.** 2009. Determinación de la flora polinífera del valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. *Ecol. apl.* 8(2): 53-59. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v8n1-2/a07v8n1-2.pdf>
- Schofield, E. K.** 1989. Morphological variation in *Waltheria ovata* Cav. from the Galapagos Islands and South America. <http://hdl.handle.net/1834/23262>
- Siriwattanakul, U.; Piboonpocanun, S. & Songnuan, W.** 2019. Rapid pollen rupture and release of pollen cytoplasmic granules upon hydration of allergenic grass and weed species commonly found in subtropical regions. *Aerobiologia*, 35(4): 719-730. <https://doi.org/10.1007/s10453-019-09611-0>
- Srivastava, V.; Pal, M. & Nair, P.** 1977. A study of the pollen grains of *Amaranthus spinosus* Linné and *A. Dubius* Mart ex Thellung and their hybrids. *Review Of Palaeobotany And Palynology*, 23(4): 287-291. [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(77\)90053-7](https://doi.org/10.1016/0034-6667(77)90053-7)
- Stegelmeier, B. L.** 2011. Pyrrolizidine Alkaloid-Containing Toxic Plants (*Senecio*, *Crotalaria*, *Cynoglossum*, *Amsinckia*, *Heliotropium*, and *Echium* spp.). *Veterinary Clinics Of North America Food Animal Practice*, 27(2): 419-428. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2011.02.013>
- Svetoslava, R. T. & Grozeva, N. H.** 2021. Chromosome and Pollen Morphology of *Amaranthus hybridus* L. and *Amaranthus retroflexus* L. in Bulgaria. *Ecologia Balkanica*, 2021, p. 18. <https://www.researchgate.net/publication/354859880>
- Tangsariya J. & Sharma A.** 2021. Pollen Morphological and Taxonomical Studies in Some Members of Family Euphorbiaceae Pollen Morphological and Taxonomical Studies in Some Members of Family Euphorbiaceae. DOI:10.31995/voyager.2021.v12.009
- Tejada-Fajardo, A., Montenegro, J., La Torre, M., Orosco, B., & Ochoa, D.** 2024. Palynological characterization of a diverse desertic ecosystem: The Peruvian Lomas. *Palynology*. <https://doi.org/10.1080/01916122.2024.2396003>
- Tiwari, P., Rawat, R., Negi, S., & Rawat, D. S.** 2023. Pollen morphology of *Ipomoea* L. from Garhwal Himalaya, India. *Palynology*, 48(2). <https://doi.org/10.1080/01916122.2023.2264357>
- Tomayo I. Berida, Yemi A. Adekunle, Hannah Dada-Adegbola, Ayoub Kdimy, Sudeshna Roy, Satyajit D. Sarker,** (2024) Plant antibacterials: The challenges and opportunities, *Heliyon*, 10(10): e31145. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31145>.
- Townsend, C. C.** 1993. Amaranthaceae. In: Kubitzki, K., Rohwer, J.G., Bittrich, V. (eds) *Flowering Plants - Dicotyledons. The Families and Genera of Vascular Plants*, vol 2. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02899-5_7 Wessels, C., Merow, C. & Trisos, C.H. 202. Climate change risk to southern African wild food plants. *Reg Environ Change* 21, 29. <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01755-5>
- Willis, K. & Froyd, C.** 2018. *Cryptocarpus pyriformis* (GPP157). Digitised palynological slide. In: Galapagos Islands Modern Reference Material, Version 2. Original material located at Oxford Long-Term Ecology Laboratory. Retrieved from globalpollenproject.org on 2024-10-20.
