

Efecto de los portadores de polen en la producción de chirimoya en la región Andina

Pedro Joel Huamán-Luján¹
Dionicio Belisario Luis-Olivas¹
Sergio Eduardo Contreras-Liza^{1,5}
Eroncio Mendoza-Nieto¹
Marco Tulio Sánchez-Calle¹
Bruno Fardim-Christo²

1 Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Ciudad Universitaria. Av. Mercedes Indacochea 607, Huacho, Perú.

2 Universidad Federal de Santa Catarina-Programa de Postgrado en Administración. Rua Roberto Sampaio Gonzaga, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil. CP. 88040-380.

Autor para correspondencia: scontreras@unjfsc.edu.pe.

Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de los portadores de polen en la producción de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) mediante el uso de polinización asistida, en condiciones de la zona altoandina de la región Lima, Perú. Se empleó el diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron: T1) portador de polen con harina de chuño (almidón de papa); T2) portador de polen con harina de *Lycopodium clavatum*; T3) portador de polen con harina de maíz blanco; T4) portador de polen con harina de trigo; T5) portador de polen con talco industrial y T6) polinización natural (control). Cada unidad experimental constó de tres árboles dispuestos en un área de 48 m². Las variables evaluadas fueron número de frutos cuajados por árbol, rendimiento por categoría del fruto (t ha⁻¹) y rendimiento total (t ha⁻¹). Para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Scott-Knott al 5%. Se halló que el tratamiento con harina de *L. clavatum* superó significativamente a todos los tratamientos al obtener mayor número de frutos cuajados por árbol, mayor rendimiento total y en cada una de las categorías consideradas; le siguió en importancia la harina de chuño. El tratamiento control produjo los menores valores para el conjunto de características evaluadas y fue inferior estadísticamente ($p < 0.05$) a los demás tratamientos. Se concluye que la polinización asistida con portadores de polen incrementa significativamente la producción de chirimoya, destacando los tratamientos con harina de *L. clavatum* y harina de chuño.

Palabras clave:

Annona cherimola Mill., *Lycopodium clavatum*, harina de chuño, harina de maíz, harina de trigo.



Introducción

El chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) es originario de los valles interandinos de Ecuador y Perú y por sus características apetecibles, el fruto ha sido acogido por un grupo creciente de consumidores en todo el mundo, por lo que es necesario aumentar su producción (Damme y Scheldeman, 1999; Merino, 2019).

Este cultivo representa un recurso estratégico para la diversificación agrícola en zonas altoandinas, no solo por su valor económico, sino también por su contribución potencial a la seguridad alimentaria de comunidades rurales que dependen de la agricultura familiar. Este último aspecto es especialmente relevante frente al cambio climático, que amenaza la estabilidad productiva de cultivos tradicionales y exige alternativas resilientes a las condiciones ecológicas particulares de altitud (Bernzen *et al.*, 2023).

Un factor limitante en la producción de chirimoya es su reducida polinización natural, debido principalmente a: baja presencia de insectos que se comportan como polinizadores, los cuales hacen posible el efecto de la polinización (Broussard *et al.*, 2023) y al comportamiento floral, pues se presenta dicogamia asincrónica (protoginia); es decir, los pistilos maduran antes que los estambres, no existiendo una sincronización entre los órganos florales, dificultando así la autofecundación (Kahn, 1998; Apolonio, 2015; Vásquez *et al.*, 2023; Larranaga *et al.*, 2024).

El chirimoyo posee flores que no son muy atractivas para los insectos, pues presentan color verde que no las diferencian de las hojas y ello dificulta la polinización entomófila que podría favorecer la fructificación (González, 2013; García, 2017). Asimismo, la viabilidad del polen, más que la receptividad del estigma es la mayor limitación para el éxito de la polinización del chirimoyo en un clima tropical húmedo (Richardson y Anderson, 1996); por esta razón, la polinización asistida se ha convertido en una alternativa para incrementar significativamente la producción (García, 2017).

