

LA POBLACIÓ DE LES ILLES BALEARS: UNA PERSPECTIVA GENÈTICA

JOSEP A. CASTRO, ANTÒNIA PICORNELL, LLUÍS QUINTANA, M. MISERICÒRDIA RAMON
Departament de Biologia Fonamental i Ciències de la Salut, Universitat de les Illes Balears

INTRODUCCIÓ

La població humana de l'arxipèlag balear està constituïda per la de les illes de Mallorca, Menorca i del conjunt Eivissa-Formentera; les altres illes i illots no han estat mai habitats de forma permanent. Atesa la seva privilegiada posició en el Mediterrani, les Balears han estat poblades per gent de diferents cultures al llarg del temps. Encara que són considerades com un conjunt, cada illa té les seves característiques pròpies i difereix en alguns aspectes de les altres. Mallorca és la major i més poblada, Menorca és la segona en àrea i la tercera en població, i Eivissa és la més petita en extensió, però la segona en població. Pel que fa al substrat poblacional, hi ha proves històriques que Mallorca i Menorca varen ser poblades per gent procedent de diferents àrees (Sardenya, Sicília, est de la península Ibèrica, nord d'Àfrica) uns 4000 anys aC. Eivissa presenta marcades diferències respecte a les altres dues illes més grans, Mallorca i Menorca, pel que fa a paisatge, vegetació i especialment en els orígens dels assentaments humans. No existeixen proves de poblament humà de l'illa d'Eivissa abans de l'arribada dels cartaginesos l'any 654 aC. Els cartaginesos varen romandre a l'illa durant cinc segles i varen fundar-hi la ciutat principal, Ibusium (ara Eivissa). El nom va ésser donat en honor a Bes, un déu egipci i cartaginès. L'illa va ésser annexionada mitjançant un pacte a l'imperi romà l'any 123 aC, però els romans mai arribaren a ocupar Eivissa, fet confirmat per la manca de restes romanes. Després, el conjunt de l'arxipèlag va romandre des del segle VII fins al XII sota la dominació musulmana. L'any 1229 es va iniciar la conquesta de les Balears pel rei en Jaume I amb la dominació de Mallorca; sis anys després va ser ocupada Eivissa. A partir de llavors, i durant els set segles següents, Eivissa no va rebre cap contribució remarcable de gens aliens fins al «boom» turístic de la dècada de 1970, amb una forta entrada de persones procedents de la Península i d'altres indrets d'Europa. L'aïllament i el reduït nombre de població autòctona varen fer de l'illa una població amb una alta taxa de consanguinitat.

Una altra «illa» trobem a les Balears, no des del punt de vista geogràfic, però sí des del punt de vista genètic; es tracta de la comunitat xueta. És ben conegut que un grup de jueus, anomenats sefardites, varen viure a la península Ibèrica i a les Balears des de la Diàspora del poble hebreu. Alguns es varen convertir al cristianisme i ells i els seus descendents varen ser assimilats per la resta de la població. A Mallorca, les coses no varen ser així, i un petit grup de jueus conversos, anomenats xuetes, es va mantenir segregat de la resta de la població fins a dates recents. La paraula xueta podria derivar bé de juetó (diminutiu de jueu), o bé de xulla (cansalada), en referència als costums en el menjar dels jueus. Són considerats xuetes els individus que porten algun d'aquests quinze cognoms: Aguiló, Bonnín, Cortés, Forteza, Fuster, Martí, Miró, Picó, Piña, Pomar, Segura, Tarongí, Valentí, Valleriola i Valls. Els cognoms són d'origen català, castellà o italià i fora de Mallorca no tenen cap relació amb la identitat jueva. Altres cognoms, com poden ser Salom o Abraham, a pesar de ser etimològicament hebreus, i per altra banda freqüents a l'illa, no són considerats xuetes. El nombre de persones considerades xuetes ha variat amb el temps, però el podríem situar dins unes estimes de 1500 a 5000 persones. Tots els investigadors han posat de relleu l'endogàmia que presenta aquest grup poblacional, com es pot veure si es consulta el nombre de dispenses matrimonials per parentesc en els registres matrimonials. L'endogàmia no ve donada solament pel nombre reduït d'individus, sinó també per l'existència de clans o associacions preferencials entre certs cognoms, que avui en dia encara podem detectar (15, 21).

A l'hora d'estudiar les poblacions humanes des del punt de vista genètic, els polimorfismes sanguinis han estat una eina molt emprada en aquests estudis poblacionals, ja que permeten establir les relacions filogenètiques que es donen entre els diferents grups, mitjançant les anàlisis de distància genètica i també amb l'aplicació de les tècniques multivariants. L'anàlisi multivariant és una poderosa eina estadística que permet treballar amb totes les variables en estudi al mateix temps i també esbrinar la contribució de cadascuna en la descripció del fenomen en estudi. L'aplicació de l'anàlisi multivariant a les poblacions humanes (2, 3, 7, 9) ha incrementat les possibilitats de descripció i interpretació de la seva diferenciació.

