

INFORME FINAL
ESTUDIO PALEOGENÓMICO DE LA COEVOLUCIÓN
DEL FRIJOL Y SUS SIMBIONTES DURANTE LA
DOMESTICACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACION DE COLECCIONES Y FONDOS
MUSEOGRAFICOS ADMINISTRADOS POR EL MINISTERIO DE CULTURA

Presentado ante la Dirección General de Museos
Ministerio de Cultura

Por
PhD. Jazmín Ramos Madrigal
Mag. George Edward Chauca Iparraguirre

Lima 22 de junio de 2025

Contenido

1.- Resumen	3
2.- Antecedentes, problemática y objetivos de la investigación	4
2.1.- Antecedentes	4
2.2.- Problemática	5
2.3.- Objetivos de la investigación.....	6
3.- Metodología aplicada en el desarrollo de la investigación.....	6
4.- Resultados de la investigación	7
5.- Acciones de conservación preventiva.....	11
6.- Conclusiones y recomendaciones	11
7.- Equipo de investigadores y responsabilidades.....	12
8.- Inventario de bienes culturales muebles investigados.....	13
9.- Archivo fotográfico del proceso de trabajo y las treinta muestras.....	18

1.- Resumen

El proyecto de investigación de colecciones y fondos museográficos administrados por el Ministerio de Cultura “Estudio paleogenómico de la coevolución del frijol y sus simbioses durante la domesticación”, autorizado por la Resolución Directoral N°000040-2025-DGM-VMPCIC/MC, emitido el 9 de junio de 2025, fue ideado con el único objetivo de seleccionar y tomar treinta (30) muestras arqueológicas de semillas y vainas de *Phaseolus vulgaris* (frijol) y *Phaseolus lunatus* (pallar) de la colección custodiada por el Museo Regional de Ica “Adolfo Bermúdez Jenkins”. En este informe indicamos la descripción de cada muestra elegida, así como la información sobre su procedencia arqueológica y el lugar (proyecto, caja y bolsa) donde estuvieron almacenado. Las treinta muestras fueron seleccionadas y tomadas entre los días 11 al 19 de junio del presente año.

Las treinta muestras seleccionadas y tomadas serán materia de la solicitud de autorización para la exportación de muestras arqueológicas con fines de investigación científica, esto a fin de ser sometidas a análisis del tipo destructivo: extracción de ADN y preparación de librerías de secuenciación, en el Instituto Globe de la Universidad de Copenhague, Dinamarca, y, utilizando herramientas paleogenómicas, se reconstruirá el genoma de las dos especies de plantas y de sus bacterias simbióticas. Es de precisar que las muestras no retornarán al país porque serán totalmente consumidas durante la ejecución del análisis.

2.- Antecedentes, problemática y objetivos de la investigación

2.1.- Antecedentes

El frijol es una de las plantas domesticadas más importantes a nivel mundial, tanto por su valor nutricional, debido a su alto contenido de proteínas, como por su relevancia ecológica y cultural. En América, varias especies del género *Phaseolus* fueron domesticadas (Bitocchi et al., 2017), siendo *P. vulgaris* y *P. lunatus* las más representativas y más comúnmente cultivadas. Estas especies fueron domesticadas independientemente en Mesoamérica y los Andes hace aproximadamente 8000 años (Bitocchi et al., 2013) y actualmente se cultivan en varias regiones del mundo.

Durante la domesticación, el frijol sufrió cambios morfológicos y fisiológicos como consecuencia de la selección humana y natural. El frijol domesticado carece de sensibilidad al fotoperiodo, carece de dormancia de las semillas y poseen semillas más grandes en comparación con su contraparte silvestre (Koinange et al., 1996). Además, existe una gran diversidad de color y tamaño en las semillas entre las diferentes variedades de frijol domesticado. Estudios previos han comenzado a identificar algunas de las variantes genéticas responsables de los cambios asociados a estos cambios (Rendón-Anaya et al., 2017). Demostrando que cerca del 16% del genoma de frijol tiene señales de selección asociadas con el proceso de domesticación (Bellucci et al., 2014).

