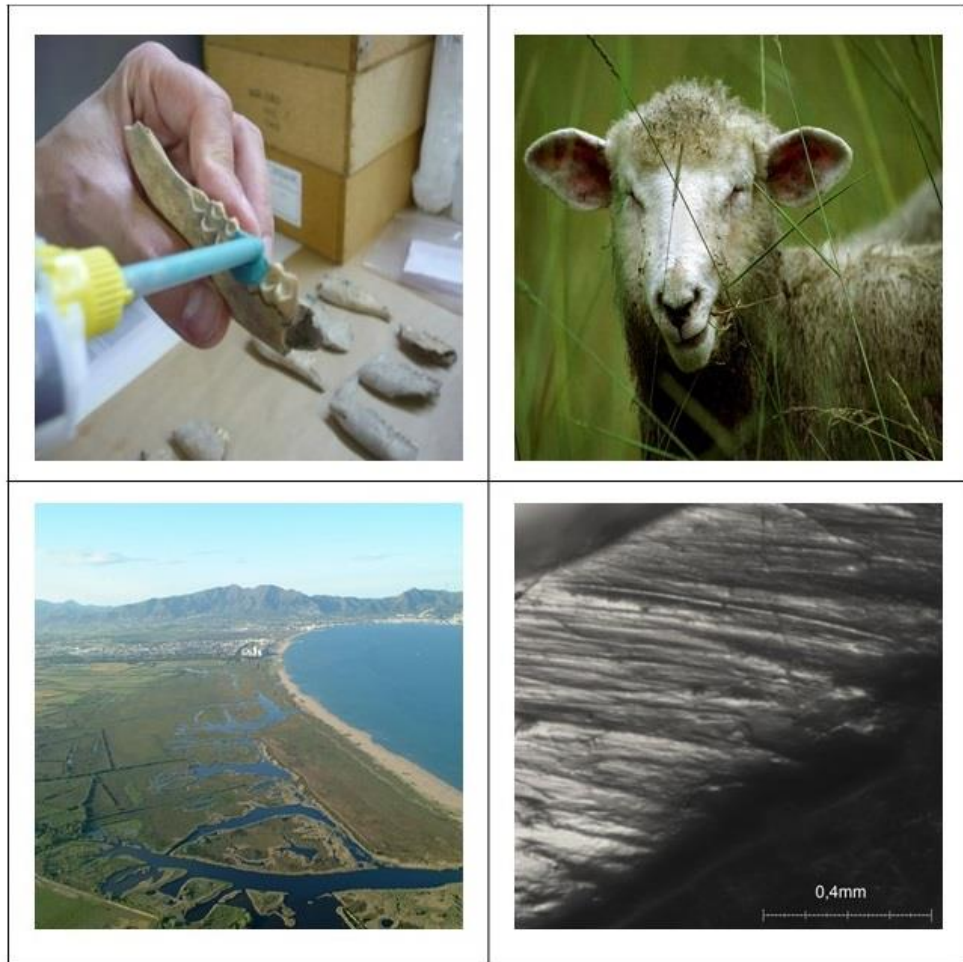


# TREBALL DE FINAL DE MÀSTER

Abel Gallego Valle



## Microdesgast dentari

La gestió dels ramats ovins i l'explotació del medi en època  
Antiga a l'Empordà (nord-est de la península Ibèrica)



Abel Gallego Valle

## **Microdesgast dentari**

### **La gestió dels ramats ovins i l'explotació del medi en època Antiga a l'Empordà (nord-est de la península Ibèrica)**

TREBALL DE FINAL DE MÀSTER

Dirigit per la Dr. Lúdia Colominas i el Dr. Josep Maria Palet Martínez

Tarragona

2016





## AGRAÏMENTS

Voldria dedicar aquestes línies a tots aquells que han contribuït durant manera o altra a la finalització d'aquest treball de Final de Màster.

En primer terme als meus tutors, na Lídia Colominas Barberà i en Josep Maria Palet per la molta dedicació i paciència que han tingut vers mi al llarg de l'elaboració d'aquest Treball de Final de Màster, i sobretot per la oportunitat de contribuir amb aquest al projecte *Interaccions socio-ambientals durant l'Holocè: estructuració, ocupació i dinàmiques del territori a la conca del riu Ter a partir de l'Arqueologia del Paisatge (TerAmAr)*, projecte el qual em va generar molta il·lusió des del primer moment en que vaig tenir notícia del mateix, ja que per mi ha estat com la materialització dels somnis perseguits des de que vaig començar la meva formació com a arqueozoòleg durant els meus anys de Llicenciatura a la Universitat Autònoma de Barcelona.

A part, agrair-los també que l'haver treballat amb ells m'ha ajudat enormement a formar-me com a investigador, a desenvolupar les eines necessàries per dur a terme la realització d'un projecte d'investigació. En definitiva, de preparar-me per al dia de demà per a la meva participació en el camp de la recerca de forma rigorosa i professional.

També vull fer especial menció a en Florent Rivals. Gràcies a ell he après a emprar la tècnica indispensable per a l'elaboració d'aquest Treball de Final de Màster. La seva implicació activa i desinteressada ha contribuït àmpliament a l'enriquiment d'aquest estudi. Per tot això no em resta res més que agrair profundament amb aquestes quatre línies tota l'ajuda dispensada durant aquests darrers mesos.

A l'ICAC, com a institució que m'ha permès seguir progressant en la meva formació com a arqueòleg, però no gens menys com a persona. Aquests darrers dos anys he compartit moltes hores de la meva vida amb noves persones que m'han aportat molt tant des d'un aspecte científic, d'adquirir nous coneixements, però també noves maneres d'enfocar les problemàtiques que se't presenten a la vida, tant acadèmiques com en un àmbit més personal. En definitiva, a millorar les meves qualitats com a ésser social.

També vull agrair de nou a l'ICAC, i en aquest cas també a la URV, les oportunitats formatives que m'han brindat durant la realització del meu màster en Arqueologia Clàssica. D'entre totes vull destacar la concessió d'una beca col·laborativa amb els Serveis Territorials d'Arqueologia i Paleontologia de la Generalitat de Catalunya a Tarragona, fet que em va proporcionar l'experiència de conèixer de primera mà la gestió del patrimoni cultural català des de

l'administració pública. En segon lloc, la meva estada sota el programa Erasmus+ Pràctiques a la Universitat de Sheffield (Regne Unit), on he pogut adquirir nous coneixements en l'àmbit de l'arqueozoologia i en quantificació, base per als meus futurs treballs.

En referència a la meva estada a Sheffield, voldria donar les gràcies a totes les persones que amb el seu suport en hores baixes i els seus consells i suggerències m'han ajudat a seguir avançant en la realització d'aquest treball. Moisés, Silvia, Angela, Mik, Ged, Mauro, Ornella, Umberto, Chiara, Lizzie, Idoia, Tamsyn, Sofia, Evelyn, ... una i mil vegades, moltíssimes gràcies per tot.

I per últim, el suport incondicional de la meva família i els amics de tota la vida, que sempre han cregut en mi i en les possibilitats de finalitzar amb èxit aquest Treball de Final de Màster.





# ÍNDIX

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| PRESENTACIÓ .....                                                                                                                             | 11 |
| Capítol 1. INTRODUCCIÓ .....                                                                                                                  | 12 |
| 1.1. Presentació.....                                                                                                                         | 12 |
| 1.2. Objectius .....                                                                                                                          | 12 |
| 1.3. El context d'estudi .....                                                                                                                | 14 |
| 1.3.1. Empúries .....                                                                                                                         | 18 |
| 1.3.2. Tolegassos .....                                                                                                                       | 21 |
| 1.3.3. Mas Gusó .....                                                                                                                         | 23 |
| Capítol 2. EVOLUCIÓ PALEOAMBIENTAL DE L'ÀREA GEOGRÀFICA D'ESTUDI: L'EMPORDÀ, UN PAISATGE EN CONSTANT TRANSFORMACIÓ .....                      | 26 |
| 2.1. Estudis sedimentològics i arqueomorfològics .....                                                                                        | 31 |
| 2.2. Estudis palinològics .....                                                                                                               | 40 |
| 2.2.1. Estudi palinològic a Sobrestany (Torroella de Montgrí, Baix Empordà, Catalunya) .....                                                  | 41 |
| 2.2.2. Estudi palinològic a l'Estany de Castelló (Alt Empordà, Catalunya) .....                                                               | 43 |
| 2.3. El paleoambient a la plana empordanesa en època grecorromana .....                                                                       | 44 |
| Capítol 3. METODOLOGIA .....                                                                                                                  | 46 |
| 3.1. L'objecte d'estudi .....                                                                                                                 | 46 |
| 3.2. Tècniques: el microdesgast dentari .....                                                                                                 | 47 |
| 3.2.1. Història de la tècnica .....                                                                                                           | 50 |
| 3.2.2. Categorització .....                                                                                                                   | 51 |
| 3.3. Anàlisi de les dades .....                                                                                                               | 58 |
| 3.4. Referencials .....                                                                                                                       | 59 |
| Capítol 4. RESULTATS .....                                                                                                                    | 62 |
| 4.1. Taula de registre .....                                                                                                                  | 62 |
| 4.2. Significància entre les diverses dents .....                                                                                             | 65 |
| 4.3. Diagrames de dispersió, histogrames i diagrames de caixa: representació de les variables quantitatives dels individus de la mostra ..... | 66 |
| 4.4. Significància entre jaciments i per cronologies en relació a les variables quantitatives ..                                              | 76 |
| 4.5. Representació de les variables qualitatives .....                                                                                        | 78 |

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.6. Significància entre jaciments i per cronologies en relació als resultats de les variables qualitatives ..... | 83  |
| 4.7. Anàlisi de correspondències .....                                                                            | 84  |
| 4.8. Recapitulació .....                                                                                          | 88  |
| 4.9. Referencials .....                                                                                           | 96  |
| 4.9.1. Els referencials en relació a la nostra mostra arqueològica: conclusions .....                             | 96  |
| Capítol 5. DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS .....                                                                          | 97  |
| BIBLIOGRAFIA .....                                                                                                | 104 |

# PRÒLEG

Amb aquest breu capítol introductori es pretèn exposar breument els continguts i estructura de cada capítol d'aquest treball de final de màster.

## **Estructuració del treball**

Un primer capítol introductori en el que s'exposa la finalitat d'aquest treball. Quina problemàtica tracta, quins objectius vol assolir i finalment quin és el context històric i geogràfic en el qual s'emmarca.

Un segon capítol en el qual es presenta la nostra proposta de reconstrucció paleoambiental de l'àrea d'estudi a partir de les publicacions més recents que s'han interessat per aquesta regió, des d'estudis sedimentològics, geomorfològics a palinològics.

Al tercer capítol s'exposa la metodologia emprada per a la realització d'aquest estudi. En què consisteix, quina ha estat la història de desenvolupament del mètode i com l'hem aplicada en el nostre cas concret.

Els resultats obtinguts són mostrats al quart capítol.

Finalment al cinquè capítol plantegem una discussió en base als resultats obtinguts durant la realització d'aquest estudi i es raonen unes conclusions finals a resultes de tot l'anteriorment exposat.

# CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ

## 1.1. Presentació

Aquest Treball Final de Màster és fruit del meu interès per la reconstrucció de les activitats ramaderes pretèrites, en especial del pastoralisme i la transhumància, a través de l'aplicació de la disciplina arqueozoològica. Però aquest treball no hauria vist la llum si no s'haguessin donat certes circumstàncies com són l'estar realitzant el Màster d'Arqueologia Clàssica a l'Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC), fet que m'ha brindat la possibilitat de conèixer el Grup de Recerca d'Arqueologia del Paisatge (GIAP). Una de les àrees d'investigació del GIAP és la interacció entre societat-medi i la seva incidència en la història ambiental i en la formació de paisatges culturals. És en aquesta línia on vaig considerar que podria inserir el meu interès científic. Posant-me en contacte amb el director del GIAP, el Dr. Josep Maria Palet Martínez<sup>1</sup>, sorgeix la idea del present Treball Final de Màster, codirigit pel Dr. Palet i la Dr. Lúdia Colominas Barberà<sup>2</sup>, el qual serà una aportació més dins dels treballs realitzats per al projecte d'Investigació *Interaccions socio-ambientals durant l'Holocè: estructuració, ocupació i dinàmiques del territori a la conca del riu Ter a partir de l'Arqueologia del Paisatge (TerAmAr)*, projecte quadriennal de recerca de l'ICAC, finançat pel Mineco (HAR2012-39087-C02-02) i la Generalitat de Catalunya (2014 – 2017).

## 1.2. Objectius

Els paisatges culturals són el producte de la interacció entre societat i medi. Per tant, el tipus de paisatge present en cada període historic depèn, entre d'altres factors, dels modes de gestió i explotació d'aquest per part de les societats coetànies, que modifiquen – i són modificats – pels medis contemporanis, generant nous i diferents paisatges. En resum, no hem de considerar els paisatges com a medi ambient natural si no com a construccions dinàmiques en el temps i l'espai, sistemes culturals que estructuren i organitzen les interaccions humanes amb el medi ambient (Renfrew & Bahn, 1991), on al mateix temps aquestes paisatges culturals són una creació de les societats humanes, però és en ells on aquestes comunitats sobreviuen (Anschuetz

---

<sup>1</sup> Doctor en Arqueologia Clàssica (Universitat de Barcelona, 1994). Director Grup de Recerca en Arqueologia del Paisatge (GIAP) de l'ICAC. Subdirector de l'ICAC (des de juliol 2014)

<sup>2</sup> Doctora en Arqueologia Prehistòrica (Universitat Autònoma de Barcelona, 2009). Investigadora Post-Doctoral, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, (des de març 2015)

*et al.*, 2001). L'estudi d'aquest dos aspectes ens poden ajudar a obtenir una reconstrucció d'aquests paisatges, de teoritzar sobre els entorns en els quals les societats van desenvolupar les seves activitats. Per tal de poder realitzar aquest estudi cal una aproximació multidisciplinària a través tant de les ciències humanes com naturals, ja que cadascuna d'elles ens aporta informació de tipologia diferent i al mateix temps complementària, abarçant aspectes que l'altre no pot aportar (Anschuetz *et al.*, 2001; Barker, 1992; Davis, 1987; Renfrew & Bahn, 1991).

L'objectiu principal d'aquest Treball final de Màster és aportar noves dades al projecte d'investigació *TerAmAr*, plantejant nous resultats que poden ajudar a comprendre millor una de les problemàtiques històriques inherents a la formació d'aquests paisatges culturals, que és ni més ni menys que la reconstrucció dels diversos modes de gestió dels ramats que han estat emprats per les diverses societats al llarg de la història, fet que òbviament ha afectat directe i indirectament la formació d'aquests paisatges (Baker, 1992). A través de l'arqueozoologia, i confrontant la informació obtinguda amb la d'altres disciplines com són la palinologia, la sedimentologia o la geomorfologia – tal i com s'explicarà més extensament a l'apartat corresponent de metodologia – podem obtenir informació fonamental per tal d'aconseguir una aproximació sobre determinats aspectes d'aquestes activitat, tant informació directa relativa a aspectes com l'aprofitament dels recursos de l'entorn o l'època de l'any de sacrifici dels animals o indirecta relativa a l'economia i relacions socials (Barker, 1992; Florent, 2015a). Serà però només a través de l'arqueozoologia que podrem obtenir dades reals relatives a aspectes vinculats a la gestió del bestiar com són la dieta d'aquest o l'explotació a la que estaven destinats els animals, però tenint en compte que depenent del tipus de conjunt d'estudi es poden inferir un tipus de conclusions o unes altres. En paraules de Barker (1992, 279): *"The most effective archaeozoological studies in terms of landscape reconstruction are those in which material from a number of contemporary sites can be integrated at the regional scale"*. Amb aquesta definició es ve a dir que a partir de les dades d'un jaciment podem per exemple reconstruir l'entorn al voltant d'aquest i com eren explotats els recursos que en aquest es trobaven; si l'estudi engloba diversos jaciments contemporanis d'una mateixa regió es pot inferir com els animals d'aquesta regió eren usats per articular l'economia i les relacions socials d'aquesta àrea (Barker, 1992).

Per a poder aportar nova informació en aquest sentit, el present treball s'ha centrat en l'aprenentatge i utilització d'una tècnica específica, el microdesgast dentari<sup>3</sup> (Mainland, 1998; Solounias & Semprebon, 2002), tècnica emprada en diversos camps de la investigació científica com són la biologia o la paleontologia. Mitjançant aquesta tècnica hem pogut aportar informació

---

<sup>3</sup> Per a la descripció d'aquesta tècnica, consultar l'apartat Metodologia

sobre la dieta relativa al bestiar objecte d'estudi, que en últim terme ens condueix, tal i com s'ha mencionat anteriorment, a nova informació en relació a la gestió d'aquests ramats i com aquests van modificar el paisatge. A través de l'estudi del microdesgast dentari podem obtenir informació relativa a les darreres ingestes de l'individu, i per tant podem inferir quins recursos tenien a l'abast els gestors dels ramats per alimentar aquests (Rieau, 2014). En últim terme, aquesta informació ens permetrà conèixer de la presència o absència d'una serie de taxons vegetals en l'entorn sota estudi – que poden variar o no al llarg del període estudiat - que podran ser contrastats amb altres registres científics relatius a aquests com són els estudis palinològics o ser comparats amb els models teoritzats pels tractats agropecuaris d'època Clàssica.

Més concretament, els objectius que es pretenen assolir amb la consecució d'aquest treball són els següents:

- Determinar en que van consistir les darreres ingestes que van realitzar els individus estudiats a partir de l'aplicació de la tècnica del microdesgast dentari. És a dir, estudiar quin tipus de vegetació hauria estat emprada per alimentar el bestiar.
- Adquirir dades sobre l'entorn en que es va realitzar aquesta ingesta (grau d'antropització, medi ambient, etc).
- Obtenir informació sobre el mode de gestió dels ramats durant època romana, veient quines característiques hi ha entre diverses tipologies d'assentaments i canvis o continuïtats al llarg del temps.
- En definitiva, contribuir amb nova informació al projecte *TerAmAr* aportant dades en relació a les interaccions entre societat i medi ambient en època romana a la plana de l'Empordà.

### **1.3. El context d'estudi**

Els conjunts emprats per a la realització d'aquest estudi han estat recuperats en tres jaciments arqueològics diferents, la ciutat grecorromana d'Empúries, i dues *villae* romanes que van ser cohetànies en el temps, Tolegassos i Mas Gusó (fig. 1), situats tots ells entre el que avui dia denominem com la conca del Ter i conca del Fluvià, entre les comarques de l'Alt Empordà i el Baix Empordà. Els diversos jaciments objecte d'estudi van estar en ús en diferents períodes històrics, però en aquest treball ens hem centrat en el període relatiu al món Clàssic, més concretament entre els s. II aC i el s. III dC.

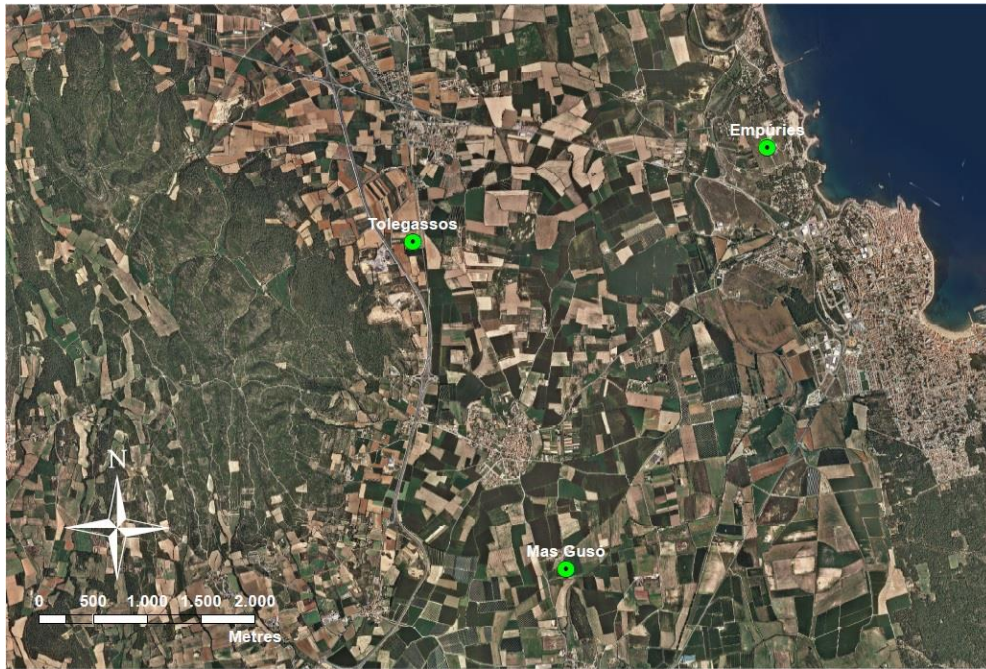


Figura 1. Ortofotomapa amb la situació dels tres jaciments d'on s'ha extret el material d'estudi. Font: el·laboració pròpia

Prèvia conquesta romana de la regió durant la IIa Guerra Púnica, la plana de l'Empordà era ja una regió activa pel que fa a la seva producció agropecuària i integrada dins de la xarxa de comerç internacional. Aquest fet ha estat més que demostrat arqueològicament per la presència tant d'assentaments productors, granges rurals, com de centres de control i gestió del territori, els *oppida*, receptors dels excedents d'aquestes centres productors (Nolla *et al.*, 2010). La presència de material d'importació d'arreu de la Mediterrània en major o menor percentatge a la majoria d'assentaments estudiats és una mostra d'aquest fet, igual que la xarxa viària que articulava la comunicació dels jaciments entre ells i amb altres territoris. Un clar exemple és el camí d'Heràcles (fig. 2), gran via principal (citada a les fonts Clàssiques) que unia el territori des del seu pas pels Pirineus cap a la Laietània i que vertebrava la regió ja que possiblement d'ell partien la resta de vies que comunicaven els diversos nuclis poblacionals (Nolla *et al.* 2010).



Figura 2. Reconstrucció teòrica de la via Heràclea i la seva xarxa secundària durant el període baixrepublicà. Font: Nolla *et al.*, 2010

Tot i que la reconstrucció teòrica d'aquesta xarxa – basada tant en evidències arqueològiques com per les fonts escrites de l'època – és encara avui dia parcial, és una prova evident de la gestió de la plana de l'Empordà (Nolla *et al.* 2010). A la vegada, els estudis arqueològics vinculats a la reconstrucció de l'explotació del territori que demostren l'ús dels recursos amb finalitats agropecuàries – agricultura intensiva basada en el cultiu de cereal, vinya i en la ramaderia (Buxó & Piqué, 2008; Colominas & Saña, 2009; Colominas, 2013; Palet *et al.*, 2012) – antropitzant la plana com no sabia fet en períodes anteriors.

Per tant, a la seva arribada, els romans devien trobar ja un territori articulat sobre el qual, en comptes de partir de zero van afegir el seu model sense desfer el previ, adaptant-se a aquest. Precisament l'organització territorial d'època ibèrica (s. VI – II aC) basada en una explotació agrícola de cereals, vinya i ramaderia – on aquesta es centrava més en la cria d'ovelles i en segon terme de cabres, bovins i suïds, focalitzant-se principalment en l'obtenció de productes secundaris com la llet, la llana o la força de treball (Colominas & Saña, 2009; Colominas, 2013) – , era el pilar que feia possible l'ocupació d'una plana composta de terrasses fluvials i planes

deltaïques, sobre la qual els romans van realitzar la seva reordenació centuriant la plana empordanesa (fig. 3) articulant així un nou model, sobre el qual es va intensificar l'ocupació de la plana (Palet *et al.* 2012). Aquesta nova articulació del territori tenia un doble objectiu. Per una banda maximitzava l'explotació del territori, i per una altra banda desarticulava el control de la plana per part de l'aristocràcia indígena basada en el model dels *oppida*, passant d'un ús comunal de les terres gestionades per les elits locals, a la parcel·lació i privatització d'aquestes terres (Nolla *et al.*, 2002; Palahí, 2010). La reordenació de la regió es basava en la dispersió de la població dels antics *oppida* i el seu reassentament en petites *villae* al llarg de tota la plana de l'Empordà, articulats des de les noves ciutats romanes fundades ex novo (Nolla *et al.* 2010). L'objectiu d'aquestes *villae*, era una explotació intensiva de tots els recursos disponibles incloent zones marginals com testimonia per exemple la troballa de Can Pons a Arbúcies (la Selva, Catalunya), una casa de pagès del s. I aC on es desenvolupava l'activitat de l'artiga, que evidencia aquest fet, juntament amb un possible increment de la població en aquesta transició entre l'Ibèric Tardà i el període baixrepublicà en aquesta regió (Nolla *et al.*, 2010). Assentaments com el de Can Pons no estarien lligats únicament a l'explotació agrícola, detectant-se evidències que les vincularien a altres activitats com l'explotació de la llana ovina a través de la troballa de dos grans telers de pollancre i més de quaranta *pondara* (Nolla *et al.*, 2010, 81).

A finals del s. II aC i durant el s. I aC la plana s'anirà omplint d'aquestes explotacions agropecuàries, ocupant els mateixos emplaçaments que molts assentaments ibèrics precedents, però cercant també nous espais més planers, en zones amb poc pendent i prop de recursos hídrics i ben connectats a la xarxa viària, ocupats per colons itàlics que importaren el seu concepte d'explotació, més eficaç i racional (Palahí, 2010). Aquestes serien les encarregades de nodrir les ciutats, que aportarien l'aliment i els productes necessaris per a la seva base comercial (Casas i Soler, 2003). Les *villae* entrarien dins d'aquesta agrupació, però no s'han de confondre amb altres assentaments rurals com són els centres d'emmagatzematge, els tallers artesanals, les *mansiones* o les *vici* (Casas i Soler, 2003). Una villa és un edifici pensat per a ser un complex residencial amb inclosió d'elements de luxe o no, essent el centre de control d'un *fundus* associat, d'un domini rural que ha de ser explotat (Casas i Soler, 2003), dividint-se aquesta residència – segons la historiografia tradicional – entre la *pars rustica*, on es desenvolupa l'activitat econòmica, i la *pars urbana*, on resideix el propietari (Palahí, 2010). Mas Gusó i Tolegassos serien un parell d'exemples més d'entre tots els que apareixen al territori com serien els jaciments de Pla de l'Horta (Sarrià de Ter, Gironès), Vil·la de l'església de Santa Menna (Villablareix, Gironès), Ametllers de Tossa (Tossa de Mar, la Selva), Sant Pere de Montfullà (Gironès), les Arenes (Roses, Alt Empordà) o Vilanera (L'Escal, Alt Empordà), entre d'altres

(Nolla *et al.*, 2010). La variabilitat constructiva, el luxe present, les dimensions, etc. entre aquestes pot variar, però la seva funcionalitat no varia. És un model arrelat i exportat des de Roma, el sistema estandaritzat d'explotació del territori, basat, tal i com s'ha esmentat anteriorment en la interrelació entre *civitas* i *villa* (Casas i Soler, 2002).

Tal i com venim exposant, la fundació *ex novo* de *civitates* va ser l'altra contrapunt per a controlar el territori, substituint els antics centres de gestió i distribució dels productes, els *oppida*, per crear un sistema d'explotació del territori global, contràriament al model del segle anterior, i que al mateix temps garantís un millor control sobre els possibles moviments de sublevació indígena (com la revolta del 195 aC) o internes (guerres sertorianes) (Palahí, 2010).

És en aquest context on situem els nostres tres assentaments, interrelacionats com a centre gestor (Empúries) i centres d'explotació (Mas Gusó i Tolegassos) (fig. 1).

### 1.3.1. Empúries

La ciutat grecorromana d'Empúries va ser fundada al s. VI aC a l'actual terme municipal de l'Escala (Alt Empordà, Girona), per grecs procedents de l'antiga ciutat de Focea – situada al Golf d'Esmirna, a l'actual Turquia – o pels habitants de *Massalia* (Marsella, França), colònia fundada anteriorment pels mateixos foces (Aquilué, 2002). En un primer moment, es van assentar a la propera localitat de Sant Martí d'Empúries al que ja els propis grecs van anomenar com *Palaiapolis*; posteriorment es va aixecar la *Neapolis*, nucli grec principal, al sud de l'assentament precedent (fig. 2). A principis del s. I aC es va fundar *ex novo* l'assentament romà (Aquilué *et al.* 2002), just a l'oest de la *Neapolis* grega, ocupant una extensió considerable en comparació a l'assentament grec (fig. 3). Segons Lamboglia (1955, 209) podem datar aquest moment al 100 aC davant l'aparició de paviment viari que datat arqueològicament per aquest moment. Prèviament però, ja s'hi havia establert *Praesidium*, un campament militar un cop finalitzada la revolta dels *indiketes* iniciada al 197 aC, que s'havien oposat a la política fiscal imposada per Roma sobre el territori un cop finalitzada la IIa Guerra Púnica el 195 aC per les tropes comandades per Cató (Mar & Ruiz de Arbulo, 1993).

No és fins a finals del s. I aC que es produeix una veritable fusió entre els diversos nuclis formant el *municipium Emporiae*, afectant la restructuració urbana tant a la ciutat romana com a la *Neapolis*. Aquesta restructuració va consistir en primer terme en la destrucció de les muralles que dividien la *Neapolis* grega i la ciutat romana (Mar & Ruiz de Arbulo, 1993, 281). La ciutat no es va veure afectada per la multitud de conflictes que van sacsejar el territori romà durant el s.

I aC – guerres socials, revolta sertoriana o guerra civil – tal i com es constata arqueològicament en el fluxe normal d'importacions i exportacions de productes (Mar & Ruiz de Arbulo, 1993).

Les principals reformes de la ciutat emporitana en època romana es produeixen durant el regnat d'August. Al darrer quart del s. I aC es finalitza el tancament del fòrum, destacant la remodelació de les *tabernae* del sud i la construcció d'una basílica – símbol de la influència de l'emperador a les ciutats (Marcel & Sanmartí, 1989, 138) – amb un *aedes* a la capçalera (Mar & Ruiz de Arbulo, 1993, 295). A destacar també d'aquest moment la sistematització del clavegueram i una repavimentació de les vies de la ciutat.

Però mig segle més tard la ciutat començaria a patir una regressió constant que va portar a la seva disminució tant econòmica com demogràfica. Arqueològicament aquest fet es constata amb la desaparició d'una repavimentació planificada per part del municipi de les vies de la ciutat, o la no reparació de les parts degradades del fòrum des de finals del s. II dC. Al s. III dC trobem que el pòrtic d'aquest en comptes de ésser reparat ha estat “adequat sobre les ruïnes del porticat” (Mar & Ruiz de Arbulo, 1993, 417). Al s. I dC s'havien edificat sis petits temples davant del temple capitolí, però només amb el propòsit d'ocultar la ruïna que presentava la porxada que envoltava el temple (Marcet & Sanmartí, 1989, 141), a part de l'amfiteatre i la palestra de la ciutat, tot i que ambdós amb extremada modèstia tenint en compte la importància que tenien aquests edificis públics en tota ciutat romana (Marcet & Sanmartí, 1989, 143). A més es constata que el volum d'enterraments decau des de finals d'època Juli-Clàudia (Aquilué, 1984; Lopez, 1987), i la majoria d'estrats d'abandonament daten d'època Flàvia, ja que contenen majoritàriament ceràmica TS Sudgal·lica, de parets fines, llànties, àmfores i monedes d'aquest període, i no pas TS Africana (Mar & Ruiz de Arbulo, 1993, 454).

La historiografia ha abordat la regressió de la ciutat en base a diverses hipòtesis. La menys seguida actualment és la catastrofista, que justifica la “caiguda” d'Empúries i altres assentaments en relació a la invasió franca del 276 dC, però amb el que hem exposat al paràgraf aquesta teoria no quadraria amb el cas de la ciutat emporitana, ja que la regressió d'aquesta s'inicia molt abans. Les dues altres possibilitats que es barallen podrien ser ambdues vàlides i lligarien amb el que va succeir. Per una banda, la colmatació del port marítim per aportacions de sorres d'origen eòlic de forma natural però procés accelerat per les obres humanes dutes al port per tal d'aïllar el port del contacte directe amb el mar amb la possible construcció d'un espigó. Per altra banda, la pèrdua de la “capitalitat” de la regió per part d'Empúries en època Flàvia – reorganització dels municipis per part de Vespasià i la fundació d'altres assentaments com Barcino – van fer perdre importància administrativa a la regió, i pèrdua de força com a punt

neuràlgic de comerç (Mar & Ruiz de Arbulo, 1993). Segurament la conjunció d'aquestes dues darreres hipòtesis van portar a la degeneració paulatina del municipium durant aquests dos primers segles de l'era portant a l'abandonament final al s. III dC de la ciutat romana i la *Neapolis*.