- Yuca-Rivas, R.** 2021. Estudio florístico - palinológico en las localidades de Huarán y Cuyo Grande del Valle Sagrado de los Incas (Cusco, Perú). *Q EUÑA*, 7(1): 41-50. <https://doi.org/10.51343/rq.v7i1.460>

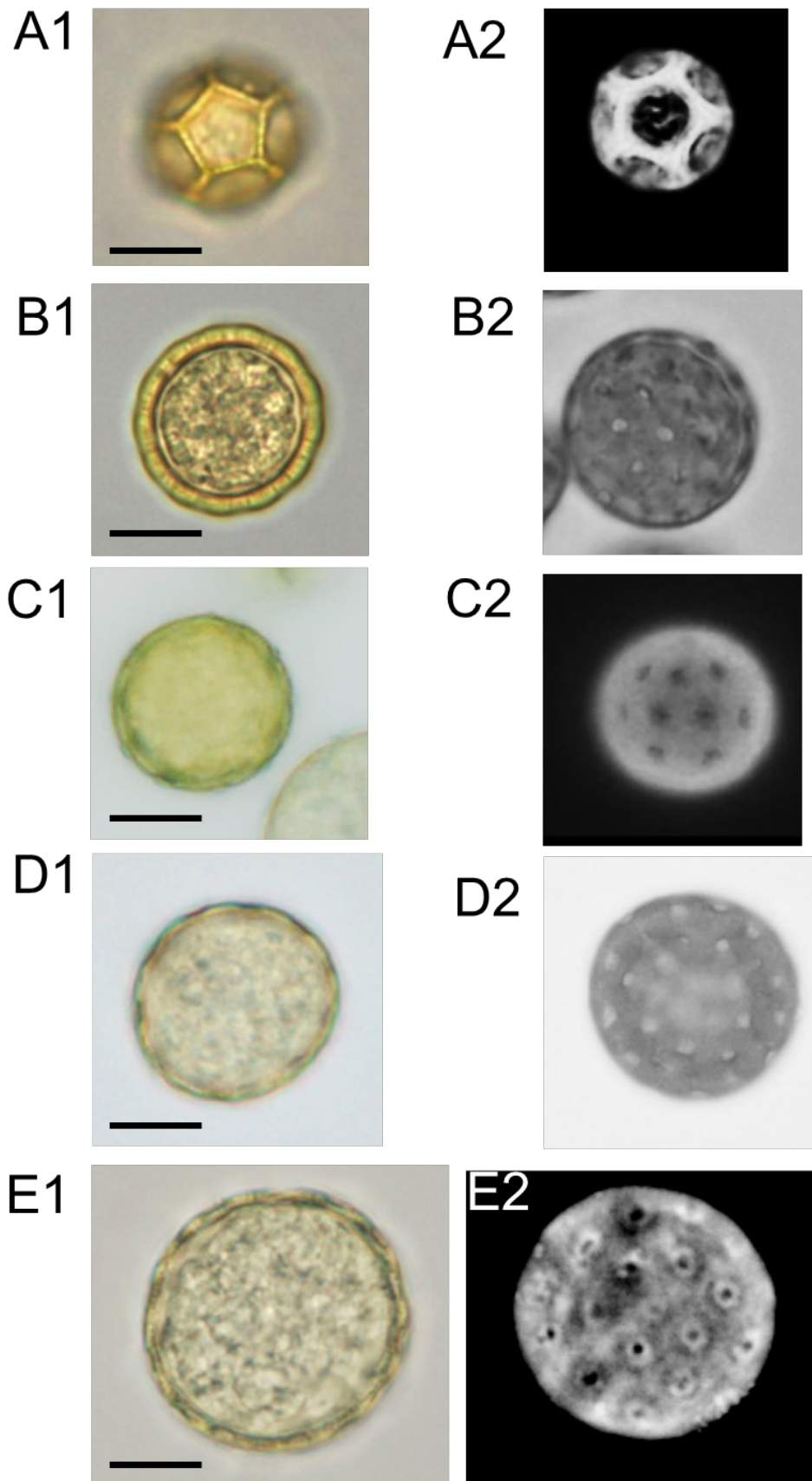


Figura 2. Granos de polen. A1 y A2: *Alternanthera halimifolia* (Lam.) Standl. ex Pittier 1926, B1 y B2: *Amaranthus spinosus* L. 1753, C1 y C2: *Amaranthus viridis* L. 1763, D1 y D2: *Amaranthus Hybridus* L. 1753, E1 y E2: *Amaranthus celosioides* Kunth 1818. Barra 10 μ m.