El frijol representa una de las fuentes de proteínas más importantes para la población humana (Castro-Guerrero et al., 2016). Su alto contenido proteico se debe a su capacidad de asociarse con bacterias fijadoras de nitrógeno del suelo conocidas como rizobios (Martínez-Romero, 2003). Esta relación simbiótica es de gran importancia comercial, pues reduce la dependencia de la planta de

fertilizantes, pero también evolutiva pues le permite al frijol crecer en ambientes con limitación de nutrientes, lo que lo hace ideal para procesos de reforestación (Foyer et al., 2019). Estudiar la domesticación del frijol permite entender mejor las prácticas agrícolas ancestrales y es fundamental para el desarrollo de variedades mejoradas frente a los desafíos actuales del cambio climático y la seguridad alimentaria.

2.2.- Problemática

Aunque estudios recientes han comenzado a describir el proceso de domesticación del frijol, un área que permanece poco explorada es la coevolución entre esta planta y sus bacterias simbióticas. El frijol depende en gran medida de su relación simbiótica con los rizobios en su raíz para adaptarse a entornos cambiantes (Hayat et al., 2010), por lo que es posible que esta interacción haya tenido un papel importante durante el proceso de domesticación. Sin embargo, estudiar dicha coevolución es complejo, debido a procesos como el flujo génico o el reemplazo de simbioses, los cuales pueden oscurecer la historia evolutiva de estas asociaciones.

La paleogenómica, o el estudio del ADN antiguo, ha transformado la genómica evolutiva al permitir recuperar información genética de materiales arqueológicos y paleontológicos (Orlando et al., 2021). Estos avances revelan no sólo el ADN del organismo original, sino también datos sobre dieta, patógenos y microbiomas asociados (Jensen et al., 2019; Wibowo et al., 2021). En este contexto, las semillas arqueológicas de frijol ofrecen una oportunidad única, ya que son frecuentes en contextos arqueológicos, presentan buena preservación de ADN (Trucchi et al., 2021) y, como se ha demostrado en semillas modernas, contienen rizobios endofíticos que colonizan las raíces al germinar (López-López et al.,

2010). Por tanto, permiten estudiar tanto la evolución del frijol como sus asociaciones simbióticas en el pasado durante la domesticación.

Por medio de la generación de datos de secuenciación genómicos de semillas arqueológicas de frijol, estudiaremos la coevolución del frijol y sus bacterias simbióticas durante la domesticación.

2.3.- Objetivos de la investigación

Este proyecto forma parte de un estudio mayor que tiene como finalidad investigar la coevolución del frijol (“frejol” y “pallar”) y sus simbioses bacterianas, por medio del estudio de genomas generados a partir de preparar librerías de secuenciación y la extracción de ADN de muestras (semillas y vainas) antiguas.

En específico, este proyecto tuvo como único objetivo:

- Seleccionar y tomar treinta (30) muestras arqueológicas de *Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus lunatus* para ser exportadas y sometidas a análisis de tipo destructivo: extraer ADN y preparar librerías de secuenciación.

Las muestras seleccionadas no retornarán al país porque serán completamente consumidas durante el desarrollo de los análisis, los mismos que serán ejecutados en el laboratorio especializado de ADN antiguo del Instituto Globe de la Universidad de Copenhague, Dinamarca.

3.- Metodología aplicada en el desarrollo de la investigación

La selección y toma de muestras se ejecutó de la siguiente manera:

Primer paso, y en el propósito de no contaminar las muestras y salvaguardar su integridad, antes de revisar las colecciones nos vestimos con guantes, mascarilla, mandil y cofia (gorro).

Segundo paso, evaluación de los vegetales contenidos en cada bolsa revisada. En la selección de muestras utilizamos como criterio la identificación de buenas condiciones visuales de preservación. Es decir, descartamos semillas y vainas afectadas por insectos, como polillas, o aquellas que se encontraban incompletas o deterioradas. Se empleó el criterio descrito porque estudios paleogenómicos han demostrado que existe una correlación entre la preservación visual y la preservación del ADN endógeno en restos humanos antiguos (Hansen et al., 2017).

Tercer paso, la selección de muestras también fue guiada por el criterio de contar con ejemplares provenientes de diferentes lugares y épocas. Esto se traduce en el intento de tener, al menos, cuatro muestras para cada una de las épocas del Perú antiguo. Asimismo, estas muestras procedan de lugares diferentes del departamento de Ica (ver siguiente apartado).

Cuarto paso, una vez seleccionada la muestra, esta fue pesada y fotografiada. Luego, fue colocada dentro de una bolsa tipo ziploc. Asimismo, cada bolsa fue rotulada con plumón indeleble con el número arábigo asignado.