Per tot l'exposat, finalment el seu nucli es va veure reduït a l'àrea de Sant Martí d'Empúries, que va passar a ser la ciutat romana durant època tardorromana, i seu episcopal sota la mateixa denominació com a mínim des de l'any 516 dC, tal i com figura a les actes del concili realitzat a Tarragona i on es constata l'existència del bisbe emporità *Paulus*. Tot i veure minvat el seu nucli urbà, manté la seva importància conservant la seva muralla i el port actiu (Aquilué, 2008). Posteriorment va esdevenir la capital del comtat franc d'Empúries i del comtat medieval fins als s. XI, i finalment un nucli urbà vinculat al comtat d'Empúries fins a ser l'origen del poble de l'Escala al s. XVI dC. Sant Martí d'Empúries ha estat així l'únic nucli poblacional d'aquesta àrea que ha perdurat ocupat des del Bronze fins als nostres dies (Aquilué, 2002, 2008).

Empúries es trobava situada en un emplaçament òptim ja que disposa d'un port natural, amb un accés directe fluvial (antic braç del Ter) i proper a un entorn ric en llacunes i aiguamolls i accés al mar per llevant (fig. 2).

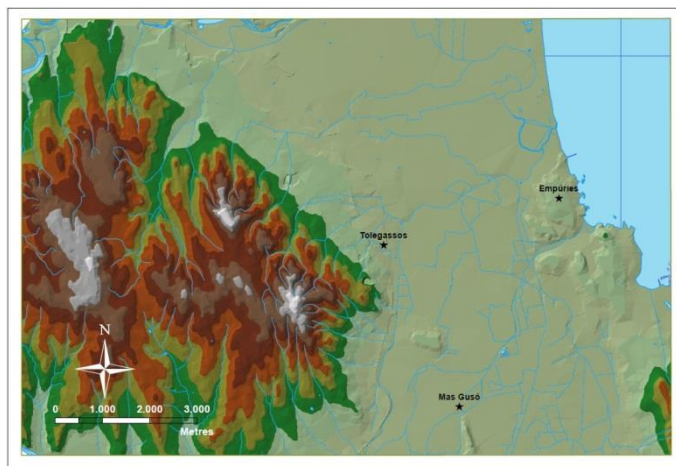


Figura 3. Model digital d'elevacions on es situen els 3 jaciments a la plana empordanesa.



Figura 4. Distribució de l'assentament d'Empúries. Font: [www.parroquiaempuries.org](http://www.parroquiaempuries.org)

El material arqueozoològic emprat en aquest treball ha estat recuperat de la zona del Fòrum, comprenent diferents unitats estratigràfiques (UE) de diverses cronologies que abarquen des del s. II aC fins al s. III dC. El Fòrum com a tal va ser identificat l'any 1964 per Martín Almagro (Aquilué *et al.* 1995) i des de llavors ha estat objecte de diverses campanyes per tal d'identificar les diverses fases d'aquest.

Entre els s. II aC i fins a la restructuració del Fòrum en època augustea – construcció de la basílica, la cúria i tot un seguit de *tabernae* al sector oriental del Fòrum que tancaven definitivament aquest recinte – aquesta àrea va ser utilitzada com a camp de sitges (Aquilué *et al.* 2002). Les excavacions realitzades durant els anys '90 d'aquest sector han permès vincular aquest camp de sitges amb el campament militar establert prèviament, patint una primera amortització a mitjans del s. II aC i iniciant el seu desús progressiu final des dels anys 80/70 aC fins la reforma final en temps d'August (Aquilué *et al.* 2002).

### 1.3.2. Tolegassos

Situat al terme de Viladamat (Alt Empordà, Girona), el jaciment es troba en la plana compresa entre els rius Fluvià i Ter, a pocs quilòmetres de la línia de costa i entre 5 i 7 msnm a una cota lliugerament més elevada que la planície que el rodeja (fig. 2). *Villa* ubicada en un punt òptim,

a només 5 km a l'est de l'assentament d'Empúries i amb la via romana principal a uns 12 km a l'oest (Casas, 1989; Casas i Soler, 2003). En època Antiga Tolegassos es trobaria entre els dos antics deltes dels dos rius mencionats anteriorment que ja estarien colgats de sediment en època romana, i amb un braç del Ter – avui en dia inexistent – a tocar de l'assentament (Casas, 1983-1986, 1988-1990). Enclau important durant el període romà del qual depenien altres petits assentaments com un forn terrisser – de *tegulae* i *imbrices* – en la carretera de Corça a Figueres situat a uns cent metres a l'oest de la vil·la, i dues necròpolis situades a uns dos-cents metres de la *villa* (Casas, 1983-1988, 1989; Moret, 2005). Cal destacar també la proximitat del jaciment de l'Olivet d'en Pujol (Viladamat, Alt Empordà, Girona), gran magatzem agrícola de *dolia* que devia estar vinculat a una *villa* propera com podria ser Tolegassos (Casas, 1989; Casas i Soler, 2004).

Centrant-se les excavacions sobretot durant la dècada de 1980 pel Dr. Josep Casas i Genover<sup>4</sup> (1983-1986, 1983-1988, 1988-90, 1989; Casas i Soler, 2003), les restes arqueològiques – com un llar de fang cuit i de pans d'argila amb senyals de canya i vímet (possible existència d'una cabana) – constanten la presència de l'emplaçament des de el període Ibèric Antic i fins a mitjans del s. II aC. Tot i que mal conservada, l'inici de l'ocupació romana baixrepublicana data de mitjans del s. II aC i es detecten unes primeres construccions – grans sitges i dos dipòsits recoberts de morter hidràulic associats a un edifici rural de construcció *ex novo*, edificació d'una certa identitat amb elements de luxe, distingint-se absolutament de la fase ibèrica (Nolla *et al.* 2010, 88) – i una posterior reforma i ampliació – com a moltes altres vil·les romanes durant el canvi d'era – al s. I dC, concretament entre els anys 45 i 50 dC (Casas i Soler, 2003, 109). Aquesta ampliació – que encaixa perfectament amb els estàndars canonitzats per Columel·la (Casas, 1983 – 1988) – va perdurar pràcticament sense remodelacions fins a les darreries del s. II dC, on patirà una segona ampliació, la darrera reforma, i poc temps després iniciarà la fase d'abandonament al mateix temps que la ciutat d'Empúries vers el s. III dC. Tot i això, s'ha pogut detectar una permanència d'ocupació de la vil·la fins als s. IV – V dC. (Casas i Soler, 2003; Nolla *et al.*, 2010). Posteriorment l'assentament va quedar definitivament abandonat fins aproximadament l'any 1467 (datació per la documentació històrica relativa a la batalla succeïda a Viladamat per aquesta cronologia i una moneda trobada de final del s. XV dC), quan es devia construir un campament militar del qual es constaten alineacions de forats de pal similars a les dels cavalls de frisa (Casas, 1983-1988, 1996).

Diversos objectes recuperats a la vil·la constaten algunes de les activitats que es duïen a terme, on cal destacar el cultiu de fruiters i l'horticultura – per la troballa d'una fulla de podal i un càvec

---

<sup>4</sup> Doctor en Filosofia i Lletres per la Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola

– i el conreu de camps – falç i pues de rascle de secció quadrada i punta plana – a part d’altres evidències com les llavors trobades a l’interior de les sitges del jaciment. Es testimonia per a tots els períodes (fi del s. II aC, augustal i fi del s. II dC) el predomini de l’ordi (*Hordeum vulgare*) i el blat (*Triticum aestivum-durum*) – base de l’alimentació dels animals i del bestiar – i secundats pel raïm, que podria haver estat més aviat emprat pel consum del fruit que per la producció del vi davant de la importància de l’importació de vi italià detectada (Casas i Soler, 2003). També es constata l’ús d’animals de tracció amb la recuperació de guarniments i ormeigs de tracció animal. Pel que fa a la ramaderia, motiu final de l’objecte d’estudi d’aquest treball, aquesta es veu constatada per la presència d’esquelles de ferro i *tegulae* – vinculades al forn ceràmic associat a la vil·la – amb petjades de xai realitzades quan aquestes encara no estaven cuites, a part de les nombroses restes de fauna concentrades sobretot a les escombreres i la sitja, que mostren una ramaderia centrada en l’explotació dels ovicaprins, seguida per la dels suïns i en tercer terme els bovins (Casas & Soler, 2003).

A part de centre de producció, la vil·la tenia la part on habitava el *dominus* i la seva família – o *villicus* –, fet constatat per la presència de diversos objectes que es podrien classificar com objectes de tocador o de bon ús, com per exemple els mànecs de mirall en bronze i ferro, fíbules i passadors de bronze, collarets fets amb pasta de vidre, entre d’altres. També s’han trobat diversos estucs pintats policromàticament amb pigments d’alta qualitat importats – com el vermell mangre o el blau egipci – o fragments decoratius de marbre, que denotarien el luxe present en aquesta vil·la (Casas, 1983-1986, 1989; Casas i Soler, 2003).

### 1.3.3. Mas Gusó

Vil·la romana situada a l’actual municipi de Bellcaire d’Empordà (Baix Empordà, Girona) i construïda sobre una petita elevació rocosa envoltada per terres baixes inundables. Es troba a 3500 m al sud-est de Tolegassos i a 5000 m al sud-oest d’Empúries (fig. 2), molt a prop de l’antic estany de Bellcaire i arran d’una antiga zona d’aiguamolls avui ja dessecada (Casas, 1988). Pel període romà Mas Gusó es trobaria en una zona d’aiguamolls en regressió amb influència marina i alimentat per un dels braços del Ter com ho demostra els estrats d’abandonament del jaciment al s. II dC colgats de sorra (Casas i Soler, 2004) i la presència de taxons propis de ribera com el salze (*Salix* spp.) o el pollancre (*Populus* spp.), d’altres propers a costa marina com el tamarit

(*Tamarix* spp.) o de zones humides com el cànem i l'espart (fig. 5) (Blech *et al.*, 1998; Casas i Soler, 2004).

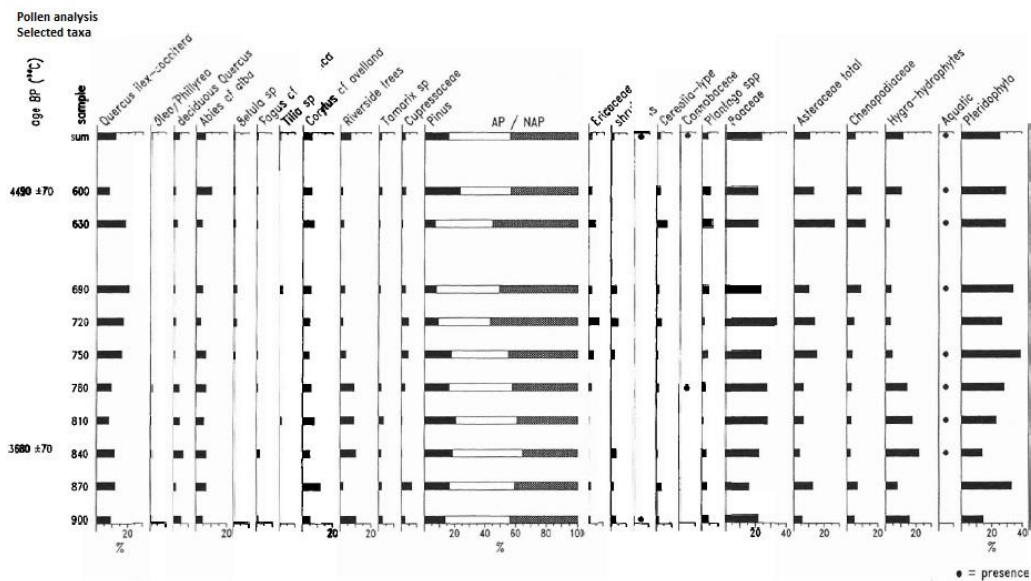


Figura 5. Anàlisi polínic realitzat a Mas Gusó. Font: Blech *et al.* 1998

La seva ocupació es remonta al Neolític Final, amb un increment de la continuïtat en el seu ús al Bronze. Es documenta ceràmica de les diferents èpoques de forma continua des del s. IX aC constatat diverses fases:

- transició entre el Bronze i el Ferro (s. VII – VI aC)
- primers contactes colonials (s. VI aC)
- cultura ibèrica (s. V – II aC)
- primera fase de la *villa* romana (últim quart del s. II aC – s. I aC)
- reforma de la *villa* en època Alt Imperial i abandonament (s. I dC – meitat o segona meitat del s. III dC).

Tot hi tenir un bon registre de la seqüència ocupacional, la interpretació de les diverses fases ha estat complexa i amb forces buits interpretatius deguts a les característiques del propi jaciment. Al tractar-se d'una elevació de dimensions reduïdes (uns 2000 m<sup>2</sup> de jaciment) i trobar-se envoltat de terres inundables – que ja debien ser dessecats i drenats en època romana (Casas i Soler, 2004) – els diversos habitants d'aquest espai van haver de destruir i terraplanar les estructures precedents per tal de construir de noves (Casas, 2011), a part de construir ja en època republicana una plataforma per donar solidesa als ciments i uns murs perimetrals que van fer de murs de contenció de les terres emprades contra aquests provinents de la part superior de l'elevació (Casas i Soler 2014).

Pel nostre període d'estudi relatiu a Mas Gusó, l'assentament tardorepublicà, cal mencionar que degut a les condicions del terreny – la capa freàtica està al mateix nivell que els fonaments – va obligar a refer la construcció en només un període de 30 anys passant d'una construcció en pedra seca lligada amb fang a ser substituïda per una construcció més sòlida feta amb grans blocs de pedra lligats amb *mortarium* de calç i sorra. Tot hi això la *villa* devia ser prou productiva ja que es constata el seu ús fins a la caiguda d'Empúries – segurament ja que l'economia d'aquest centre productor anava lligada a la prosperitat del seu demandant principal – detectant fins hi tot indicis de trobar-nos davant d'una *villa* amb un cert aire senyorial, amb una àrea de residència del *dominus* – columnes a l'entrada del recinte per un període tan avançat com el s. II dC, moment en que pateix una ampliació que afecta principalment al sector sud amb la construcció de noves habitacions i d'un petit edifici termal a l'oest, després de gairebé tres segles sense canvis (Casas i Soler, 2004) – distingint-se d'altres estructures que farien la funció fructuària del *fundus* (Casas, 2010).

## CAPÍTOL 2: EVOLUCIÓ PALEOAMBIENTAL DE L'ÀREA GEOGRÀFICA D'ESTUDI: L'EMPORDÀ, UN PAISATGE EN CONSTANT TRANSFORMACIÓ

Com s'ha esmentat anteriorment, els nostres tres casos d'estudi es situen a l'àrea que actualment coneixem com la plana de l'Empordà, situada al nord-est de Catalunya. Aquesta, des d'un punt geològic, és bàsicament una gran plana d'origen tectònic formada per vàries falles que van enfonsar el terreny en diversos blocs, formant la plana actual que va des de la Garrotxa i els Pirineus fins al mar. La plana està limitada al nord per l'extrem oriental del Pirineu axial, a l'oest pels materials eocènics de la Garrotxa, al sud per la serra de les Gavarres i el massís de Begur, i finalment a l'est pel mar Mediterrani (Fig. 6) (Romagosa, 2007).



Figura 6. Unitats litogeogràfiques de la plana de l'Empordà. Font: Romagosa, 2007

Aquesta plana presenta una inclinació general inferior al 0.2% coberta per materials de formació neògena i quaternària amb només petits turons originaris en època terciària i quaternària, fent-la òptima com a conca fluvial. De fet, des de la fi de la darrera glaciació i la consegüent estabilització del nivell del mar, és aquesta predisposició del terreny la que ha estat la causant de la paulatina expansió de la plana deltaica de l'Empordà enfront de la línia de costa, és a dir, la predisposició

del terreny com a captadora d'una aportació fluvial, més l'acumulació de sediments inherent a aquesta ha anat fent possible que la franja litoral guanyés espai al mar amb la creació de nous cordons litorals. Aquesta dinàmica i la conseqüent formació d'accidents geogràfics rics en aigua ha estat la que ha portat a la regió ha ser catalogada com a zona humida (Gestí, 2006, 20; Romagosa, 2007, 116).

Les zones humides – que cobreixen el 6% de la superfície terrestre – són de les àrees més importants a nivell biològic, ja que presenten una gran biodiversitat gràcies a la presència de grans concentracions d'aigua situades generalment a grans planes inundables, que a l'àrea mediterrània solen estar ubicades a zones costaneres i a baixa altitud, amb aportació de sediments de l'erosió produïda a les zones muntanyoses properes a la costa. Segons el recull que realitza Francesc Romagosa a la seva Tesi Doctoral (Romagosa, 2007), les zones humides són ecosistemes lacustres d'aigües quietes, que presenten canvis en el temps i l'espai de forma ràpida ja que estan afectats per diversos factors ambientals. No hi ha una definició exacta per a les zones humides, però si se n'han realitzat varies les darreres dècades que ens permeten acotar aquest fenomen. Segons el Conveni de Ramsar de l'any 1971, en aquesta categoria s'inclouen “maresmes , pantans, torberes i llacunes, naturals o artificials, incloses aigües marines amb marea baixa, que no sobrepassen els 6 metres de profunditat”. Aquesta definició es va ampliar l'any 1979 per la U.S. Fish and Wildlife Service matitzant que són zones on la terra conté principalment plantes aquàtiques i el seu substrat està format per sòls saturats d'aigua sense drenar.

Les zones humides presenten certes característiques i funcionalitats que li confereixen les seves singularitats. Entre aquestes cal destacar:

- Regulen el cicle hidrològic, on l'aigua emmagatzemada deixa veure el balanç d'entrada i sortida d'aigua. Permeten el mantenim de les capes freàtiques, prevenint l'entrada d'aigua salada a aquestes i a l'aigua dolça superficial. La desaparició d'aquestes barreres naturals entre la línia costanera i l'interior facilita la salinificació dels recursos d'aigua de l'entorn.
- Regulen les inundacions, reduint el flux d'aquestes paulatinament per infiltració, filtració o evaporació.
- Ofereixen protecció contra les forces naturals com l'erosió gràcies a la presència de vegetació a les ribes o contra el vent amb barreres naturals com per exemple els manglars.

- Reciclen els nutrients (fòsfor, nitrogen, sodi, potassi i calci) i substàncies contaminants (aigües residuals) de la zona.
- Com a font de recursos, on destaquen les reserves d'aigua, cacera, pesca, aquicultura, recursos vegetals i disponibilitat d'àrees òptimes de pastura, ramaderia i zones de conreu.

A l'àrea mediterrània tindriem inclosos diferents accidents geogràfics com són els deltes, llacunes costaneres (anomenades també *llaunes*, antics braços abandonats per cursos fluvials), maresmes salobroses i salades, desembocadures de rambles i ullals (Compte, 2000; Romagosa, 2007).

De tots aquests actualment l'Empordà en presenta força diversitat, des dels deltes formats a les desembocadures dels rius Muga, Fluvià i Ter, als ullals presents a l'estany del Tec a l'Alt Empordà (part de l'antic estany de Castelló), passant per les maresmes a la línia costanera del Golf de Roses i les llacunes interiors de la plana empordanesa (Compte, 2000; Romagosa, 2007).

La vegetació actual és la pròpia de zones humides d'aquesta tipologia, destacant a les vores dels estanys el canyís (*Phragmites australis*), les bogues (*Typha*) i les jonques (*Scirpus*), alternant amb liris grocs (*Iris pseudacorus*) o el malví (*Althaea officinalis*).

Però la fisonomia de l'Empordà no ha estat ni molt menys sempre la mateixa. Degut a les característiques geològiques i sedimentològiques presents en aquesta regió, la plana empordanesa està en continua transformació principalment degut a la formació de noves zones humides pels aportats fluvials i les barreres sorrenques creades per aquestes aportacions, i la colmatació d'aquestes zones humides per part de l'acció marina amb les llevantades i la pròpia sedimentació de les aportacions fluvials. Aquesta dinàmica porta a la distinció de tres tipus d'ambients sedimentaris:

- un ambient fluvial, més a l'interior, formada per una plana al·luvial i una plana d'inundació, que limitaria amb el segon medi.
- un ambient palustre, format per la zona d'aiguamolls característica de la plana, on distingim una zona palustre interior limítrofe amb la plana d'inundació, i una zona de maresmes més propera a la costa.
- un ambient marí, on trobem el cordó litoral actual compostat per la línia de platja i el cordó de dunes.

Però ha estat també l'acció humana la causant de la fisonomia actual de la plana de l'Empordà amb les seves activitats els darrers anys. Des de la dessecació sistemàtica iniciada en època

Medieval de les llacunes presents a la plana (Colls, 2007; Compte 2000; Romagosa, 2008) – amb la conseqüent disminució tant d’aportació d’aigua com de sediments – per a l’obtenció de noves terres de conreu i pastura, fins a la plantació a finals del s. XIX de certes espècies vegetals – pins, tamarius i matolls – que han ajudat a fixar l’actual línia de dunes modificant l’evolució lògica d’aquestes.

És en els darrers segles quan s’ha produït la veritable dessecació i drenatge de les llacunes litorals i la zona d’aiguamolls, configurant l’actual plana, gràcies a la introducció al s. XIX dC de les bombes de vapor (Romagosa, 2008) que van facilitar un procés probablement ja iniciat a època romana (Casas i Soler, 2004) i accelerat a partir de l’edat medieval i sobretot a època moderna, deixant ja molt reduïdes al s. XVIII dC les darreres llacunes litorals i zones d’aiguamolls, pràcticament inexistents a dia d’avui (fig. 7) (Romagosa, 2008).

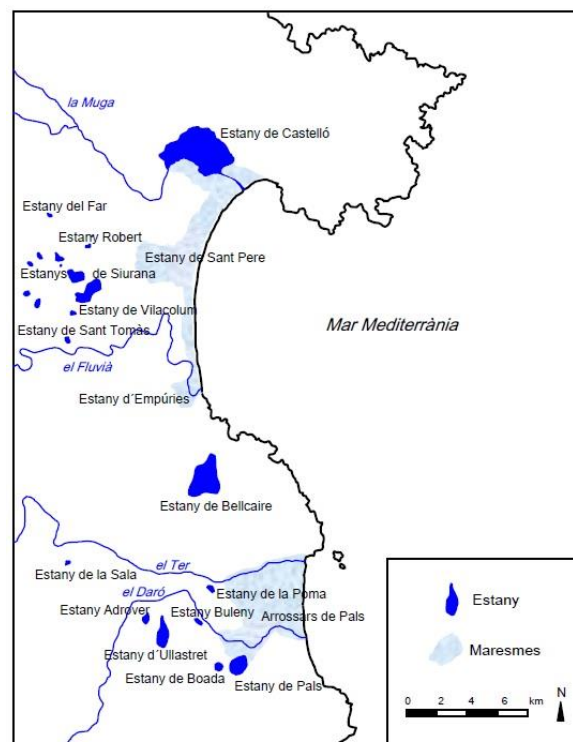


Figura 7. Estanys i aiguamolls remanents a la plana empordanesa al s. XVIII. Font: Romagosa, 2008

Un dels processos de dessecació més importants és el que va patir de manera natural l’estany de Castelló (Castelló d’Empúries, Alt Empordà) a partir del s. XVII dC i accelerat de forma antròpica al llarg dels s. XVIII i XIX dC per a l’obtenció de noves terres agrícoles i pastures, els anomenats *aigualleixos*, terres altament fèrtils i molt preuades guanyades al llac (Compte, 2000; Colls, 2007; Romagosa, 2008). Per acció natural cal mencionar les aportacions de la tramuntana i sobretot les precipitacions de tardor anuals que aportaven gran quantitat d’aigua i sediments als trams finals del Muga i el Fluvià, que afavoria l’avenç de la línia de costa, alterava els cursos



antròpic en la transformació del paisatge empordanés es remunta considerablement en el temps (Montaner *et al.* 2014).

En època romana a la plana de l'Empordà les temperatures mitjanes oscil·laven entre els 14 i els 16° C augmentant de temperatura cap a la costa, amb una amplitud tèrmica anual de 13-15°C. La pluviometria variaria entre els 800 i els 600 mm des de l'interior de Girona cap a la costa (Casas, 1988-1990).

Per tant, cal concloure que qualsevol estudi realitzat en aquesta àrea es veu subjecte a les condicions ambientals del moment, condicions que poden ser molt diferents en un interval de temps relativament curt. És a dir, que per tal de poder contextualitzar correctament el nostre objecte d'estudi cal saber quin era l'entorn paleoambiental en el qual es trobava: en el nostre cas, com era aquest en el moment que els nostres ramats van ésser alimentats ja que en el nostre cas és essencial saber quins eren els recursos vegetals disponibles a l'entorn. Per dur a terme aquesta recerca ens hem basat en estudis sedimentològics, arqueomorfològics i palinològics realitzats les darreres dècades.

## **2.1. Estudis sedimentològics i arqueomorfològics**

Com ens exposen en estudis recents, una de les majors complexitats per poder estudiar la paleomorfologia de la plana empordanesa és la seva ràpida transformació, procés que sobretot s'ha vist accelerat en el canvi d'era (Montaner *et al.*, 2014), fet que dificulta encara més seguir aquesta evolució i per tant poder tenir una imatge concreta de com era en un determinat moment, com per exemple en el nostre cas. El litoral empordanés és característic per la seva alta presència en grans planes, zones humides, freqüents avulsions dels canals dels rius – abandonament ràpid de traçats d'aquests i formació de nous – i d'acumulació de sediments en les xarxes fluvials (Palet *et al.*, 2015).

Aquest panorama de gènesi, sedimentacions, erosions, transformacions, etc. fa que sigui més complex saber com era la línia de costa i la xarxa fluvial durant el nostre període d'estudi, fet important ja que aquestes condicions geomorfològiques estan en relació directa amb fonts de proveïment d'aigua, tipus de vegetació disponible, disponibilitat de sòl per pastura, etc. Per poder caracteritzar la nostra àrea cal tenir present l'estudi realitzat per un equip multidisciplinari (Montaner *et al.*, 2014) en el qual mitjançant sondeig es caracteritza l'evolució de la plana d'Empúries (fig. 9), part de la planície empordanesa i en concordança amb la nostra àrea d'estudi. En aquest estudi s'ha caracteritzat la composició dels diferents estrats que han anat

formant el sòl empordanés al llarg dels mil·lenis. La plana està formada principalment per dipòsits holocens que s'han assentat sobre un paleosol basal anterior.

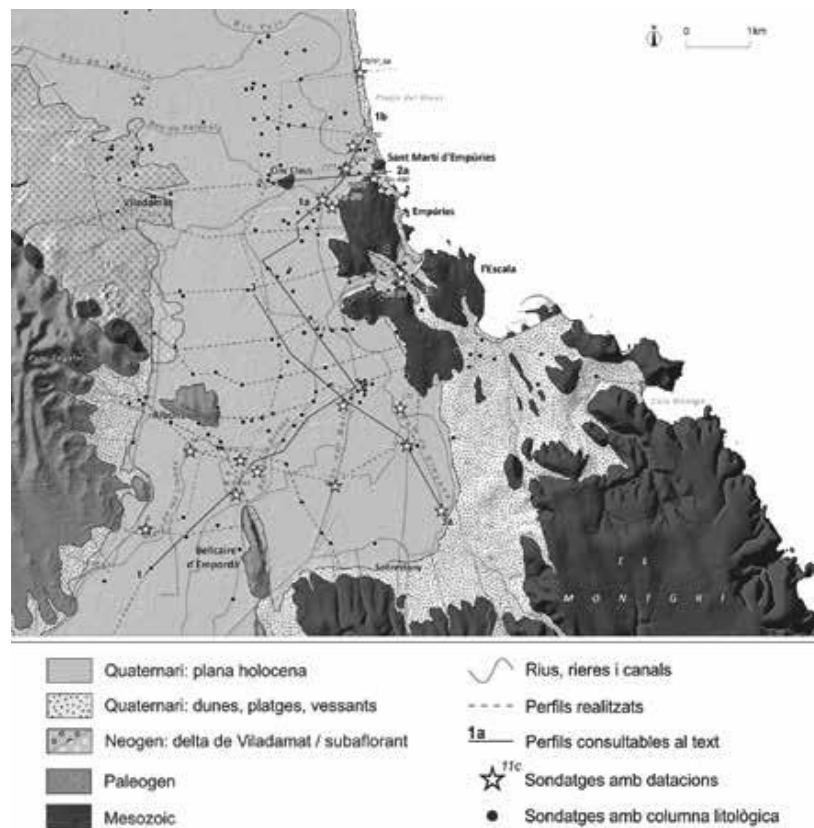


Figura 9. Plana d'Empúries i composició dels estrats geològics. Font: Montaner *et al.*, 2014

En alguns punts d'aquesta plana – vessant de ponent – es pot observar com s'obresurten alguns blocs d'aquest paleorelleu. Aquests blocs estan formats per material de composició argilosa i graves pliocèniques que s'han atribuït a temps de la formació de l'anomenat delta de Viladamat; en altres punts com al corredor d'Horta Vella o a Cinclaus aquest paleorelleu està format per calcàries mesozoiques, estribacions del massís del Montgrí. En general la plana d'Empúries es desenvolupa sobre aquest paleorelleu calcari provinent del Montgrí, fruit del moviment de blocs calcaris durant l'últim màxim glacial i la conseqüent disminució del nivell de mar, i orientats pels diversos fronts d'encavalcament NW- SE de Santa Caterina i de Montgó-Roca Maura, i de diverses falles SW-NE que segueixen la mateixa orientació que al mateix massís del Montgrí. Els moviments d'aquests blocs són els que han creat els diversos corredors i canals que han facilitat la creació de la xarxa fluvial i la continua comunicació – i al mateix temps barera – amb els

correns marins, com confirmes diversos sondatges que han localitzat margues i argiles blavoses marines a la plana d'Empúries i a l'antic Estany de Bellcaire. Sobre aquest paleorelleu després del Pliocè es van anar dipositant els dipòsits de graves i sorres argiloses de procedència fluvial configurant la plana empordanesa fins a dia d'avui (Montaner *et al.*, 2014).

A partir dels sondejos HV-1 (Horta Vella-1) i SME-1 (Sant Martí d'Empúries), i d'estudis arqueològics complementaris dirigits pel Museu d'Arqueologia de Catalunya-Empúries s'ha pogut precisar l'evolució de la formació d'aquestes terrasses al·luvials holocèniques. Sobre una base d'ambient estuarià, a l'àrea de Sant Martí d'Empúries (fig. 10) s'han anat dipositant diverses aportacions intercalant-se nivells de llims argilosos d'aportacions fluvials fines, turbolenques, amb nivells de sedimentació litoral lacunar tancada o semitancada al mar.