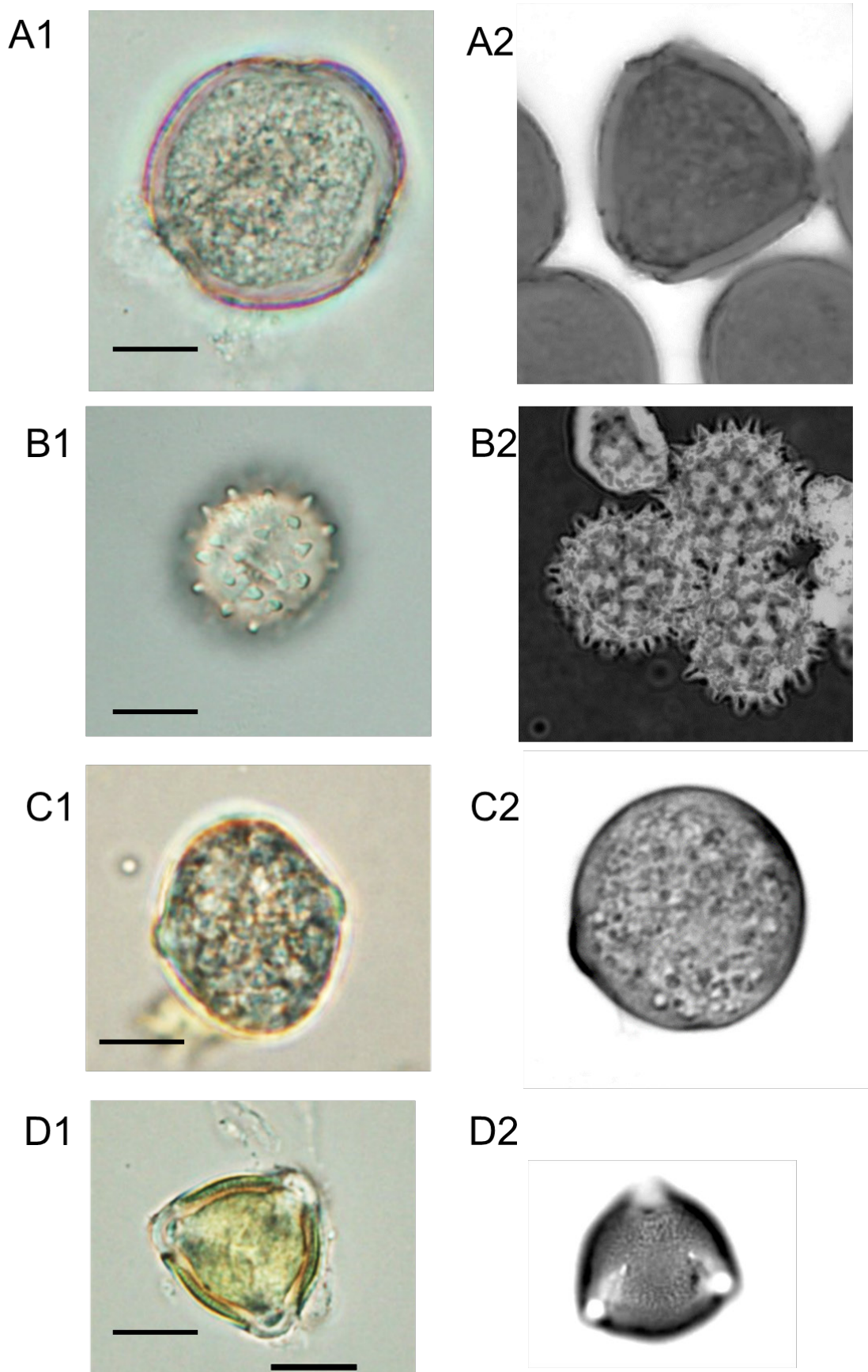


Figura 3. Granos de polen. A1 y A2: *Sesuvium portulacastrum* (L.) L. 1759, B1 y B2: *Spilanthes urens* Jacq. 1760, C1 y C2: *Heliotropium curassavicum* L. 1753, D1 y D2: *Maytenus orbicularis* (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Loes. 1913. Barra 10 μm.