La polinización manual es la técnica más utilizada para mejorar el cuajado de frutos, llegando a aumentar la tasa de fructificación entre 60 a 90%, frente a menos del 5% de cuajado que ocurre en condiciones naturales (Tineo, 2018). Resultados de experimentos en chirimoya han revelado que una mayor cantidad de polen aplicado manualmente conduce a un mayor cuajado y desarrollo del fruto, evidenciando una relación positiva entre la carga polínica y diversos parámetros como el número de semillas y peso del fruto (González *et al.*, 2006).

La principal motivación para practicar o recomendar la polinización manual es el aumento en el cuajado y calidad de la fruta (Wurz *et al.*, 2021). Para optimizar este proceso, se han investigado diversos portadores de polen, tales como harinas vegetales o talco, que actúan como vehículos de transferencia del polen. Si bien existe mayor evidencia en otros cultivos (maíz), su aplicación en chirimoya se propone como una alternativa innovadora: el portador facilita la adhesión del polen al pincel y su posterior liberación, incrementando la eficiencia de la polinización manual (Tineo, 2018).

Aunque la literatura sobre el uso específico de portadores de polen para chirimoya es escasa, estudios en otros cultivos demuestran que algunos materiales permiten diluir y transportar el polen de manera controlada, manteniendo su viabilidad (Zamora-Pinedo, 2022). En la chirimoya, esta práctica podría reforzar la dosificación, mejorar la cobertura de los estigmas de la flor y asegurar niveles óptimos de cuajado, especialmente en entornos altoandinos donde la degradación del polen por las condiciones climáticas es crítica (Tineo, 2018).

La adaptación de métodos eficientes, accesibles y replicables es clave para garantizar una producción sostenible y de alta calidad, sobre todo en la agricultura familiar (Wurz *et al.*, 2021). Dado este contexto, el objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la polinización asistida mediante el uso portadores de polen, en la producción de chirimoya en la región altoandina de Lima.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el distrito de Cochamarca, provincia de Oyón, Lima, a una altitud de 1 831 m en un campo de cultivo de chirimoyo, ubicado en las coordenadas 10° 57' 08" LS y 77° 05' 51" LO, durante el periodo de octubre de 2022 a agosto de 2023. De acuerdo a la

clasificación de Köppen, el clima de la región se clasifica como BSw, caracterizado por inviernos secos con precipitaciones menores a los 500 mm y temperaturas medias anuales que fluctúan entre 12 y 23 °C (Rayter, 2008).

La temperatura media anual en esta zona fluctúa entre 12 y 23 °C. Con respecto a las características del suelo (Cuadro 1), presenta una clase textural franca, de reacción medianamente alcalina, con bajo contenido de materia orgánica, alto en fósforo y medio en potasio disponible.

Cuadro 1. Características del suelo utilizado en la investigación.

Textura	CE (mS m ⁻¹)	pH	MO (%)	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)
Franco	3.3	7.6	1.2	12.09	126.15

Laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Lima.

Es importante señalar que las condiciones edafoclimáticas descritas representan un entorno característico de los valles altoandinos, donde factores como la baja humedad relativa y la radiación solar intensa pueden incidir directamente en la viabilidad y desempeño del polen durante la floración, lo que justifica la evaluación de portadores de polen polinización asistida, que sean adecuados para estas condiciones.

Se utilizó el diseño estadístico de bloques completos al azar con seis tratamientos dispuestos en tres bloques. Los tratamientos fueron: T1) portador de polen a base de harina de chuño; T2) portador de polen a base de harina de *Lycopodium clavatum*; T3) portador de polen a base de harina de maíz blanco; T4) portador de polen a base de harina de trigo; T5) portador de polen a base de talco industrial; y T6) polinización natural.