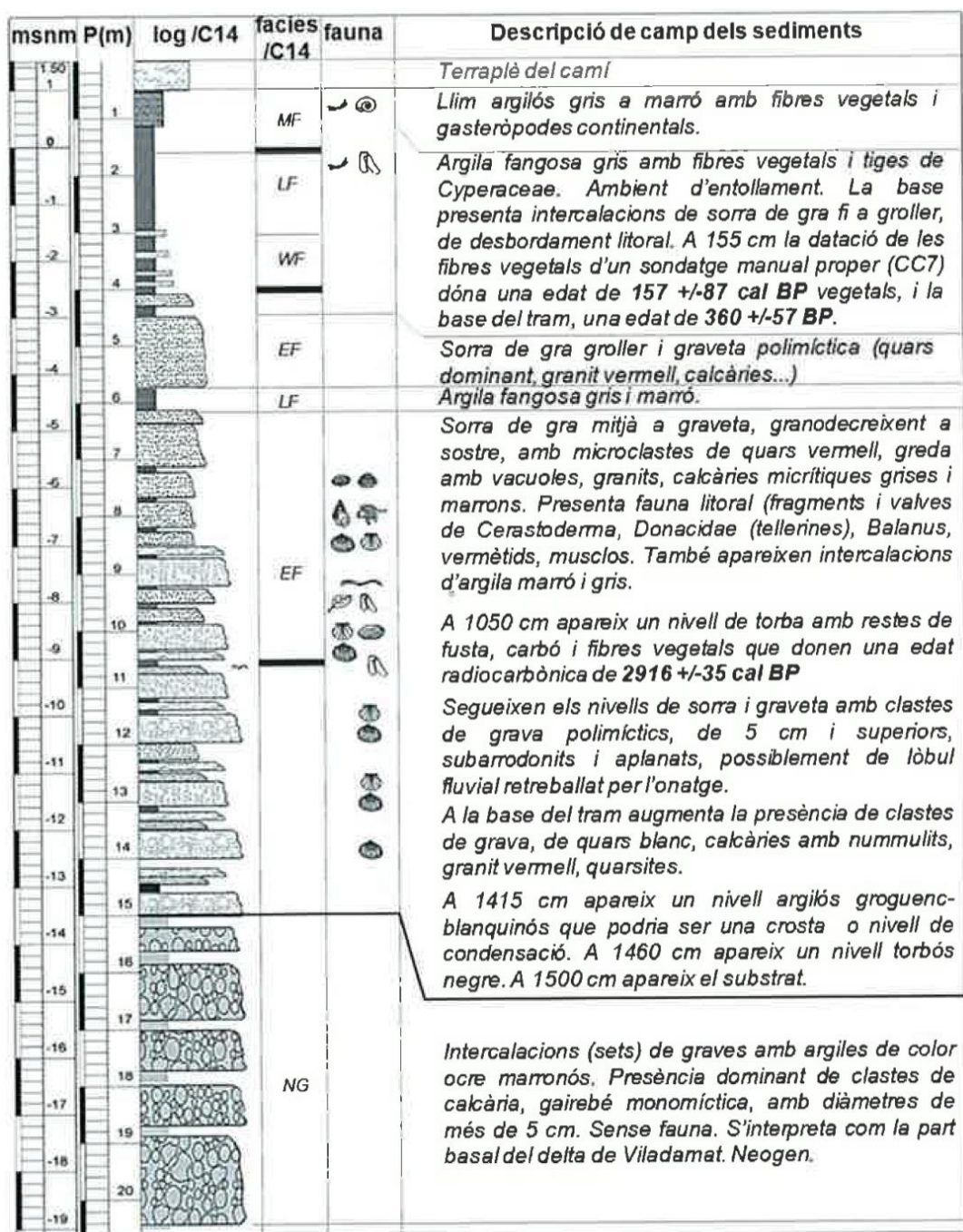


Figura 10. Sondeig SME-1 amb descripció litològica i faunística. Font: Montaner *et al.*, 2014

Com s'observa (fig. 11), després del paleorrelleu calcari es van començar a sedimentar a sobre nivells més argilosos procedents de les aportacions fluvials. Juntament amb la influència marina es formen zones d'estuaris tancats o semitancats al mar confirmats per la presència d'espècies d'ambients lacustres salinificats – gastròpodes, vivalves –.

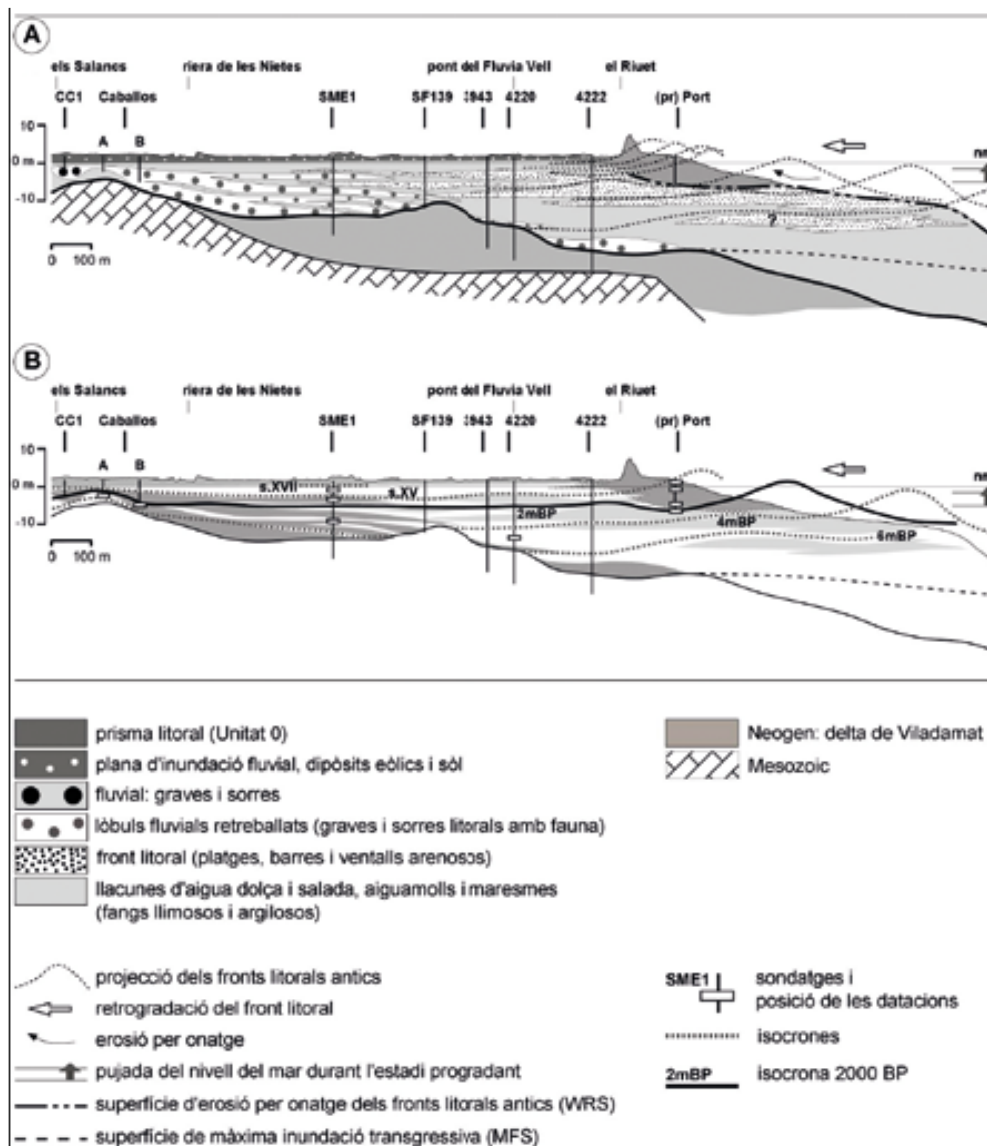


Figura 11. Evolució sedimentària de la línia litoral a Empúries. S'observa la culmatació progressiva tant de les aportacions fluvials com de sorres de procedència marina, i l'erosió que ha anat produint en aquesta línia el mar

Font: Montaner *et al.*, 2014

És un procés complex que s'inicia vers el 6000 BP, de formació d'aquestes llacunes salobroses i de l'ambient d'estuari al llarg del litoral de la plana d'Empúries, influenciat per l'augment de nivell de mar postglacià – aportació de sorres i aigua marina – i d'aportació de sediments fluvials. Però s'inicia un procés de retrocés i culmatació d'aquesta zona estuària vers el canvi d'era. El procés de sedimentació holocènica anteriorment descrit sembla haver-se superat pel procés d'aportació de sorres marines, disminuint progressivament la comunicació terra-mar, i portant a un retrocés de la línia de costa en altres punts, accelerant la desaparició de l'àrea d'estuari i sent substituïda per llacunes litorals que aniran fent una transició d'aigua salada a dolça que finalitzarà vers el s. XV dC, afavorida per la petita edat del gel durant l'edat medieval que va fer

disminuir l'aportació marina, veient-se la resta de l'estuari empordanès colmatat per l'aportació sedimentària fluvial (Montaner *et al.*, 2014).

Per tant, en època grecorromana ens trobem en un moment d'impàs on la zona estuària (fig. 12) predominant durant època ibèrica comença a disminuir per aquesta aportació sedimentària, transformant zones pròpiament estuàries com l'àrea de mas Gusó, en zones lacunars irrigades encara per una branca del Ter que arribaria a través de l'estret de Bellcaire-Albons. Els estudis actuals no permeten definir encara exactament fins quan va durar l'activitat d'aquest braç secundari del Ter, però sí que es detecta que vers el s. XIV dC aquesta regió de la plana d'Empúries està influenciada per sediments de plana d'inundació del Fluvià i no pas del Ter a l'estany de Cinclaus). En època romana, tot i tenint les aportacions fluvials del Ter i el Fluvià desembocant a prop d'Empúries (fig. 13), la predominància seria encara la d'una influència marina amb menor progradació de cordons dunaris, salinificant les llacunes – petites llacunes que no sobrepassarien els 3 m de profunditat – com les formades a la zona de l'estany de Bellcaire, o una gran llacuna entre Viladamat, Ventalló i l'Armentera (propera a l'assentament de Tolegassos). Un ambient palustre de zona humida, de sorres fangoses, s'extendria fins a l'Escala i fins l'àrea de Mas Gusó (fig. 14) (Montaner *et al.*, 2014).

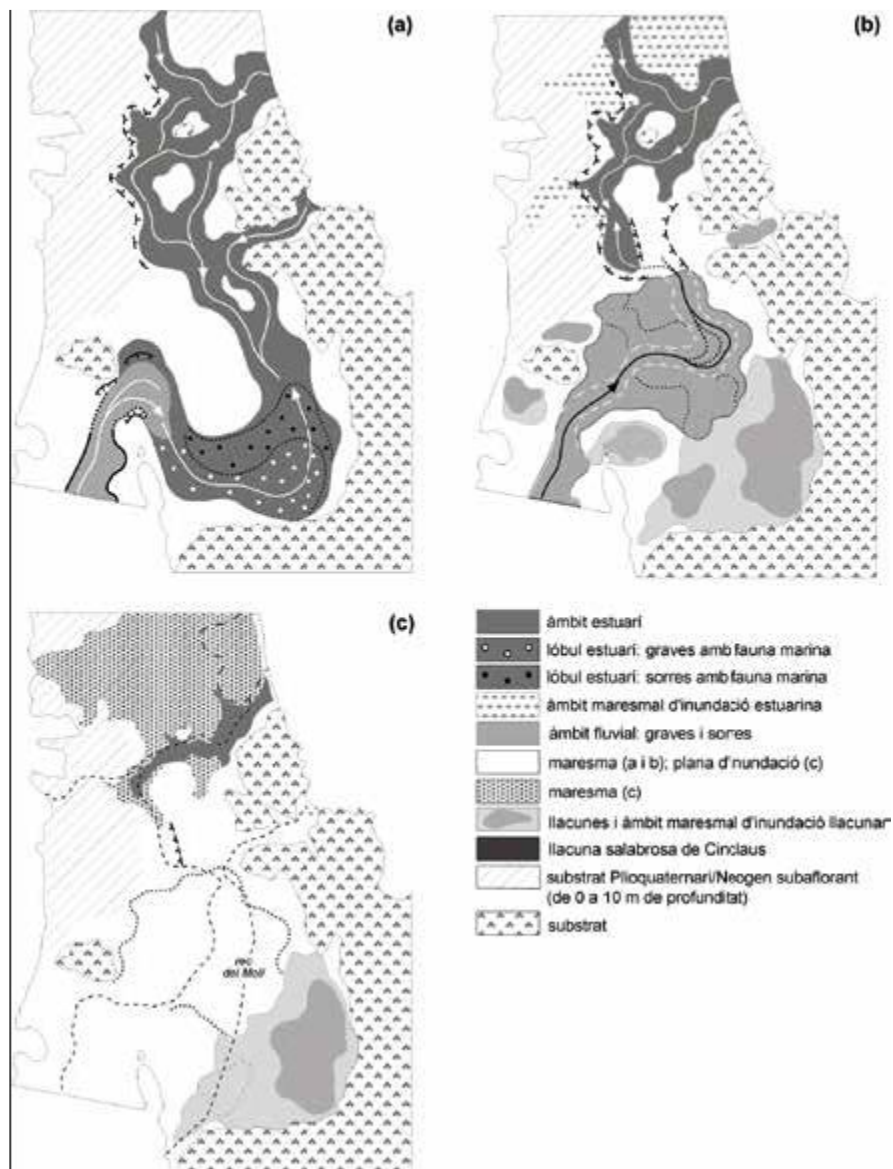


Figura 12. Transició entre un ambient d'estuari vers el 6000 BP (a) fins a la plana litoral amb llacunes residuals al s. XV dC (c). En època grecorromana (b) la zona estuària es trobaria força reduïda a la zona immediatament propera al jaciment d'Empúries, però estaria alimentada per un braç actiu del Ter i per la influència marina. Font: Montaner *et al.*, 2014

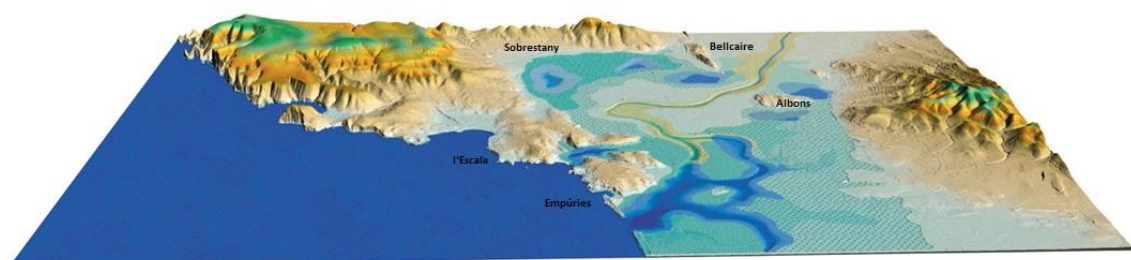


Figura 13. Desembocadura del Ter vers el 2500-2000 BP a l'alçada d'Empúries. Font: Montaner *et al.*, 2014

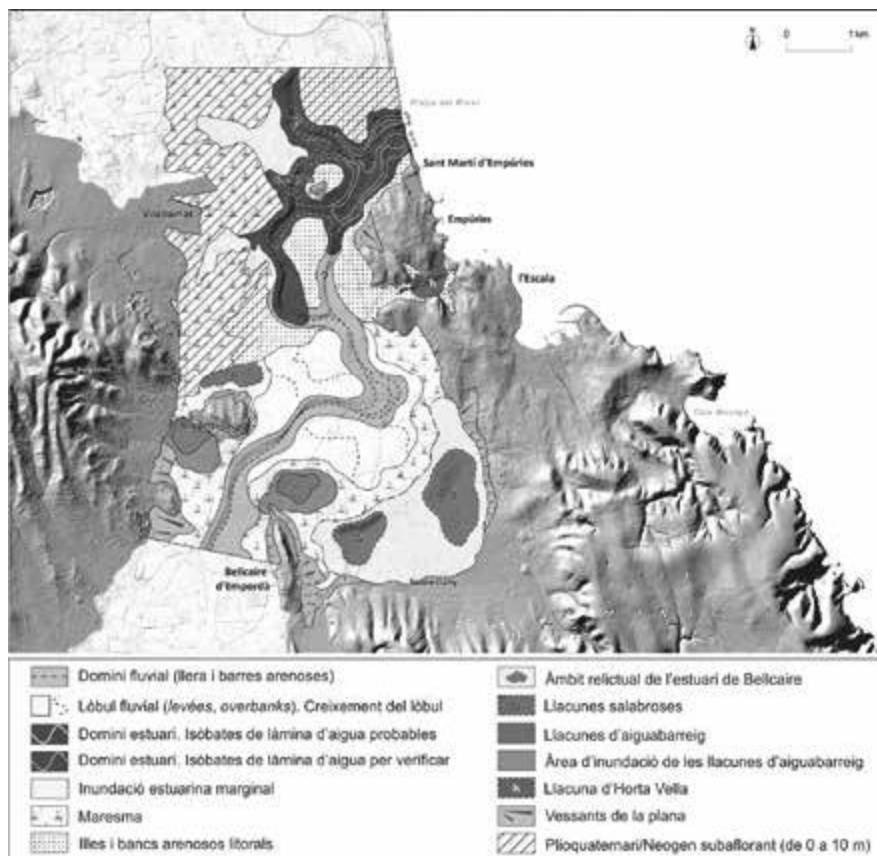


Figura 14. Representació de la zona entre Empúries i Bellcaire vers el 2500-2000 BP. Font: Montaner *et al.*, 2014

Per tant, durant almenys la primera fase del període grecorromà fins el canvi d'era, estaríem davant d'una àmplia plana empordanesa palustre amb forta influència marina, que en un moment incert durant l'Alt Imperi i l'Alta Edat Mitjana iniciaria un procés de colmatació degut als canvis d'influència de les aportacions fluvials de Ter i Fluvià i de la incidència del mar (Montaner *et al.*, 2014).

La línia real dels deltes estaria més terra endins. El delta del Fluvià tindria el seu inici a Sant Miquel del Fluvià (Alt Empordà, Girona) amb els vèrtex a l'Armentera (Alt Empordà, Girona) i Viladamat (Alt Empordà, Girona), desembocant just al nord d'Empúries (Casas, 1988-1990); el delta del Ter s'obriria des de Jafre (Baix Empordà, Girona) i ocuparia la zona compresa entre Parlavà (Baix Empordà, Girona), Gualta (Baix Empordà, Girona), Torroella de Montgrí (Baix Empordà, Girona) i Albons (Baix Empordà, Girona) (Casas, 1983-1988).

Pel que fa a la influència antròpica en aquest evolució paleomorfològica, l'intensificació de les deforestacions intensives puntuals iniciades als s. VI – V aC relacionades amb les activitats agropecuàries de les comunitats íberes i la fundació de la colònia grega d'*Emporion*, afavoririen

les transformacions de la plana empordanesa – la disminució de massa forestal afecta a la concentració d’humitat i a la retenció de sediments –. Aquesta activitat antròpica tindria continuïtat durant la conquesta i colonització romana a partir del s. II aC, que mitjançant la centuriació sistematitzada del territori partint d’Empúries comença a ocupar “...fluvial terraces and inland deltaic plains” (Palet & Gurt, 1998; Palet, 2014, p. 313), com es pot contrastar amb el registre pol·línic (veure apartat següent). Com demostra el sondeig realitzat per un equip multidisciplinari format J. M. Palet, A. Ejarque<sup>5</sup>, H. A. Orengo<sup>6</sup>, R. Julià<sup>7</sup>, J. Marco<sup>8</sup> i S. Riera<sup>9</sup> A. Garcia<sup>10</sup> i J. Montaner<sup>11</sup> (Palet *et al.*, 2015) per a l’antiga llacuna de Castelló d’Empúries – al límit nord de la plana empordanesa (fig. 15)–, la dinàmica natural de la plana empordanesa, influenciada per l’activitat antròpica, portaria en algun punt entre l’Alt Imperi romà i l’Alta Edat Medieval al tancament d’una llacuna salada (es detecta un augment de les condicions eurihalines) tancada pels cordons sorrencs litorals, evolució de l’estuari obert al mar present a la plana des del 2850-2700 cal aC fins a temps romans.

---

<sup>5</sup> Institut Català d’Arqueologia Clàssica, Universitat de Barcelona

<sup>6</sup> Institut Català d’Arqueologia Clàssica, University of Sheffield

<sup>7</sup> Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera/CSIC

<sup>8</sup> Universitat de València

<sup>9</sup> Universitat de Barcelona

<sup>10</sup> Institut Català d’Arqueologia Clàssica

<sup>11</sup> Geoservei Projectes i Gestió Ambiental S.L.

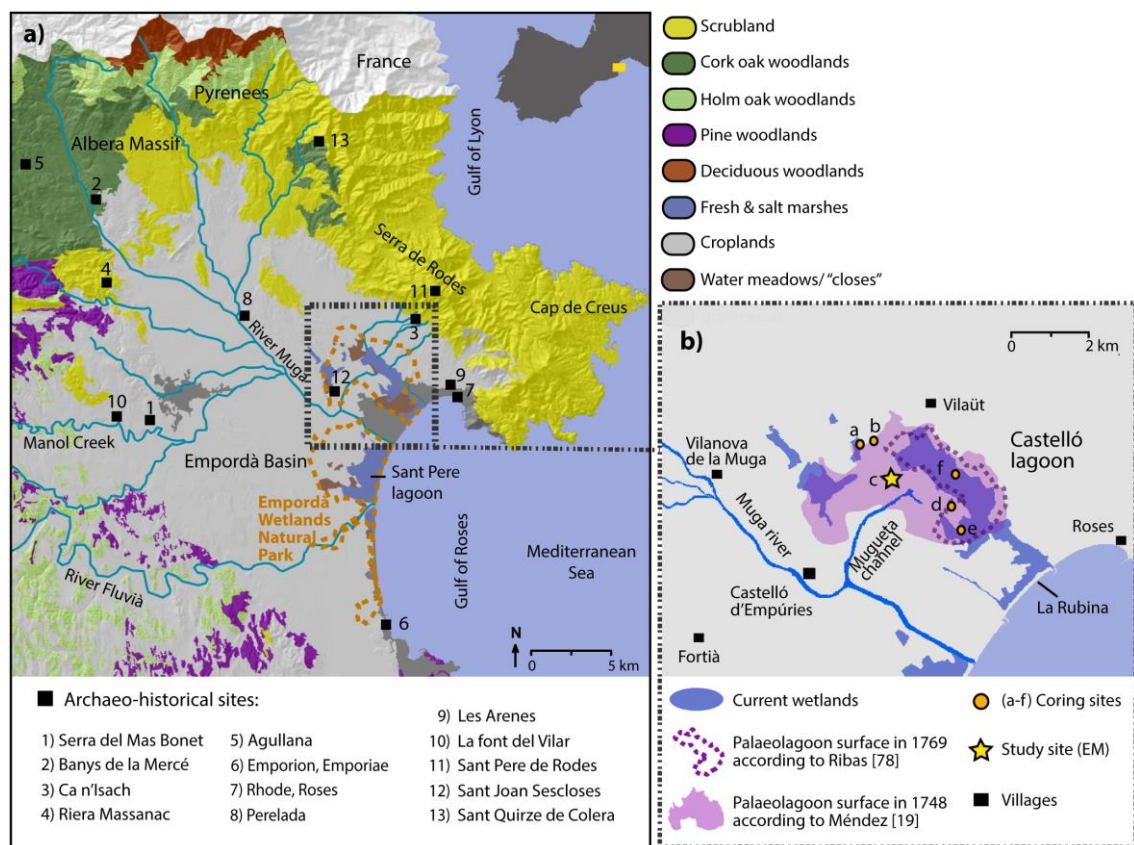


Figura 15. Situació de l'antiga llacuna de Castelló d'Empúries i àrea d'estudi. Font: Ejarque *et al.*, 2016

## 2.2. Estudis palinològics

Disposem de dos estudis palinològics recents que ens poden ajudar a caracteritzar la plana empordanesa durant el període romà, el core<sup>12</sup> realitzat a Sobrestany (Parra *et al.*, 2005) i el realitzat a l'Estany de Castelló, a Mornau (Ejarque *et al.*, 2016).

Els anàlisis palinològics permeten fer estudis sobre la vegetació d'una àrea determinada i els canvis que ha patit aquesta en la seva composició al llarg dels anys, gràcies a que el polen té una gran resistència química i microbiana, i que presenta una gran dispersió sobre la regió degut al sistema de reproducció anemòfila que presenten algunes espècies (Carrión, 2012).

Es parteix del supòsit que la quantitat de polen és proporcional a la quantitat de vegetació present en el moment de la pol·linització. El càlcul dels percentatges de cada taxó continguts a

<sup>12</sup> columna de sediment que s'extreu del subsol del qual s'estudia el seu contingut per tal de determinar l'estratigrafia, cronologia, composició, etc d'un lloc determinat

les diferents seccions dels sondejors, permet inferir la variació de la quantitat de cada espècie vegetal del nivell geològic associat (Carrión, 2012).

### 2.2.1. Estudi palinològic a Sobrestany (Torroella de Montgrí, Baix Empordà, Catalunya)

El sondeig realitzat a Sobrestany per un grup finançat pel Museu Arqueològic de Barcelona - que va iniciar un projecte de recerca de caracterització de l'evolució de la vegetació de la plana empordanesa l'any 1984 – permet caracteritzar la vegetació dels darrers mil·lenis en un radi de decenes de quilòmetres abarcant la pràctica totalitat de la plana empordanesa de l'Alt Empordà (fig. 16).

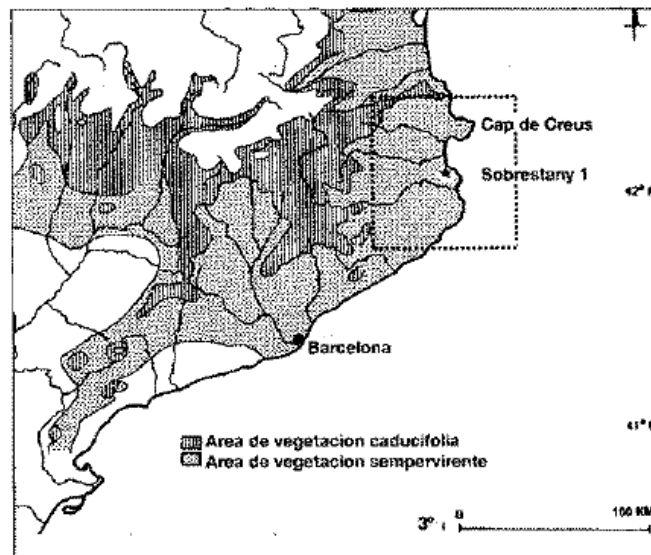


Figura 16. Situació del sondeig de Sobrestany i àrea d'estudi caracteritzada. Font: Parra *et al.*, 2005

Aquest sondeig revela la presència de diversos taxons vegetals i la variació dels percentatges d'aquests al llarg dels darrers 9000 anys (fig. 17).

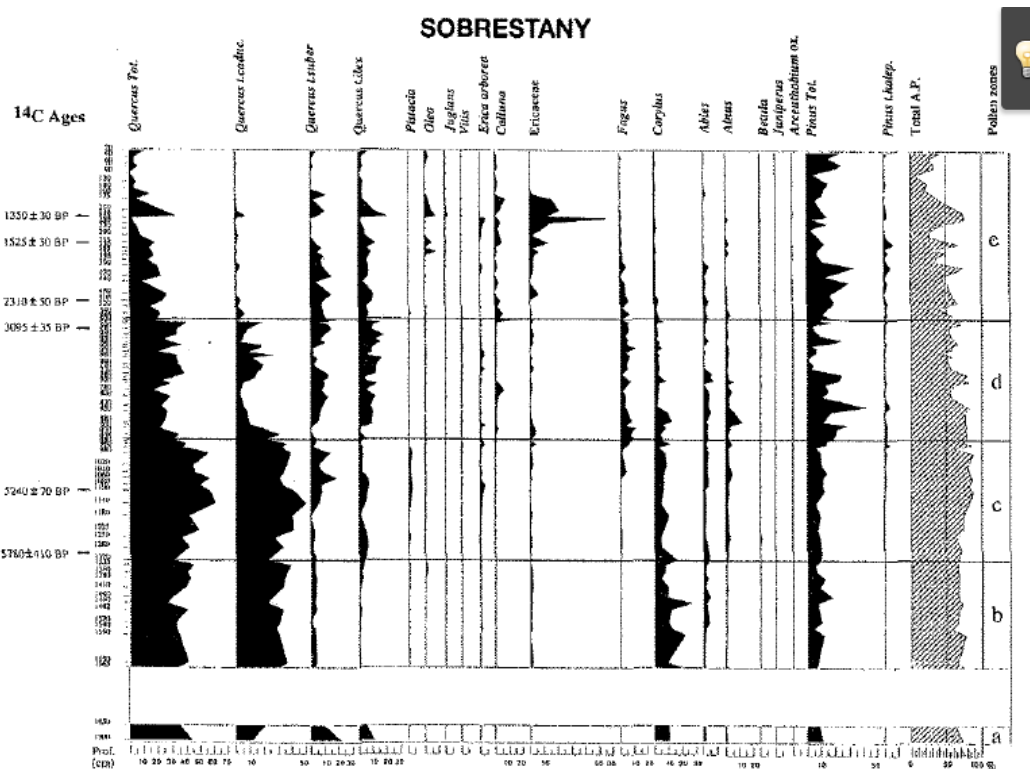


Figura 17. Sondeig polínic Sobrestany. Font: Parra *et al.*, 2005

Al sondeig ha sigut possible la datació per  $^{14}\text{C}$  de sis moments diferents. Una d'aquestes data del 2300  $\pm$  50 BP, pel que es situaria a prop de l'inici del nostre període d'estudi, i que coincideix amb l'inici de la caiguda del percentatge de massa forestal de forma ja més continua, sense tanta recuperació com en el període anterior, fet que ens parlaria del pas d'un període amb episodis de deforestació puntuals seguits de recuperació de massa forestal, a un període en el que la intensificació de les activitats de deforestació no permetrien una recuperació d'aquesta massa forestal, per tant, marcant l'inici d'una explotació intensiva del territori. Els marcadors ens indiquen que juntament amb la disminució de la massa forestal – tot i que resisteixen amb alguns pics de recuperació els taxons de *Fagus*, *Quercus* caducifolis, alzines i alzines sureres propis d'un entorn forestal – hi ha un augment d'altres espècies relacionades amb l'agricultura (fig. 18) com són els *Cerealia*, els *Juglans*, els *Olea* i els *Vitis*, augment que es veuria consolidat a finals del període romà i inici del període visigòtic entorn del s. V dC (Parra *et al.*, 2005). Però seria precisament a l'interval següent, entre el 600 i el 800 dC on aquesta pressió antròpica es veuria reforçada amb la presència de *Galluna*, *Erica arborea*, *Plantago lanceolata*, *Artemisia*, *Cistus* i *Cannabaceae* indicant una explotació més extensiva vinculada segurament a l'augment d'activitat ramadera.

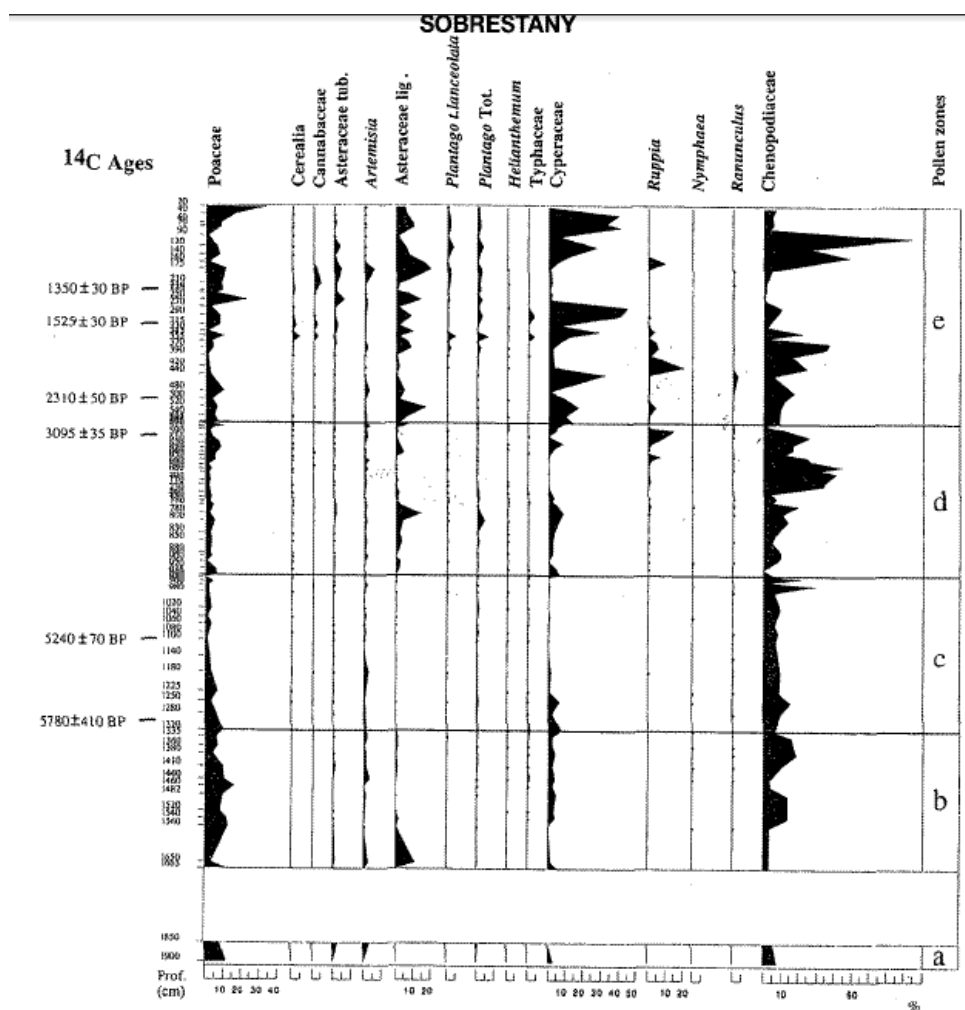


Figura 18. Taxons no arboris presents al sondeig de Sobrestany. Font: Parra *et al.*, 2005

## 2.2.2. ESTUDI PALINOLÒGIC A L'ESTANY DE CASTELLÓ (ALT EMPORDÀ, CATALUNYA)

Pel que fa al sondeig de l'Estany de Castelló (fig. 15) (Ejarque *et al.*, 2016), pel període d'estudi tenim una sèries de datacions de  $^{14}\text{C}$  que ens acota un interval temporal que va del 150 aC fins al 750 dC (fig. 19). En aquest interval observem uns patrons similars als presents al sondeig de Sobrestany amb l'inici de la caiguda de percentatges de taxons arboris - on predominarien els *Quercus* i els *Pinus* – i d'espècies conreades tenim la presència de *Vitis*, *Juglans*, *Castanea*, *Olea europea*, *Cerealia*, *Secale* i *Cannabis*. Pel que fa a herbàcees cal destacar el predomini de l'*Asteroidae*, el *Rumex* i l'*Artemisia*. A més, mirant l'evolució del perfil veiem que es precisament també durant un període posterior al període d'estudi – datacions de  $^{14}\text{C}$  que defineixen un hiat cronològic del 750 dC al 1250 dC – on veiem un retrocés molt més gran de la massa forestal tot i que en un període més proper a aquesta datació que a l'anterior ja hi ha episodis severs de deforestació, testimoniats per l'increment de microcarbons i la disminució dels

taxons arboris afectant en major grau a *Quercus spp.* i *Pinus* (Ejarque *et al.*, 2016). Per finalitzar, el fenomen antropitzador pel període romà es veu reforçat per un augment de la presència del *Coprophilus fungi*, vinculat a la ramaderia.