Per altra banda, el DNA mitocondrial (mtDNA) també s'ha fet servir en els estudis poblacionals. El mtDNA és una molècula de cadena doble, circular i covalentment tancada de 16.569 parells de bases en els humans, que ha estat completament seqüenciada (1). La seva herència materna i haploide, sense recombinació i/o segregació i la seva elevada taxa de mutació, que és de 2–4% per milió d'anys (31), li dona un alt grau de variabilitat entre els individus i la converteix en una bona eina per a l'estudi de l'estructura genètica de les poblacions. Nombrosos treballs s'han duït a terme posant en evidència tant les diferències que presenten els quatre grans grups ètnics (caucàsics, amerindis, africans i asiàtics) (8, 20), com les que es presenten entre comunitats amb un origen geogràfic diferent i que pertanyen al mateix grup ètnic (4, 5, 30, 32).

En el present estudi es pretén posar de manifest l'heterogeneïtat de la població balear quant als polimorfismes hemàtics i de mtDNA amb les possibles ressemblances o diferències genètiques. Es farà especial incidència en l'origen diferencial de la població d'Eivissa i en la diferenciació de la comunitat xueta de la població Balear i la seva possible semblança amb poblacions jueves, ja que és d'esperar que la història de les Balears es vegi reflectida en el seu *pool* genètic.

MATERIAL I MÈTODES

Polimorfismes hemàtics

Mostres de sang d'individus (>de 200 de cada població) de la població xueta i de la població autòctona de les illes de Mallorca, Menorca i Eivissa, procedents de donants de sang i/o mostres hospitalàries varen ser extretes i conservades a 4°C. Els fenotips corresponents als grups sanguinis varen ser determinats amb sang fresca i les mostres de sèrum varen ser congelades a -20°C fins a la seva anàlisi.

Per a la tipificació dels grups sanguinis ABO, MN Ss, P, RH, Kell (KEL) i Duffy (FY) es varen seguir les tècniques recomanades per les companyies comercials (Behring i Grifols).

Els enzims eritrocitaris determinats foren: glucosa-6-fosfat deshidrogenasa (G6PD), 6-fosfogluconat deshidrogenasa (PGD), fosfatasa àcida (ACP1), esterasa D (EsD), fosfoglucomutasa (PGM1), glioxalasa 1 (GLO1) i adenilat cinasa (AK1). Les proteïnes sèriques varen ser: haptoglobines (HP), transferina (TF), orosomucoide (ORM), α 1-antitripsina (PI) i component grupal específic (GC). Els mètodes més detallats estan descrits a Picornell (24) i Picornell et al. (25, 26, 27).

Les dades varen ésser analitzades amb els programes i paquets estadístics Biosys-1 (33), BMDP (11) i ANFC (10).

mtDNA

Es varen emprar mostres de sang perifèrica d'uns 200 individus no relacionats de la població autòctona de les Balears procedents de les illes de Mallorca, Menorca, Eivissa i xuetes, de les quals es va verificar el seu llinatge matern, recollides amb EDTA i rentades amb 0,9% NaCl. El DNA va ser extret de la fracció nucleada seguint els procediments estandarditzats (18). Els següents enzims de restricció varen ésser emprats per detectar la variabilitat de seqüència: *HpaI*, *BamHI*, *HaeII*, *MspI* i *AvaII*, seguint les recomanacions del fabricant (Boehringer Mannheim). Els fragments varen ésser separats en gels d'agarosa 1,5%–1,8%, en un tampó TAE amb un voltatge constant de 1,5 V/cm. Els enzims varen ésser seleccionats en funció de treballs anteriors atès que per altres enzims el grau de polimorfisme és molt baix o inexistent (13). Després de l'electroforesi, per detectar els fragments, aquests varen ser transferits a

una membrana de niló i hibridats amb una sonda de mtDNA, per més detalls veure Massanet et al. (19). Les seves longituds varen ser comparades amb la seqüència Anderson i es va determinar l'haplotip per a cada mostra d'acord amb el patró de fragments obtingut amb la digestió dels enzims *HpaI*, *BamHI*, *HaeII*, *MspI* i *Ava II*, seguint aquest ordre.

La diversitat haplotípica, la diversitat nucleotídica i els arbres filogenètics varen ésser calculats mitjançant els mètodes UPGMA i el Neighbour-joining (22) amb el programa RESTSITE (23), facilitat pels autors. El grau de subestructuració de les poblacions va ésser estimat mitjançant el paràmetre N_{ST} , amb el programa HAPLO (16), també facilitat pels autors.