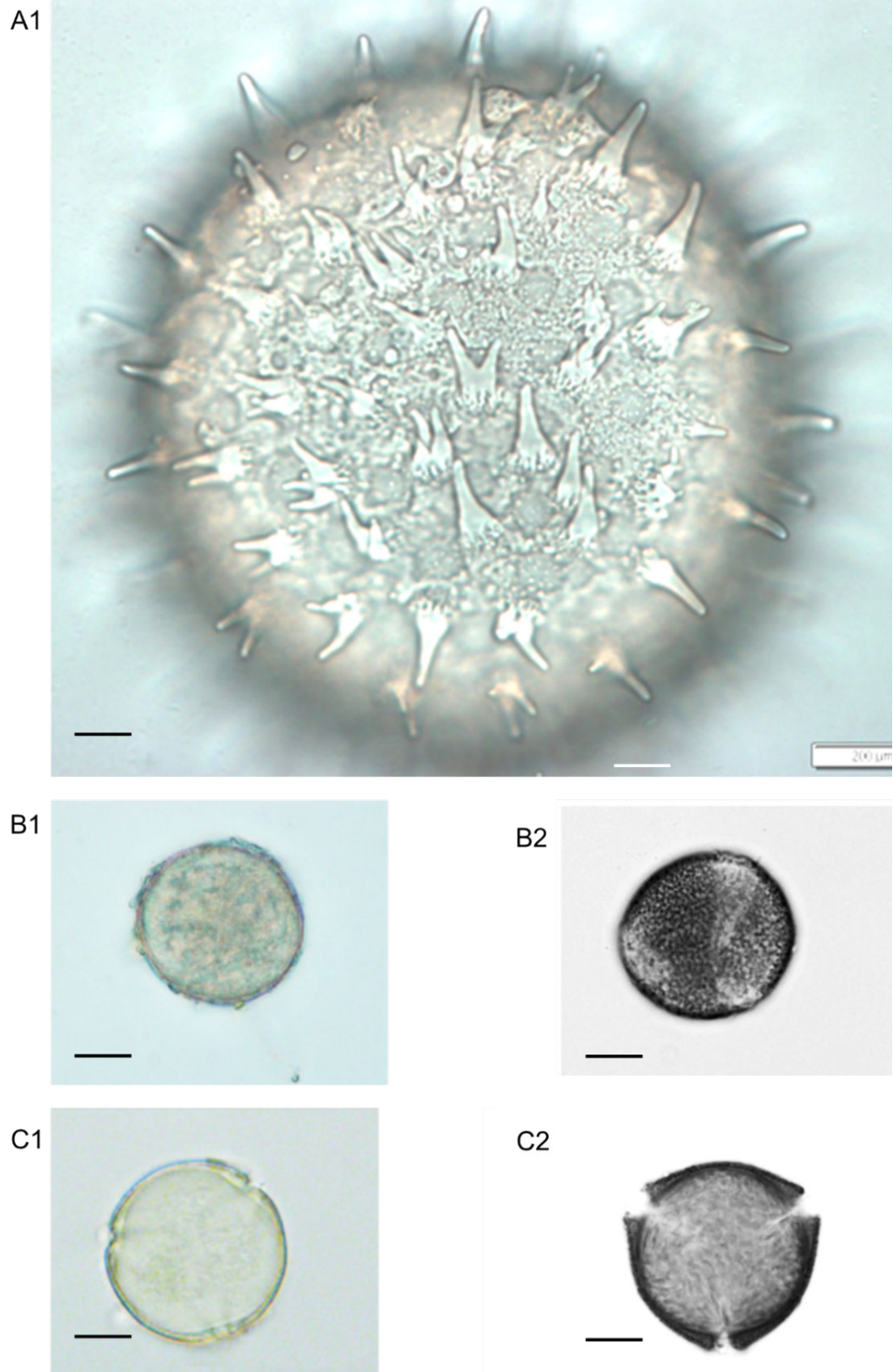


Figura 4. Granos de polen. A1: *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult. 1819, B1 y B2: *Cryptocarpus pyriformis* Kunth 1817, C1 y C2: *Ricinus communis* L. 1753. Barra 10 μm.