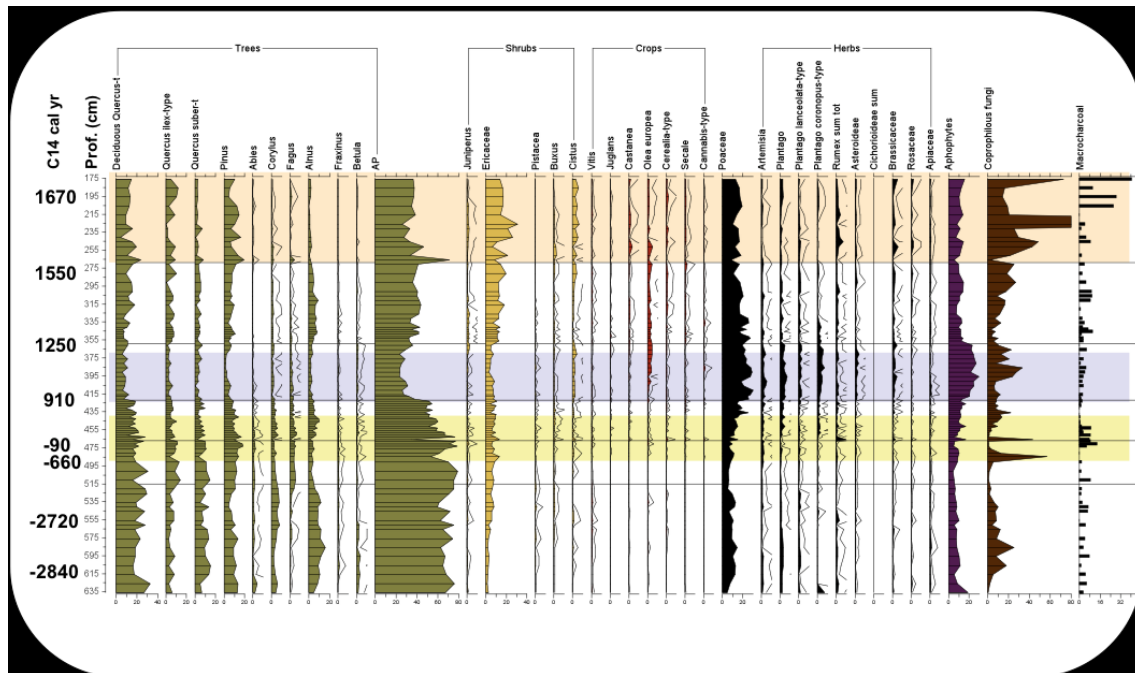


Figura 19. Diagrama polínic obtingut a l'estany de Castelló. Font: Ejarque *et al.* 2016

En definitiva, aquest dos perfils palinològics ens permetrien definir pel període romà un paisatge amb una certa obertura del bosc – es detecta un augment de microcarbons relacionats amb aquesta deforestació – en relació al període precedent, però sense ser un fenomen gaire extens com sembla més evident entre el Baix Imperi romà i l'època Alt Medieval. Juntament amb un ascens paulatí de la presència de taxons relacionats amb el conreu i la presència de fongs vinculats a la ramaderia podem parlar d'un paisatge de bosc amb presència de clarianes que serien aprofitades com a zones de conreu i/o de pastura pels ramats.

### 2.3. El paleoambient a la plana empordanesa en època grecorromana

Amb les dades recopil·lades podem concloure que la zona empordanesa d'on prové el nostre material d'estudi (Empúries, Mas Gusó i Tolegassos) en època grecorromana seria una regió molt més humida que en l'actualitat. Una zona palustre amb predomini de petites llacunes sota influència marina on els aiguamolls arribarien fins a l'actual traçat de la carretera de la Bisbal a

Figueres per la banda de llevant (Casas, 1989). Una plana aluvial amb encara força presència de massa forestal (Blech *et al.*, 1998; Ejarque *et al.* 2016; Parra *et al.*, 2005), amb petites àrees d'explotació agropecuària properes a les àrees palustres més fangoses guanyades al bosc – on predominarien els roures i faigs –, mitjançant la tala i crema de la massa forestal. Clarianes aprofitades per a la plantació de cereals, vinya, olivera, nogueres i castanyers, i per a la pastura dels ramats. En aquestes planícies guanyades al bosc predominaries les espècies arbustives del gènere *Asterioideae*, *Rumex* i *Artemisia*, combinades amb herbàcies com les *Chenopodioideae* o el *Plantago lanceolata*, idònies per a la pastura (Blech *et al.*, 1998; Ejarque *et al.* 2016; Parra *et al.*, 2005).

## CAPÍTOL 3: METODOLOGIA

### 3. 1. L'objecte d'estudi

Per poder assolir el nostre objectiu partim de la selecció que hem realitzat del conjunt de restes arqueozoològiques recuperades dels jaciments arqueològics anteriorment exposats – Empúries, Tolegassos i Mas Gusó – dels quals hem fet una criba en base al tipus d'unitat estratigràfica al que pertanyen: calen mostres en conjunts tancats que puguin ser contextualitzats, pel que s'han triat aquelles restes contingudes en abocadors, contexts estratigràfics que es poden datar amb millor precisió al ser fruit d'episodis puntuals en el temps. Les UE (unitats estratigràfiques) seleccionades per a cada jaciment han estat les següents (Taula 1):

| Empúries  | Tolegassos | Mas Gusó |
|-----------|------------|----------|
| 94-F-2129 | 4VT-2004   | 3192     |
| 94-F-2156 | 6VT-2030   |          |
| 94-F-2157 | 6VT-2061   |          |
| 94-F-2158 | 6VT-2062   |          |
| 95-F-5113 | 6VT-2063   |          |
| 95-F-5201 | 6VT-2080   |          |
| 95-F-5204 | 8VT-2051   |          |
| 95-F-5504 | 9VT-2004   |          |
| 95-F-6202 | 9VT-2408   |          |
| 95-F-6218 | 9VT-2411   |          |
| 95-F-6219 | 9VT-244    |          |
| 96-F-4303 | 9VT-7409   |          |
| 96-F-4356 |            |          |
| 96-F-5504 |            |          |

Taula 1. Unitats estratigràfiques seleccionades per a la realització de l'estudi

Les UE d'Empúries són abocadors localitzats a la zona del fòrum; les UE de les vil·les de Tolegassos i Mas Gusó són també nivells d'abocadors associats a les respectives vil·les.

D'aquestes restes arqueozoològiques s'han seleccionat molars deciduals i definitives mandibulars d'ovicàprids necessàries per a realitzar aquest estudi (dp<sub>4</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> i M<sub>3</sub>) i mandíbules que conservessin qualsevol d'aquestes fraccions dentàries esmentades.

A continuació s'ha passat a destriar les dents pertanyents a ovelles de les de cabres, per tal de deixar fora d'aquest estudi les de cabres. No s'han inclòs les dents d'aquestes últimes ja que hem preferit centrar-nos a fer un primer test sobre les dents d'ovelles, ja que és l'espècie més abundant en contextos holocens mediterranis en comparació amb les seves parentes caprines (Colominas, 2013). A més, en el cas de les ovelles trobem que segueixen un patró d'alimentació més prefixat, adaptant-se a les necessitats i recursos disponibles i sobretot al model d'explotació emprat per les societats humanes del moment (Rieau, 2014). Per dur a terme aquesta identificació s'han seguit els criteris morfològics recopilats per Melinda A. Zeder i Suzanne E. Pilaar (Zeder & Pilaar, 2010) tant per distingir entre les molars mandibulars d'ovelles i cabres, com per les mandíbules. En aquest estudi tampoc s'han emprat els molars superiors ja que els criteris establerts tant per la distinció entre ovelles i cabres com per l'estudi del microdesgast només poden ser emprats per la fracció dentària mandibular.

Del conjunt de molars i mandíbules triades s'ha realitzat una base de dades tot indicant la identificació, característiques (part anatòmica, lateralitat, alteracions antròpiques i/o naturals, fractures presents), cronologia i procedència de cada individu, i s'ha determinat l'edat de cada un seguint els criteris de Grant (Grant, 1982) en base al desgast observat a ull nu en l'esmalte de la corona dentària, arribant a poder classificar-les entre infants d'edat inferior a 6 mesos (INF), juvenils entre 6 i 12 mesos (JUV), subadults entre 12 i 24 mesos (SA) adults entre 1 i 8 anys (A) i senils amb edats superiors als 8 anys (S).

### **3.2. Tècniques: el microdesgast dentari**

Aquest treball ha estat realitzat des de l'arqueozoologia, és a dir, des de la disciplina que estudia les restes faunístiques associades a un jaciment arqueològic, establint-se així un vincle entre aquestes restes i les societats humanes amb qui van coexistir. Així, l'arqueozoologia és la ciència que estudia les relacions i interaccions que hi ha hagut al llarg de la història entre animals i humans (Chaix & Meniel, 2005; Reitz & Wing, 1999; Steele, 2015). Aquestes interaccions van des de les de caire més subsistencial o econòmic, com l'obtenció de matèries primes (ossos, banyes, llana, etc.), els processos de domesticació, ús de l'energia animal com força de tracció, fins a les vinculades amb els aspectes ideològics de la societat sota estudi (rituals funeraris, banquets, etc), etc. A la vegada, mitjançant l'estudi d'aquestes restes animals podem inferir diversos aspectes relacionats amb la vida d'aquests animals. A tall d'exemple podem mencionar l'estudi de quines van ser les activitats que van desenvolupar en vida, en quin entorn i condicions

van viure o – tal i com ens interessa en el nostre cas concret - de que es van alimentar (Chaix & Meniel, 2005; Reitz & Wing, 1999; Steele, 2015).

Per a poder estudiar l'alimentació dels animals que tenim representats al nostre conjunt s'ha emprat la tècnica de l'estudi del microdesgast dentari. Aquesta tècnica consisteix en l'observació, a través de microscopi òptic o electrònic, de les traces presents a la superfície de l'esmalt dels molars. Aquestes traces són directament fruit de l'abrasió que es produïx sobre l'esmalt durant les darreres ingestes (darrers dies o setmanes) realitzades per l'individu i és conegut com "L'efecte del darrer sopar" (Rivals *et al.*, 2015). Les traces són ocasionades tant pels aliments com per altres partícules exògenes ingerides, tot i que hi ha altres factors, com els processos tafonòmics, que també modifiquen la superfície de l'esmalt. Per tant, la observació i quantificació d'aquestes traces permet inferir amb què es va alimentar – durant els darrers àpats – l'individu estudiat i sota quines condicions es va realitzar aquesta ingesta (Mainland, 1998, 2005). Això és possible gràcies als estudis realitzats per diversos investigadors (Mainland, 1998; Rieau, 2014; Solounias & Semprebon, 2002 entre d'altres) que tracten d'esbrinar la interacció entre la dieta – coneguda – i les traces de microdesgast dentari observades en conjunts d'animals moderns controlats, establint així els patrons que es podran emprar en individus pretèrits – dels quals es desconeix de què es van alimentar – i poder així fer una aproximació a la seva dieta. La tècnica permet també extreure altres dades com són els patrons dels episodis de mortalitat, que ens permeten inferir l'estacionalitat i modus d'ocupació del territori per part de les societats humanes, ja que a diferents èpoques de l'any les condicions en les que es realitza la ingesta varien – per exemple tipus de vegetació disponible, condicions en la que es troba aquesta, etc. – i per tant també varia el tipus de traces presents (Rivals *et al.* 2005). Aquesta tècnica presenta avantatges sobre d'altres com el ser una tècnica no destructiva (Solounias & Semprebon, 2002).

Aquesta tècnica es pot aplicar emprant diverses metodologies, tant pel que fa a l'instrumental utilitzat com pel mètode de registre de les dades. En el nostre cas es basa en un baix augment visual de la superfície de l'esmalt – x35 augments, enfront dels x500 augments als que es realitza en microscopia electrònica – fent servir un estereomicroscopi òptic, que permet l'estudi de grans conjunts en un temps molt menor que amb altres mètodes, com l'escanneig d'aquesta superfície mitjançant microscopi electrònic, molt més acurat pel que fa a la resolució però que requereix de molta més inversió en temps i diners (Solounias & Semprebon, 2002).

Per a dur a terme la quantificació de les variables observables es sol usar el segon molar superior, ja que aquest és més representatiu de la dieta de l'individu per la seva posició central dins de la

cavitat bucal i per tant amb l'índex més elevat de probabilitat d'intervenir en el processament del bolus alimentari, a part de presentar una superfície d'impacte major que els incissius i premolars. Tot i això hi ha estudis que fan servir incissius o les quarts premolars deciduals (Mainland, 1998; Rieau, 2014, Solounias & Semprebon, 2002). En el nostre cas pel que fa als conjunts arqueològics hem triat les segones molars inferiors ( $M_2$ ),—ja que tal i com s'ha exposat anteriorment, els criteris morfològics per diferenciar entre ovella i cabra són vàlids per a la mandíbula. En alguns casos s'ha triat la premolar decidua inferior ( $dp_4$ ) o la tercera molar inferior ( $M_3$ ) per tal d'estudiar també si hi ha diferències en la dieta entre individus juvenils i adults. En tots els casos s'ha triat una dent per individu per evitar sobrerepresentar un mateix exemplar.

Cal mencionar que contra més llarga és la mostra estudiada, més significatiu és el resultat, des de poder indicar només el tipus d'alimentació dels darrers àpats dels individus si disposem d'un conjunt reduït, fins a poder extrapolar els patrons d'alimentació del conjunt estudiat. Això és degut a que contra més individus d'una mateixa espècie i conjunt són examinats es tendeix a un mateix patró i és més fàcil detectar els individus amb valors extrems, *extreme outliers*, que presenten unes característiques molt diferents de la resta, fruit d'una alimentació atípica per part d'aquests individus (Solounias & Semprebon, 2002). Amb conjunts massa reduïts, aquests *extreme outliers* són inclosos dins del rang de normalitat del conjunt i per tant podem inferir conclusions errònies. Aquesta problemàtica ha estat també contemplada durant el processament de dades per tal de veure fins a quin punt podem extreure conclusions del nostre conjunt.

Tot i això, el mètode presenta certs problemes que s'han de tenir presents com són la gran variabilitat que poden presentar els individus d'un mateix conjunt — p. e. a més quantitat d'aliment ingerit, més traces de microdesgast — o la pròpia variabilitat observada amb la ingesta d'una mateixa planta, on diferents parts d'una mateixa planta i depenent de l'edat de la planta poden deixar traces diferents sobre la superfície de l'esmal, ja que cada part de la planta pot contenir quantitats diferents de fitòlits — biomineralització fruit del metabolisme d'un organisme vegetal que produeix generalment compostos minerals de  $SiO_2 \cdot H_2O$  —, on per exemple les fulles en contenen menys que les granes (Rieau, 2014; Solounias et al. 2002). També cal considerar que tot hi haver patrons establerts per diferenciar entre diversos tipus de dietes, hi ha espècies que poden trobar-se en un rang que inclogui més d'un tipus d'alimentació (herba, arbustos, fruits, etc.), i que per tant depenent del conjunt estudiat es situï en un grup o en un altre. Un altre inconvenient inherent d'aquesta metodologia és l'error humà com és a l'hora de fer la quantificació de les dades ja que al fer-se a cop d'ull i no amb mitjans computeritzats com en el

microscopi electrònic de rastreig (MER) – microscopi electrònic el qual genera una imatge de la mostra estudiada enviant un feix d'electrons sobre aquesta. Aquests es dispersen a l'impactar sobre la mostra i aquesta dispersió és enregistrada i projectada en una pantalla – la fiabilitat del recompte depèn de l'experiència del tècnic (Rieau, 2014).

### 3.2.1. Història de la tècnica

Tot i ser una tècnica relativament jove pel que fa a l'aplicació d'aquesta en arqueozoologia, els inicis d'aquesta es remunten als anys '50 del segle passat amb els estudis de Percy M. Butler sobre l'oclusió molar en *Perissodactyla* i els de J. R. E. Mills sobre oclusió dental en primats, on s'estableix que, mitjançant l'observació amb la lupa binocular, les traces microscòpiques presents a la superfície de les cares d'ús oclusals estan vinculades als moviments bucal durant la ingesta, i per tant es pot establir una relació entre aquesta i el tipus d'alimentació. Posteriorment, l'any 1959 G. Baker, L. H. P. Jones i I. D. Wardrop, van establir que el desgast dentari observat en mamífers herbívors era degut a la presència de fitòlits dins dels vegetals i de partícules de quars exògenes ingerides durant la ingesta de les plantes. A finals dels anys '70 s'introdueix l'ús del MER per a poder quantificar l'estudi del microdesgast dentari tant en mamífers actuals com pretèrits. Una part considerable d'aquests estudis s'ha centrat en l'estudi de primats i en els ungulats salvatges i domèstics (Florent, 2015), destacant a partir dels anys '80 els estudis centrats en la distinció de l'alimentació entre humans i altres primats on cal destacar els treballs de Puech relatius a l'Home de Tautavel (Puech, 1982). És als anys '80 i inicis dels '90 on es desenvolupa el mètode, però sobretot les seves limitacions (Rieau, 2014). Als anys '90 hi ha l'explosió definitiva d'estudis emprant la tècnica del microdesgast dentari i on apareix l'interés per aplicar el seu ús al camp de l'arqueologia de la mà de la Dra. Ingrid Mainland<sup>13</sup> (Mainland, 1998).

Més recentment, la tècnica ha estat testada amb resultats positius sobretot en els treballs duts pel Dr. Nikos Solounias<sup>14</sup> i la Dra. Gina Semprebon<sup>15</sup>, especialistes en l'estudi anatòmic i biològic dels ungulats extingits i moderns (existents en l'actualitat), que han aplicat aquesta tècnica en diversos treballs (Merceron *et al.*, 2004; Semprebon *et al.*, 2004; Solounias & Semprebon, 2002; entre d'altres), desenvolupant una metodologia (Solounias & Semprebon, 2002) base de la

---

<sup>13</sup> Doctora en Arqueologia per la Universitat de Sheffield, Regne Unit, 1994

<sup>14</sup> Doctor en Geologia (Paleontologia vertebrada) per la Universitat de Colorado, Boulder, CO 1979

<sup>15</sup> Doctora en Biologia (Paleontologia Vertebrada) per la Universitat de Massachusetts, Amherst, Estats Units, 2002

majoria de treballs realitzats des de la seva publicació, on cal destacar els treballs de la Dra. Semprebon (Semprebon *et al.*, 2004; Semprebon *et al.*, 2016, entre d'altres) o del Dr. Florent Rivals<sup>16</sup> (Rivals, 2015; Rivals *et al.*, 2015a; Rivals *et al.*, 2015b, entre d'altres) entre d'altres. Tot i aquesta estandarització del mètode segueixen emprant-se altres metodologies com són l'utilització del MER, o la quantificació de les dades a partir de fotografies a x35 augments i tractades amb *softwares* específics per a tal tasca. Els resultats obtinguts amb aquestes diferents metodologies no poden ésser comparats ja que tot i que la metodologia de base és la mateixa – l'observació de l'esmalt i quantificació de les microtraces presents – el mètode de registre de les dades és diferent (presa de dades durant la observació a temps real o obtenció de dades a través del tractament de fotografies de l'esmalt preses durant l'observació al microscopi).

### 3.2.2. Categorització

Els resultats obtinguts permeten classificar els diversos individus analitzats dins de les diverses categories establertes en base a l'alimentació dels mamífers herbívors – tant emprant microscopi electrònic com ocular, com altres mètodes que permeten esbrinar l'alimentació dels animals, com per exemple l'anàlisi de les femtes produïdes pels animals d'estudi –en funció de la quantitat d'estries (*scratches*) i depressions (*pits*) quantificades. Aquesta classificació es divideix en grans termes entre els herbívors pasturadors (*grazers*) i els brostejadors (*browsers*). Els primers s'alimenten bàsicament d'herbes i vegetació baixa de la família de les gramínies (també anomenades poàcies), classe monocotiledones, incloses dins del grup de plantes tipus C3 (a Europa les gramínies són d'aquest tipus ) i C4; els segons de fulles, brots o fruites de vegetació alta, generalment plantes llenyoses com ara arbustos dins del grup de les plantes tipus C3, plantes herbàcies no gramínies de classe dicotiledona. Estudis més recents (Solounias & Semprebon, 2002) plantegen que aquesta classificació no és apurada degut al que hem exposat anteriorment, i en realitat estariam davant de tres categories: *grazers*, *browsers* i *mixed feeders* (alimentació mixta) – dins de les espècies d'alimentació mixta s'inclouen tant els que són degut a un canvi en l'alimentació per canvi de regió i/o estació de l'any, com els que d'alimentació canviant diàriament –, que implica directament cinc possibles combinacions biològiques (grups intermitjos).

Amb els estudis realitzats fins a dia d'avui s'han pogut establir aquests dos grups ja que s'observen patrons que es repeteixen sempre tant amb espècies contemporànies com en les ja

---

<sup>16</sup> Doctor en Prehistòria per la Universitat de Perpignan, França, 2002

extintes. Aquest patró quedà millor representat en funció del número d'*estries* presents, essent entre 0 i 17 estries el rang assignat pels *browsers*, i entre 17.5 i 29.5 pels *grazers* – després de la revisió feta en el treball mencionat de Solounias & Semprebon (2002)–, degut a que les herbàcies que ingereixen aquests darrers tenen un contingut elevat de fitòlits, responsables de les estries presents degut a l'abrasió que produeixen sobre l'esmalt durant la masticació de l'aliment. Tot i que la variabilitat entre espècies pot presentar *overlap* entre els dos grups pel que fa a *estries*, com han demostrat el grup investigador del Dr. Solounias i la Dra. Semprebon (Solounias & Semprebon, 2002) el solapament de resultats és inferior que l'observat amb la variabilitat de presència de *depressions*, més associada a les condicions de l'aliment – sobretot presència de partícules de terra, pols – prèvies a la seva ingesta, que no pas al tipus de vegetació. El recompte de *depressions* presenta un gran solapament sobretot pel que fa al rang inferior que es situa fins a les 20 unitats, on coincideixen força espècies de *grazers* amb *browsers*, tot i que en general el rang present de *browsers* sol ser més elevat degut al tipus de plantes i a l'entorn on creixen aquestes, com per exemple els camèlids que solen alimentar-se en mediambient desèrtics, amb alt contingut de pols i sorra. Així que el nombre de *depressions* per si sol no és determinant per classificar un individu en un grup o en un altre si no és juntament amb el número d'*estries*. Aquest fet és demostrat en els treballs de Solounias i Semprebon on esmenten que “We also observe that substantial pitting and gouging and coarseness in scratch texture in certain species [...] may be related to grit in the diet” (Solounias & Semprebon, 2002), apreciació que no ha estat contemplada en estudis anteriors tant de microdesgast dentari, com d'anàlisis de musells, d'índex d'hipsodòncia o anàlisis massetèrics (Janis, 1988). Aquesta relació entre estries i depressions bé donada per dos motius. Per una banda les espècies classificades com a *grazers* a l'ingerir plantes que produeixen un gran nombre d'estries, amb aquestes emmascaren les *depressions* presents fruits dels moviments d'atrició amb els moviments d'abrasió al mastegar, i per una altra banda, en les espècies classificades com a *browsers*, els moviments d'atrició són més presents que els d'abrasió durant la masticació, fet que augmenta el nombre de *depressions* a les ja produïdes per la presència de sorra o pols durant la ingesta.

Per dur a terme el nostre estudi hem emprat un estereomicroscopi òptic Zeiss Stemi CL2000 (fig. 14) amb una il·luminació de 2.5u de la font de llum CL1500 ECO. S'ha pres imatge d'algunes de les mostres analitzades mitjançant la càmera DeltaPix Invenio 5SII i tractades amb el software associat a aquesta, DeltaPix Insight.

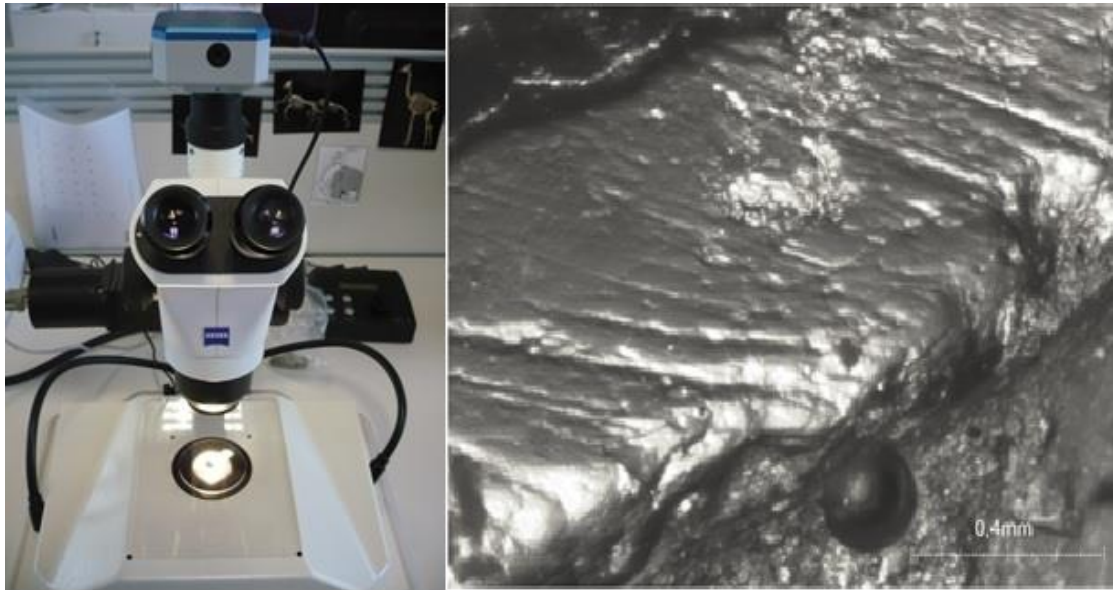


Figura 14. A l'esquerre de la imatge estereomicroscopi òptic Zeiss Stemi CL2000 amb la càmera DeltaPix Invenio 5SII; a la dreta fotografia presa d'una de les dents durant el seu estudi

Per poder dur a terme aquesta tècnica cal obtenir motlles dels molars a estudiar per tal de poder ser observats al microscopi òptic. L'utilització de motlles permet reduir un dels problemes de lectura que trobem si fem aquesta directament al molar, que és la reflexió de la llum irradiada sobre aquest, que produeix l'emascaració d'un percentatge d'estries i depressions presents a l'esmalt. Per aconseguir aquests motlles s'ha passat a realitzar primer motlles negatius dels molars a estudiar emprant dues massilles de diferent resolució, la primera d'alta resolució per obtenir un negatiu el més acurat possible de la superfície de l'esmalt (fig. 15), i una segona per la resta de la dent (fig. 16), per aconseguir al mateix temps un contenidor per a la resina que s'ha emprat per obtenir els motlles positius de cada dent.



Figura 15. Massilla d'alta resolució



Figura 16. Massilla de baixa resolució. Font: [www.dental-directory.co.uk](http://www.dental-directory.co.uk)

La primera massilla es presenta en dos tubs separats (base i catalitzador) i preparats per ser injectats amb una pistola d'injecció, de tal manera que al moment d'imprimir-se sobre la superfície desitjada es barregen en un a proporció de 1:1 (fig. 17).



Figura 17. Aplicació de massilla d'alta resolució sobre l'esfalt. Autora: Lidia Colominas

Un cop assecada aquesta primera massilla cal cobrir la resta de la dent amb la segona massilla per obtenir el motlle/contenedor. Aquesta segona massilla de menor precisió es presenta en dos recipients, base i catalitzador que s'han de barrejar manualment en proporció 1:1 per obtenir la pasta emprada per obtenir els motlles negatius. Cada motlle s'ha enumerat per mantenir la seva identificació un cop separat de la seva pertinent dent (fig. 18).



Figura 18. Motlle negatiu realitzat amb la massilla

Un cop assecada aquesta darrera massilla només cal extreure la dent del seu interior (fig. 19)



Figura 19. Motlles negatiu on cop separades de les dent

Per obtenir el motlle positiu s'ha emprat una resina epoxídica pura transparent composta també per una base i un catalitzador que solidifica aquesta. La proporció entre els dos per a obtenir una peça de consistència òptima és del 25% del pes de la base afegit en catalitzador, és a dir, per cada 100 g. de base cal afegir 25 g. de catalitzador enduridor. No pot haver un error superior al 5% i cal barrejar la mescla fins aconseguir una homogeneïtzació de la mateixa.

Un cop obtinguda s'ha procedit a omplir els motlles negatius amb aquesta mescla i deixat solidificar com a mínim 24 hores abans de la seva extracció (fig. 20). Un cop extrets els motlles positius s'ha procedit al seu anàlisi al microscopi òptic sota una resolució de 35x per observar les característiques quantificables a la superfície de l'esmalt de la corona de la dent. Aquestes característiques són les variables quantitatives definides pel nombre d'estries – microtraces definides no només per ser allargades i profundes, si no per tenir costats rectes i paral·les – i de depressions – microdesgasts circulars o semi-circulars, que tendeixen a tenir mateixa una amplada i longitud – presents a la superfície de l'esmalt de cada individu, i per la valoració qualitativa de la presència o absència de depressions grans, de depressions “irregulars”, d'estries creuades i del gruix que presenten les estries. Aquestes variables qualitatives venen definides per les característiques següents:

- Depressions grans (*large pits* en anglès), que són de diàmetre superior a la resta (*small pits*) i reflecteixen en menor grau la llum, per la qual cosa les depressions de dimensions més reduïdes solen observar-se a través de l'estereomicroscopi “més brillants”. Un gran percentatge de *large pits* a la mostra sol ésser vinculat amb la ingesta de fruita i closques de llavors pel seu contingut en fitòlits, tot el contrari que en el cas dels brostejadors

especialitzats en la ingesta de fulles (Solounias & Semprebon, 2002; Semprebon *et al.* 2016).

- Depressions irregulars (*gouges* en anglès), més grans que els *large pits*. Aquestes depressions són menys freqüents que les altres dues tipologies de depressions anteriorment descrites. Les bores d'aquestes són més irregulars i el diàmetre és 2-3 vegades superior al present als *large pits*. A més, presenten encara menys reflexió de llum. Solen ser indicadors d'una dieta de pastura o d'alimentació mixta (presumiblement pel major contingut en sediment durant la masticació) (Solounias & Semprebon, 2002).
- Estries creuades (*cross scratches* en anglès). Estries orientades en una direcció diferent a la que presenten la majoria, creuant el traçat d'aquestes com a línies secants. Solen ser producte de moviments irregulars durant la ingesta d'aliments com escorces o arrels.
- El rang del gruix d'estries, o SWS (provinent de les sigles *scratch wide score* en anglès). Segons la metodologia emprada en estudis previs (Rieau, 2014, Solounias & Semprebon, 2002, entre d'altres) aquesta variable parteix des de la categorització d'estries fines (valor qualitatiu 0) i estries gruixudes (a partir de valor qualitatiu 3 en amunt), passant per categories intermitges que defineixen individus que presenten una mixtura d'ambdues tipologies d'estries, on predominen les estries fines (valor "1" del SWS) sobre les gruixudes, i valor "2" del SWS on predominen les segones. El SWS de les estries té molt a veure amb el tipus d'alimentació consumida. Les estries més gruixudes estan relacionades amb *grazers* de plantes del tipus C4, amb la ingesta d'escorça, amb *browsers* que mengen fruits, i pot ser per la ingesta de fruita gruixuda, amb closques de llavors, escorces gruixudes i el tall de les plantes; les estries fines estan més relacionades amb *browsers* de fulles i alguns *mixed feeders*, o també amb la ingesta d'herbes C3. Valorar una estria amb un valor de SWS determinat ve donat per la observació i l'experiència del tècnic (Solounias & Semprebon, 2002)

La presència/absència d'aquestes característiques es determina per la presència de com a mínim quatre vegades l'element en qüestió dins dels camps observats, excepte per les *depressions irregulars* on es contabilitza la seva presència/absència. Pel que fa al tipus de gruix d'estries és una valoració del que s'observa al llarg de tota la superfície de l'esmalt i es classifica en un rang entre 0 i 3, on 3 és el gruix superior.