RESULTATS I DISCUSSIÓ

Polimorfismes hemàtics

Les anàlisis del nivell de variabilitat han estat encaminades a resoldre dues qüestions, la primera l'origen diferencial de la població d'Eivissa i la segona la situació genètica de la comunitat Xueta.

Població d'Eivissa

Els resultats obtinguts en les freqüències dels fenotips i al·lels dels grups sanguinis, proteïnes sèriques i enzims eritrocitaris es poden trobar detallats en Picornell et al. (28). Tots els loci, a excepció del sistema Duffy, es troben en equilibri de Hardy-Weinberg, però és present en 5 sistemes un lleuger excés d'homozigots degut probablement a la consanguinitat que es troba en aquesta població. La manca d'equilibri en el sistema Duffy pot ser explicada per l'existència d'heterozigots de l'al·lel silent (que no podem detectar amb la tècnica emprada), resultat d'un efecte selectiu, conseqüència de la incidència de malària a l'illa en èpoques passades. Podríem pensar també que la manca d'heterozigots és una conseqüència lògica en poblacions que viuen en àrees geogràfiques reduïdes (17). Per esbrinar si es produeix això, es va dur a terme una anàlisi de correlació entre l'àrea de l'illa i el nivell de heterozigositat a diverses illes del Mediterrani. La mitjana d'heterozigositat a les illes d'Alonissos (0,333), Eivissa (0,340), Menorca (0,354), Mallorca (0,360), Sardenya (0,346) i Sicília (0,362) varen ser correlacionades amb la mida de cadascuna d'elles, obtenint un valor de $R = 0,485$. Encara que no és estadísticament significatiu, Eivissa, una de les illes més petites, té un dels valors més petits d'heterozigositat.

En comparar els resultats d'Eivissa amb els existents a la bibliografia sobre altres poblacions circummediterrànies s'observen per a alguns sistemes (Duffy, Transferrina) unes freqüències molt properes a les poblacions nord-africanes i d'Orient Mitjà. Altres sistemes apropen Eivissa a les poblacions europees, per exemple MS, D, Rh i PI. En elaborar l'anàlisi de cluster (Fig. 1) observem dues grans agrupacions, una amb les poblacions europees i l'altra amb les nord-

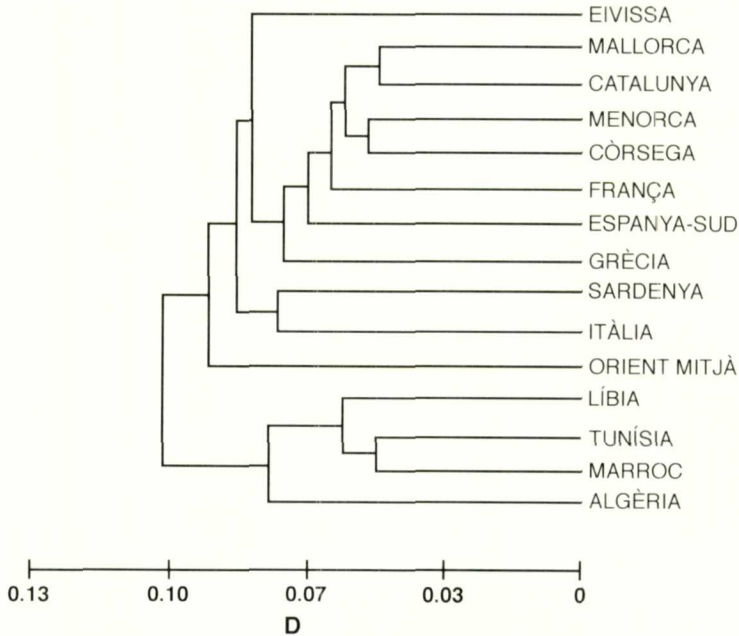


FIG. 1. Dendrograma (basat en la distància genètica d'Edwards) dels polimorfismes hemàtics de les poblacions de les Illes Balears i d'altres poblacions europees, del nord d'Àfrica i d'Orient Mitjà. S'observa la formació de dues agrupacions, una amb les poblacions europees i l'altra amb les africanes. La població d'Orient Mitjà ocupa una posició intermèdia. Eivissa es troba dins de l'agrupació europea, diferenciada de les altres poblacions balears.

africanes. La població d'Orient Mitjà ocupa una posició intermèdia. Eivissa es troba entre les europees, però en una posició diferenciada de Mallorca i Menorca, com també d'altres poblacions europees.

Aquests resultats ens demostren la diferència genètica entre Eivissa i les illes de Mallorca i Menorca amb les quals comparteix la mateixa història, excepte els assentaments originals. Així, Eivissa és genèticament més propera a les poblacions d'Orient Mitjà i nord d'Àfrica que les altres illes, en clar suport a l'efecte fundador d'origen cartaginès d'aquesta població.