Ultimo paso, registro de la información contextual de procedencia de la muestra y ubicación dentro de la colección del Museo Regional de Ica “Adolfo Bermúdez Jenkins” (ver anexo 1 y el siguiente apartado).

4.- Resultados de la investigación

Se logró seleccionar y tomar 30 muestras de *Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus lunatus*, provenientes de los siguientes sitios arqueológicos: La Yerba III (Ica), Pernil Alto (Río Grande), Ánimas Altas/Ánimas Bajas (Ica), Cerro Córdova (Ica),

Tajahuana (Ica), Cahuachi (Río Grande), Casa Vieja (Ica), Maymi (Pisco), Huaca del Loro (Trancas), Huaca Guadalupe (Ica), Tacaraca (Ica) y H-8 (Ica).

El siguiente cuadro registra la relación de las treinta (30) muestras tomadas, la descripción de cada una, su peso, así como su procedencia arqueológica, procedencia dentro de la colección del Museo Regional de Ica “Adolfo Bermúdez Jenkins” y asignación temporal relativa.

Muestra	Descripción	Peso (gr)	Sitio	Contexto	Proyecto	Periodo
1	Vaina incompleta con semilla de pallar	1.68	Animas Altas/Animas Bajas	Zona II/ Sector 36/ Montículo 26/ Unidad 10/Exc 5/U.E. 46	PIAAIP 2011/ Caja 14/Bolsa 865	Horizonte Temprano
2	Semilla de pallar	1.24	Animas Altas/Animas Bajas	Zona II/ Sector 36/ Montículo 26/ Unidad 9/Exc 5/ U.E. 113c	PIAAIP 2011/ Caja 14/Bolsa 826	Horizonte Temprano
3	Semilla de pallar	1.03	Córdova	Zona III/ Exc 2/ Unidad 5 y 6/ UE 118 (Relleno de cateo)	PIAAIP 2014/ Caja 13/ Bolsa 1179	Horizonte Temprano
4	Semilla de pallar	1.00	Tajahuana	Unidad 2/ Contexto 2101	PIA Tajahuana 2019/ Caja 2/ Bolsa 14	Horizonte Temprano
5	Vaina de pallar	2.63	Tajahuana	Unidad 2/ Contexto 2101	PIA Tajahuana 2019/ Caja 2/ Bolsa 14	Horizonte Temprano
6	Semilla de pallar	0.82	Huaca Guadalupe	Sector A/ Exp 1/ Unidad 1/ UA 12/ Capa B/ Nivel 2	Proyecto Arqueológico Ica 2016-2017/ Caja 5 AB /Bolsa 45	Horizonte Tardío
7	Semilla de frejol	0.94	Huaca Guadalupe	Sector A/ Exp 1/ Unidad 1/ UA 12/ Capa B/ Nivel 2	Proyecto Arqueológico Ica 2016-2017/ Bolsa 45	Horizonte Tardío
8	Vaina de pallar	1.35	H-8	Unidad 2/ UE 24101	PIA Samaca 2024/ Caja 13 / Bolsa 179	Horizonte Tardío
9	Semilla de frejol	0.7	H-8	Unidad 2/ UE 24101	PIA Samaca 2024/ Caja 13 / Bolsa 179	Horizonte Tardío