Figura 20. Motlles negatius amb els seus corresponents motlles positius de resina

Per quantificar aquestes variables una de les lents del microscopi disposa d'un camp quadrangular de 0.4 mm de costat subdividit en 9 quadrats, formant així una quadrícula de 3x3, amb una superficial total de 0.16 mm<sup>2</sup>. Cal comptabilitzar el número present tant d'estries com de depressions dins de la quadrícula i la seva tipologia: gruix per les estries; circumferència per les depressions.

Per dur aquest registre s'ha realitzat la lectura de dos camps per dent analitzada per tal de fer una mitja entre les dues lectures que inclouen el recompte del nombre d'estries i de depressions, i anotar la presència o no de les variables qualitatives.

Les lectures s'han realitzat a la primera banda d'esfalt – cara vestibular de la dent – entre la cúspide i l'inici de la banda, ja que és l'àrea on millor queden fossilitzades les traces derivades de les darreres ingestes, evitant lectures errònies derivades de l'atrició – desgast produït per l'impacte entre les dents superiors i inferiors – més marcades a l'àrea de la cúspide, o de ser zones que reben poca abrassió durant la ingesta – zona més distal de la banda d'esfalt. Més concretament, les dues lectures s'han realitzat al protocònide del molar inferior (fig. 21), ja que és la banda d'esfalt més representativa durant la masticació juntament amb el paracònide del molar superior, ja que són les dues bandes d'esfalt on més microtraces es produeixen durant el processament dels aliments ingerits (Rieau, 2014). A més, cal remarcar que durant la lectura d'estries i depressions presents a l'esfalt cal variar l'angle d'incissió i la intensitat de llum emesa sobre el motlle, ja que una variació mínima en aquestes variables pot fer visible o no algunes de les estries i/o depressions, a més que a vegades solen necessitar un canvi d'angle de llum per ser visualitzades estries versus depressions (Solounias, 2002a).

La taula obtinguda ha estat la base del nostre estudi, ja que per una banda ens permet caracteritzar el nostre conjunt, i per l'altra banda ens ha permès realitzar comparativa amb altres jaciments estudiats amb la mateixa metodologia (Rieau, 2014) per tal de trobar

paral·lelismes entre uns i altres per definir quina era la base de la seva alimentació, i per tant aportar informació relativa al mode de gestió d'aquests ramats.

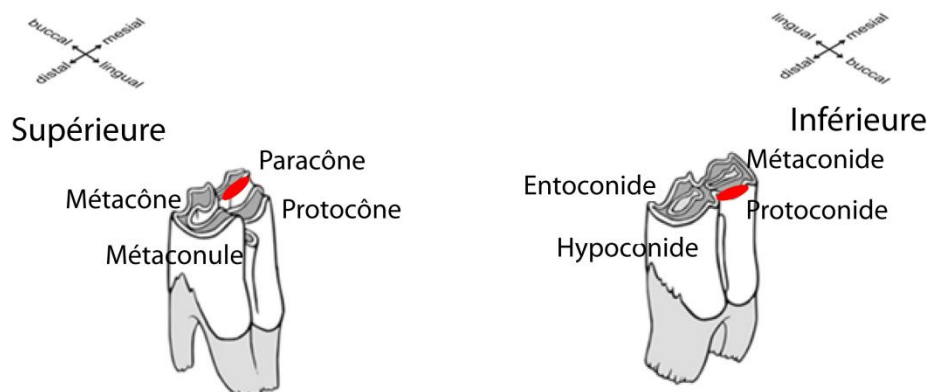


Figura 21. Imatge on es mostra marcada en vermell la zona on s'han realitzat les lectures per a l'obtenció de les dades. Font: Rieau, 2014

### 3.3. Anàlisi de les dades

Pel que fa al tractament de les dades s'ha emprat el software lliure *Past*, una base de dades que ens permet realitzar diversos anàlisis multivariants que ens posen en relació les diverses variables obtingudes durant l'observació dels motlles positius al microscopi òptic. Per a certs test específics també s'ha emprat *R*, un entorn *software* i llenguatge de programació enfocat en l'aplicació estadística. Per la realització d'algunes gràfiques s'ha emprat el full de càlcul *Excel*, aprofitant que la pròpia base de dades ha estat enregistrada emprant aquest *software*.

Un cop realitzades les lectures a través del microscopi òptic i obtingudes les dades de cada individu, s'ha passat a comprovar si hi havia una significància pel que fa al desgast observat entre els diversos tipus dents de la nostra mostra – dp4, M1, M2 i M3 – aplicant una sèrie de tests (*Tukey's pairwise* i *Mann-Whitney U test*) amb el programari *Past*.

A continuació hem passat a realitzar una sèrie de gràfiques (histogrames, diagrames de caixa i diagrames de dispersió) per tal de representar les variables quantitatives del nostre conjunt, és a dir, pel nombre d'estries i pel nombre de depressions que presenta cada un d'ells. Les gràfiques s'han realitzat tant separant els individus per la procedència de jaciments (Empúries, Mas Gusó i Tolegassos) com per cronologies (republicana i Alt imperial), podent fer així una primera valoració sobre la distribució dels nostres individus en funció de les variables quantitatives. En

relació a aquestes gràfiques hem fet una serie de proves analítiques per testar estadísticament (*Student's t-test* i *Mann-Whitney U test*) el que hem observat a les representacions gràfiques.

Hem seguit el mateix procediment amb les dades qualitatives, és a dir, representar les dades mitjançant una serie de gràfiques i a continuació testar els resultats obtinguts (amb la Distribució de Pearson).

Aquests tests realitzen comparatives entre dos valors i/o distribucions de valors, obtenint un valor  $p$  com a resultat d'aquesta comparativa. Com a convenció s'ha establert que a partir d'un valor de  $p < 0.05$  es considera que la relació entre els dos valors és altament significativa ja que significa que hi ha una probabilitat inferior al 5% de que les diferències siguin fruit de factors aleatoris.

Una altra aproximació estadística que s'ha utilitzat ha estat l'anàlisi de correspondències (AC). Aquesta aproximació permet identificar quines són les variables que defineixen el conjunt, és a dir, quines són les característiques responsables de la variabilitat dins d'aquest. Gràcies a l'AC podem determinar quines són les variables que han caracteritzat cada un dels nostres individus, i observar quins són més propers entre ells. Així, podem saber quines similituds i diferències hi ha entre les diverses mostres del nostre conjunt. L'avantatge d'aquest anàlisi és que permet realitzar comparacions entre diversos conjunts utilitzant al mateix temps dades quantitatives i qualitatives, a diferència d'altres anàlisis com l'Anàlisi de Components Principals (ACP) que només permet la comparativa entre dades quantitatives. Per a realitzar aquest anàlisi s'ha usat el software *Past*.

### 3.4. Referencials

Un cop caracteritzades les restes del nostre conjunt hem passat a la comparativa de resultats amb la d'altres conjunts estudiats pertanyents a poblacions domèstiques actuals. Les dades d'aquestes poblacions les hem obtingut de les estudiades pel Dr. Cyril Rieau<sup>17</sup> dins de la seva tesi doctoral titulada "Etude de la gestion du bétail à l'aide de la méthode des micro-usures dentaires dans le Midi méditerranéen entre l'âge du Bronze et la période gallo-romaine" (Rieau, 2014). En aquesta, Rieau estudia el microdesgast dentari present en diversos ramats d'ungulats domèstics actuals (ovins, caprins i bovins) de diverses àrees d'Europa – per tant diversos medis ambients i diverses formes de gestió d'aquests ramats – que ens ha permès destriar aquells conjunts que

---

<sup>17</sup> Doctor en Arqueologia i Prehistòria per la Université Paul Valéry – Montpellier, 2014

poden ser més similars pel que fa al medi ambient en base al marc geogràfic d'estudi. Com que sabem el tipus d'alimentació emprat en la gestió d'aquests ramats actuals, podem realitzar la comparativa entre la concentració i tipologia d'estries i depressions presents a l'esmalt de les diverses poblacions actuals amb les del nostre conjunt d'estudi i així poder tractar d'extrapolar quin és el model més similar al que es devia emprar en el nostre conjunt. Dels conjunts analitzats per en Rieau s'han seleccionat com a comparativa per al nostre estudi:

- Quérigut (Llenguadoc-Rosselló-Migdia-Pirineus, França): es tracta d'una explotació en règim extensiu. El bestiar s'alimenta només de la pastura de que disposa al mediambient durant tot l'any, inclòs l'hivern, sense cap tipus de suplement (Rieau, 2014). Hem triat Quérigut com a exemple d'alimentació de *grazers* purs en un sistema ramader extensiu.

- La Seu d'Urgell (Alt Urgell, Catalunya, Espanya): es tracta d'un escorxador el qual rep individus ovins que han estat criats sota règim ramader semi-intensiu d'alimentació mixta, de pastura exterior lliure durant el dia i amb fenc a l'estable durant la nit. Entre els exemplars hi ha representades diverses races (Xisqueta, Xisqueta mixte, Ripollesa, Aragonesa, Tarasconesa, Aranese i Rouge de Rousilloun. Provenen de diversos llocs com per exemple de l'àrea pirinenca del Pallars Sobirà on trobem la Xisqueta – exemplars adults – i als seus voltants – exemplars juvenils – (Rieau, 2014). La Seu d'Urgell se'ns presenta com un bon exemple de sistema d'explotació mixte, ja que els individus s'alimenten diàriament de gramínies – les pastures a camp obert – pròpies d'una alimentació d'individus purament *grazers*, amb la suplementació antròpica d'una altra planta no gramínia – pel fenc ingerit durant les nits a l'estable – que pot alterar els paràmetres estàndars dels *grazers*.

- Aragüés del Puerto (Jacetània, Aragó, Espanya): explotació en règim ramader intensiu d'alimentació basada en l'administració de fenc, amb només accés a pastura en edat adulta. Es tracta d'ovelles de raça aragonesa comparables als exemplars de la mateixa raça presents a la Seu d'Urgell (Rieau, 2014). Es tracta d'un referencial que ens mostraria un exemple d'alimentació totalment antropitzada en base a una planta gramínia que no es trobaria de forma natural en la dieta de les ovelles d'aquesta zona si no fos per l'acció de les societats humanes i la seva gestió sobre el ramat aplicant un sistema ramader intensiu.

- Hoy (Illes Òrcades, Escòcia, Regne Unit): explotació en règim ramader extensiu, aquestes ovelles es troben a l'aire lliure tot l'any alimentant-se a les praderies altes de l'illa de la vegetació autòctona, composta principalment per festuca (*Festuca* sp.), agrostis (*Agrostis* sp.), pèl caní (*Nardus stricta*), molínia (*Molinia* sp.) i arbustos de la família de les ericàcies resistent a la masticació. Tots els individus han estat sacrificats en l'estació freda de l'any, entre l'hivern i la

primavera (Rieau, 2014). Tot i ser un àmbit geogràfic molt diferent a la nostra àrea d'estudi i a la resta de referencials – més propers a l'Empordà – s'ha triat aquest referencial com exemple d'alimentació de vegetals humits (Rieau, 2014), tot i que aquesta vegetació pot ser molt diferent a la d'Empordà.

Amb les dades extretes d'aquests referencials s'han estudiat les característiques de cada un d'ells en base a les variables quantitatives nombre d'estries i nombre de depressions presents a cada individu, i a continuació s'ha comparat aquests resultats amb els obtinguts en la nostra mostra. Per últim s'ha realitzat una comparativa emprant les variables qualitatives (presència/absència de depressions grans, depressions irregulars, estries creuades i el SWS) entre els referencials i la mostra d'estudi.

## CAPÍTOL 4: RESULTATS

### 4.1. Taula de registre

Del registre realitzat en primer terme per tal de recollir les dades de cada individu s'hi desprèn la informació següent:

- s'han determinat les característiques de 104 individus – 47 procedents d'Empúries, 21 de Mas Gusó i 36 de Tolegassos – dels quals s'ha determinat quina fracció òssea pertanyen, quina edat tenien, la lateralitat, si presentaven alteracions naturals i/o antròpiques, fractures presents i la posició d'aquestes. Els resultats han estat els següents: 61 mandíbules senceres o fracturades i 43 dents inferiors aïllades, de les quals 12 són M<sub>1</sub>, 13 M<sub>2</sub> i 18 M<sub>3</sub> (Taula 2).
  - D'Empúries tenim 20 mandíbules i 27 dents inferiors aïllades. Les mandíbules pertanyen majoritàriament a individus juvenils (16), havent-hi també 3 adults i 1 individu infantil. Pel que fa a dents aïllades totes pertanyen a individus adults excepte un individu juvenil. Tant les mandíbules com les dents inferiors aïllades presenten un bon estat de preservació, excepte dos mandíbules que presenten alteracions postdeposicionals al llarg de tot el corpus fruit de les arrels i una altra mandíbula presenta les marques d'un xoc contundent al corpus. Tot i el bon estat, totes les mandíbules presenten fractures a les seves parts distals, les més fràgils, i en tres casos podem afirmar que són fruit del procés d'esquarterament dels individus. La cronologia dels individus abarca des del període tardorepublicà (3 individus del 200-100 aC i 17 individus del 40-30 aC) fins el període alt imperial (9 individus del 50-100 dC, 10 individus que daten del 100-200 dC i 8 individus que es situen entre els s. I-III dC). Cal mencionar que 14 dels individus juvenils i l'individu infantil pertanyen al període tardorepublicà (Taula 2).
  - Del conjunt de Mas Gusó trobem que la majoria són individus adults (20) i un individu és ja senil. Tenim 16 mandíbules i només 5 dents inferiors aïllades. 13 de les mandíbules presenten alteracions naturals fruit de les arrels durant el procés postdeposicional i dos d'elles presenten talls transversals antròpics al corpus, probablement fruit del descarnament. Totes elles presenten fractures però només 6 d'elles es pot concloure que són fruit de l'esquarterament dels

individus. Tots els individus pertanyen a una cronologia tardorrepublicana del 150-80 aC (Taula 2).

- Pel que fa als individus de Tolegassos es determina que hi ha 25 mandíbules i 11 dents inferiors aïllades, que comprenen 2 individus juvenils, 8 individus subadults, 23 adults i 2 individus que no es pot precisar l'edat més enllà de si eren subadults o adults (entre 1 i 6 anys d'edat). Cap presenta alteracions naturals o antròpiques, però sí fractures de les quals 9 individus en tenen en fresc fruit del seu processament per a l'obtenció de la seva carn (Taula 2).

Com s'ha explicat al capítol anterior, un cop fet el registre dels individus seleccionats per realitzar aquest estudi s'ha procedit a elaborar els motlles pertinents per a l'estudi del microdesgast dentari present en aquestes dents. S'han obtingut un total de 99 motlles, descartant-se un total de 39 individus per presentar un mal estat de conservació de l'esmalt per fractura o per concrecions sedimentàries. Per tant, dels 99 motlles s'ha pogut realitzar la quantificació del microdesgast en 60 motlles: 21 d'Empúries, 15 de Mas Gusó i 24 de Tolegassos, dels quals s'ha descartat el motlle d'un molar d'Empúries per tractar-se d'un mateix individu (motlle nº18 que contenia els molars  $M_2$  i  $M_3$ , triant-se pel seu estudi el  $M_2$  pels motius exposats al capítol de metodologia), quedant-nos així amb 59 motlles per a fer l'estudi – el molar  $M_3$  del motlle 18 només s'ha emprat per testar la significància entre dents de la nostra mostra -. Els motius pels quals no s'ha pogut obtenir lectures de tots els motlles són en 25 casos per alteració de l'esmalt, 6 per presentar poc microdesgast i 8 casos per una combinació d'ambdós casos. L'alteració de l'esmalt és deguda per una abrasió química produïda pel pH del sediment on queda colmatada la dent o per altres agents agents abrassius, i les dents que presenten poc microdesgast dentari pertanyen la majoria a individus joves o molars d'individus adults que encara estaven per finalitzar el procés d'erupció dentària (4  $M_2$  i 3  $M_3$ ).

| Cronologia | Jaciment   | nº<br>individus | Grup<br>edat |         |          |                |       |       | Total      |                   |
|------------|------------|-----------------|--------------|---------|----------|----------------|-------|-------|------------|-------------------|
|            |            |                 | Infantil     | Juvenil | Subadult | Subadult/adult | Adult | Senil | Mandíbules | Dents<br>aïllades |
| República  | Empúries   | 20              | 1            | 14      |          |                | 5     |       | 15         | 5                 |
| República  | Mas Gusó   | 21              |              |         |          |                | 20    | 1     | 16         | 5                 |
| Alt imperi | Empúries   | 10              |              |         |          |                | 8     | 2     | 10         |                   |
| Alt imperi | Tolegassos | 36              |              | 3       | 8        | 2              | 22    |       | 25         | 11                |

Taula 2. Informació rellevant dels individus seleccionats pel nostre estudi

#### 4.2. Significància entre les diverses dents

Aquesta prova s'ha realitzat per tal d'observar si diferents dents d'un mateix individu no mostren desgast diferent, i per tant, si el desgast observat en les diverses dents és comparable i es poden utilitzar diferents dents en un mateix estudi. S'han realitzat diversos tests mitjançant el programari *Past* fent un Anàlisi de varianza (ANOVA) (Hammer *et al.*, 2001), que ens permet comparar la dispersió de dades de cada tipus de dent pel que fa a nombre d'estries o de depressions. Aquests tests són els següents:

- *Tukey's pairwise* (Hammer *et al.*, 2001): test que permet realitzar la comparació entre tots els parells de dades possibles i de cada un d'ells analitza si la diferència és major de l'esperada segons la desviació estàndar.
- *Mann-Whitney U test* (Hammer *et al.*, 2001): és una prova no-paramètrica – aplicable quan no se sap si la distribució és Gaussiana, quin és el rang de dispersió de la mostra – que permet la comparació entre dues distribucions independents.

Hem realitzat tant un test per a distribucions paramètriques com un test per a distribucions no-paramètriques, ja que inicialment desconexiem si les dues variables quantitatives estudiades – nombre d'estries i de depressions – tenen una distribució Gaussiana o no.

Els resultats obtinguts pel test de Tukey's pairwise (Taula 3 i 4) i el de Mann-Whitney (Taula 5 i 6) pairwise demostren que no hi ha diferències significatives entre les diferents dents i per tant les hem pogut emprar conjuntament per a la resta d'anàlisis realitzades en aquest treball. Per tant les diferències observades poden ser fruit de l'atzar i no pas perquè hi hagi patrons de desgast diversos entre les diferents dents.

|     | DP4  | M1   | M2   | M3   |
|-----|------|------|------|------|
| DP4 |      | 0.43 | 1    | 0.46 |
| M1  | 2.16 |      | 0.40 | 0.99 |
| M2  | 0.06 | 2.23 |      | 0.44 |
| M3  | 2.08 | 0.09 | 2.14 |      |

Taula 3. Tukey's pairwise per estries. El quadrant inferior mostra els valors del test i el quadrant superior els valors de *p*

|     | DP4  | M1   | M2   | M3 |
|-----|------|------|------|----|
| DP4 |      | N    | N    | N  |
| M1  | 0.5  |      | N    | N  |
| M2  | 0.88 | 0.27 |      | N  |
| M3  | 0.17 | 0.92 | 0.06 |    |

Taula 4. Mann-Whitney pairwise per estries. El quadrant inferior mostra els valors de  $p$  i el quadrant superior si aquest valor és significatiu o no (N=no significància, \*=significància, \*\*=alta significància, \*\*\*=molt alta significància)

|     | DP4  | M1   | M2   | M3   |
|-----|------|------|------|------|
| DP4 |      | 0.44 | 0.10 | 0.98 |
| M1  | 2.12 |      | 0.32 | 0.69 |
| M2  | 0.33 | 2.45 |      | 0.92 |
| M3  | 0.56 | 1.56 | 1    |      |

Taula 5. Tukey's pairwise per depressions. El quadrant inferior mostra els valors del test i el quadrant superior els valors de  $p$

|     | DP4  | M1   | M2   | M3 |
|-----|------|------|------|----|
| DP4 |      | N    | N    | N  |
| M1  | 0.32 |      | N    | N  |
| M2  | 0.82 | 0.10 |      | N  |
| M3  | 0.73 | 0.35 | 0.39 |    |

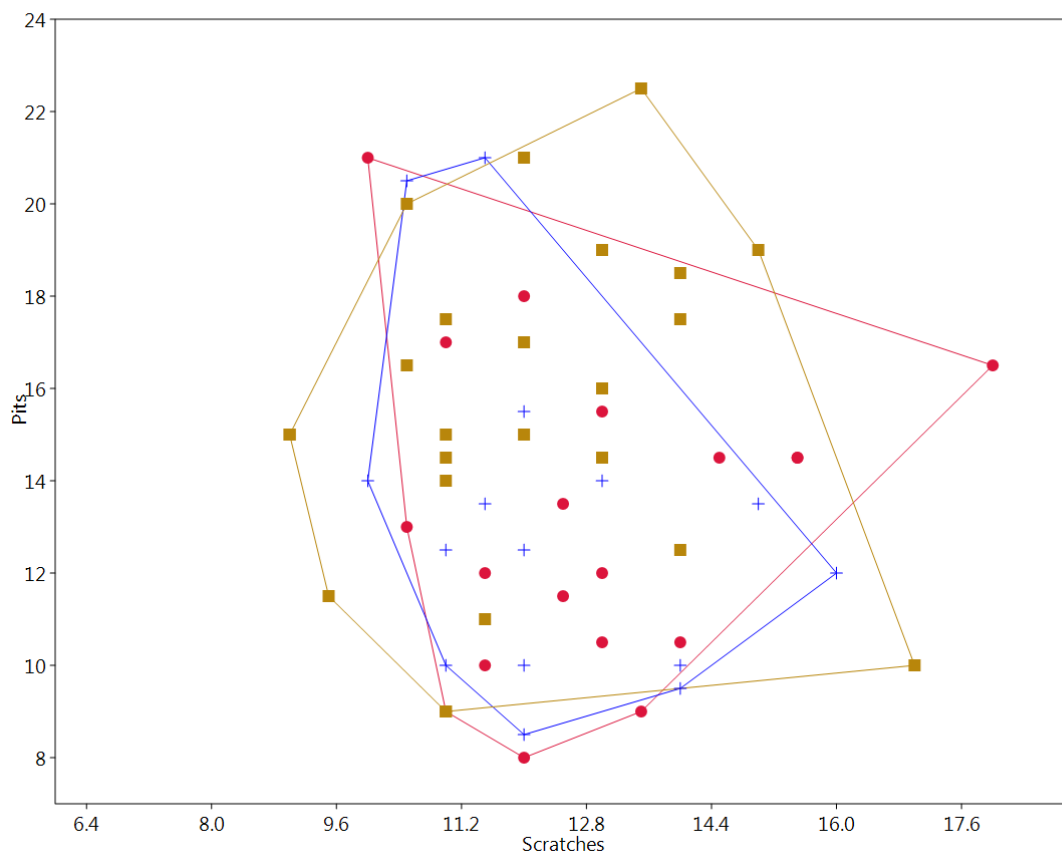
Taula 6. Mann-Whitney pairwise per depressions. El quadrant inferior mostra els valors de  $p$  i el quadrant superior si aquest valor és significatiu o no (N=no significància, \*=significància, \*\*=alta significància, \*\*\*=molt alta significància)

#### 4.3. Diagrames de dispersió, histogrames i diagrames de caixa: representació de les variables quantitatives dels individus de la mostra

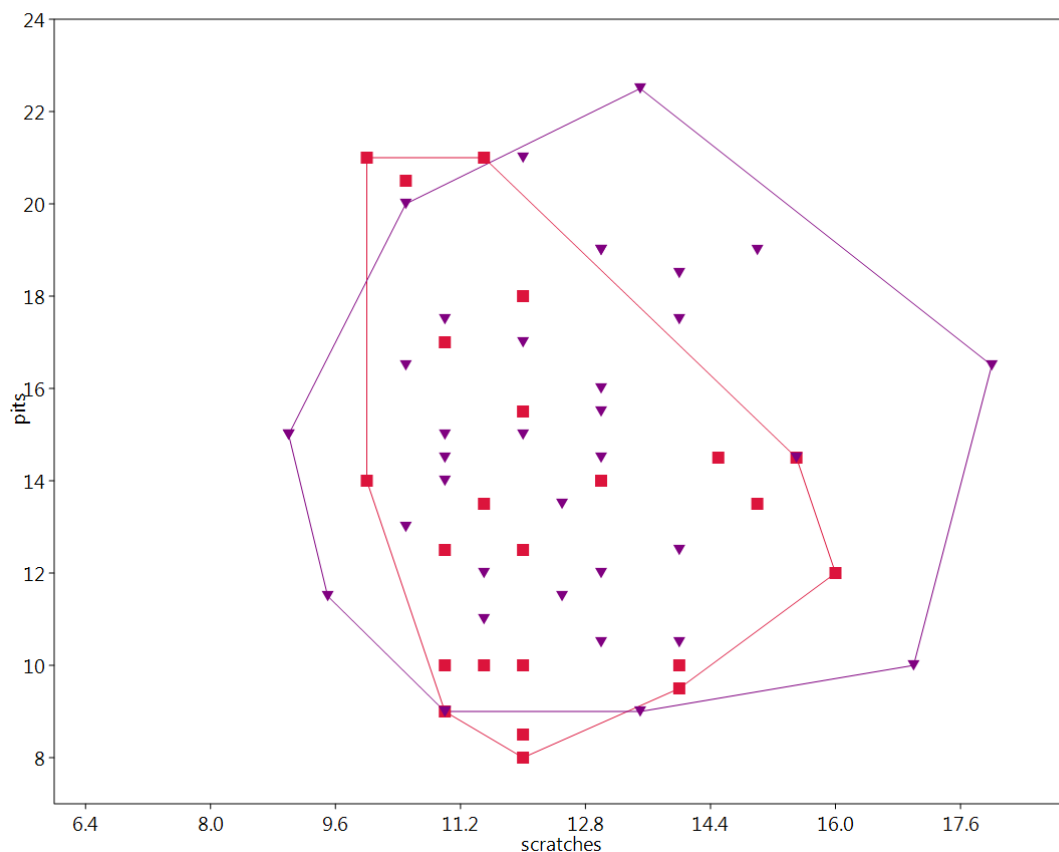
Per tal de realitzar la representació gràfica de les variables quantitatives, primer de tot mitjançant *Past* s'han realitzat diversos diagrames de dispersió per tal de visualitzar la distribució en funció del nombre d'estries (eix d'abscisses) i de depressions (eix d'ordenades) de cada individu. També s'han realitzat histogrames per tal d'observar quin tipus de distribució segueixen en cada cas, i diagrames de caixa per saber quina és la mediana, la distribució dels individus de cada conjunt al voltant de la mediana – que queda representat pel *inquartile range* (IQR) on hi ha el 50% dels individus del conjunt i pels *whiskers* on hi ha distribuït als dos extrems del IQR el 50% restant dividit en dues parts de 25% (Massart *et al.*, 2005) – i la possible presència

d'*outliers*. Calcular la mediana i saber la distribució de la resta de la mostra al voltant d'aquesta dóna més solidesa als resultats, ja que el valor de la mitjana pot estar alterat per la presència d'*outliers* indicant-nos un valor mig del conjunt que no és el real, que no és representatiu de la tendència d'aquest conjunt (Massart *et al.*, 2005). Ambdós s'han realitzat tant pel nombre d'estries com pel nombre de depressions separant la mostra tant per jaciments com per la cronologia, diferenciant entre període republicà i alt imperial. Els histogrames s'han realitzat emprant *Past* i els diagrames de caixa emprant *R*.

El diagrama de dispersió corresponent a les mitjanes obtingudes d'estries i depressions de cada individu ha permès obtenir una representació gràfica de la dispersió dels diversos individus per poder observar la seva distribució en funció de les dades quantitatives tant per jaciments (gràf. 1) com per divisió cronològica (gràf. 2):



Gràfica 1. *Scatter plot* per jaciments on s'observa la dispersió en funció del nombre d'estries (eix de les abscisses) i de depressions (eix de les ordenades). Els individus d'Empúries han estat representats en vermell, blau per Mas Gusó i daurat per Tolegassos).

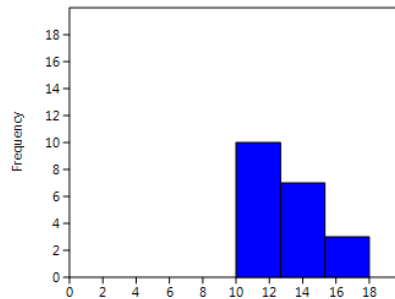


Gràfica 2. *Scatter plot* per intervals temporals on s'observa la dispersió en funció del nombre d'estries (eix de les abscisses) i de *depressions* (eix de les ordenades) (vermell pel període República púrpura pel període alt imperial).

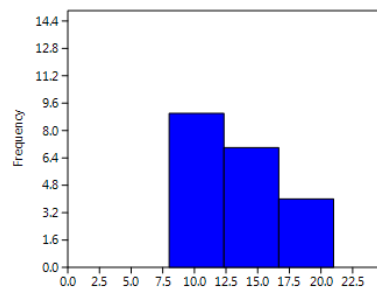
En la gràfica 1 s'observa com els tres conjunts són similars, tot i que Tolegassos tendeix a presentar més número de depressions i Empúries a presentar un número més elevat d'estries. Si dividim el conjunt per cronologies (gràf. 2) tampoc s'aprecien diferències substancials tot i que sembla intuir-se un predomini d'individus de cronologia Alt imperial amb un nombre de depressions més elevat.

Pel que fa als histogrames, si dividim els individus per jaciments observem una distribució no gaussiana tant per estries com per depressions a Empúries (gràf. 3 i gràf. 4) i Mas Gusó (gràf. 5 i gràf. 6), i una distribució que tendeix a gaussiana pel que fa a Tolegassos més pronunciada pel que fa a depressions (gràf. 7) que per les estries (gràf. 8). Significa que en la distribució dels individus de Tolegassos la mediana tendeix a coincidir amb la mitjana, a diferència dels individus dels altres dos jaciments que no segueixen una distribució normal. Això pot ésser degut a que els individus de Tolegassos seguissin tots una dieta homogènia – amb la desviació estàndar normal respecte a la mediana – i als altres dos conjunts hi haguessin uns pocs individus que

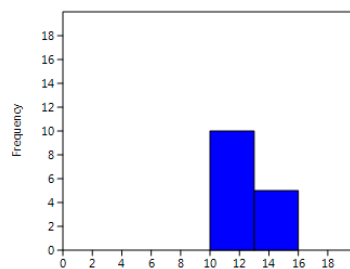
mengessin diferent que la resta – dieta o condicions de la ingesta –, o bé que la mostra no és prou gran com per poder observar una distribució gaussiana.