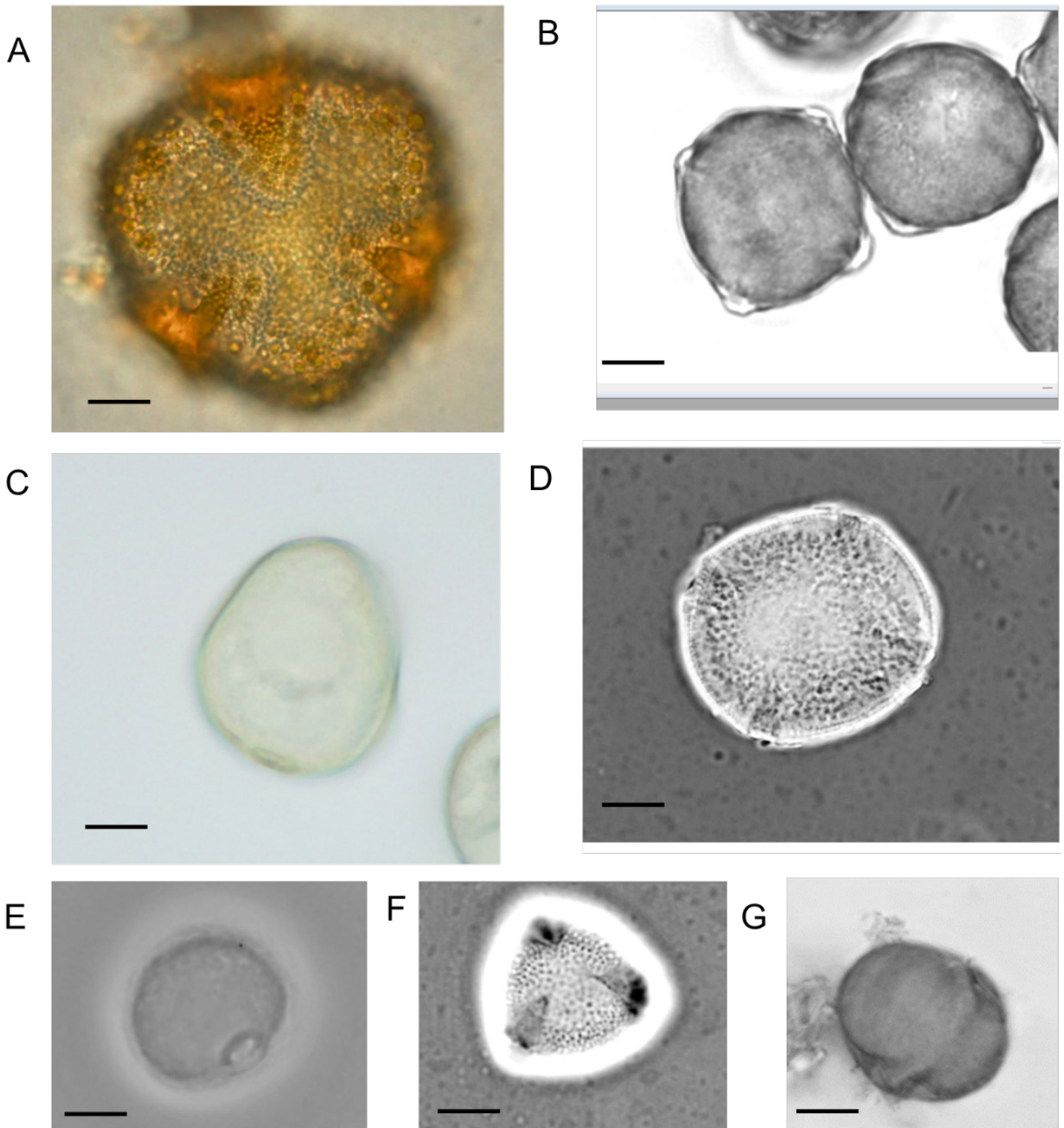


Figura 5. Granos de polen. A: *Biancaea decapetala* (Roth) O.Deg., B: *Crotalaria micans* Link 1822, C: *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone 2010, D: *Waltheria ovata* Cav. 1788, E: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud, F: *Bacopa monnieri* (L.) Wettst. 1891, G: *Phyla nodiflora* (L.) Greene 1899. Barra 10 μ m.

Tabla 1. Características morfológicas de los granos de polen de especies silvestres en floración en Laramie, Chao, Perú, 2024.