10	Semilla de frejol	0.87	Tacaraca	Sector A/ Unidad 01/ Capa C/ Nivel 4/ UA N°02. Relleno de hallazgo 2	PIA Tacaraca- Ica/ Caja 4/ Bolsa 319	Horizonte Tardío
11	Semilla de pallar	0.57	Huaca del Loro	Sector I/ U.E. AS/ Capa B	PIA Huaca del Loro 2019/ Caja 18/ Bolsa 205	Horizonte Medio
12	Semilla de frejol	0.39	Huaca del Loro	Sector I/ U.E. AS/ Capa B	PIA Huaca del Loro 2019/ Caja 18/ Bolsa 205	Horizonte Medio
13	Semilla de pallar	0.73	La Yerba III	Pozo 3/ U.E. 9021 extension	PIA Samaca 2015 Caja 1/Bolsa 572	Precerámico Medio
14	Semilla de pallar	0.82	La Yerba III	Pozo 2/ U.E. 9766	PIA Samaca 2015/ Caja 1/Bolsa 127	Precerámico Medio
15	Semilla de pallar	1.05	Maymi	Sector IV/ Sub-sector C/ Unidad 1/ Capa C	Proyecto Arqueológico Maymi/ Caja 1988 N° 2/ 055	Horizonte Medio
16	Semilla de pallar	1.07	Maymi	Sector IV/ Sub-sector C/ Unidad 5/ Capa C	Proyecto Arqueológico Maymi/ Caja 1988 N° 2/ 067	Horizonte Medio
17	Semilla de frejol	0.41	Casa Vieja	Zona D /Unidad N1156W1170/ Locus 100b	Proyecto Arqueológico Valle Bajo de Ica 1999/ Caja 39	Intermedio Temprano
18	Semilla de pallar	1.29	Casa Vieja	Zona D /Unidad N1156W1170/ Locus 129	Proyecto Arqueológico Valle Bajo de Ica 1999/ Caja 39	Intermedio Temprano
19	Semilla de pallar	1.30	Cahuachi	Sector Y1/ Unidad de excavación Exp. 184/ Cuadrícula de excavación Q20/ Capa/Nivel B/2, Contexto Ampliación 1/Lado oeste	Proyecto de Investigación Arqueológica Proyecto Nasca 2017- 2018/ Caja 5F/Caja 138/ Bolsa 2198	Intermedio Temprano
20	Semilla de frejol	0.32	Cahuachi	Sector Y1/ Unidad de excavación Exp. 185/ Cuadrícula de excavación Q17/	Proyecto de Investigación Arqueológica Proyecto Nasca 2017- 2018/ Caja	Intermedio Temprano

				Capa/Nivel A/1-2, Contexto Relleno al norte de muro 10	5/Caja 189/ Bolsa 281	
21	Semilla de pallar	1.20	Cahuachi	Sector Y1/ Unidad de excavación Exp. 184/ Cuadrícula de excavación Q18/ Capa/Nivel A/1, Contexto 5D	Proyecto de Investigación Arqueológica Proyecto Nasca 2017-2018/ Caja 5D/Caja 136/ Bolsa 1686	Intermedio Temprano
22	Semilla de pallar	0.85	Maymi	Sector IV/ Sub-sector S/ Unidad I-O/ Capa D	Proyecto Arqueológico Maymi/ Caja 1988 N° 1/ 025	Horizonte Medio
23	Semilla de pallar	0.68	Pernil Alto	Unidad 5/ Capa/Nivel L	Proyecto Arqueológico Nasca-Palpa 2008/ Caja 9/ Bolsa 4084	Precerámico Medio
24	Semilla de pallar	0.80	Pernil Alto	Unidad 5/ Capa/Nivel F/ Rasgo: Matriz 9	Proyecto Arqueológico Nasca-Palpa 2008/ Caja 9/ Bolsa 4098	Periodo Inicial
25	Semilla de frejol	1.10	Pernil Alto	Unidad 5/ Capa/Nivel G	Proyecto Arqueológico Nasca-Palpa 2008/ Caja 9/ Bolsa 4041	Precerámico Medio
26	Semilla de pallar	0.57	Pernil Alto	Unidad 5/ Capa/Nivel G/ Rasgo: Fogón 3	Proyecto Arqueológico Nasca-Palpa 2008/ Caja 9/ Bolsa 4040	Precerámico Medio
27	Semilla de frejol	0.52	Pernil Alto	Unidad 5/ Capa/Nivel F	Proyecto Arqueológico Nasca-Palpa 2009/ Caja 15/ Bolsa 4303	Periodo Inicial
28	Semilla de frejol	0.92	Pernil Alto	Unidad 5/ Capa/Nivel F	Proyecto Arqueológico Nasca-Palpa 2009/ Caja 15/ Bolsa 4303	Periodo Inicial
29	Semilla de pallar	1.31	Pernil Alto	Unidad 5/ Capa/Nivel F	Proyecto Arqueológico Nasca-Palpa 2009/ Caja 15/ Bolsa 4303	Periodo Inicial

30	Semilla de pallar	0.65	Tajahuana	Unidad 2/ Contexto 2101	PIA Tajahuana 2019/ Caja 2/ Bolsa 14	Horizonte Temprano
----	-------------------	------	-----------	-------------------------------	---	-----------------------

5.- Acciones de conservación preventiva

Dos fueron las acciones de conservación preventiva implementadas.