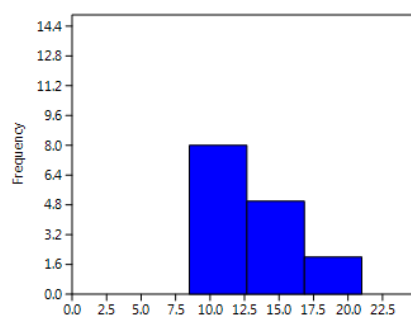
Gràfica 3. Histograma en funció del nombre d'estries a Empúries



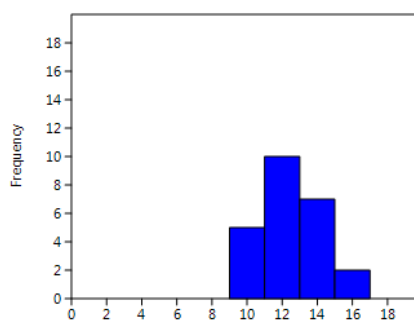
Gràfica 4. Histograma en funció del nombre de depressions a Empúries



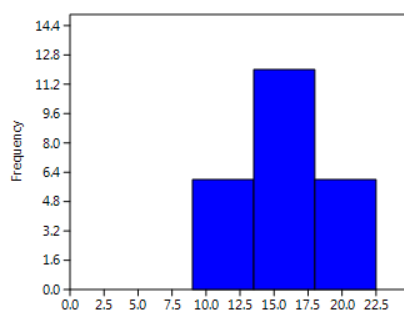
Gràfica 5. Histograma en funció del nombre d'estries a Mas Gusó



Gràfica 6. Histograma en funció del nombre de depressions a Mas Gusó



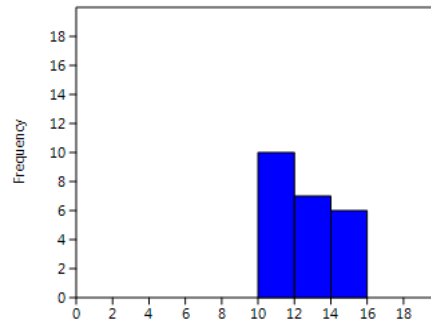
Gràfica 7. Histograma en funció del nombre d'estries a Tolegassos



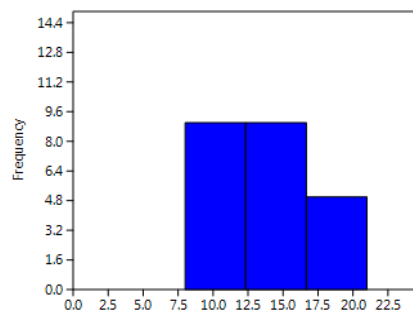
Gràfica 8. Histograma en funció del nombre de depressions a Tolegassos

Fent la representació de les mateixes variables però dividint els individus per cronologies trobem que pel període republicà tenim una distribució no Gaussiana tant pel nombre d'estries (gràf. 9) com per depressions (gràf. 10). Pel període alt imperial l'histograma d'estries (gràf. 11) presenta

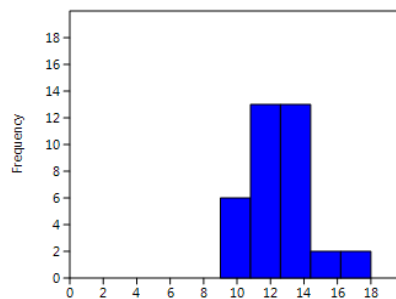
una distribució no Gaussiana i pel nombre de depressions tampoc (gràf. 12) tot i que pel nombre d'estries hi ha una certa tendència cap a una distribució Gaussiana.



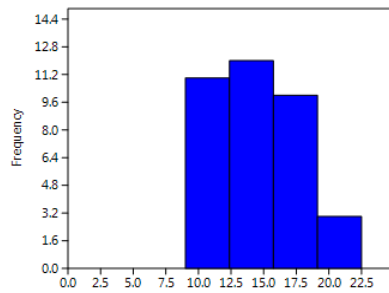
Gràfica 9. Histograma en funció del nombre d'estries pel període republicà



Gràfica 10. Histograma en funció del nombre de depressions pel període republicà



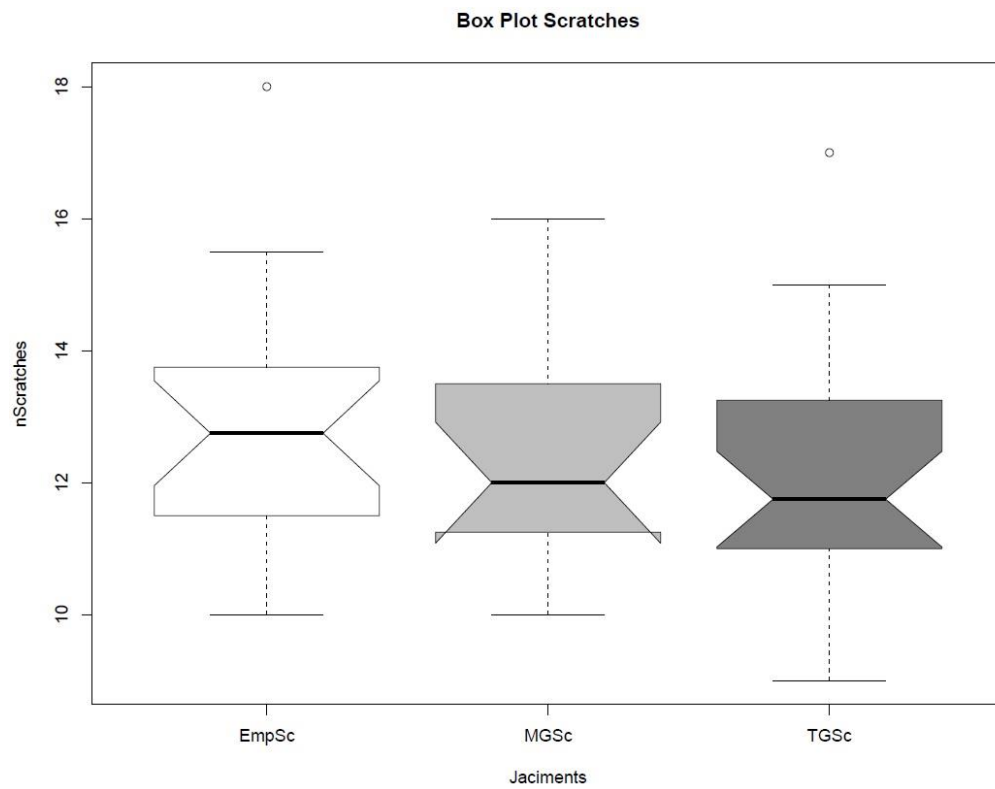
Gràfica 11. Histograma en funció del nombre d'estries pel període Alt imperial



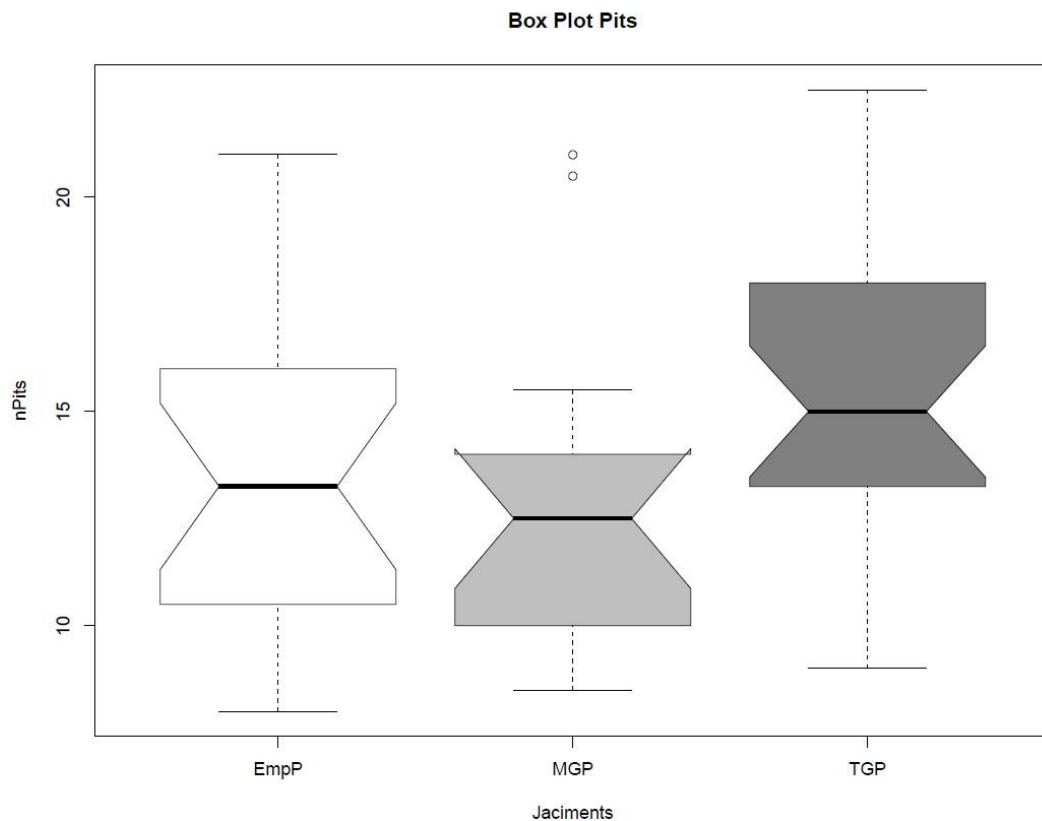
Gràfica 12. Histograma en funció del nombre de depressions pel període Alt imperial

Això és degut a que hem repartit els individus procedents d'Empúries (gràf. 3 i gràf. 4) entre Mas Gusó (gràf. 5 i gràf. 6) que pertany íntegrament al període republicà i Tolegassos (gràf. 7 i gràf. 8) que pertany íntegrament al període Alt imperial, alterant la distribució d'aquests dos, però es segueix observant els patrons de cada jaciment. És a dir, pot ésser degut pels mateixos motius que els histogrames presentats en la divisió per jaciments, que la mostra no sigui prou gran i per tant faltin individus per representar tota la variabilitat real o que per època republicana la gran majoria d'individus s'alimentessin d'una mateixa dieta amb molt poca variabilitat entre aquests, i una minoria passessin a adoptar una dieta o condicions d'ingesta diferents.

Per últim, s'han fet uns diagrames de caixa com a forma de representar les variables quantitatives. Aquests diagrames de caixa ens mostren una similitud de distribució pel que fa a estries (gràf. 13), tot i que la mediana d'Empúries és més elevada, pel que els individus de la ciutat romana tendeixen a presentar un major nombre d'estries. Cal destacar que el diagrama de caixa de Mas Gusó ens ha indicat que aquesta agrupació no té prous individus com per a considerar el resultat fiable. Tant Empúries com Tolegassos presenten *outliers*, és a dir individus que o bé podrien estar representant exemplars que van realitzar una alimentació fora del que s'esperaria dins del rang de normalitat durant els darrers dies, o bé la seva presència és fruit d'un recompte alterat degut a un error en el comptatge. Pel que fa a la lectura dels *whiskers* de les tres agrupacions podem afirmar que els individus de Tolegassos presenten un nombre d'estries inferior, tant pel que fa al *whisker* del 75% com sobretot pel que fa al del 25%.



Gràfica 13. *Box plot* on es representa la distribució del nostre conjunt en base al nombre d'estries que presenta cada individu agrupats pel jaciment de procedència



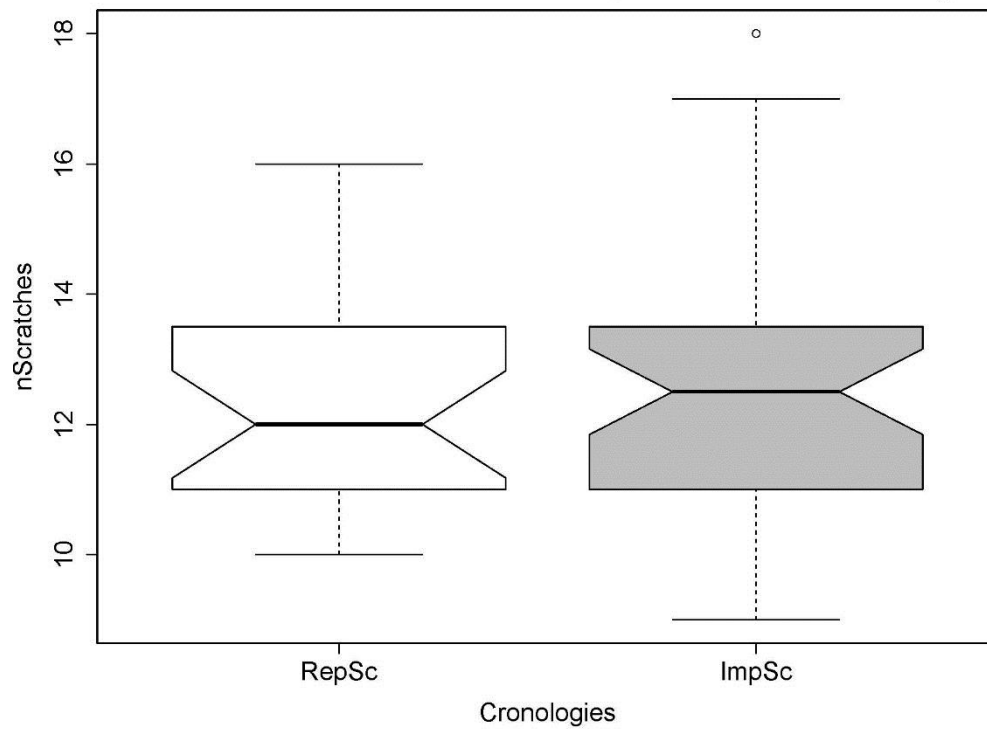
Gràfica 14. *Box plot* on es representa la distribució del nostre conjunt en base al nombre de depressions que presenta cada individu agrupats pel jaciment de procedència

Pel que fa al recompte de depressions (gràf. 14) les diferències entre agrupacions són més evidents amb una mediana similar pel que fa a Empúries i Mas Gusó – tot i que de nou Mas Gusó presenta un nombre d'individus insuficient com per a ser un resultat valorable estadísticament parlant ja que, com en el cas anterior, el grau de probabilitat del valor de la mediana sobrepassa els límits del IQR – i amb la informació aportada pels whiskers podem veure que Tolegassos tendeix a presentar individus amb major nombre d'estries, tot i que la diferència no és gaire gran en comparació amb Empúries, però sí amb Mas Gusó. Però en tots els casos, la diferència no és significativa ja que tots els diagrames de caixa tenen valors que se solapen.

Els mateixos diagrames de caixa fent la comparativa entre cronologies tant pel nombre d'estries (gràf. 15) com pel nombre de depressions (gràf. 16) també han presentat resultats similars a la divisió per jaciments. Per nombre d'estries tant les medianes com els IQR són semblants, tot i que la mediana és lleugerament més elevada a l'Alt imperi. Pel que fa als *whiskers* i a la mediana,

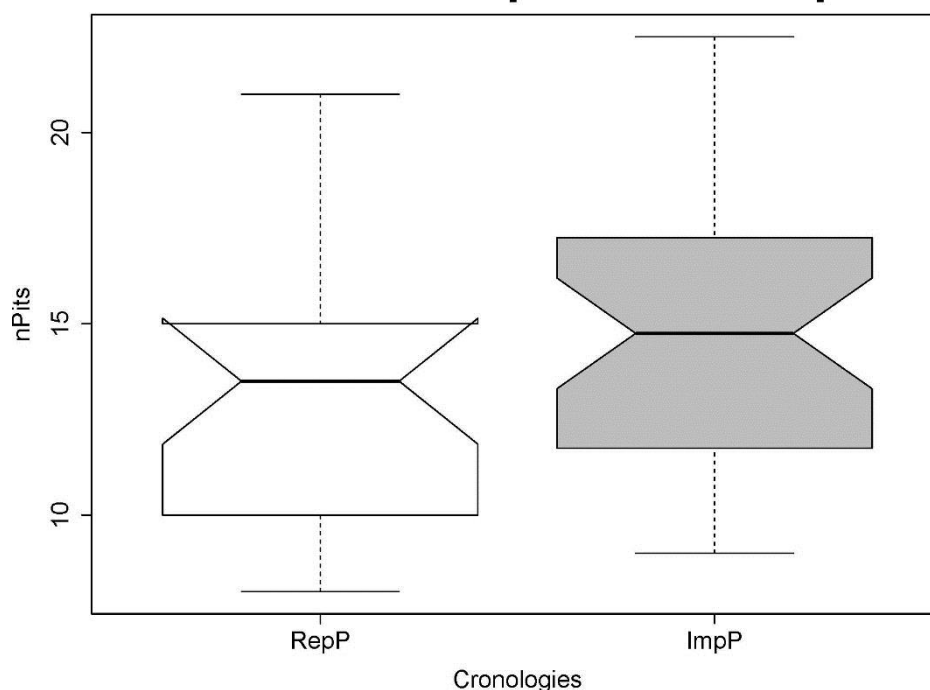
els individus d'època Alt imperial presenten un rang de dispersió superior tant pel *whisker* del 25% com pel del 75%.

## Box Plot Scratches República vs Imperi



Gràfica 15. *Box plot* on es representa la distribució del nostre conjunt en base al nombre d'estries que presenta cada individu agrupats per període cronològic

## Box Plot Pits República vs Imperi



Gràfica 16. *Box plot* on es representa la distribució del nostre conjunt en base al nombre de depressions que presenta cada individu agrupats per període cronològic

### 4.4. Significància entre jaciments i per cronologies en relació a les variables quantitatives

Per tal de veure si les diferències/semblances observades en l'apartat anterior tenien una significància a nivell estadístic s'han realitzat una sèrie de proves – mitjançant el programari *R* – per tal de testar aquestes relacions. Les anàlitzes escollides han estat el *Student's t-test* (Rice, 2006) i el *Mann-Whitney U test* (test explicat amb anterioritat a l'apartat 2 d'aquest mateix capítol):

- similar al Tukey's pairwise, el *Student's t-test* és una prova que permet la comparació entre dues distribucions gaussianes, i trobar si hi ha diferències significatives o si poden procedir de la mateixa distribució estadística.

El *Student's t-test* mostra que no hi ha diferències significatives tant pel que fa a estries (Taula 7) com per depressions (Taula 8) en la divisió de la mostra per jaciments. En canvi el *Mann-Whitney U test* sí que mostra una significància pel que fa a depressions (Taula 10) entre Mas Gusó i Tolegassos (Taula 9). Això és degut a que aquest test té més sensibilitat ja que treballa amb mostres que tenen distribucions no Gaussians com és el nostre cas pel que fa al nostre

conjunt si el dividim per jaciments, en especial Empúries (gràf. 3 i gràf. 4) i Mas Gusó (gràf. 5 i gràf. 6).

|            | Empúries | Mas Gusó | Tolegassos |
|------------|----------|----------|------------|
| Empúries   |          | N        | N          |
| Mas Gusó   | 0.42     |          | N          |
| Tolegassos | 0.15     | 0.57     |            |

Taula 7. *Student's t-test* realitzat per les estries dividint la mostra per jaciments. El quadrant inferior mostra els valors de  $p$  i el quadrant superior si aquest valor és significatiu o no (N=no significàcia, \*=significàcia, \*\*=alta significàcia, \*\*\*=molt alta significàcia)

|            | Empúries | Mas Gusó | Tolegassos |
|------------|----------|----------|------------|
| Empúries   |          | N        | N          |
| Mas Gusó   | 0.41     |          | N          |
| Tolegassos | 0.16     | 0.51     |            |

Taula 8. *Mann-Whitney U test* realitzat per les depressions dividint la mostra per jaciments. El quadrant inferior mostra els valors de  $p$  i el quadrant superior si aquest valor és significatiu o no (N=no significàcia, \*=significàcia, \*\*=alta significàcia, \*\*\*=molt alta significàcia)

|            | Empúries | Mas Gusó | Tolegassos |
|------------|----------|----------|------------|
| Empúries   |          | N        | N          |
| Mas Gusó   | 0.78     |          | N          |
| Tolegassos | 0.08     | 0.06     |            |

Taula 9. *Student's t-test* realitzat per les depressions dividint la mostra per jaciments. El quadrant inferior mostra els valors de  $p$  i el quadrant superior si aquest valor és significatiu o no (N=no significàcia, \*=significàcia, \*\*=alta significàcia, \*\*\*=molt alta significàcia)

|            | Empúries | Mas Gusó | Tolegassos |
|------------|----------|----------|------------|
| Empúries   | 1        | N        | N          |
| Mas Gusó   | 0.66     | 1        | *          |
| Tolegassos | 0.08     | 0.04     | 1          |

Taula 10. *Mann-Whitney U test* realitzat per les depressions dividint la mostra per jaciments. El quadrant inferior mostra els valors de  $p$  i el quadrant superior si aquest valor és significatiu o no (N=no significàcia, \*=significàcia, \*\*=alta significàcia, \*\*\*=molt alta significàcia)

Pel que fa a l'aplicació dels mateixos tests dividint les mostres per cronologies trobem que cap prova ens mostra que hi hagi una diferència significativa, ja que pel que fa a *estries* el *Student's*

*t*-test ens dona un valor de  $p = 0.76$  i el *Mann-Whitney U test* una  $p = 0.75$ . Pel nombre de *depressions* les proves ens segueixen donant uns valors de  $p$  que ens segueixen indicant que no s'observa que entre els dos conjunts que hi hagi diferències significatives, essent  $p = 0.22$  aplicant el Student's *t*-test i  $p = 0.15$  emprant el Mann-Whitney U test.

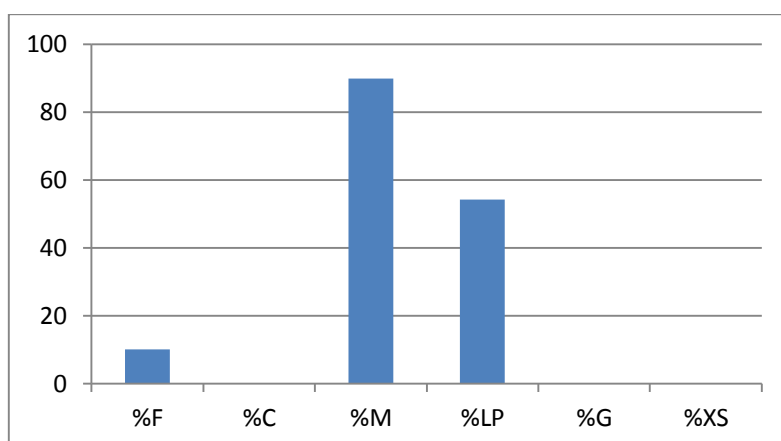
#### 4.5. Representació de les variables qualitatives

Primer de tot hem realitzat vàries gràfiques emprant *Excel* per representar les variables qualitatives en funció del percentatge d'individus que presenten només *estries fines* (%F) – és a dir de valor “0” segons el seu resultat en la valoració del seu SWS –, només *estries gruixudes* (%C) – valor “3” o superior del valor SWS – o que presenten d'ambdues tipologies (%M) – valors “1” i “2” del SWS, on “1” representa individus amb predonimi d'estries fines, i “2” predomini d'estries gruixudes –. També es representa el percentatge de les mostres que presenten *depressions grans* (%LP), *depressions irregulars* (%G) i *estries creuades* (%XS).

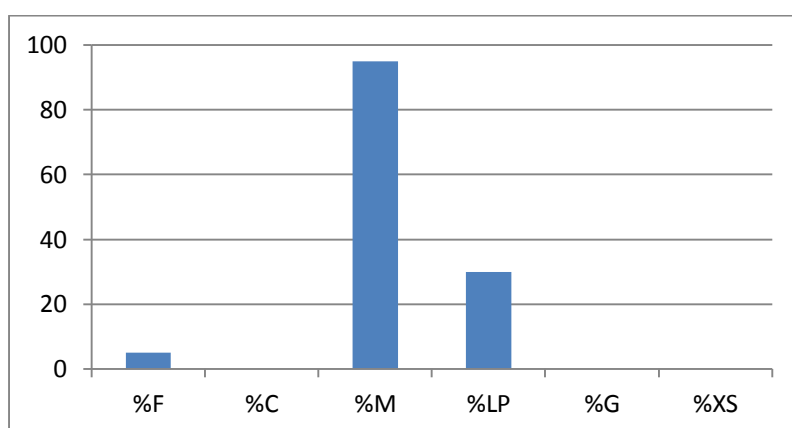
Seguint aquest patró primer de tot hem fet una gràfica que representés tot el conjunt (gràf. 17) per tenir una visió global i posteriorment s'ha passat a fer-ne les corresponents separant el conjunt per jaciments – Empúries (gràf. 18), Mas Gusó (gràf. 19) i Tolegassos (gràf. 20) – i per cronologia – període Republicà (gràf. 21) i Alt imperial (gràf. 22) –.

La gràfica general (gràf. 17) ens mostra que hi ha un percentatge molt més elevat d'individus que presenten estries d'ambdues tipologies (89.8% del nostre conjunt d'estudi) enfront d'un 10.2% que només tinguin estries fines i cap ni una que presenti únicament estries gruixudes. Més de la meitat de la mostra presenta *depressions grans* (54.2%) i hi ha una absència completa d'individus amb *depressions irregulars* (Taula 5).

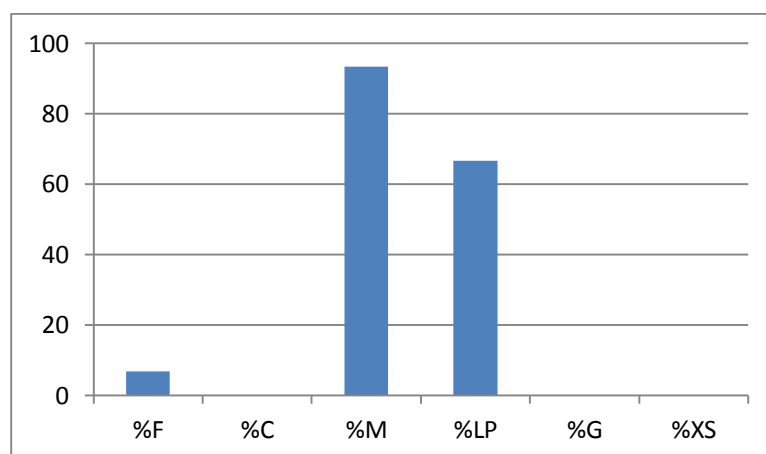
Mirant els resultats per jaciments veiem que a Empúries (gràf. 18) comparat amb la gràfica general hi ha un percentatge més elevat de %M (95%) però només un 30% dels individus presenten *depressions grans* (taula 12). A diferència d'Empúries, a Mas Gusó (gràf. 19) el percentatge de %M és similar a la que representa el conjunt en general (93.3%) però el percentatge de presència de *depressions grans* és fins hi tot superior al percentatge general (66.7%) (taula 13). Per últim, Tolegassos (gràf. 20) presenta uns percentatges similars a Mas Gusó, amb un 83.3% pel que fa a presència de dents que tinguin estries d'ambdues tipologies i amb un 66.7% de dents amb *depressions grans* (Taula 14).



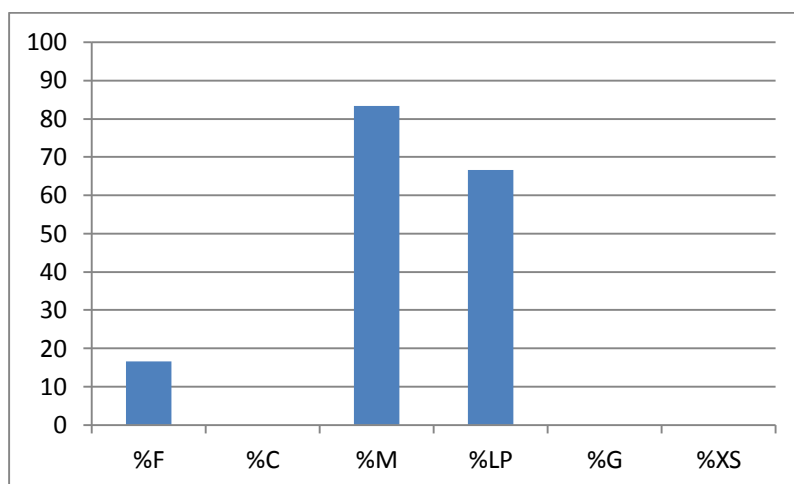
Gràfica 17. Gràfica general de representació dels percentatges presents de cada variable qualitativa emprada en aquest estudi



Gràfica 18. Gràfica on es representen els percentatges de les variables qualitatives pel que fa als individus procedents d'Empúries



Gràfica 19. Gràfica on es representen els percentatges de les variables qualitatives pel que fa als individus procedents de Mas Gusó



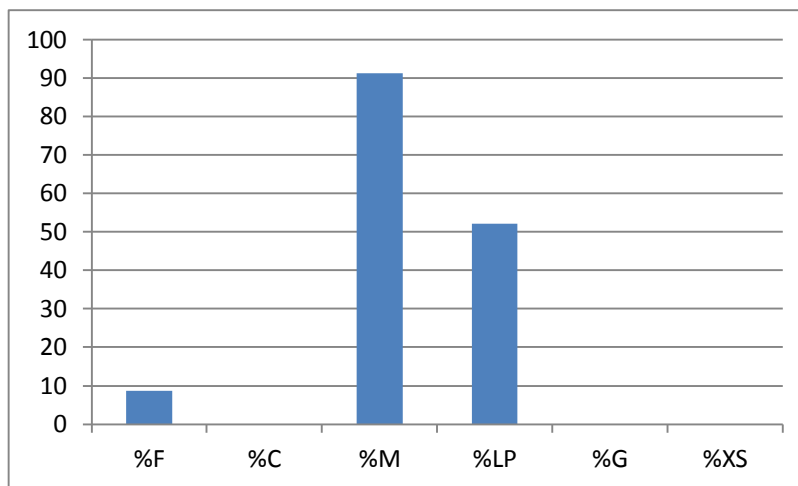
Gràfica 20. Gràfica on es representen els percentatges de les variables qualitatives pel que fa als individus procedents de Tolegassos

| Jaciment   | individus | %F   | %C | %M   | %LP  | %G | %XS |
|------------|-----------|------|----|------|------|----|-----|
| Global     | 59        | 10.2 | 0  | 89.8 | 54.2 | 0  | 0   |
| Empúries   | 20        | 5    | 0  | 95   | 30   | 0  | 0   |
| Mas Gusó   | 15        | 6.7  | 0  | 93.3 | 66.7 | 0  | 0   |
| Tolegassos | 24        | 16.7 | 0  | 83.3 | 66.7 | 0  | 0   |

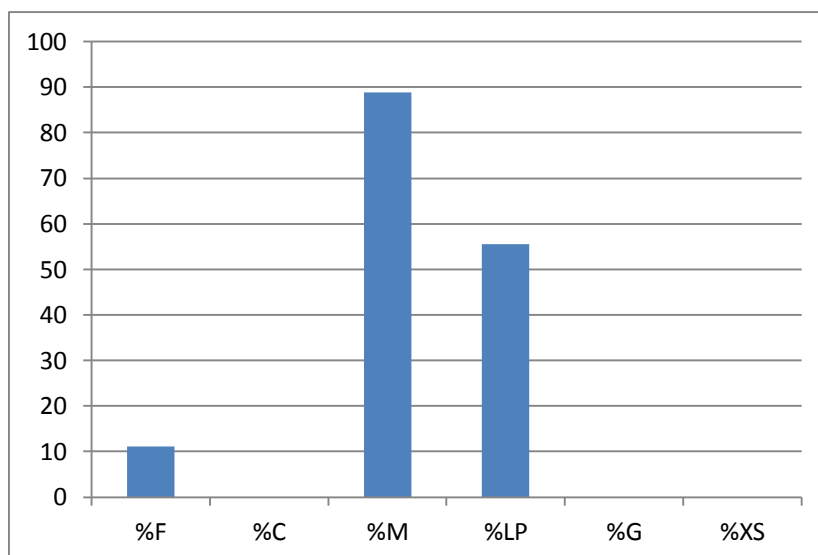
Taula 11. Taula amb els valors associats a la gràfica de representació dels percentatges de les variables qualitatives dels individus de forma global i per jaciments

Observant els resultats d'aquestes gràfiques veiem que els jaciments són similars excepte pel percentatge de depressions grans a Empúries que és significativament inferior (gràf. 18 i Taula 12).

Per cronologies les gràfiques també presenten uns percentatges similars tant per època republicana (gràf. 21) com per època alt imperial (gràf. 22) amb valors semblants a la gràfica general (gràf. 17), presentant uns valors comparables tant de %F, %M i de %LP (Taules 15 i 16). Això és degut a que tal i com hem vist anteriorment Mas Gusó (gràf. 19) representa bàsicament el període republicà i Tolegassos (gràf. 20) l'alt imperial, dividint els individus d'Empúries (gràf. 18) entre ambdós. Com que en aquestes gràfiques les dues vil·les tenen uns percentatges equiparables, repartir els individus d'Empúries entre aquestes dues agrupacions ha fet variar els percentatges però no de forma significativa.