La instalación del experimento se realizó en el mes de octubre del 2022, en árboles de chirimoyo de seis años de la variedad 'Cumbe', injertados sobre patrón de chirimoyo 'Cimarrón', material genético adaptado a condiciones adversas. La distancia entre líneas y plantas fue de 4 m y el número de árboles por unidad experimental fue de tres, ocupando un área de 48 m².

Para la polinización asistida, se siguió el procedimiento establecido por Tineo (2018). La recolección de las flores se realizó cuando se encontraban en estado de antesis femenina entre las 5 y 11 am. Estas flores fueron llevadas a un ambiente donde se tendieron para hacer la recolección del polen, en este caso se extrajo el polen en el horario de 16 a 20 h, las que fueron guardadas en un recipiente a una temperatura de 8 °C.

La polinización se efectuó al día siguiente entre las 5 y 11 am, para preparar los diferentes tratamientos experimentales, el polen fue mezclado en una proporción de 1 parte de polen por 0.5 partes del portador de polen. La aplicación se realizó con una perilla y por cada árbol se polinizaron 100 flores. Cabe destacar que el uso de la perilla como instrumento de aplicación permite una dosificación controlada y homogénea del polen sobre los estigmas, lo que favorece la replicabilidad del procedimiento y minimiza las variaciones operatorias durante la polinización asistida.

Con respecto a la conducción del experimento, después de la poda se procedió a realizar el primer abonamiento aplicándose en cada árbol una dosis de 5 kg de compost, 300 g del fertilizante Yaramila Complex® (12% N, 5% P₂O₅, 7% K₂O + micronutrientes), 400 g de fosfato diamónico (18% N, 46% P₂O₅) y 300 g de sulfato de amonio (21% N).

El segundo abonamiento se realizó cuando ocurrió el cuajado de los frutos, después de la polinización asistida y se aplicó por cada planta 300 g de nitrato de amonio (33% N), 400 g del fertilizante Yaramila Hydran® (19% N, 4% P₂O₅, 19% K₂O + micronutrientes) y 300 g de Sulpomag® (22% K₂O, 18% MgO, 22% S).

A los 200 días después de la polinización manual se procedió a cosechar los frutos producidos en cada unidad experimental. Luego de la cosecha se contabilizó y se categorizó a los frutos según peso, siguiendo lo indicado por Heredia (2022): super extra (> 501 g), extra (entre 401 a 500 g), primera (entre 250 a 400 g), segunda (entre 151 a 250 g) y tercera (< 150 g). Los resultados se expresaron en número de frutos por árbol y en t ha⁻¹.

Los datos obtenidos para las variables evaluadas, previa evaluación de normalidad y homogeneidad de varianzas, fueron sometidos al análisis de varianza por la prueba 'F' ($p < 0.05$) y las medias de tratamiento fueron comparadas con la prueba de Scott-Knott. Los datos fueron analizados con el software estadístico Sisvar.

Resultados y discusión

En el Cuadro 2, se muestran diferencias significativas para el número de frutos de chirimoya cosechados por árbol, atribuibles a los distintos portadores de polen aplicados. Los tratamientos con harina de *L. clavatum* (39.02 frutos planta⁻¹) y harina de chuño (34.66 frutos planta⁻¹) mostraron una superioridad con respecto al resto de tratamientos, conformando el grupo de mayor productividad.

Cuadro 2. Efecto de la polinización asistida sobre el número de frutos por árbol.

Tratamiento de polinización	Núm. de frutos cosechados por árbol
Harina de <i>L. clavatum</i>	39.02 a
Harina de chuño	34.66 a
Harina de maíz blanco	19.58 b
Talco industrial	19.32 b
Harina de trigo	18.53 b
Testigo	6.4 c
CM	570.73 **
Promedio	22.91
CV (%)	19.26

CM= cuadrados medios para los tratamientos de polinización; **= diferencias altamente significativas ($p < 0.01$); CV= coeficiente de variabilidad en porcentaje. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Está marcada diferencia podría estar relacionada con las propiedades físico-químicas de estos portadores, tales como su granulometría, higroscopicidad y adherencia al polen, lo que favorece su transporte y deposición en los estigmas receptivos (Broussard *et al.*, 2023). Por su parte, los tratamientos con harina de maíz blanco, talco industrial y harina de trigo, aunque superaron significativamente al control (6.4 frutos planta⁻¹), mostraron una eficiencia menor respecto a los tratamientos con *L. clavatum* y chuño como portadores de polen.