La primera acción fue el uso de guantes, mascarilla, cofia y mandil durante el proceso de manipular y extraer los bienes culturales de sus embalajes. La acción redujo la posibilidad de contaminación de los restos vegetales y salvaguarda su potencial uso en futuras investigaciones.

La segunda acción constituyo en el cambio de bolsa en los casos en el que las semillas estuvieron contenidas en bolsas que se encontraban en mal estado de conservación. Esto ocurrió con las bolsas revisadas de los siguientes proyectos: Proyecto de Investigación Arqueológica Nasca-Palpa Temporada 2008 y 2009, así como el Proyecto Arqueológico Maymi.

6.- Conclusiones y recomendaciones

La implementación del proyecto ha permitido seleccionar y tomar muestras representativas de las diferentes épocas del Perú antiguo y de diferentes lugares del departamento de Ica:

- Las muestras provienen de sitios arqueológicos ubicados en cuatro valles del citado departamento: valle de Pisco (Maymi), valle de Ica (La Yerba III, Animas Altas/Animas Bajas, Cerro Córdova, Tajahuana, Casa Vieja, Huaca Guadalupe, Tacaraca (Sector A) y H-8), cuenca de Río Grande (Pernil alto y Cahuachi), y valle de Trancas (Huaca del Loro).

- Y representan seis periodos de la historia del Perú antiguo: Precerámico Medio (La Yerba III (muestra 13 y 14) y Pernil Alto (muestra 23, 25 y 26), Periodo Inicial (Pernil Alto: muestra 24, 27, 28 y 29), Periodo Horizonte Temprano (Animas Alta/Animas Bajas (muestra 1 y 2), Cerro Córdova (muestra 3) y Tajahuana (muestra 4, 5 y 6), Periodo Intermedio Temprano (Cahuachi (muestra 19, 20 y 21) y Casa Vieja(muestra 17 y 18)), Periodo Horizonte Medio (Huaca del Loro (muestra 11 y 12) y Maymi (muestra 17 y 16) y Periodo Horizonte Tardío (Huaca Guadalupe (muestra 6 y 7), H-8 (muestra 8 y 9) y Tacaraca (muestra 10).

Se recomienda proceder con el estudio de análisis de extracción de ADN y construcción de librerías de frijol y pallar antiguo. Asimismo, sugerimos cambiar las bolsas que contienen el material botánico del Proyecto Arqueológico Maymi.

7.- Equipo de investigadores y responsabilidades

Director del Proyecto:

Mg. Arqueólogo George Edward Chauca Iparraguirre

- Solicitar el permiso para investigar las colecciones.
- Redactar y presentar el informe final del proyecto.

Especialista en el análisis genético:

PhD. Jazmin Ramos Madrigal Center for Evolutionary Hologenomics, GLOBE Institute, University of Copenhagen.

- Seleccionar y tomar muestras arqueológicas.
- Análisis de las muestras.