Comunitat xueta

Segons els resultats publicats per Picornell et al. (29) les anàlisis realitzades amb els xuetes en relació a altres poblacions jueves i no jueves, van demostrar que mantenen el seu *pool* genètic jueu original. La Fig. 2 és un dendrograma on es pot veure la proximitat dels xuetes a altres comunitats de jueus europeus. De tota manera, la seva semblança a les poblacions no jueves amb què han conviscut és elevada, tal com es pot veure a la Fig. 3. En alguns casos, aquesta

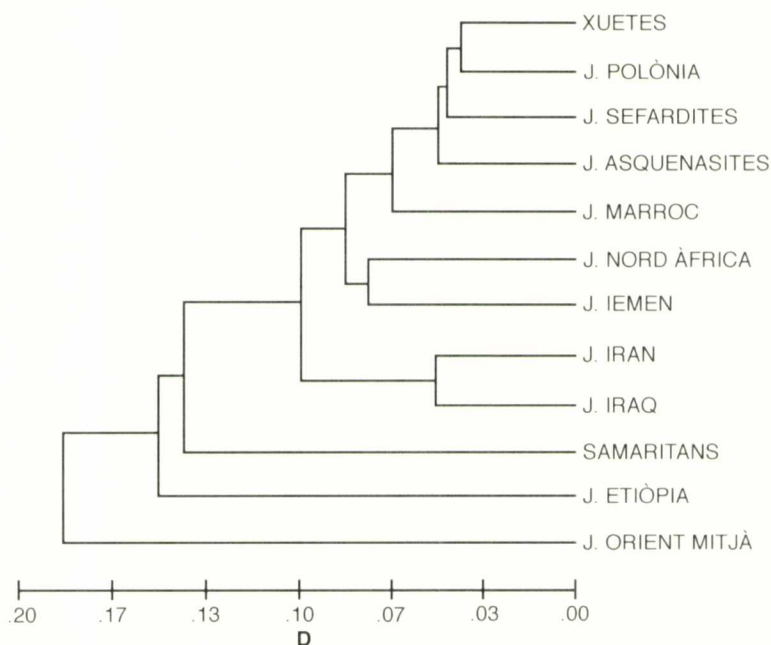


FIG. 2. Dendrograma de les poblacions jueves de l'àrea circummediterrània. Els xuetes estan dins del *pool* genètic jueu, especialment propers als jueus europeus.

proximitat és major que la que presenta amb altres poblacions jueves, tal com es pot veure a la Fig. 4, la qual és un dendrograma del conjunt de poblacions circummediterrànies jueves i no jueves. Es formen dues agrupacions, les quals agrupen, en general, les poblacions jueves i les no jueves. És de destacar com els xuetes estan dins del grup de no jueus, a causa de l'intercanvi genètic que han experimentat amb la població amb què han conviscut. Picornell et al. (29) varen dur a terme una anàlisi discriminant «stepwise». A la Fig. 5 es representa aquesta anàlisi discriminant, incloent-hi poblacions jueves i no jueves. L'anàlisi ens indica que, si representem solament poblacions no jueves, la classificació segons àrea geogràfica és correcta en un 100% dels casos (Fig. 5A), però que en incloure-hi els jueus en el seu conjunt, agafats com a un sol grup, disminueix el percentatge de correcte classificació a només un 55% (figura no representada), mentre que en incloure cadascun d'ells dins la seva àrea d'origen, el percentatge s'incrementa a un 89% (Fig. 5B). Així doncs, no és possible considerar els jueus, segons els marcadors genètics emprats, com un conjunt homogeni ja que les poblacions jueves, al igual que passa amb els xuetes, mostren una similitud amb les poblacions no jueves amb les quals han conviscut durant llargs períodes de temps.