Esto sugiere que no todos los materiales portadores presentaron la misma compatibilidad con el polen de chirimoya ni el mismo efecto en la eficiencia de polinización, lo que ya ha sido destacado en otros frutales (Jalikip y Kumar, 2007).

Con respecto al tratamiento control, el bajo rendimiento confirmó la dependencia de la chirimoya a la intervención humana para una polinización eficaz (Cuadro 2). El hecho de que el tratamiento control haya producido apenas 6.4 frutos por planta pone en evidencia la necesidad de estrategias complementarias como la polinización manual con portadores, tal como ha sido resaltado en investigaciones sobre especies de *Annona* con limitaciones para la autopolinización (Pereira *et al.*, 2014).

En el Cuadro 3 se aprecia que, para el conjunto de las categorías de rendimiento se hallaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos de polinización. Se observó en general, que en todos los tratamientos evaluados se halló una tendencia a producir más frutos de categoría primera y menores cantidades de frutos en las categorías super extra y tercera.



Cuadro 3. Efecto de la polinización asistida en el rendimiento de chirimoya según categorías del fruto.

Tratamiento de polinización	Categoría de la cosecha (t ha ⁻¹)					Rendimiento total (t ha ⁻¹)
	Super extra	Extra	Primera	Segunda	Tercera	
Harina de <i>L. clavatum</i>	1.84 a	3.48 a	4.76 a	2.94 a	1.17 a	14.19 a
Harina de chuño	1.34 b	2.76 b	3.71 b	2.08 b	0.87 b	10.76 b
Harina de trigo	1.35 b	1.72 c	1.84 c	1.15 c	0.53 c	6.64 c
Harina de maíz blanco	1.16 b	1.51 c	1.53 c	1.47 c	0.48 c	6.15 c
Talco industrial	0.86 c	1.54 c	1.65 c	1.39 c	0.63 c	6.05 c
Testigo	0.27 d	0.18 d	0.72 d	0.32 d	0.14 d	1.65 d
CM	1.13 **	5.21 **	9.43 **	3.1 **	0.47 **	75.36 **
Promedio	1.13	1.86	2.37	1.56	0.64	7.57
CV (%)	16.42	15.11	15.57	25.73	22.13	9.66

Le siguió en importancia el portador de polen con harina de chuño (almidón de papa) con 10.76 t ha⁻¹. El tratamiento con menor rendimiento fue el control (1.65 t ha⁻¹), siendo inferior significativamente a los demás tratamientos.

Analizando los resultados por categorías del fruto (Cuadro 3), se advierte también que el tratamiento con harina de *L. clavatum* presentó los mayores rendimientos en cada categoría, siguiéndole en importancia el tratamiento con el portador de polen a base de harina de chuño. El tratamiento control produjo los valores más bajos en todas las categorías.

El rendimiento superior obtenido por *L. clavatum* no solo reflejó su capacidad para facilitar la adhesión del polen al estigma, sino también asegura una distribución homogénea durante el proceso manual de polinización. La uniformidad observada en la proporción de frutos de alta categoría sugiere que la carga polínica fue suficiente y estable, permitiendo un desarrollo óptimo del embrión y del tejido accesorio, factores determinantes para alcanzar frutos de gran tamaño y simetría (Wurz *et al.*, 2021).