Especie	Familia	Forma	Aperturas	Diámetro en vista ecuatorial (E)	Diámetro en vista polar (P)	P/E *100	Grosor promedio de la exina	Diámetro promedio del poro (µm)
<i>Alternanthera halimifolia</i> (Lam.) Standl. ex Pittier 1926	Amaranthaceae	Prolada esferoidal	Pantoporado dodecaédrico	12,45 ± 0,55	13,87 ± 1,05	109,79	1.03 ± 0.22	1,10 ± 0.13
<i>Amaranthus spinosus</i> L. 1753		Oblata esferoidal	Polipantoporado	21,35 ± 1,36	20,87 ± 0,89	97,75	1.65 ± 0,21	1.27 ± 0,23
<i>Amaranthus viridis</i> L. 1763		Prolada esferoidal	Polipantoporado	19,19 ± 3,17	19,68 ± 3,44	102.55	0.76 ± 0.31	0,94 ± 0,30
<i>Amaranthus hybridus</i> L. 1753		Oblata esferoidal	Polipantoporado	22,62 ± 1,89	22,51 ± 2,54	99.47	0.88± 0.70	1,09 ± 0,19
<i>Amaranthus celosioides</i> Kunth 1818		Oblata esferoidal	Polipantoporado	28,61 ± 1,94	29,69 ± 2,04	103,77	1.52 ± 0,31	1,17 ± 0,25
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L. 1759	Aizoaceae	Prolada esferoidal	Tricolporado	26.71 ± 2,07	28,63 ± 3,20	107.19	1,26 ± 0,21	1,87 ± 0,27
<i>Spilanthes urens</i> Jacq. 1760	Asteraceae	Prolada esferoidal	No fue evidente	17.23 ± 1.21	17.71 ± 1.98	102.79	No fue evidente	No fue evidente
<i>Heliotropium curassavicum</i> L. 1753	Boraginaceae	Subprolada	Dicolporado o un poro adicional	25,92 ± 2,23	22,88 ± 2,61	84,39	0,82 ± 0,15	1,31 ± 0,09
<i>Maytenus orbicularis</i> (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Loes. 1913	Celastraceae	Prolada esferoidal	Tricolporado	21,34 ± 2,31	22,85 ± 1,98	107,11	1,62 ± 0,37	1,51 ± 0,24
<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult. 1819	Convolvulaceae	Prolada esferoidal	Polipantoporado	105,78 ± 2,47	106,67 ± 3.61	100,84	2,67 ± 0,41	4,22 ± 0,49
<i>Cryptocarpus pyriformis</i> Kunth 1817	Nyctaginaceae	Prolada esferoidal	Tricolporado	24,19 ± 3,34	25,35 ± 3,26	104.79	2,18 ± 0,43	2,59 ± 0,47
<i>Ricinus communis</i> L. 1753	Eupobiaceae	Prolada esferoidal	Tricolporado	31,44 ± 0,98	30,55 ± 1,02	102,91	1,96 ± 0,29	1,10 ± 0,12
<i>Biancaea decapetala</i> (Roth) O.Deg.	Fabaceae	Oblata esferoidal	Tricolporado	51,08 ± 2,37	47,12 ± 2,04	92,16	2,35 ± 0,43	3,44 ± 1,01
<i>Crotalaria micans</i> Link 1822	Fabaceae	Oblata esferoidal	Tetracolporado	23,89 ± 2,85	22,48 ± 1,71	94,10	0,89 ± 0,12	2,38 ± 0,53
<i>Cenchrus purpureus</i> (Schumach.) Morrone 2010	Poaceae	Oblata	Porado	38,86 ± 1,14	28,38 ± 2,69	73,03	2,63 ± 1,35	2,56 ± 0,31
<i>Waltheria ovata</i> Cav. 1788	Malvaceae	Prolada esferoidal	Tetra - Penta corporato	42,02 ± 4,06	45,06 ± 3,23	107,26	1,36 ± 0,34	1,57 ± 0,59
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. Ex Steud	Poaceae	Oblata esferoidal	Porado	22,95 ± 1,08	20,29 ± 1,05	88,35	1,09 ± 0,18	1,88 ± 0,16
<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst. 1891	Plantaginaceae	Suboblata	Tricolporado	29,17 ± 2,34	25,90 ± 1,25	86,90	1,41 ± 0,23	1,89 ± 0,27
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene 1899	Verbenaceae	Suboblata	Dicolporado	31,59 ± 3,02	26,05 ± 3,73	82,48	0,99 ± 0,32	1,37 ± 0,47