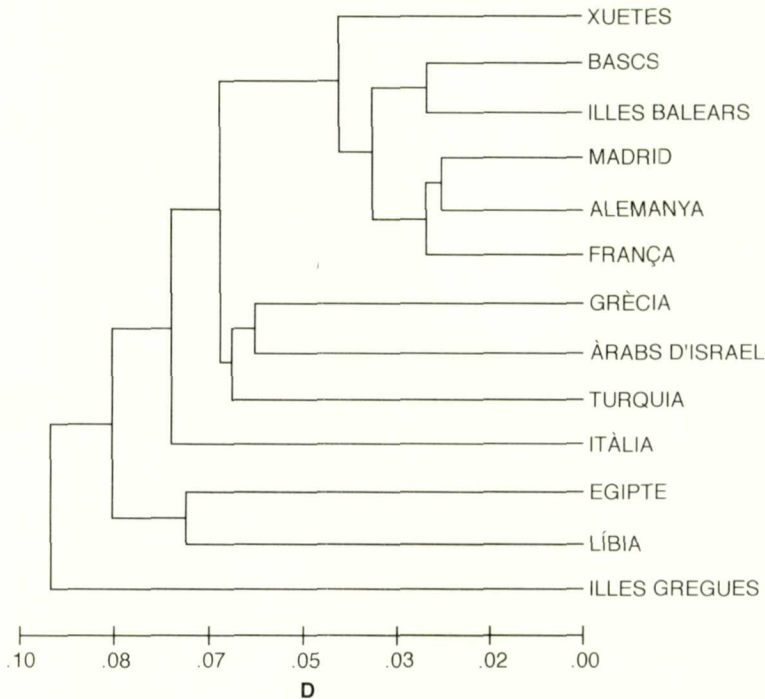


FIG. 3. Dendrograma de la població xueta i altres poblacions circummediterrànies no jueves. Es pot observar la proximitat genètica dels xuetes a les poblacions europees.

mtDNA

El patró més comú obtingut en l'anàlisi del mtDNA és el que es deriva de la seqüència Anderson (1); correspon al morf 1 per als enzims *Bam*HI (6), *Hae*II (12), *Ava*II i *Msp*I (14), i al morf 2 per *Hpa*I (6). La freqüència de cada haplotip detectat a les diferents poblacions es pot veure a la Taula 1. És molt interessant la detecció d'un nou haplotip a Menorca, no descrit fins ara i que nosaltres hem denominat 150. Dels 14 haplotips detectats en aquest estudi, només l'haplotip 1 és compartit per les quatre poblacions.

Encara que comentaris en més profunditat sobre la distribució dels haplotips es poden trobar en l'article publicat per Massanet et al. (19), es poden destacar les següents característiques: L'haplotip 1 es troba a Mallorca amb una freqüència molt alta (84,6%), la major detectada en una població fins ara. A Menorca aquest haplotip té una freqüència del 56%; a Eivissa, del 50%; i als xuetes, del 72,2%, que són d'un ordre similar a les trobades a la major part de les poblacions caucàsiques estudiades. També hem detectat els haplotips 2 (a Eivissa) i 7 (a Mallorca), considerats com a genotips africans. L'haplotip 2 es

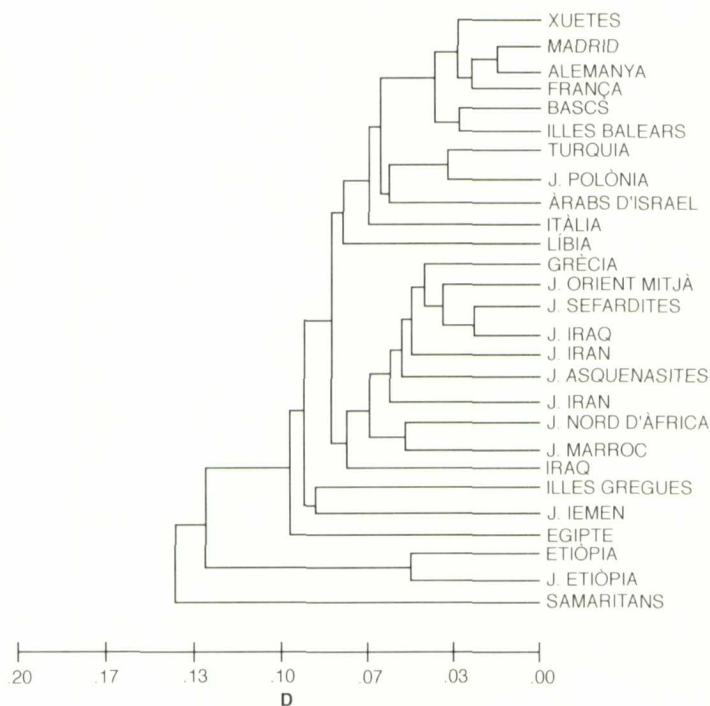


FIG. 4. Dendrograma del conjunt de poblacions circummediterrànies jueves i no jueves. Els xuetes estan genèticament més propers a les poblacions no jueves amb què han conviscut.

troba a Eivissa amb una freqüència del 10%, la major trobada mai a una població d'origen caucàsic. Menorca en canvi no té cap dels haplotips considerats africans en el seu origen, al igual que els xuetes.

L'haplotip 6 presenta una alta freqüència a diferents grups de jueus estudiats, per exemple, un 36% en els jueus d'Israel i un 28% en els asquenasites. Es troba present a Mallorca en baixa freqüència; en els xuetes, i també a Menorca ho fa amb una freqüència més elevada.

L'haplotip 8 no havia estat mai descrit en una població caucàsica, només en poblacions africanes (entre 2–5%) i en els asiàtics (4,3%). Està present a tres individus de Menorca, donant una freqüència del 6%, la major fins ara trobada en un estudi de mtDNA.