8.- Inventario de bienes culturales muebles investigados

Proyecto	Procedencia	Tipo	N° de Inventario	N° de Caja
Programa Arqueológico Animas Altas -Ica Perú 2019	Animas Altas Zona I/Montículo I/ Sector 8	Vegetal	204, 208	3
Programa Arqueológico Animas Altas -Ica Perú 2018	Animas Altas Zona I/Montículo I/ Sector 8	Vegetal	183, 186, 187, 188, 189, 211, 212 y 214.	5
Programa Arqueológico Animas Altas -Ica Perú 2016	Animas Altas Zona I/Montículo I/ Sector 8	Vegetal	856, 872, 877, 946 y 950	11
			1007, 1016	12
Programa Arqueológico Animas Altas -Ica Perú 2015	Animas Altas Zona I/ Sector 13/Exc. 14	Vegetal	221, 227, 240, 250, 269, 271, 279, 291	6
	Animas Altas Zona I/Montículo 14/ Sector 13	Vegetal	786	21
Programa Arqueológico Animas Altas -Ica Perú 2014	Córdova Zona III/Excavación 2	Vegetal	888, 890, 894, 919, 979, 1015, 1043, 1056 y 1074	12
			1108, 1132, 1141, 1158, 1171, 1173, 1174, 1429	13
			1515, 1526, 1534, 1556, 1578, 1586A	23
	Animas Altas Zona I/Montículo I/ Excavación 12	Vegetal	1627, 1634, 1649, 1676, 1685, 1692, 1693, 1704, 1793, 1794.	18
			1810, 1826, 1837, 1853.	19
			1083, 2085	20
Programa Arqueológico Animas Altas -Ica Perú 2013	Córdova Zona II/ Sector 2	Vegetal	32, 37	3
Programa Arqueológico Animas Altas -Ica Perú 2012	Animas Altas/Montículo 26 / Sector 36	Vegetal	820, 823, 825 2128	14 46
	Animas Altas/ Montículo 30/ Sector 37	Vegetal	423, 425, 429, 433, 469, 472, 479, 483, 507, 508, 512, 529	4
Programa Arqueológico Animas Altas -Ica Perú IP 2011	Animas Altas/ Montículo 26/ Sector 36	Vegetal	557, 559, 582, 606, 613, 624	5
			407, 408, 415, 435, 446, 492, 499	20
			618, 626, 666 657, 659, 660	21 34
	Animas Altas/ Montículo 127	Vegetal	779, 780, 785, 826, 836, 865	14
Programa Arqueológico Animas Altas -Ica Perú 2010	Animas Altas/ Sector 49 y 54	Vegetal	951, 952, 981 1112, 1116, 1117 1180	15 18 20
			1190, 1195, 1206, 1218, 1234, 1261, 1283	12
Programa Arqueológico Animas Altas -Ica Perú 2010	Animas Altas/ Montículo 26/ Sector 36	Vegetal	1031, 1037	14
			963, 998, 1048 1090, 1117, 1124, 1133 1342	35 36 41
			1126 1275	16 17

Proyecto	Procedencia	Tipo	N° de Inventario	N° Caja
Proyecto De Investigación Arqueológica Proyecto Nasca 2017-2018	Cahuachi	Vegetal	59, 66	Caja 5/Caja 5
			156, 158, 451, 902, 907, 1025, 1031, 1116, 1150	Caja 5A/Caja 13
			1504, 1526, 1527, 1662, 1680, 1683, 1757, 1769, 1881, 2016, 2021, 2095, 2104	Caja 5B/Caja 14
			96, 209, 211, 355, 794, 813, 816, 827, 848, 860, 960, 972, 978.	Caja 5A/Caja 32
			1017, 1018, 1045, 1059, 1070, 1071, 1160, 1238, 1241, 1336, 1577, 1759, 1799, 1801, 1841, 1850	Caja 5B/Caja 33
			93, 100, 148, 198, 605, 619, 672, 725, 734, 735, 816, 850, 931, 997, 1019, 1040	Caja 5/Caja 39
			209, 211, 355, 794, 813, 816, 827, 848, 860, 861, 960, 972, 978, 1018, 1045, 1059, 1071, 1075, 1160, 1238, 1241, 1577, 1732, 1759, 1799, 1801	Caja 5A/Caja 100
			484, 506, 673, 820, 869, 904, 1072	Caja 5B/ Caja 134
			1184	Caja 5C/Caja 135
			1226, 1261, 1681, 1686, 1717, 1735, 1754, 1821, 1836	Caja 5D/Caja 136
			1846, 1872	Caja 5E/Caja 137
			1893, 1971, 1973, 1993, 1996, 2031, 2033, 2044, 2097, 2122, 2198, 2200, 2237, 2240, 2273, 2274, 2326, 2340, 2371, 2373, 2379, 2396, 2401, 2421, 2422, 2436	Caja 5F/Caja 138
			2042-Int 5, 2042-Int 7	Caja 11X/Caja 174
			190, 281, 308, 378, 379	Caja 5/ Caja 189