Gràfica 21. Gràfica on es representen els percentatges de les variables qualitatives pel que fa als individus de cronologia republicana



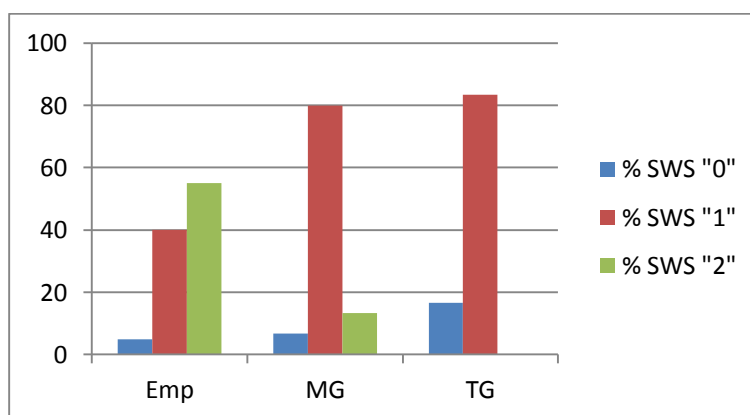
Gràfica 22. Gràfica on es representen els percentatges de les variables qualitatives pel que fa als individus de cronologia alt imperial

|           | individus | %F   | %C  | %M   | %LP  | %G  | %XS |
|-----------|-----------|------|-----|------|------|-----|-----|
| República | 23        | 8.7  | 0.0 | 91.3 | 52.2 | 0.0 | 0.0 |
| Imperi    | 36        | 11.1 | 0.0 | 88.9 | 55.6 | 0.0 | 0.0 |

Taula 12. Taula amb els valors associats a la gràfica de representació dels percentatges de les variables qualitatives dels individus per divisió cronològica

Aquestes gràfiques només han sigut resolutives pel que fa a l'observació del comportament dels individus en base al %LP, però al no ser prou significatives pel que fa al component SWS s'ha decidit afegir unes gràfiques que només contemplassin la variable qualitativa SWS que dividís cada agrupació pel percentatge d'individus que només presentessin *estries* fines (% SWS "0"), als que tinguessin més estries fines que estries gruixudes (% SWS "1") i als que presentessin predominantment estries gruixudes que no pas estries fines (% SWS "2"). Com en els casos anteriors s'ha fet una gràfica que agrupés els individus per jaciments (gràf. 23) i una altra per cronologies (gràf. 24).

Clarament hi ha una diferència entre els individus provinents d'Empúries en relació als de les dues vil·les, que són molt més similars. Empúries presenta un percentatge molt més elevat (55%) d'exemplars amb SWS de tipus "2", que Mas Gusó (13.33%) i Tolegassos (0%) (Taula 17). Les dues vil·les presenten uns valors similars pel que fa a %SWS de tipus "1" amb un valor del 80% a Mas Gusó i del 83.33% a Tolegassos; a Empúries només un 40% dels seus exemplars han estat classificats com a SWS tipus "1". Els tres jaciments presenten un percentatge menor d'individus classificats com a SWS tipus "0", però Tolegassos té un valor més elevat amb un 16.67% dels exemplars que presenten només estries fines, davant del 5% a Empúries i del 6.67% a Mas Gusó. En conclusió, les estries són més gruixudes en els individus d'Empúries que en els provinents de les dues vil·les.

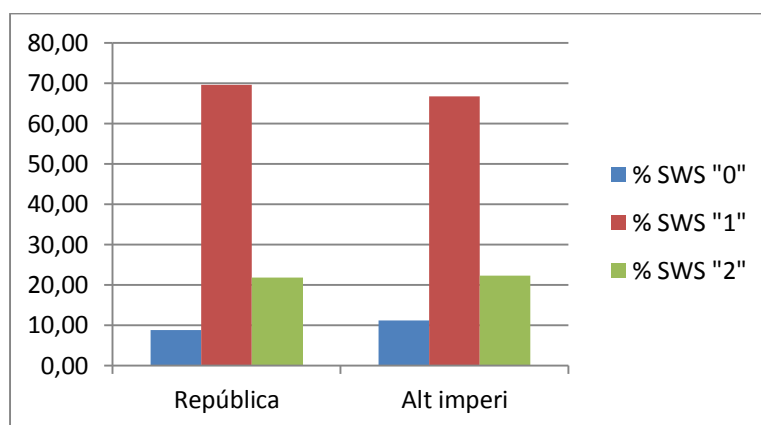


Gràfica 23. SWS present als individus de la nostra mostra d'estudi dividits per jaciments de procedència

| Jaciment   | % SWS "0" | % SWS "1" | % SWS "2" |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| Empúries   | 5.0       | 40        | 55        |
| Mas Gusó   | 6.7       | 80        | 13.3      |
| Tolegassos | 16.7      | 83.3      | 0         |

Taula 13. Valors dels percentatges del SWS dels individus per jaciments

La mateixa comparativa però dividint per cronologies (fig. 32) no ens mostra cap diferència significativa entre els dos períodes presentant valors similars per als tres tipus de SWS amb variacions inferiors al 4% en les tres columnes (Taula 18).



Gràfica 24. SWS present als individus de la nostra mostra d'estudi dividits per cronologies

| Cronologia | % SWS "0" | % SWS "1" | % SWS "2" |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| República  | 8.7       | 69.6      | 21.7      |
| Alt imperi | 11.1      | 66.7      | 22.2      |

Taula 14. Valors dels percentatges del SWS dels individus per jaciments

#### 4.6. Significància entre jaciments i per cronologies en relació als resultats de les variables qualitatives

Per últim i abans d'entrar en anàlisis multivariants també hem realitzat la prova de Distribució de Pearson, o prova del de khi quadrat, que ens ha permès realitzar una comparativa de les distribucions presents – separant la mostra tant per jaciments com per cronologia – de les variables qualitatives LP i SWS. La Distribució del khi quadrat permet testar el grau d'aleatorietat en la relació entre dos variables (Lancaster, 1969). Hem emprat el full de càlcul *Excel* per realitzar aquest test.

Al testar mitjançant el test de Distribució del khi quadrat hem pogut observar el mateix que a les gràfiques de les variables qualitatives (gràf. 23 i gràf. 24). En base al seu SWS (taula 17), la diferència entre els individus d'Empúries i els de Mas Gusó és significativa amb una  $p = 0.04$ , i entre els exemplars de la ciutat romana i els de Tolegassos és altament significativa amb un valor de  $p = 0.0001$ . Entre els individus de les dues vil·les no hi ha significància ja que el valor de  $p = 1$ .

És a dir, que entre els nostres exemplars de la ciutat romana i les dues vil·les la variable SWS bé determinada per un factor que els fa diferents, i aquest factor és significatiu entre les dues vil·les. Si mirem el mateix pel que fa a la presència/absència de depressions grans, els resultats (taula 18) ens mostren el mateix patró que amb el SWS havent-hi també diferències significatives entre Empúries i les vil·les amb uns valors de  $p < 0.05$  en ambdós casos, i una  $p = 1$  entre les dues vil·les.

|            | Empúries | Mas Gusó | Tolegassos |
|------------|----------|----------|------------|
| Empúries   | 1        | *        | ***        |
| Mas Gusó   | 0.04     | 1        | N          |
| Tolegassos | 0.0001   | 0.14     | 1          |

Taula 15. Resultats de la prova del khi quadrat pel que fa a la distribució en funció del seu SWS. El quadrant inferior mostra els valors de  $p$  i el quadrant superior si aquest valor és significatiu o no (N=no significància, \*=significància, \*\*=alta significància, \*\*\*=molt alta significància)

|            | Empúries | Mas Gusó | Tolegassos |
|------------|----------|----------|------------|
| Empúries   | 1        | *        | *          |
| Mas Gusó   | 0.03     | 1        | N          |
| Tolegassos | 0.02     | 1.00     | 1          |

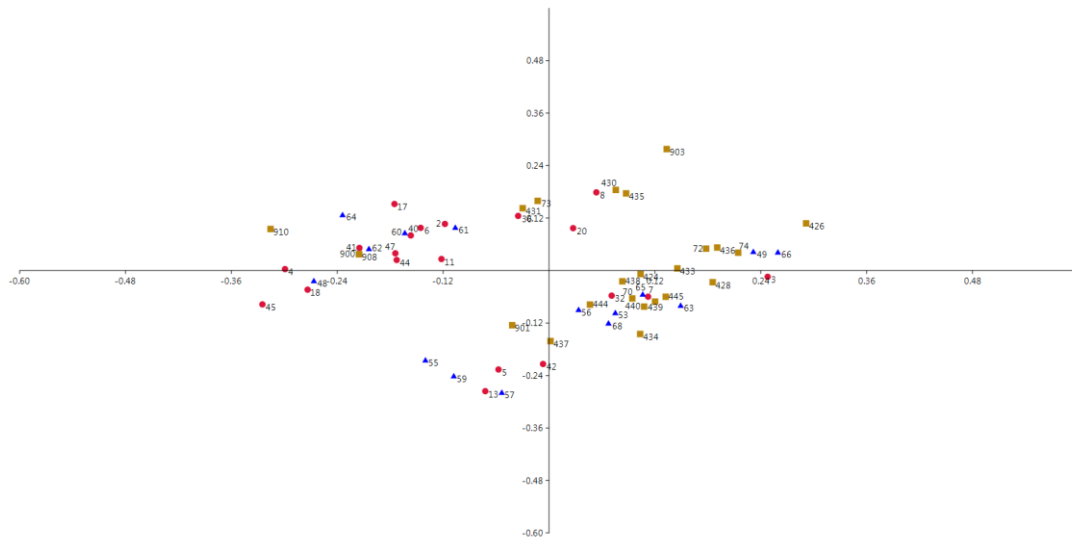
Taula 16. Resultats de la prova del khi quadrat pel que fa a la distribució en funció de la presència/absència de depressions grans. El quadrant inferior mostra els valors de  $p$  i el quadrant superior si aquest valor és significatiu o no (N=no significància, \*=significància, \*\*=alta significància, \*\*\*=molt alta significància)

Aplicant la Distribució de chi quadrat per cronologies obtenim els mateixos resultats que amb els tests de *Student's t-test* i *Mann-Whitney U test*, desapareixent una possible diferència significativa entre els dos conjunts cronològics tenint un valor de  $p = 0.95$  per SWS i de  $p = 0.80$  per la presència/absència de depressions grans.

#### 4.7. Anàlisi de correspondències

Al tenir ja els conjunts representats i comprovades les relacions de distribució entre jaciments tant mirant les dades quantitatives com les qualitatives s'ha passat a fer un anàlisi de conjunt entre les mostres dels 3 jaciments, ja que s'ha vist que la diversitat de distribució del nostre conjunt té més a veure amb la procedència de cada individu, que amb la cronologia. Aplicant

l'anàlisi de correspondències a les nostres dades s'ha obtingut la gràfica següent pel que fa a l'agrupació dels individus de la nostra mostra d'estudi per jaciments (fig. 33):



Gràfica 25. Anàlisi de correspondències aplicat a la nostra mostra dividint els individus pel jaciment del qual provenen. Els individus d'Empúries estan representats en vermell, els Mas Gusó en blau i els Tolegassos en daurat, l'eix d'abscisses (grau de representativitat)

Tant els individus d'Empúries com els de Mas Gusó presenten individus amb més nombre d'estries i de SWS més elevat.

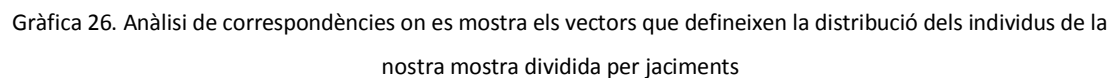
La dispersió dels individus ve determinada per la significància o rellevància d'una de les variables sobre les altres (Taula 19):

|                   | Axis 1 | Axis 2 | Axis 3 |
|-------------------|--------|--------|--------|
| Estries           | -0.97  | -0.17  | 0.56   |
| Depressions       | 0.79   | 0.55   | -0.24  |
| Depressions grans | 3.46   | -5.75  | 2.46   |
| SWS               | -1.02  | -2.26  | -4.26  |

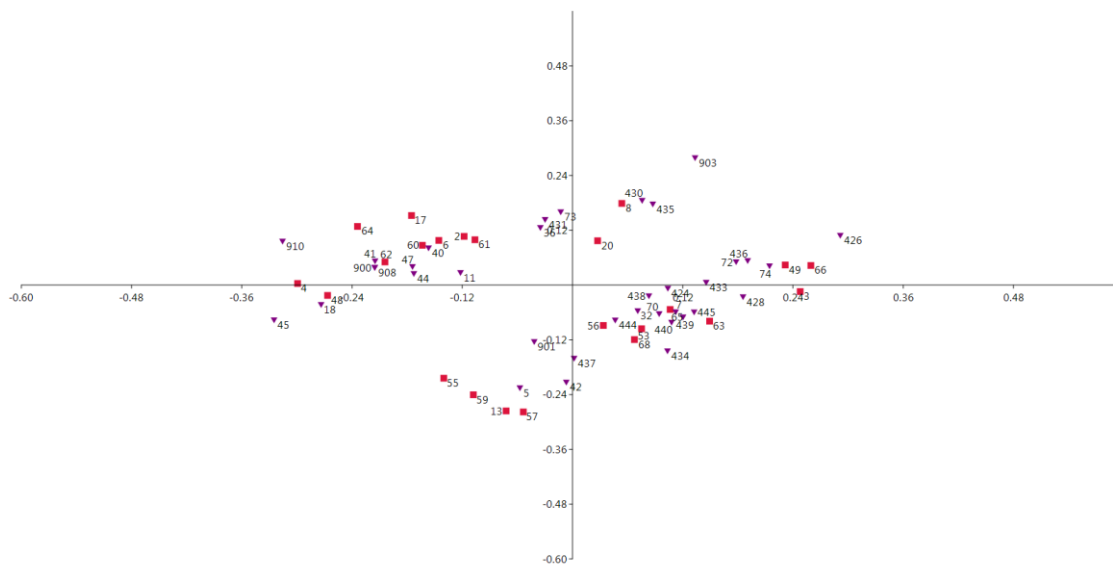
Taula 17. Valors que defineixen els vectors de l'Anàlisi de Correspondències per a la divisió per jaciments

A l'axis 1 (eix d'abscisses de la gràfica 25) el component més determinant és la presència de depressions grans; a l'axis 2 (eix d'ordenades de la gràfica 25) és també la presència de LP però

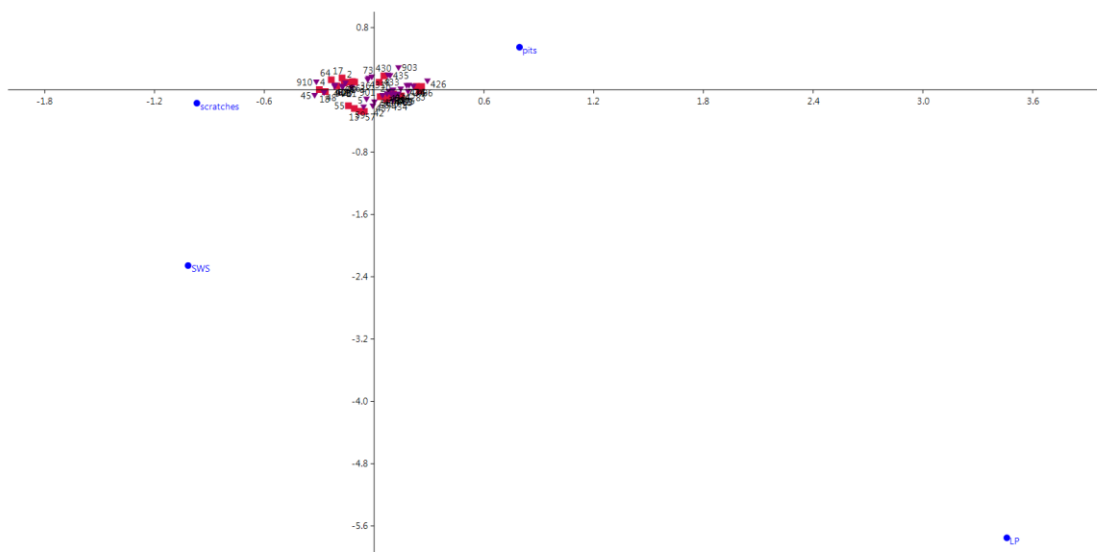
Els vectors resultants d'aquests predominis són els següents (graf. 26):



L'Anàlisi de correspondències dividint el nostre conjunt per cronologia (gràf. 27) no mostra agrupacions significatives pel que fa a les variables qualitatives tractades, documentat-se una dispersió dels dos intervals temporals pels dos eixos.



Gràfica 27. Anàlisi de correspondències aplicat a la nostra mostra dividint els individus per la cronologia a la que pertanyen. Els individus vermells són de cronologia republicana i els violeta són altimperials.



Gràfica 28. Anàlisi de correspondències on es mostra els vectors que defineixen la distribució dels individus de la nostra mostra dividida per cronologies

|                   | Axis 1 | Axis 2 | Axis 3 |
|-------------------|--------|--------|--------|
| Estries           | -0.97  | -0.17  | 0.56   |
| Depressions       | 0.79   | 0.55   | -0.24  |
| Depressions grans | 3.46   | -5.75  | 2.46   |
| SWS               | -1.02  | -2.26  | -4.26  |

Taula 18. Valors que defineixen els vectors de l'Anàlisi de Correspondències per a la divisió per cronologies

#### 4.8. Recapitulació

Arribats a aquest punt, amb el que hem observat fins ara podem dir que en referència al nostre conjunt hi ha una sèrie de variables que defineixen amb més força la variabilitat entre els individus. Fem referència a dues de les nostres variables qualitatives, la presència/absència de depressions grans i el SWS. La presència/absència de depressions irregulars i d'estries creuades no són significatives pel que fa a la variabilitat ja que cap individu en presenta, però sí que ens indiquen l'absència de certs tipus d'aliments i de modus d'ingesta en relació al que s'ha exposat al capítol de Metodologia ; el nombre d'estries i el nombre de depressions – les dues variables quantitatives - aporten una significància equivalent a aquestes dues darreres variables qualitatives, ja que ens aporten també informació respecte al perquè de la distribució del conjunt (gràfs. 1 i 2) en funció a la seva alimentació i paràmetres sota la que s'ha produït aquesta.

Si dividim el nostre conjunt per jaciments veiem que els components SWS i %LP són significativament diferents tant a les gràfica qualitativa més representativa (gràf. 23) com al test realitzat al respecte, la Distribució de Pearson (Taula 17). Aquest fet ens indica que els individus provinents d'Empúries estan sota una sèrie de factors que fan que aquestes dues variables qualitatives siguin diferents a les presents als individus provinents de les vil·les romanes.

#### 4.9. Referencials

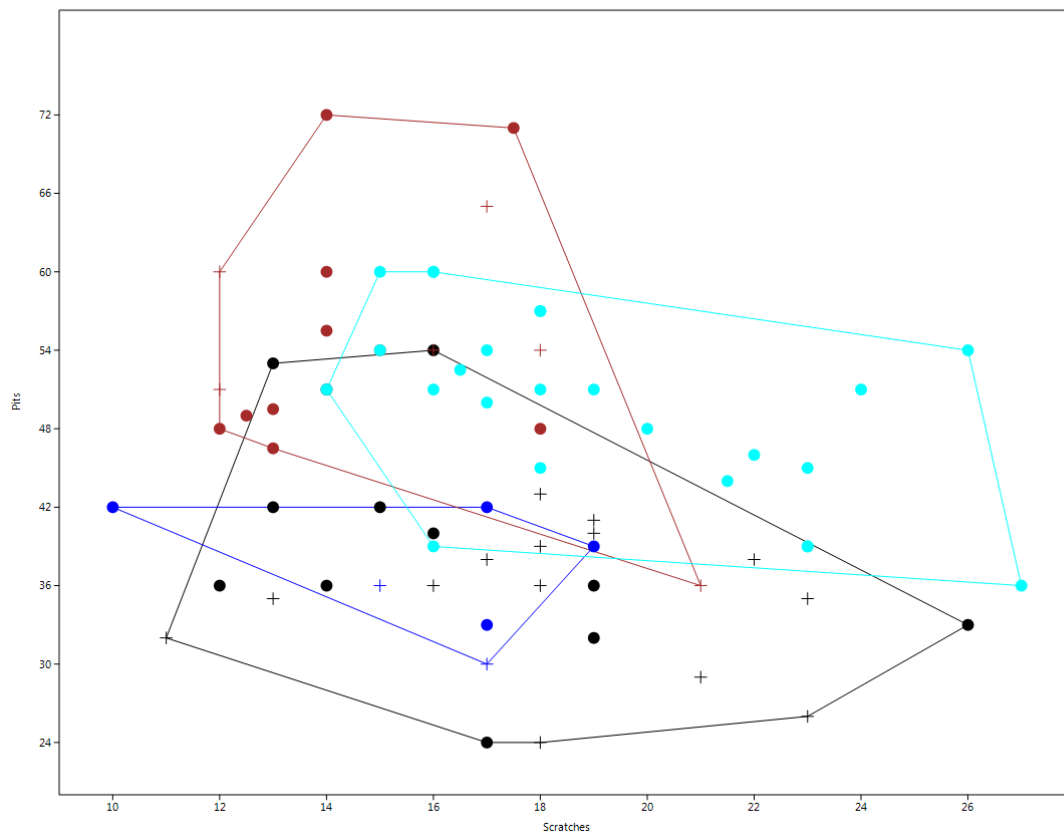
Un cop treballades les dades de la mostra d'estudi hem passat a comparar-les amb els referencials seleccionats. Hoy està compost per un conjunt de 26 individus dels quals 12 tenien menys de 15 mesos en el moment de la seva mort ja que conserven la dp4 (Grant, 1982), i de 14 individus categoritzats com a subadults/adults ja que eren indiviuds que ja no tenien la dp4 (Grant, 1982); el referencial del Canal de Berdún inclou 16 individus dels quals 10 tenien menys

de 15 mesos i 6 subadults/adults; per al nostre referencial Querigut compte amb 6 individus, 4 d'ells inferiors als 15 mesos d'edat i 2 d'ells englobats en la categoria subadults/adults; a la Seu d'Urgell els 24 individus inclosos al referencial tenien la dp4.

Per a diferenciar correctament entre aquestes dues categories – exemplars infantils/juvenils menors de 15 mesos i subadults/adults – s'han emprat només els dp4 per als exemplars infantils/juvenils i els M<sub>2</sub> i M<sub>3</sub> per als subadults/adults. Tot i que hi ha un període en que coincideixen el dp4 i el M<sub>2</sub> (Grant, 1982; Schmid, 1972), els M<sub>2</sub> en aquest cas s'han pogut emprar amb seguretat com a corresponents a individus subadults/adults ja que a la base de dades d'on s'ha extret la informació indicava que no pertanyien pas a les altres dues categoritzacions. Aquesta separació entre infantils/juvenils i subadults/adults s'ha fet per poder detectar si hi havia algun patró de microdesgast diferent entre aquestes dues categories, ja que en aquest cas coneixem si hi ha o no un model d'alimentació diferent o no entre individus joves i adults (cas de la Seu d'Urgell i Aragüés del Puerto) (Rieau, 2004).

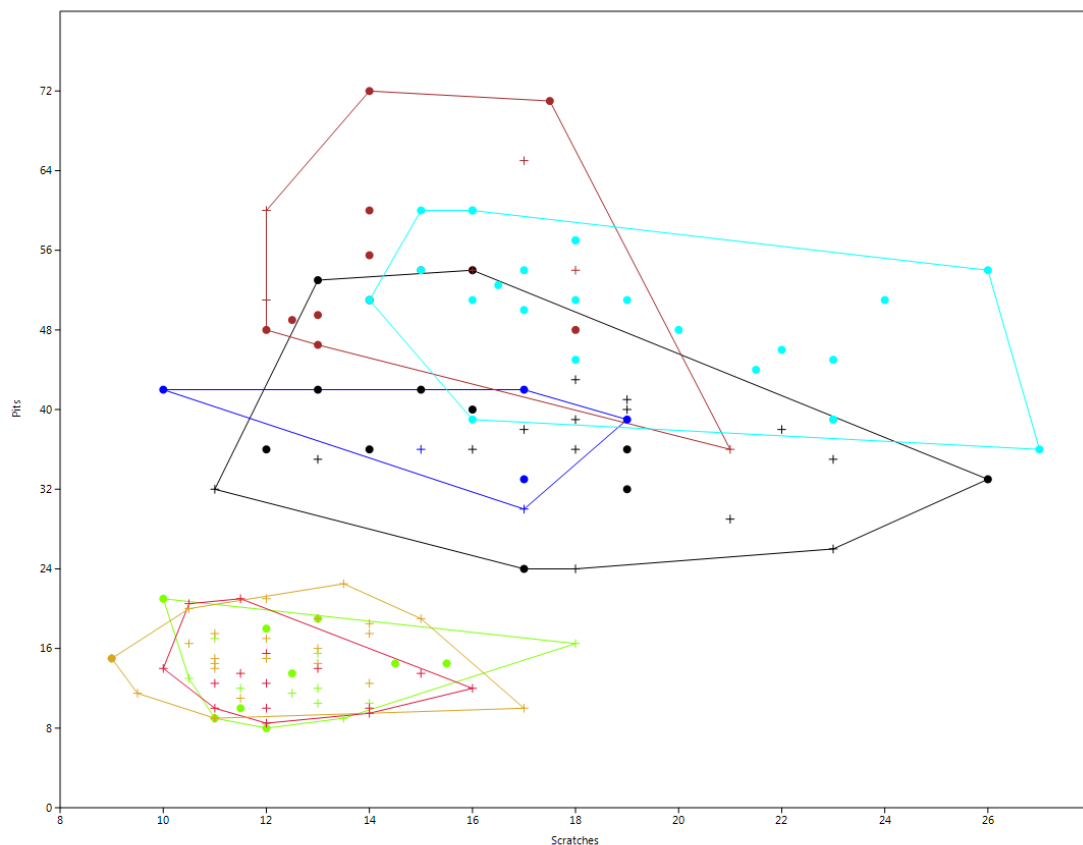
Fent un diagrama de dispersió (gràf. 30) relacionant nombre d'estries (eix d'abscisses) i nombre de depressions (eix d'ordenades) veiem com cada conjunt presenta una dispersió completament diferent (gràf. 30).

Observant el *convex hull* – màxim grau de dispersió (Hammer *et al.* 2001)) – dels referencials, El Canal de Berdún és el que presenta una relació de nombre de depressions més elevada amb un nombre d'estries reduït comparat amb els referencials de Hoy i Seu d'Urgell, que presenten individus amb menys depressions, però més estries. Querigut mostra individus amb poques estries i poques depressions en comparació amb la resta, tot i que Hoy té alguns exemplars que tenen un menor nombre de depressions i és un conjunt amb més individus que presenten molta més variabilitat en comparació a Querigut.



Gràfica 30. Diagrama de dispersió dels referencials (Querigut, Seu d'Urgell, Canal de Berdún i Hoy). Els individus representats amb un cercle són juvenils; els representats amb una creu són adults. Els individus de Querigut estan en blau, en negre els de Hoy, marró els de Aragüés del Puerto i blau cel els de la Seu d'Urgell

Pel que fa a diferència per grups d'edat (gràfica 30), els referencials on hi havia distinció d'alimentació (Canal de Berdún i Seu d'Urgell) només podem observar si hi ha diferenciació al primer ja que al segon tots els individus són infantils/juvenils. Al referencial de la Jacetània observem que els individus juvenils presenten en general menys estries que els adults. A Hoy, que no hi ha una diferenciació per edats en la dieta intencionada, els individus infantils/juvenils i els subadults/adults estan distribuïts de forma homogènia pel que fa a nombre d'estries, però pel que fa a depressions els infantils/juvenils generalment tenen més. A Querigut, els infantils/juvenils – excepte un – compten amb més depressions que els subadults/adults.



Gràfica 31. Diagrama de dispersió on es representen els referencials (Querigut en blau, Seu d'Urgell en blau cel, Canal de Berdún en marró i Hoy en negre) i els individus dels tres jaciments sota estudi (Empúries en verd, Mas Gusó vermell i Tolegassos daurat)

Fent un diagrama de dispersió tant amb els referencials com amb els individus del nostre conjunt – dividit per jaciments – veiem que els exemplars dels referencials presenten en tots els casos més depressions i que hi ha individus amb més estries però no amb menys (gràf. 31).

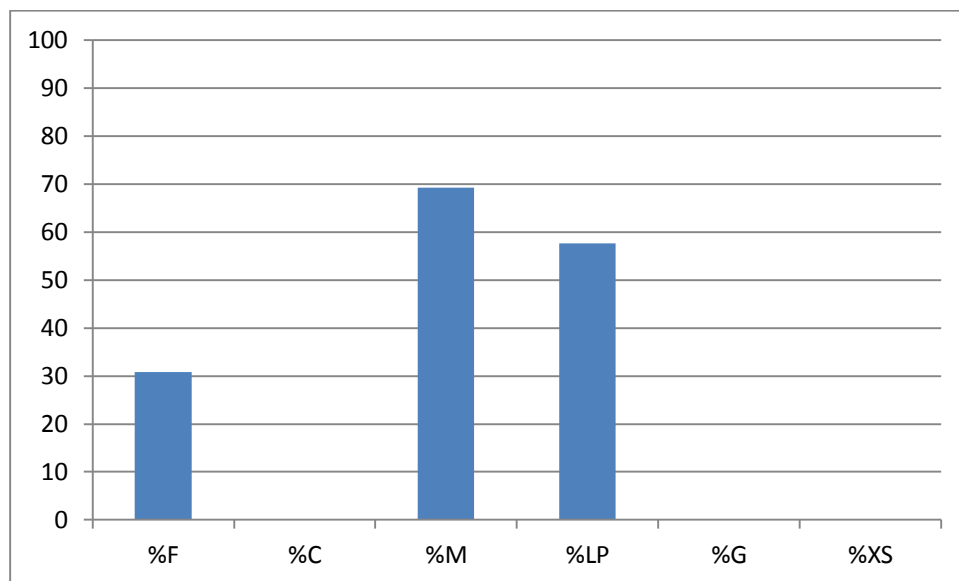
Per poder fer una comparativa entre la mostra arqueològica i els referencials pel que fa a les dades quantitatives hem calculat el percentatge d'individus de cada conjunt amb el nombre d'estries entre 0 i 17. Això ens permetrà determinar si la població d'un conjunt pertany a pasturadors (0-22.2%), alimentació mixta (20.9-70%) o brostejadors de fulla (72.7-100%) (Semprebon & Rivals, 2007). Al calcular aquests percentatges veiem com hi ha una diferència clara entre les mostres arqueològiques i els referencials. Els individus dels tres jaciments pertanyen al grup dels brostejadors que basen la seva alimentació en la ingesta de fulles, i els individus dels referencials pertanyen al grup dels *mixed feeders* (Taula 19).

|              | % 0-17 |
|--------------|--------|
| Empúries     | 95     |
| Mas Gusó     | 100    |
| Tolegassos   | 100    |
| Hoy          | 50     |
| Querigut     | 54,5   |
| Canal de B.  | 59,5   |
| Seu d'Urgell | 44,4   |

Taula 19. Percentatge d'individus de cada conjunt, tant arqueològics com dels referencials moderns, que presenten un nombre d'estries entre 0 i 17

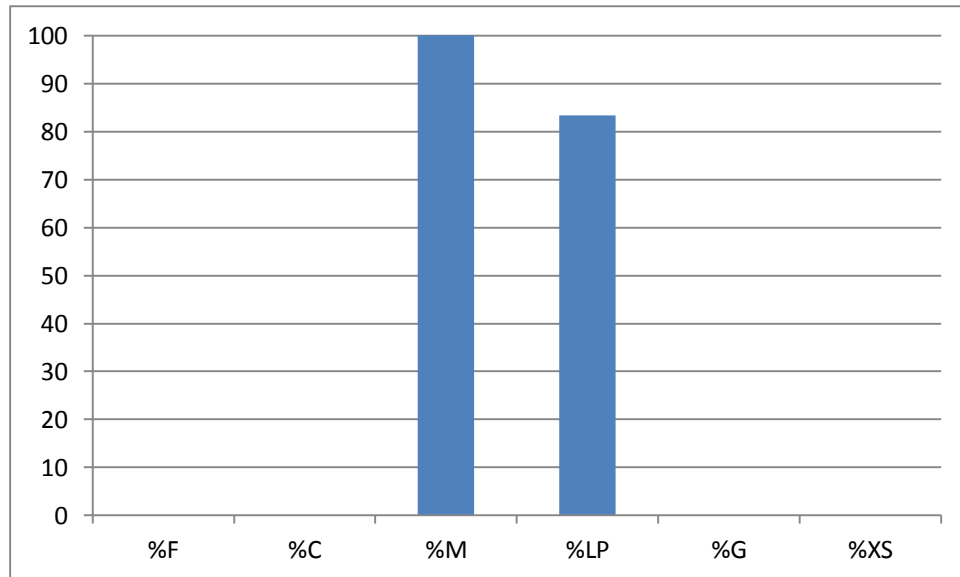
Per a fer la comparació entre les variables qualitatives (depressions grans, depressions irregulars, estries creuades i SWS) dels referencials i el nostre conjunt d'estudi hem recorregut a les mateixes gràfiques de barres que hem emprat per representar la nostra mostra per jaciments i cronologies.