L'haplotip 11 només s'ha presentat en caucàsians i a Eivissa es va trobar en un sol individu.

L'haplotip 18 fou trobat a Mallorca amb una freqüència (5,8%) similar a la trobada a altres grups mediterranis, inclosos els xuetes. Aquest haplotip està considerat un antic haplotip mediterrani trobat en una freqüència màxima fins ara del 12% en el centre i sud de la península Itàlica i Sicília. És important

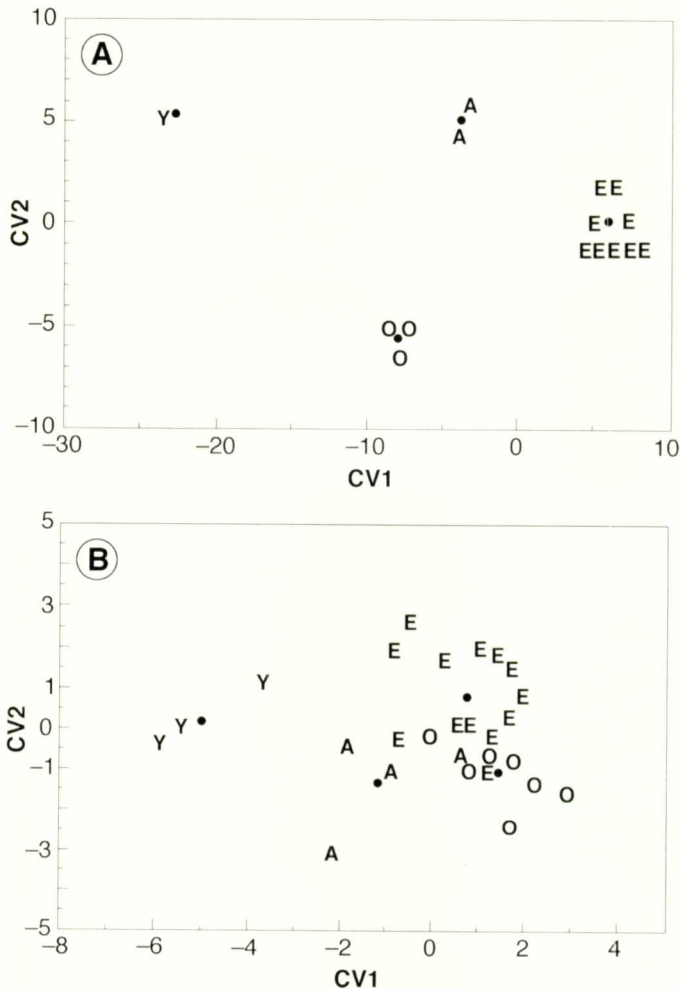


FIG. 5. Anàlisi discriminant *stepwise* de poblacions circummediterrànies jueves i no jueves. Quatre grups varen ser seleccionats. Europeus (E), nord-africans (A), Orient Mitjà (O) i etiops (Y). A) Sense les poblacions jueves. B) Jueus inclosos en l'àrea d'origen. (Vegeu el text per a més detalls.)

destacar que a Eivissa es trobà amb una alta freqüència (38%), la més alta observada fins ara. L'existència de dues línies mitocondrials principals a la població d'Eivissa (haplotip 1 i haplotip 18) la diferencien de les altres poblacions balears, en les quals l'1 és l'únic haplotip majoritari. L'haplotip 18 podria representar el substrat cartaginès originari d'aquesta illa, encara que

TAULA 1. Freqüències (en percentatge) i diversitat haplotípica dels diferents haplotips detectats en el mtDNA a la població de les Illes Balears

Tipus de mtDNA	Haplotip	Mallorca		Menorca		Eivissa		Xuetes	
		N	%	N	%	N	%	N	%
1	2-1-1-1-1	44	84,6	28	56,0	25	50,0	39	72,2
2	3-1-1-1-3	0	–	0	–	5	10,0	0	–
6	2-1-2-1-1	2	3,8	7	14,0	0	–	7	13,0
7	3-1-1-1-1	1	1,9	0	–	0	–	0	–
8	1-1-1-1-1	0	–	3	6,0	0	–	0	–
11	2-2-3-1-5	0	–	0	–	1	2,0	0	–
18	2-3-1-4-9	3	5,8	0	–	19	38,0	4	7,4
22	2-3-1-1-9	1	1,9	0	–	0	–	0	–
24	2-1-1-4-2	0	–	1	2,0	0	–	0	–
39	2-1-4-1-1	0	–	0	–	0	–	1	1,8
56	2-1-1-1-6	0	–	1	2,0	0	–	0	–
57	2-3-1-4-13	1	1,9	6	12,0	0	–	2	3,7
59	2-1-1-1-20	0	–	0	–	0	–	1	1,8
150	2-1-2-1-6	0	–	4	8,0	0	–	0	–
Total		52	100	50	100	50	100	54	100
h		0,284		0,655		0,607		0,445	

h = diversitat haplotípica; N= nombre d'individus.

s’haurien de tenir més dades de poblacions nord-africanes i d’orient mitjà per confirmar-ho.