Proyecto	Procedencia	Tipo	N° de Inventario	N° de Caja
Proyecto de Investigación Arqueológica y Puesta en Valor del Sitio Arqueológico de Tacaraca-Ica 2012	Taracara Sector A	Vegetal	214, 219, 236, 245, 269, 311, 315, 319, 325, 362, 370, 371, 375, 397, 398, 400	4
Proyecto de Investigación Arqueológica Samaca 2015	La Yerba III	Vegetal	127, 129, 369, 451, 534, 538, 558, 572, 330, 446	1
Proyecto de Investigación Arqueológica Samaca 2024	H-8	Vegetal	179	13
Proyecto Arqueológico Ica-Investigación en el Sitio Arqueológico de Huaca Guadalupe, distrito de Salas, Provincia de Ica, Departamento Ica 2016-2017	Huaca Guadalupe Sector A	Vegetal	24, 26, 45, 53, 76, 88, 93, 125, 129, 174, 201, 246, 250, 275, 298, 302, 339, 362, 436, 460, 483, 557, 581, 586, 630, 672, 683, 826, 846, 890	5A
			1166, 1198	5B
Proyecto de Investigación Arqueológica Tajahuana 2019	Tajahuana	Vegetal	1, 14	2
Proyecto de Investigación Arqueológica Tajahuana 2022	Tajahuana Sector M	Vegetal	46	4
Proyecto de Investigación Arqueológica Huaca del Loro 2019	Huaca del Loro Sector I	Vegetal	191, 195	16
			199	17
			205, 208, 209, 212	18
	Huaca del Loro Sector III	Vegetal	213	19
Proyecto de Investigación Arqueológica Huaca del Loro 2022	Huaca del Loro Sector I	Vegetal	676	23
Proyecto Arqueológico Palpa Lucanas 2008	Pernil Alto	Vegetal	4023, 4038, 4040, 4041, 4043, 4045, 4084, 4098	9
Proyecto Nasca Palpa 2009	Pernil Alto	Vegetal	4301, 4303, 4307, 4309, 4321, 4374, 4375, 4376, 4377, 4378, 4380, 4381, 4382, 4384, 4387, 4390, 4391, 4395, 4410, 4415, 4419, 4421, 4422, 4426, 4429	15
			4431, 4437, 4440, 4479, 4481	16
			4482	19
Museo Regional de Ica	Santa Lucia	Vegetal	MRI-01598-14	01

Proyecto	Procedencia	Tipo	N° de Inventario	N° de Caja
Proyecto Arqueológico Valle Bajo de Ica 1999*	Casa Vieja, Callango	Vegetal		39
				43
				49
				57
Proyecto Arqueológico Maymi*	Maymi, Pisco	Vegetal		Caja 1988 N°2
				Caja 1988 N°1 10-12-87
				Caja 1988 N°4
				Caja 1988 N°3
				Caja 1988 N°5
				Caja 1990A N°1
				Caja 1990A N°2
				Caja 1990B N°1
				Caja 1990B N°2
				Caja 1990B
				Caja VPP1
				Caja VPP2
				Caja VPP3
				Caja VPP4
	Caja VPP5			
	Caja VPP6			

10.- Medio de difusión de la investigación

Los resultados de este proyecto serán compilados en una publicación científica especializada en biología o genética, en conjunto con todos los colaboradores del proyecto y publicados en una revista revisada por pares.

11.- Referencias

- Bellucci, E., Bitocchi, E., Ferrarini, A., Benazzo, A., Biagetti, E., Klie, S., Minio, A., Rau, D., Rodriguez, M., Panziera, A., Venturini, L., Attene, G., Albertini, E., Jackson, S. A., Nanni, L., Fernie, A. R., Nikoloski, Z., Bertorelle, G., Delledonne, M., & Papa, R. (2014). Decreased Nucleotide and Expression Diversity and Modified Coexpression Patterns Characterize Domestication in the Common Bean. *The Plant Cell*, 26(5), 1901–1912.
- Bitocchi, E., Bellucci, E., Giardini, A., Rau, D., Rodriguez, M., Biagetti, E., Santilocchi, R., Spagnoletti Zeuli, P., Gioia, T., Logozzo, G., Attene, G., Nanni, L., & Papa, R. (2013). Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) in Mesoamerica and the Andes. *The New Phytologist*, 197(1), 300–313.
- Bitocchi, E., Rau, D., Bellucci, E., Rodriguez, M., Murgia, M. L., Gioia, T., Santo,