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman que el uso de portadores como coadyuvantes del polen, tienen un impacto significativo en el rendimiento y la calidad del fruto de chirimoya bajo las condiciones altoandinas (Flores, 2013). En particular, el tratamiento con harina de *L. clavatum* produjo el mayor rendimiento total (14.19 t ha⁻¹) y la mayor proporción de frutos en las categorías comerciales superiores (super extra, extra y primera), lo que indica una mayor eficiencia en la transferencia y adherencia del polen durante la polinización manual.

Este rendimiento superior refleja la capacidad del *L. clavatum* no solo para facilitar la adhesión del polen al estigma, sino también para asegurar una distribución homogénea durante el proceso manual de polinización. La uniformidad observada en la proporción de frutos de alta categoría sugiere que la carga polínica fue suficiente y estable, permitiendo un desarrollo óptimo del embrión, factores determinantes para alcanzar frutos de mayor tamaño y simetría (Wurz *et al.*, 2021).

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Pritchard y Edwards (2006), los que indican que la polinización manual mejora significativamente el cuajado de frutos en chirimoya cuando los polinizadores naturales son escasos, situación frecuente en zonas de altura. Sin embargo, los resultados obtenidos en la investigación contradicen los de González *et al.* (2006) quienes afirman que la polinización con *Lycopodium* redujo el cuajado y el tamaño de los frutos mientras que la aplicación de una doble cantidad de polen no mejoró el tamaño de los frutos o el cuajado.

Cabe mencionar que la importancia de obtener un mayor porcentaje de frutos en las categorías superiores (super extra, extra y primera) como se mostró en el Cuadro 3, tiene una implicancia directa en el valor comercial de la producción, ya que estos calibres son demandados tanto en el mercado interno como en potenciales mercados de exportación (Vásquez *et al.*, 2023).

El segundo mejor rendimiento se obtuvo con harina de chuño (10.76 t ha^{-1}), lo que es relevante al tratarse de un producto local y de bajo costo. Su efectividad sugiere que además de sus propiedades físicas, la disponibilidad de este insumo lo hace una alternativa accesible y práctica para los agricultores altoandinos. El uso de chuño (almidón de papa) como portador de polen resulta estratégico para los programas de desarrollo rural, ya que permite reducir costos de producción sin sacrificar el rendimiento, favoreciendo la adopción de tecnologías apropiadas para pequeños productores con recursos limitados.

Este aspecto cobra especial relevancia en contextos donde el acceso a insumos importados es restringido (Wurz *et al.*, 2021). Los tratamientos con harina de trigo, maíz blanco y talco industrial alcanzaron rendimientos intermedios (entre 6 y 6.6 t ha^{-1}), con menores proporciones de frutos en categorías superiores. Esto indica una menor eficiencia en la transferencia del polen (Pinillos y Cueva, 2007), aunque fueron superiores al control sin polinización manual, que alcanzó apenas 1.65 t ha^{-1} , lo que confirma la baja eficiencia de la polinización natural en estas condiciones.

Esta deficiencia ha sido ampliamente documentada en estudios morfológicos de chirimoya que evidencian una alta dependencia del manejo reproductivo artificial para alcanzar niveles comerciales aceptables (Broussard *et al.*, 2023). En términos generales, estos resultados demuestran que la elección del portador de polen no solo influye en la cantidad de fruta producida, sino también en su calidad comercial.

La proporción de frutos de alta categoría alcanzada con harina de *L. clavatum* y harina de chuño sugiere que estos materiales no solo facilitan el cuajado, sino que también optimizan la formación de semillas, lo cual está relacionado con el tamaño y la simetría del fruto (González y Maldonado, 2014). Finalmente, el presente estudio aporta evidencia que puede servir de base para establecer protocolos de polinización asistida adaptados a los sistemas productivos de chirimoya, contribuyendo a mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de los agricultores familiares dedicados a la producción de esta fruta (Cabrera y De la O, 2023).

