The agricultural economy of the Aegean Dark Ages through machine learning-powered 3D cereal grain morphometrics. (PID2022-139907NB-I00)

Principal Investigator(s):: Alexandra Livarda
Participating Researcher(s): Michael P. Wallace, Merkouris Georgiadis, Charlotte Diffey, Toby C. Wilkinson, Federica Riso, Francesc C. Conesa, Patricia Vandorpe, Ioannis Mylonas, Elissavet Ninou, Dimitrios Katsantonis, Paul Halstead, Valasia Isaakidou, Sevasti Triantafyllou, Chrysovalantou-Eirini Veropoulidou, Theoni Bainou, Alexandra Eleftheria Theodora Kriti, Iban Berganzo Besga, Irene Lemos, Athina Athanasiadou, Paloma Aliende Garcia, Darío Herranz Rodrigo, Abel Gallego, Orestis Apostolou (University of the Aegean) i Nektaria Tsivelika (Institute of Plant Breeding and Genetic Resources, Hellenic Agricultural Organization)
Dates: 01/09/2023 - 31/08/2026

Financed by: Ministerio de Ciencia, Proyectos I+D. Generación del Conocimiento (PID2022-139907NB-I00)

DarkAegean parteix d'una hipòtesi innovadora: la forma de les llavors de les plantes reflecteix les seves condicions de creixement. Tot i que aquest fenomen ha estat àmpliament estudiat en determinats materials, com ara els ossos humans i animals, en el cas de les llavors encara està lluny d'estar plenament consolidat. L'any 2020, en el marc del projecte DarkRevisited (PID2019-107605GB-I00), dirigit per la investigadora principal, es va dur a terme el primer intent de crear un mètode per correlacionar de manera automatitzada la forma de les llavors amb diferents règims agrícoles. Aquest treball es va combinar amb reconstruccions micro-3D de llavors d'ordi cultivades experimentalment, una de les espècies cerealístiques més importants de l'agricultura, l'extracció automatitzada de mesures i tècniques d'aprenentatge automàtic.
Els primers assaigs van demostrar que existeixen diferències significatives entre la forma de les llavors d'ordi cultivades sota diferents condicions de reg i fertilització, i que aquestes

Contingut extret de la web de l'ICAC (www.icac.cat)

diferències es poden identificar amb elevades taxes d'èxit mitjançant la metodologia desenvolupada pel projecte. DarkAegean es basa en aquest treball previ i l'amplia mitjançant la creació d'un mètode similar per identificar els règims agrícoles aplicats a un altre dels pilars fonamentals de l'agricultura: el blat. L'objectiu és proporcionar un coneixement més complet del cultiu dels cereals i de les pràctiques agrícoles del passat.
Aquesta metodologia innovadora s'aplicarà posteriorment a l'anàlisi de la transició entre l'Edat del Bronze Final (EBF) i la Primera Edat del Ferro (PEF) a l'Egeu. Es tracta d'un període molt debatut, conegut com l'«Edat Fosca», a causa de l'escassetat d'informació disponible i dels profunds canvis socioculturals que van caracteritzar la PEF a la regió. Aquests canvis van transformar tot el sistema social i econòmic en un procés que ja havia començat durant l'EBF i que va culminar amb el col·lapse de les societats palatines micèniques.
DarkAegean té com a objectiu continuar la tasca iniciada per DarkRevisited, sintetitzant evidències primàries existents i generant noves dades procedents de tot l'Egeu mitjançant enfocaments innovadors, amb la finalitat d'aportar una nova perspectiva a aquests debats a través d'una comprensió profunda de la dieta i de les economies agrícoles durant l'EBF i la PEF.
La metodologia del projecte inclou el cultiu experimental de blat sota una varietat de règims agrícoles controlats, utilitzant material procedent del banc genètic de Grècia. Les llavors obtingudes seran analitzades mitjançant morfometria geomètrica tridimensional assistida per aprenentatge automàtic i anàlisi d'isòtops estables, amb l'objectiu de desenvolupar un nou algoritme capaç de correlacionar formes específiques de llavors de blat amb pràctiques concretes de gestió agrícola.
Posteriorment, aquesta metodologia s'aplicarà a mostres arqueològiques de blat procedents de sis jaciments distribuïts per l'Egeu per obtenir nova informació sobre l'agricultura i l'economia del passat. Les anàlisis d'isòtops estables de restes vegetals arqueològiques, ossos animals, closques i restes humanes dels mateixos jaciments aportaran informació complementària essencial per assolir una comprensió holística de la dieta i de la gestió dels recursos durant l'EBF i la PEF a l'Egeu.
Aquest projecte interdisciplinari té el potencial de transformar radicalment la disciplina de l'arqueobotànica, però també d'incidir en la gestió del patrimoni cultural i en la conservació