- D., Nanni, L., Attene, G., & Papa, R. (2017). Beans (*Phaseolus* spp.) as a Model for Understanding Crop Evolution. *Frontiers in Plant Science*, 8, 722.
- Castro-Guerrero, N. A., Isidra-Arellano, M. C., Mendoza-Cozatl, D. G., & Valdés-López, O. (2016). Common Bean: A Legume Model on the Rise for Unraveling Responses and Adaptations to Iron, Zinc, and Phosphate Deficiencies. *Frontiers in Plant Science*, 7, 600.
- Foyer, C. H., Nguyen, H., & Lam, H.-M. (2019). Legumes-The art and science of environmentally sustainable agriculture. *Plant, Cell & Environment*, 42(1), 1–5.
- Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R., & Ahmed, I. (2010). Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Annals of Microbiology*, 60(4), 579–598.
- Jensen, T. Z. T., Niemann, J., Iversen, K. H., Fotakis, A. K., Gopalakrishnan, S., Vågene, Å. J., Pedersen, M. W., Sinding, M.-H. S., Ellegaard, M. R., Allentoft, M. E., Lanigan, L. T., Taurozzi, A. J., Nielsen, S. H., Dee, M. W., Mortensen, M. N., Christensen, M. C., Sørensen, S. A., Collins, M. J., Gilbert, M. T. P., ... Schroeder, H. (2019). A 5700 year-old human genome and oral microbiome from chewed birch pitch. *Nature Communications*, 10(1), 5520.
- Koinange, E. M. K., Singh, S. P., & Gepts, P. (1996). Genetic control of the domestication syndrome in common bean. *Crop Science*, 36(4), 1037–1045.
- López-López, A., Rogel, M. A., Ormeño-Orrillo, E., Martínez-Romero, J., & Martínez-Romero, E. (2010). *Phaseolus vulgaris* seed-borne endophytic community with novel bacterial species such as *Rhizobium endophyticum* sp. nov. *Systematic and Applied Microbiology*, 33(6), 322–327.
- Martínez-Romero, E. (2003). Diversity of *Rhizobium-Phaseolus vulgaris* symbiosis: overview and perspectives. *Plant and Soil*, 252(1), 11–23.
- Orlando, L., Allaby, R., Skoglund, P., Der Sarkissian, C., Stockhammer, P. W., Ávila-Arcos, M. C., Fu, Q., Krause, J., Willerslev, E., Stone, A. C., & Warinner, C. (2021). Ancient DNA analysis. *Nature Reviews. Methods Primers*, 1(1), 1–26.
- Rendón-Anaya, M., Montero-Vargas, J. M., Saburido-Álvarez, S., Vlasova, A., Capella-Gutierrez, S., Ordaz-Ortiz, J. J., Aguilar, O. M., Vianello-Brondani, R. P., Santalla, M., Delaye, L., Gabaldón, T., Gepts, P., Winkler, R., Guigó, R., Delgado-Salinas, A., & Herrera-Estrella, A. (2017). Genomic history of the

origin and domestication of common bean unveils its closest sister species. *Genome Biology*, 18(1), 60.

Trucchi, E., Benazzo, A., Lari, M., Iob, A., Vai, S., Nanni, L., Bellucci, E., Bitocchi, E., Raffini, F., Xu, C., Jackson, S. A., Lema, V., Babot, P., Oliszewski, N., Gil, A., Neme, G., Michieli, C. T., De Lorenzi, M., Calcagnile, L., ... Bertorelle, G. (2021). Ancient genomes reveal early Andean farmers selected common beans while preserving diversity. *Nature Plants*, 7(2), 123–128.

Wibowo, M. C., Yang, Z., Borry, M., Hübner, A., Huang, K. D., Tierney, B. T., Zimmerman, S., Barajas-Olmos, F., Contreras-Cubas, C., García-Ortiz, H., Martínez-Hernández, A., Lubber, J. M., Kirstahler, P., Blohm, T., Smiley, F. E., Arnold, R., Ballal, S. A., Pamp, S. J., Russ, J., ... Kostic, A. D. (2021). Reconstruction of ancient microbial genomes from the human gut. *Nature*, 594(7862), 234–239.

9.- Archivo fotográfico del proceso de trabajo y las treinta muestras



Manipulación de bienes culturales y selección de muestras.



Pesado de cada muestra y embalado dentro de bolsas tipo ziploc.

Fotos de cada muestra

 <p>Muestra 1</p>	 <p>Muestra 2</p>
 <p>Muestra 3</p>	 <p>Muestra 4</p>
 <p>Muestra 5</p>	 <p>Muestra 6</p>
 <p>Muestra 7</p>	 <p>Muestra 8</p>
 <p>Muestra 9</p>	 <p>Muestra 10</p>



Muestra 11



Muestra 12



Muestra 13



Muestra 14



Muestra 15



Muestra 16



Muestra 17



Muestra 18



Muestra 19



Muestra 20



Muestra 21



Muestra 22



Muestra 23



Muestra 24



Muestra 25



Muestra 26



Muestra 27



Muestra 28



Muestra 29



Muestra 30