Conclusiones

El uso de polinización asistida mediante portadores de polen mejora el rendimiento de la chirimoya en la zona altoandina de la región Lima. En particular, el uso de harina de *L. clavatum* demostró ser el tratamiento más efectivo, no solo en términos de cantidad total de producción, sino también por su capacidad de generar frutos de mayor tamaño y calidad comercial, aspectos clave para la competitividad del cultivo.

Los resultados de esta investigación respaldan la importancia de continuar explorando y optimizando técnicas de polinización asistida, con miras a fortalecer el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades rurales dedicadas al cultivo de chirimoya en la región andina.

Bibliografía

- 1 Apolonio, I.; Franco, O.; Morales, E. J. y González, A. 2015. Influencia de la fuente de polen y su efectividad en la calidad de frutos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Agronomía Costarricense*. 39(1):61-69. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v39n1/a05v39n1.pdf>.
- 2 Bernzen, A.; Sohns, F.; Jia, Y. and Braun, B. 2023. Crop diversification as a household livelihood strategy under environmental stress. Factors contributing to the adoption of crop diversification in shrimp cultivation and agricultural crop farming zones of coastal Bangladesh. *Land Use Policy*. 132:106796. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106796>.
- 3 Broussard, M. A.; Coates, M. and Martinsen, P.; 2023. Artificial pollination technologies: a review. *Agronomy*. 13(5):1351. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051351>.

- 4 Cabrera, C. E. y De la O, A. P. 2023. La agricultura familiar en el Perú: brechas, retos y oportunidades. FAO. Roma. 11-15 pp. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/616d575b-9f56-46c9-84c2-deed0dd119e4/content>.
- 5 Damme, P. V. and Scheldeman, X. 1999. Promoting cultivation of cherimoya in Latin America. En: Non-wood Forest Products and Income Generation. Ed. SA. Dembner. A. Perlis. FAO. 2-4 pp. <https://www.fao.org/4/x2450e/x2450e09.htm>.
- 6 Flores, D. 2013. Cultivo de chirimoyo. Manual práctico para productores. Swiss Contact. 31-33 pp. <https://drive.google.com/file/d/10-wcZaAUxxeSke3ahIP9w1TYtYbSL86/view>.
- 7 García, R. 2017. Innovación tecnológica para la polinización artificial de la chirimoya en el municipio de Mizque. Desarrollo Rural y Territorial. 23-36 pp. <http://ddigital.umss.edu/bitstream/123456789/10843/1/garcia%20beatriz%20trabajo%20final-polinizacion.pdf>.
- 8 Gonzáles, F. y Maldonado, A. 2014. Identificación in situ de ecotipos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) con aptitudes potencialmente comerciales en el distrito de Churubamba-Huánuco. Investigación Valdizana. 1(8):9-17. <https://www.redalyc.org/pdf/5860/586061890002.pdf>.
- 9 Gonzáles, M. E. 2013. Chirimoya (*Annona cherimola* Miller.) frutal tropical y subtropical de valores promisorios. Cultivos Tropicales. 34(3):52-63. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193227533008>.
- 10 Gonzáles, M.; Baeza, E.; Lao, J. L. and Cuevas, J. 2006. Pollen load affects fruit set, size, and shape in cherimoya. Scientia Horticulturae. 110(1):51-56. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.06.015>.
- 11 Heredia, L. H. 2022. Evaluación de bionutrientes en el rendimiento de Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) variedad Cumbe en Huaycho (tesis de pregrado). <http://repositorio.unjfc.edu.pe/handle/20.500.14067/6377>.
- 12 Jalikop, S. H. and Kumar, R. 2007. Pseudo-xenic effect of allied *Annona* spp. pollen in hand pollination of cv 'Arka Sahan' [(*A. cherimola* × *A. squamosa*) × *A. squamosa*]. HortScience. 42(7):1534-1538. <https://www.doi.org/10.21273/hortsci.42.7.1534>.
- 13 Kahn, T. L. 1998. Pollination: theory & practice. En: The CCA Cherimoya handbook. 8-10 pp. <https://ucanr.edu/sites/default/files/2024-06/398853.pdf>.
- 14 Larranaga, N.; Agustín, J. A.; Albertazzi, F.; Fontecha, G. Vásquez-Castillo, W.; Cautín, R.; Quiroz, E.; Ragonezi, C. and Hormaza, J. I. 2024. Underutilized fruit crops at a crossroads: the case of *Annona cherimola*-from pre-Columbian to present times. Horticulturae. 10(6):53. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10060531>.
- 15 Merino, R. E. 2019. Estudio de pre factibilidad de los productos derivados de la chirimoya. Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú <https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/805a12db-479e-45e1-978f-bbea72ffc168/content>.
- 16 Pereira, M. C. T.; Crane, J. H.; Montas, W.; Nietzsche, S. and Vendrame, W. A. 2014. Effects of storage length and flowering stage of pollen influence its viability, fruit set and fruit quality in 'Red' and 'Lessard Thai' sugar apple (*Annona squamosa*) and 'Gefner' atemoya (*A. cherimola* × *A. squamosa*). Scientia Horticulturae. 17:55-60. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.08.004>.
- 17 Pinillos, V. and Cueva, J. 2007. Artificial pollination in tree crop production. In: Horticultural Reviews, Volume 34. Ed. Jules Janick John Wiley & Sons <https://www.researchgate.net/publication/230035325-artificial-pollination-in-tree-crop-production>.
- 18 Pritchard, K. D. and Edwards, W. 2006. Supplementary pollination in the production of custard apples (*Annona* sp.) the effect of pollen source. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 81(1):78-83. <https://doi.org/10.1080/14620316.2006.11512032>.