És interessant la presència d’haplotips com el 22, 39 i 57, típics de poblacions jueves, a Mallorca, Menorca i en els xuets. Els haplotips 24 i 56, només detectats a Itàlia, són presents a la illa de Menorca. En la població xueta també s’ha detectat l’haplotip 59, típic dels caucasoides.

Un haplotip nou, no descrit a la bibliografia, ha estat observat en 4 individus de la població menorquina, i podria derivar de l’haplotip 6 per un guany de una diana de restricció per a l’enzim *AvaII* en la posició 15917, o també podria derivar de l’haplotip 56 per pèrdua d’una diana de restricció per a l’enzim *HaeII* en la posició 9052. La qüestió ha estat resolta mitjançant els mètodes estadístics de parsimònia màxima i màxima versemblança; seguint els criteris de probabilitats establerts pels esmentats mètodes, el més probable és que el nou haplotip, el 150, derivi de l’haplotip 56.

Els valors de la diversitat haplotípica detectada a les Illes són en general del mateix ordre que els detectats a altres poblacions, a excepció de Mallorca i de la població xueta, que presenten una diversitat molt baixa, menor que la detectada a la població de Finlàndia, que és considerada la més homogènia pel que fa al mtDNA.

Per tant, respecte al mtDNA, podem dir que Mallorca, Menorca i els xuetes formen un sol grup degut a l'alta incidència de l'haplotip 1, en les tres poblacions. Eivissa, pel contrari, té una alta incidència de l'haplotip 1 però també de l'haplotip 18, el que fa que estigui més diferenciada genèticament respecte de les altres poblacions.

El conjunt de resultats obtinguts ens posen de manifest la diversitat genètica de la població balear, que no pot ser considerada com a un conjunt, sobretot l'illa d'Eivissa i els xuetes, que manifesten en l'estudi genètic trets diferencials de les altres illes. L'efecte fundador aportat pels cartaginesos segurament ha donat a Eivissa una proximitat a les poblacions nord-africanes i d'Orient Mitjà. Quant a la comunitat xueta, podem dir que, tal i com era d'esperar atès el seu origen i aïllament de la resta de la població mallorquina, conserva part del seu *pool* genètic originari, el que la fa propera a altres poblacions jueves, encara que també presenta una certa semblança a les poblacions no jueves amb què ha conviscut, producte de la mescla que s'ha donat al llarg de les generacions.

REFERÈNCIES

1. Anderson, S., Bankier, A. T., Barrell, A. T., de Bruijn, M. H. L., Coulson, A. R., Drouin, J., Eperon, I. C., Nierlich, D. P., Roe, B. A., Sanger, F., Schreier, P. H., Smith, A. J. H., Staden, R., Young, I. G. (1981). Sequence and organization of the human mitochondrial genome. *Nature* **290**, 457-465.
2. Arrieta, M. I., Criado, B., Martinez, B., Salazar, L., Lostao, C. M. (1990). Analysis of digital pattern in the Basque Valley of Deba: Multivariate comparison with other populations. *Hum. Biol.* **62**, 553-572.
3. Bertranpetit, J., Cavalli-Sforza, L. L. (1991). A genetic reconstruction of the history of the population of the Iberian peninsula. *Ann. Hum. Genet.* **55**, 51-67.
4. Bonné-Tamir, B., Johnson, M. J., Natali, A., Wallace, D. C., Cavalli-Sforza, L. L. (1986). Human mitochondrial DNA types in two Israeli populations: A comparative study at the DNA level. *Am. J. Hum. Genet.* **38**, 341-351.
5. Brega, A., Scozzari, R., Maccioni, L., Iodice, C., Wallace, L., Bianco, D. C., Cao, A., Santachiara-Benerecetti, A. S. (1986). Mitochondrial DNA polymorphisms in Italy. I. Population data from Sardinia and Rome. *Ann. Hum. Genet.* **50**, 327-338.
6. Brown, W. M. (1980). Polymorphism in mitochondrial DNA of humans as revealed by restriction endonuclease analysis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **77**, 3605-3609.
7. Calafell, F., Bertranpetit, J. (1994). Principal components analysis of gene frequencies and the origin of Basques. *Am. J. Phys. Anthropol.* **93**, 201-215.
8. Cann, R. L., Stoneking, M., Wilson, A. C. (1987). Mitochondrial DNA and human evolution. *Nature* **325**, 31-36.
9. Cavalli-Sforza, L. L., Menozzi, P., Piazza, A. (1993). Demic expansions and human evolution. *Science* **259**, 639-646.
10. Cuadras, C. M., Alonso, G. (1981). Programa A.N.F.C. Publicacions de Bioestadística i Biomatemàtiques. Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona.
11. Dixon, W. J. (1985). BMDP Statistical Software Manual. Berkeley, CA. University of California Press.