de la biodiversitat de les plantes alimentàries.

Impacte científic, tècnic i internacional esperat

Es preveu que el projecte DarkAegean tingui un impacte científic significatiu amb reconeixement internacional. En particular, té com a objectiu desenvolupar una nova eina que pugui transformar els enfocaments actuals per a l'estudi de les restes arqueobotàniques i revolucionar el nostre coneixement del món egeu durant l'Edat del Bronze Final (EBF) i la Primera Edat del Ferro (PEF). Aquesta nova eina presenta un potencial real per ser aplicada en el futur a materials procedents de diversos períodes i àrees geogràfiques, maximitzant així el seu impacte dins la disciplina.
Pel que fa a l'Egeu, la combinació de les metodologies que s'hi aplicaran permetrà una anàlisi més detallada de les economies agrícoles, les estratègies de subsistència i la dieta entre l'EBF i la PEF. Això no només contribuirà a avançar el coneixement d'aquest període, sinó que també generarà noves hipòtesis sobre la naturalesa de l'anomenada «Edat Fosca», abordant així una de les qüestions de recerca més debatudes en arqueologia.
A més, la creació d'una base de dades tridimensional de llavors de blat constituirà un recurs excel·lent no només per a l'arqueologia, sinó també per a disciplines relacionades amb els productes agrícoles, com ara l'agronomia, la biologia vegetal i els estudis alimentaris, ampliant l'impacte del projecte més enllà de l'àmbit arqueològic.
Atesa la creixent tendència cap a la digitalització i l'anàlisi computacional, es preveu que els resultats del projecte tinguin un gran valor tant per a la recerca com per a la docència en arqueobotànica. El projecte desenvoluparà, conservarà i difondrà una de les col·leccions de referència més grans i diverses de varietats tradicionals de cultius experimentals cultivades sota condicions de creixement controlades i ben documentades amb finalitats arqueològiques.
Aquesta col·lecció esdevindrà un recurs únic perquè els arqueòlegs puguin comprendre no només els règims i les estratègies agrícoles del passat, sinó també els efectes del clima sobre l'agricultura, la resiliència i els reptes de sostenibilitat. Igualment, podrà servir per contrastar i avaluar altres metodologies habituals en arqueologia, com la morfometria geomètrica (GMM) o les anàlisis isotòpiques.

Els algoritmes i el codi per a la mesura tridimensional mitjançant GMM i per a l'anàlisi de models 3D que es desenvoluparan en el marc del projecte també poden contribuir a l'avenç metodològic en tots aquells camps on la forma dels objectes estudiats conté informació rellevant. Això inclou diverses subdisciplines arqueològiques (com ara l'anàlisi lítica o l'anàlisi osteològica), així com l'agronomia, l'enginyeria, la medicina i altres àmbits de recerca.

Finalment, el projecte ampliarà les fronteres del patrimoni digital mitjançant el desenvolupament continuat de mètodes d'anàlisi tridimensional de formes que vagin més enllà de la simple digitalització. Així mateix, contribuirà a l'elaboració de plans i polítiques més integrals de seguretat alimentària, promovent la conservació i l'ús sostenible de les varietats tradicionals de blat d'acord amb la seva idoneïtat per a diferents àrees geogràfiques, microclimes i règims de cultiu.

La col·laboració amb un equip internacional i l'estratègia de difusió del projecte, adreçada tant a la comunitat científica com al públic general, maximitzaran i garantiran el seu impacte tant en l'àmbit nacional com internacional.

Projecte finançat pel Ministeri de Ciència i Innovació i la Unió Europea

Contingut extret de la web de l'ICAC (www.icac.cat)