- 19 Rayter, D. G. 2008. Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos. Ministerio de Educación, Lima. 12-18 pp. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/10636>.
- 20 Richardson, A. C. and Anderson, P. A. 1996. Hand pollination effects on the set and development of cherimoya (*Annona cherimola*) fruit in a humid climate. *Scientia Horticulturae*. 65(4):273-281. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(96\)00878-3](https://doi.org/10.1016/0304-4238(96)00878-3).
- 21 Tineo, J. I. 2018. Manejo técnico del cultivo de chirimoyo en valles interandinos. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima. 45-49 pp. <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1779/1/manejo%20t%c3%a9cnico%20del%20cultivo%20de%20chirimoyo%20en%20valles%20interandinos.pdf>.
- 22 Vásquez, W. A.; Viteri, P. F.; Viera, W. F.; Tamayo, E. A.; Mejía, P. R.; Racines, M. A.; Merino, J. L.; Noboa, M. A.; Cartagena, Y. E. y Meléndez, M. R. 2023. El chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.): producción en los valles interandinos de Ecuador. UDLA Ediciones 76-80 pp. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/6317/1/EI%20Chirimoyo.pdf>
- 23 Wurz, A. Grass, I. and Tschardtke, T. 2021. Hand pollination of global crops- A systematic review. *Basic and Applied Ecology*. 56:299-321. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.08.008>.
- 24 Zamora-Pinedo, H. 2022. Simulation of assisted entotophilic pollination process in Shanusi oil plantations to plan future production scenarios. *Revista Científica de Sistemas e Informática*. 2(1):e133. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.133>.



Efecto de los portadores de polen en la producción de chirimoya en la región Andina

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 February 2026
Date accepted: 01 April 2026
Publication date: 19 June 2026
Publication date: 2026
Volume: 17
Issue: 4
Electronic Location Identifier: e3989
DOI: 10.29312/remexca.v17i4.3989

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

Annona cherimola Mill.

Lycopodium clavatum

harina de chuño

harina de maíz

harina de trigo

Counts

Figures: 0

Tables: 3

Equations: 0

References: 24