12. Giles, R. E., Blanc, H., Cann, H. M., Wallace, D. C. (1980). Maternal inheritance of human mitochondrial DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **77**, 6715–6719.
13. Horai, S., Gojobori, T., Matsunaga, E. (1984). Mitochondrial DNA polymorphism in Japanese. I. Analysis with restriction enzymes of six base pair recognition. *Hum. Genet.* **68**, 324–332.
14. Johnson, M. J., Wallace, D. C., Ferris, S. D., Ratazzi, M. C., Cavalli-Sforza, L. L. (1983). Radiation of human mitochondrial DNA types analyzed by restriction endonuclease cleavage patterns. *J. Mol. Evol.* **19**, 255–271.
15. Laub, E., Laub, J. (1987). El mito triunfante. Estudio antropológico-social de los Chuetas mallorquines. Ed. Miguel Font, Palma de Mallorca.
16. Lynch, M., Crease, T. J. (1990). The analysis of population survey data on DNA sequence variation. *Mol. Biol. Evol.* **7**, 377–394.
17. MacArthur, R. H., Wilson, E. O. (1967). *The Theory of Island Biogeography*. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ.
18. Maniatis, T., Fritsch, E. F., Sambrook, J. (1989). *Molecular cloning. A laboratory manual*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York.
19. Massanet, M. F., Castro, J. A., Picornell, A., Ramon, M. M. (1997). Study of the populations of the balearic Islands (Spain) using mtDNA RFLPs. *Human Biology* (en premsa).
20. Merriwether, D. A., Clark, A. G., Ballinger, S. W., Schurr, T. G., Soodyall, H., Jenkins, T., Sherry, S. T., Wallace, D. C. (1991). The structure of Human Mitochondrial DNA Variation. *J. Mol. Evol.* **33**, 543–555.
21. Moore, K. (1976). *Those of the street. The Catholic-Jews of Mallorca*. Universitat de Notre Dame, Notre Dame, Indiana.
22. Nei, M. (1987). *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press, New York.
23. Nei, M., Miller, J. C. (1990). A simple method for estimating average number of nucleotide substitution within and between populations from restriction data. *Genetics* **125**, 873–879.
24. Picornell, A. (1992). *Characterització genètica de la població xueta mitjançant polimorfismes hemàtics*. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca.
25. Picornell, A., Miguel, A., Castro, J. A., Ramon, M. M. (1990). Enzymatic polymorphism in the Jewish community (Chuetas) from the Majorca Island. *Gene Geography* **4**, 165–171.
26. Picornell, A., Castro, J. A., Ramon, M. M. (1991). Blood groups in the Chueta community (Majorcan Jews). *Hum. Heredity* **41**, 35–42.
27. Picornell, A., Castro, J. A., Ramon, M. M. (1994). Serum protein polymorphism in Chuetas (Majorcan Jews)-GC, A2HS, ORM, ITI and HP. *Gene Geography* **8**, 137–145.
28. Picornell, A., Miguel, A., Castro, J. A., Ramon, M. M., Arya, R., Crawford, M. H. (1996). Genetic variation in the population of Ibiza (Spain): Genetic structure, geography, and language. *Hum. Biol.* **68**, 899–913.
29. Picornell, A., Castro, J. A., Ramon, M. M. (1997). Genetics of the Chuetas (Majorcan Jews): A comparative study. *Hum. Biol.* **69**, 313–328.
30. Scozzari, R., Torroni, A., Semino, O., Sirugo, G., Brega, A., Santachiara-Benerecetti, A. S. (1988). Genetics Studies on the Senegal Population. I. Mitochondrial DNA Polymorphisms. *Am. J. Hum. Genet.* **43**, 534–544.
31. Shields, G. F., Wilson, A. C. (1987). Calibration of mitochondrial DNA evolution in geese. *J. Mol. Evol.* **24**, 212–217.
32. Soodyall, H., Jenkins, T. (1993). Mitochondrial DNA polymorphisms in Negroid populations from Namibia: new light on the origins of the Dama, Herero and Ambo. *Ann. Hum. Biol.* **20**, 477–485.
33. Swofford, D. L., Selander, R. B. (1989). Biosys-1. A computer program for the analysis of allelic variation in Population Genetics and Biochemical Systematics. Illinois Natural Survey, Illinois.