Els individus del referencial de Hoy (gràf. 32) presenten en un 57.7% dels casos depressions grans, i pel que fa al SWS de les estries un 69.9% té estries gruixudes i fines i un 30.7% només estries fines (taula 21). En comparació amb la nostra mostra arqueològica (gràf. 17), un 20.5% més dels individus tenen només estries fines, i quasi el mateix percentatge d'individus amb presència de depressions grans (taula 21).



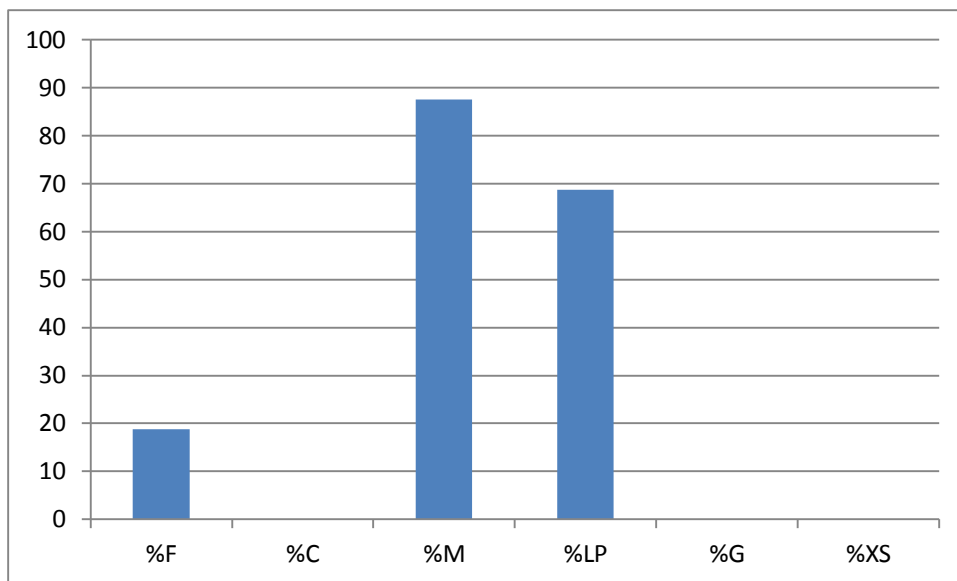
Gràfica 32. Gràfica on es representen els percentatges de les variables qualitatives pel que fa als individus procedents de Hoy

A Querigut (gràf. 33) a tots els individus se'ls observa una combinació d'estries fines i un 83.3% presenta depressions grans (taula 20). Aquests percentatges difereixen dels presents a la nostra mostra arqueològica ja que hi ha un 29.1% més d'individus que mostra depressions grans i cap ni un dels individus té exclusivament estries fines.



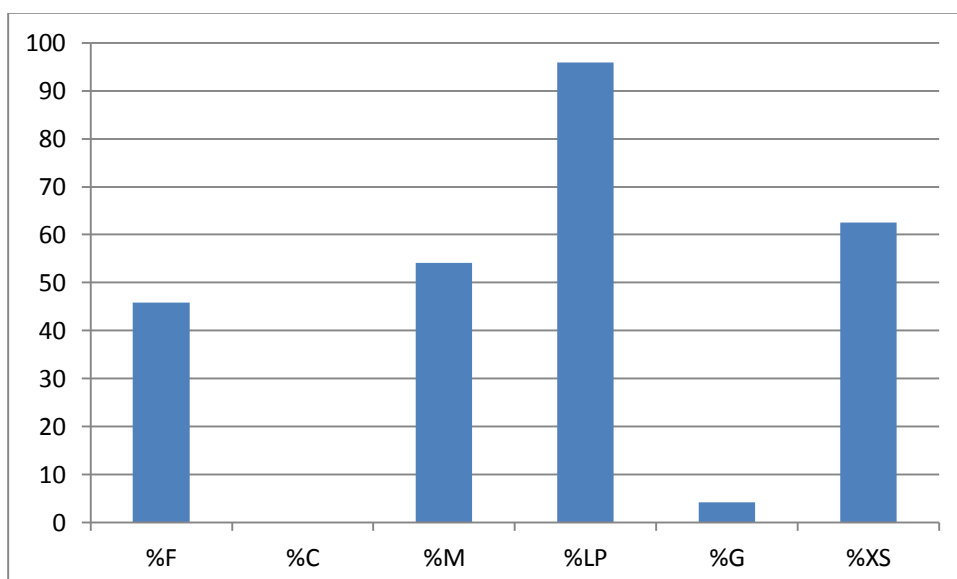
Gràfica 33. Gràfica on es representen els percentatges de les variables qualitatives pel que fa als individus procedents de Querigut

Aragüés del Puerto (gràf. 34) presenta la distribució més similar a la nostra mostra arqueològica (gràf. 17) amb una diferència del 14.6% d'individus que presenten depressions grans i un 8.6% pel que fa a percentatge de %F i %M (Taula 20).



Gràfica 34. Gràfica on es representen els percentatges de les variables qualitatives pel que fa als individus procedents d'Aragüés del Puerto

La Seu d'Urgell (gràf. 35) és el referencial que presenta més diferència pel que fa a les seves variables qualitatives en comparació amb la resta de referencials i amb la mostra arqueològica (gràf. 17), ja que és la única que presenta individus amb estries creuades (62.5%) i amb depressions irregulars, tot i que és un percentatge reduït (4.2%). També destaca el valor elevat d'individus amb estries grans (95.8%) i el percentatge d'estries fines (45.8%) (taula 20).

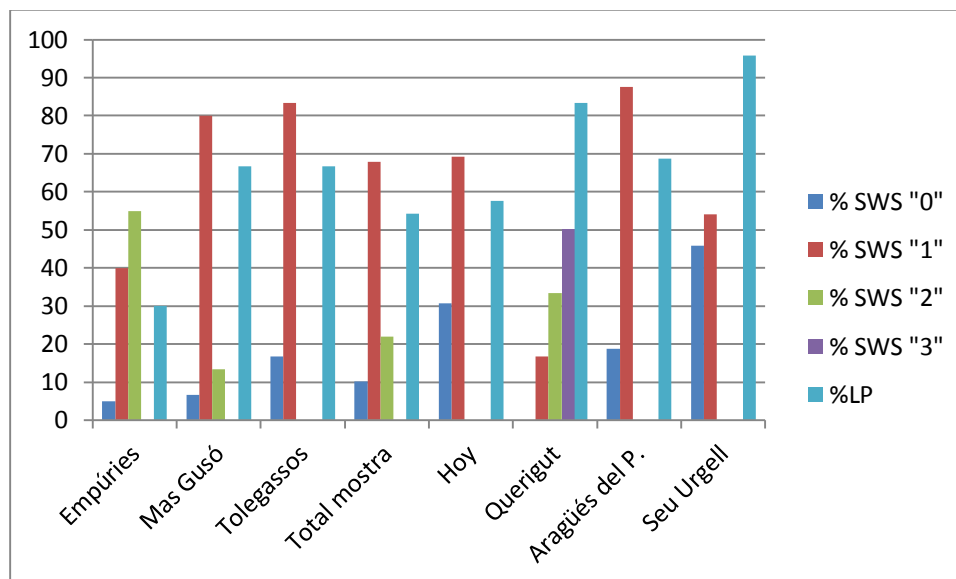


Gràfica 35. Gràfica on es representen els percentatges de les variables qualitatives pel que fa als individus procedents de la Seu d'Urgell

|                | <b>individus</b> | <b>%F</b> | <b>%C</b> | <b>%M</b> | <b>%LP</b> | <b>%G</b> | <b>%XS</b> |
|----------------|------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| Hoy            | 26               | 30.8      | 0.0       | 69.2      | 57.7       | 0.0       | 0.0        |
| Querigut       | 6                | 0.0       | 0.0       | 100.0     | 83.3       | 0.0       | 0.0        |
| Aragüés del P. | 16               | 18.8      | 0.0       | 87.5      | 68.8       | 0.0       | 0.0        |
| Seu d'Urgell   | 24               | 45.8      | 0.0       | 54.2      | 95.8       | 4.2       | 62.5       |

Taula 20. Percentatges de les variables qualitatives presents als individus dels referencials

Ja que a l'hora de fer les valoracions de les variables qualitatives entre jaciments vam trobar que la variable qualitativa SWS era prou significativa – diferenciant clarament Empúries de les dues vil·les (gràf. 23) – hem cregut adient fer el mateix amb els referencials i afegint en un la mateixa el %LP. Aquesta gràfica (gràf. 36) ens mostra que la variable SWS presenta una gran variabilitat entre els individus dels provinents dels jaciments i els dels referencials amb la única excepció en els percentatges entre Tolegassos i Aragüés del Puerto (Taula 21). Pel que fa a %LP trobem de nou que hi ha un símil entre Aragüés del Puerto (68.8%) i Tolegassos (66.7%), i en aquest cas també amb Mas Gusó que presenta el mateix percentatge (Taula 25).



Gràfica 36. SWS present als individus de la nostra mostra d'estudi dividits per jaciments de procedència, el total de la mostra i els referencials

|                | % SWS "0" | % SWS "1" | % SWS "2" | % SWS "3" | %LP  |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| Empúries       | 5         | 40        | 55        | 0         | 30   |
| Mas Gusó       | 6.7       | 80        | 13.3      | 0         | 66.7 |
| Tolegassos     | 16.7      | 83.3      | 0         | 0         | 66.7 |
| Total mostra   | 10.2      | 67.8      | 22        | 0         | 54.2 |
| Hoy            | 30.8      | 69.2      | 0         | 0         | 57.7 |
| Querigut       | 0         | 16.7      | 33.3      | 50        | 83.3 |
| Aragüés del P. | 18.8      | 87.5      | 0         | 0         | 68.8 |
| Seu Urgell     | 45.8      | 54.2      | 0         | 0         | 95.8 |

Taula 21. Valors dels percentatges del SWS dels individus per jaciments, del total de la nostra mostra arqueològica i dels referencials

#### 4.9.1. Els referencials en relació a la nostra mostra arqueològica: conclusions

Després de l'anteriorment exposat podem resumir que en línies generals hi ha una gran divergència entre els individus provinents dels jaciments arqueològics i els referencials actuals, ja que els primers presenten un major percentatge d'individus amb un rang d'estries entre 0 i 17 (Taula 19).

Pel que fa a les variables qualitatives, tant els referencials actuals com la mostra arqueològica mostren uns percentatges nuls pel que fa a estries creuades i depressions irregulars – excepte la Seu d'Urgell (gràf. 35) –. Les depressions grans són presents a tots els conjunts però amb percentatges diferents, havent-hi uns valors semblants entre els individus provinents de les vil·les romanes (Tolegassos i Mas Gusó) i els individus del referencial actual d'Aragüés del Puerto. Pel SWS trobem una similitud entre els exemplars d'Aragüés del Puerto i els de Tolegassos. Així que en referència a les variables qualitatives trobem que hi ha una coincidència de resultats pel que fa a les dues variables més significatives (SWS i %LP) entre els individus de Tolegassos i els individus de l'actual l'explotació ramadera de la Jacetània.

## CAPÍTOL 5: DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

Des de sempre, la plana empordanesa ha estat focus d'atenció d'investigadors degut a la seva importància dins de l'actual territori català, tant a nivell històric com pel medi ambiental. Per les seves característiques ha generat al llarg dels mil·lenis una gran complexitat evolutiva pel que fa al seu paleoambiental, essent així una font de recursos innumerables degut a la seva biodiversitat (Gestí, 2006; Mercadal *et al.*, 2002; Romagosa, 2007).

Probablement per aquest fet l'Empordà ha estat des de fa milers d'anys una zona àmpliament transitada i explotada per les diverses societats que si han succeït al territori (Casas & Soler, 2004). Pel període que a nosaltres ens concerneix en aquest treball – del s. II aC al s. II dC aproximadament – la regió va ser testimoni de canvis importants en la gestió dels recursos naturals, passant d'una explotació de les zones més òptimes per part de la societat ibèrica, a una intensiva per part dels romans, des de les zones més riques a aquelles marginals que no eren pas tan productives (Nolla *et al.*, 2010). Aquest fet ha estat testimoni per diverses evidències al registre arqueològic. L'aparició de nous assentaments destinats tant a l'explotació del territori, com a la gestió d'aquests centres productors, a part d'una nova organització de la regió a través de la centuriació donen fe de les intencions dels nouvinguts (Nolla *et al.*, 2010; Palet *et al.*, 2015). El registre palinològic mostra també que quelcom succeïx en aquesta direcció, on l'augment de microcarbons i la disminució significativa en el percentatge dels taxons arboris, juntament amb la presència de taxons relacionats amb l'agricultura (Blech *et al.*, 1998; Carrión, 2012; Ejarque *et al.*, 2016), ens indiquen que en aquest període es va intensificar la deforestació antròpica per al seu ús agrícola (Nolla *et al.*, 2010). Pel que fa a la ramaderia, la identificació en els anàlisis palinològics de fongs copròfils relacionats amb la presència de ramats ens indica la pràctica d'aquesta activitat en aquest entorn immediat als assentaments (Ejarque *et al.*, 2016). És en relació a aquesta darrera activitat on s'insereix la nostra aportació.

Tasques relacionades amb la ramaderia estan ben documentades a l'Empordà des d'Edat Mitjana (Pella i Forgas, 1980; Vinas, 2000). Ens referim a l'explotació dels prats de dall – anomenades “closes” a plana empordanesa –, activitat agropecuària que consisteix en la sega de la vegetació propera a les vores dels cursos fluvials, normalment en zones palustres dessecades antròpicament que solen patir inundacions a la primavera i tardor (Mercadal *et al.*, 2002). Aquests prats són fruit de l'activitat humana, terres que no són aptes per a l'agricultura però sí que poden ser útils per a la ramaderia. Consisteix en la sembra de plantes nutritives i agradables per al bestiar i la seva posterior sega de 1 a 3 cops l'any. Les plantes sembrades

inclouen diverses famílies on predominen les gramínies i en segon terme les lleguminoses, que ambdós inclouen espècies aptes per a les zones humides. D'altra banda es purga aquests prats de la presència d'esquelleres (*Rhinantus* spp.), joncs (*Juncus* spp.) i plomes (*Cortaderia selloana*), entre d'altres (Mercadal *et al.*, 2002).

No seria d'extranyar que aquest tipus d'explotació o similar de les zones humides fossin ja conegudes per íbers i romans (Col·lumela, 1988; Luelmo, 1975). Sabem que els romans van iniciar la dessecació de les llacunes salobroses i maresmes de la regió per a poder fer habitables assentaments propers a aquestes com el de Mas Gusó (Casas, 1988). En aquest contexte, les zones circumdants a explotacions agropecuàries com Mas Gusó i Tolegassos serien idònies per desenvolupar activitats com l'esmentada al paràgraf anterior. Tot i que els romans – seguint el nou model implantat després de la conquesta – destinarien les millors terres per a l'agricultura, podrien haver posat en producció aquelles altres de baix rendiment agrícola per a la pastura. Tenint en compte la diversitat que presentava l'Empordà fa uns 2000 anys, tal i com hem exposat a la reconstrucció paleoambiental que hem proposat al segon capítol, entre aquest segon grup de terres, els assentaments es trobarien a prop de:

- Prats humits o prats de dall. En aquest tipus de praderies predominen les herbes farratgeres com la *Festuca arundinacea* subsp. *arundinacea*, la *Dactylis glomerata* subsp. *glomerata*, la *Poa trivialis* subsp. *trivialis*, el *Trifolium pratense* subsp. *pratense*, el *Lotus corniculatus* s.l., la *Vicia sativa* s.l., etc., sense oblidar altres plantes típiques de zones humides i gramínies com la *Arrhenatherum elatius* subsp. *elatius*, la *Lychnis flos-cuculi*, la *Trifolium squamosum* subsp. *squamosum*, el *Linum usitatissimum* subsp. *angustifolium*, la *Gaudinia fragilis*, el *Lathyrus nissolia*, el *Hordeum secalinum* i *Orchis laxiflora* subsp. *laxiflora* (Gestí, 2007; Mercadal *et al.*, 2002).
- Saliconars, prats salins semi-inundats amb predomini de *Salicornia* i *Atriplex*, típics de zones de llacunes amb molta influència salada (Gestí, 2007).
- Comunitats de jonqueres (*Cyperaceae*) a les torberes i canyissar heliòfil (*Phragmites*), zona transitòria entre els prats salins humits de les llacunes i els prats humits continentals. Aquest tipus de vegetació apareix a mesura que les llacunes salines van colmatant (Gestí, 2007), tal i com a la plana empordanesa durant el període d'estudi i posterior (Montaner *et al.*, 2014)

Per tant, els habitants d'aquests assentaments tindrien a la seva disposició un gran ventall de vegetals per alimentar als seus ramats. Vegetació abundant i frondosa, com mostra el baix recompte de depressions – en relació a les poblacions estudiades per Solounias & Semperebon

(2002) – que presenten les dents que s’han estudiat en aquest treball (gràf. 1). Entre les plantes que podrien haver emprat hem de destacar les presents en prats humits com el *Plantago lanceolata* o el *Rumex*, presents a les anàlisis pol·líniques realitzades a la regió (Ejarque *et al.* 2016). Ambdues són plantes no gramínies que deixarien a un desgast dentari amb poques estries, tal i com el reduït nombre d’estries presents a les dents dels individus analitzats (fig. 1), que en pocs cassos sobrepassarien les 17 estries, xifra divisòria entre brostegadors i pasturadors, segons Solounias & Semprebon (2002), i que per tant situaria a la gran majoria dels nostres individus – tant dels procedents de la ciutat d’Empúries com de les *villae* - dintre del grup dels brostejadors, és a dir, animals que no s’alimentarien majoritàriament de gramínies, que concordaria amb el que acabem d’exposar en relació a la vegetació de la que podrien disposar.

Però tal i com hem anat observant a l’hora de valorar els resultats aconseguits durant el tractament de les dades registrades dels individus del nostre conjunt, hi ha altres variables a part de les dades quantitatives que ens poden suggerir algunes hipòtesi. Ens referim concretament a les variables qualitatives depressions grans (LP) i al gruix de les estries (SWS). Pel que fa a la presència d’individus amb grans depressions hem vist que hi havia diferències significatives entre els individus d’Empúries i els de les *villae* (grafs. 18, 19 i 20). Tant els exemplars de Mas Gusó com els de Tolegassos presenten un percentatge d’individus el doble de gran (el 66.7% dels individus) que els provinents de la ciutat romana (un 30%) (Taula 11). Pel que fa a la variable SWS també hem detectat que hi ha una diferència significativa entre la ciutat i les *villae* (graf. 23). Els individus d’Empúries presenten en general unes estries més gruixudes (Taula 13). Com hem explicat al capítol de metodologia, aquestes dues variables qualitatives poden tenir relació tant amb els aliments que s’ingereix com amb les condicions de l’entorn en les que es realitza aquesta ingesta. Recordem que – a part de per determinats aliments com les closques de llavors – tant la presència de depressions grans com d’estries gruixudes podia tenir a veure amb la presència de partícules de mineral, com el quars, o de pols (Solounias & Semprebon, 2002). Tenint en compte que Empúries seria un entorn molt més urbanitzat i per tant més degradat, la disponibilitat d’herba seria inferior a la present a les vil·les romanes, i aquesta no seria de talla tan gran i frondosa. A l’entorn d’Empúries les ovelles es veurien forçades a menjar herba de dimensions més reduïdes que a l’entorn Tolegassos i Mas Gusó, pel que menjarien més arran de terra, ingerint pols i altres partícules al mateix temps que els aliments. Per tant, tot i que la vegetació disponible als tres entorns fos similar – ens ho indicaria que el nombre d’estries i depressions a tots els individus és semblant –, això produiria unes estries més gruixudes. Que hi hagi més presència de depressions grans a les vil·les que no pas a

la ciutat pot ésser degut a que les estries gruixudes tapin aquestes depressions (Solounias & Semprebon, 2002).

Pel que fa a les divisions que hem realitzat dels individus per cronologia – exemplars pertanyents a època Republicana i Alt Imperial – s’ha de dir que no hi ha diferències significatives, pel que podríem dir que no hi va haver canvis en la gestió dels ramats al llarg de l’interval estudiat, ni va haver cap modificació rellevant al medi ambient de la zona que poguessin derivar en una alteració de la dieta o en les condicions de la ingesta dels ramats.

Si posem en relació les dades de la nostra mostra arqueològica amb els referencials actuals veiem que entre la majoria dels casos les diferències són evidents, pel que podem concloure que el medi ambient i/o la gestió entre els ramats d’època romana a l’Empordà i els actuals són diferents. Les ovelles que hem estudiat s’haurien alimentat fonamentalment de fulles de plantes no gramínies amb baix contingut de fitòlits (Solounias & Semprebon, 2002), mentre que els individus dels referencials moderns han estat alimentats de forma mixta, és a dir, de pastures de vegetació gramínia i amb una aportació no gramínia. Això encaixaria amb els referencials que sabem que efectivament és així, excepte el cas de Quérigut que es tracta d’individus que han estat alimentats només en pastura (Rieau, 2014). Aquesta variació podria ser fruit de que la majoria d’individus són juvenils i la seva alimentació afectés al microdesgast (cerca d’herbes més tendres, lactància, etc.). L’únic referencial que té quelcom en comú amb els conjunt arqueològic és el del Canal de Berdún, que presenta uns resultats per a les variables qualitatives similars als individus de Tolegassos, potser per unes condicions medi ambientals similars – en referència a per exemple quantiat de partícules de pols a l’entorn en el moment de l’alimentació – tot i que la vegetació ingerida per les ovelles sigui diferent.

Amb l’exposat al paràgraf anterior podem concloure que el paleoambient que podríem trobar a la plana empordanesa distaria molt al que trobem actualment a les àrees geogràfiques on es van alimentar els individus dels referencials moderns (actuals Pirineus, Provença i Illa de Hoy) on predominen les zones de pastura, tot i haver disponibilitat en alguns casos com a Hoy de major variabilitat vegetacional. Això concordaria amb la reconstrucció paleoambiental proposada al segon capítol, on estaríem davant d’una plana empordanesa amb encara força presència de massa forestal i arbustiva, i amb les terres més riques guanyades al bosc destinades a l’agricultura (Casas & Nolla, 1993; Nolla *et al.* 2010).

En aquest sentit, els habitants de la plana de l’Empordà en època romana van saber aprofitar els recursos que els hi oferia l’entorn per tal d’alimentar els ramats, sense entrar en conflicte amb els terrenys agrícoles. Aquest fet està mostrant la gran complementarietat que hi hauria entre

l'agricultura i la ramaderia en aquesta zona costanera. Els recursos vegetals existents en el medi que envoltaria els assentaments en època romana (prats humits, prats salins semi-inundats i canyissars) serien els que es destinarien a l'alimentació dels ramats.

Aquests però no serien els que habitualment es destinaven a la seva alimentació. L'autor clàssic Columel·la (1988), nascut a la Bètica el 4 dC, i que va arribar a ser tribú a Síria, va escriure diversos tractats sobre agricultura i sobre com gestionar una explotació agropecuària. Basat en la seva pròpia experiència,, però sobretot – tal i com es desprèn de la seva lectura – en la recopil·lació de tractats anteriors com el de Varró o Cató. En el seu llibre sobre els treballs del camp ens menciona quins són els cultius que ha d'incloure una granja per tal d'alimentar el seu bestiar, dels que cal destacar l'alfals – el més productiu segons l'autor -, la veça, el ver de l'ordi, l'avena, el fenigrec, l'erba o la guixonera. Especial menció fa al *Cytisus*, gènere d'arbusts que en les nostres terres coneixem moltes espècies d'aquest com a ginesta, on destaca les seves propietats, que en el bestiar oví produeix un augment en la producció de llet. La majoria d'aquestes pertanyen a la família de les gramínies i trobem alguna d'aquestes als nostres registres palinològics com l'ordi (Ejarque *et al.*, 2016), però com hem comentat, la majoria d'aquesta producció aniria destinada al consum humà i no pas com suplement alimentari per al bestiar. Això ho deduïm del percentatge d'individus amb un nombre d'estries entre 0 i 17 (% 0-17) que ens ha indicat que els nostres individus de la mostra arqueològica s'alimentarien principalment de fulles, i no pas de pastures o alimentació mixta com els exemplars dels referencials moderns (Taula 19). En aquest perfil, la ginesta podria haver estat perfectament un dels arbust autòcton de les nostres contrades que podria haver format part de la dieta de les nostres ovelles i que anomenen els agrònoms llatins.

Per tant, el nostre estudi ha permès documentar uns recursos vegetals que els autors clàssics no esmenten com a potencials aliments per als ramats, com són totes aquelles plantes no gramínies que es trobaven en medis humits, però que a la vegada serien molt adequades per als ramats i permetrien explotar un medi no apte per a l'agricultura. Aquesta idoneïtat ho mostra el fet que actualment es tornen a explotar medis similars com a pastures per a ovelles amb una denominació de qualitat (<http://www.agneapresale.org/>).

Passant a tractar un dels objectius més generals d'aquest treball, en relació a la reconstrucció paleoambiental podem aportar que – tal i com portem mencionant al llarg del treball – els nostres individus s'haurien alimentat en un entorn on no predominarien les gramínies ni els cultius de cereals tot i que estarien ben representats (Carrión, 2012; Ejarque *et al.*, 2016). Per tant, el nostre estudi reforça el model teòric actual de reconstrucció paleoambiental de la plana

empordanesa. Degut a l'ambient palustre que dominaria la regió, hi hauria una gran diversitat de medis present en aquest període romà (*supra*), i els habitants d'aquests cercarien les àrees amb les vegetacions més adients per al bestiar, com les mencionades zones humides, no aptes pels cultius, però on podríem trobar la presència, entre d'altres, de la preuada ginesta (Columel·la, 1988).

Un altre aspecte que volem destacar en aquesta discussió és la importància econòmica i medi ambiental que va tenir per aquesta època la presència de les maresmes i llacunes litorals de l'Empordà i les activitats agropecuàries vinculades a aquesta, com en el nostre cas referint-nos a la ramaderia. Si una cosa ens ha quedat palesa al llarg de l'elaboració del present Treball de Final de Màster, és la importància que va tenir la presència d'aquesta important zona humida durant tota la Antiguitat i gran part de l'Edat Mitjana (Mar & Ruiz de Arbulo, 1993; Nolla *et al.*, 2010; Romagosa, 2007), i com el trencament d'aquest equilibri a partir de l'Edat Mitjana (Colls, 2007; Comte, 2000; Romagosa, 2007, 2008) ha portat a la disminució de la biodiversitat de l'Empordà (Romagosa, 2007) i fins hi tot ha posat en perill en temps recents l'economia, a resultes de l'acceleració per exemple de les dunes del cordó litoral, que al no tenir la barrera natural de les llacunes litorals va arribar a fer perillar els conreus situats a Torroella, pel que es va tenir que procedir a plantar una sèrie de pinars per mirar de frenar el seu avanç (Mar & Ruiz de Arbulo, 1993). Els canvis en l'explotació del territori i les obres hidràuliques de dessecació d'aquesta zona humida han portat a la regió a una pèrdua irreparable de la seva rica biodiversitat (Romagosa, 2007). Si ve aquest procés ha produït canvis irreversibles en el medi ambient de l'Empordà, la potenciació de pràctiques agropecuàries actualment en desús com les pastures de dall afavoririen la conservació d'aquesta zona humida, evitant la seva completa desaparició, amb la gran pèrdua ecològica que aquest fet comportaria. Tot i que no figurava de forma implícita en els nostres objectius inicials, creiem que és un valor afegit que cal incloure en aquesta recerca.

A mode de conclusió hem de dir que:

- La utilització de la tècnica del microdesgast dentari ens ha permès caracteritzar els individus seleccionats – restes dentàries d'ovelles – d'un conjunt arqueològic – de la ciutat romana d'Empúries i de dues *villae* cohetànies, Mas Gusó i Tolegassos, tots tres situats a la plana de l'Empordà –, determinant en què va consistir la seva dieta els darrers dies o setmanes de la seva vida.
- A resultes d'aquest estudi hem pogut plantejar quin era l'entorn medi ambiental en que aquestes ovelles van realitzar les seves darreres ingestes. Gràcies a això hem pogut

contribuir en la reconstrucció paleoambiental que es duu a terme de la regió de l'Empordà des de principis del segle passat.

- Que la utilització d'una metodologia de baix cost pressupostari i que no requereix d'una gran inversió de temps com és la utilització del microscopi òptic per estudiar el microdesgast dentari pot aportar molta informació útil per a la recerca científica.
- La importància de les zones humides en la preservació de la biodiversitat i de recursos tan bàsics per a les societats com les reserves hídriques. I com la valoració menystinguda i fins hi tot negativa d'aquestes àrees ha portat a la seva destrucció, comportant fins hi tot un perjudici per a la nostra zona d'estudi (Mar & Ruiz de Arbulo, 1993).

En resum, la plana de l'Empordà és una regió que per la seva idiosincràsia la fan única i necessària per a l'equilibri i conservació d'un medi ambient únic en aquesta regió (Romagosa, 2007), i amb l'aportació d'estudis com el present podem contribuir a conèixer el paper que ha tingut en les diverses societats que l'han poblat, que ha aportat en el desenvolupament d'aquestes i perquè cal invertir esforços en la recerca d'aquest tipus d'àrees del coneixement que poden aportar un benefici a la societat actual, tant a nivell social, econòmic com de sostenibilitat ecològica del nostre medi ambient, problemàtica molt evident dels nostres dies.

## BIBLIOGRAFIA

ANSCHUETZ, K. F., WILSHUSEN, R.H. I SCHEICK, C.L. (2001): "An Archaeology of Landscapes: Perspectives and Directos", a *Jornal of Archaeology*, v. 9, n. 2; pp. 157-211

AQUILUÉ, X. (1984): "Las reformas augusteas y su repercusión en los asentamientos urbanos del NE peninsular", a *Arqueología Espacial*, Teruel; pp. 95-113

AQUILUÉ, X. (2002): "El conjunto arqueológico de Empúries (l'Escala, Girona) y su relación con su entorno territorial, a *5º Curso sobre Patrimonio Histórico de Reinos (2002)*, Universidad de Cantabria, Santander 2002, pp. 255-271

AQUILUÉ, X., CASTANYER, P., LLINÀS, J., SANTOS, M. I TREMOLEDA, J. (1995): Memòria de la intervenció realitzada al criptopòrtic del Fòrum de la ciutat romana d'Empúries (l'Escala, Alt Empordà) a l'any 1995; Empúries, Museu d'arqueologia de Catalunya

AQUILUÉ, X., CASTANYER, P., SANTOS, M. I TREMOLEDA, J. (2002): "El campo de silos del área central de la ciudad romana de Empúries", a *Romula*, 1; pp. 9-38

AQUILUÉ, X. (2008): "Empúries en l'Antiguitat Tardana. El pas del món antic al món medieval", a *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos*, 39; p. 101-113

BARKER, G. (1992): "From bones to farmers, the contribution of archaeozoology to landscape archaeology", a *Archeologia del Paesaggio*, Bernardi, Manuela (ed.); Florència

BLECH, M., MARZOLI, D., BURJACHS, F., BUXÓ, R., CASAS, A., GIRALD, C. I RAMBAUD, F. (1998): "Interdisziplinäre prospektionen im Ampurdán. Vorbericht der Kampagne September 1996" a *Madriider Mitteilungen*, 39; pp. 99-120; Mainz

BUXÓ, R. I PIQUÉ, R. (2008): Arqueobotànica. Los usos de las plantas en la península Ibérica; Ariel Prehistoria; Barcelona

CASAS, J. (1983-1986): Memòria de les excavacions a la vil·la romana dels Tolegassos (Viladamat, Alt Empordà); Arxiu Servei d'Arqueologia i Paleontologia. Núm. reg.: 166

CASAS, J. (1983-1988): Memòria de les excavacions a la vil·la romana dels Tolegassos (Viladamat, Alt Empordà); Arxiu Servei d'Arqueologia i Paleontologia. Núm. reg.: 159

CASAS, J. (1988): "Exploracions i excavacions a la vil·la romana del Mas Gusó (Albons-Bellcaire, Baix Empordà), a *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins*, vol. XXX, pp. 9-35

- CASAS, J. (1988-1990): Memòria de les excavacions a la vil·la romana dels Tolegassos (Viladamat, Alt Empordà); Arxiu Servei d'Arqueologia i Paleontologia. Núm. reg.: 161
- CASAS, J. (1989): L'Olivet d'en Pujol i Tolegassos. Dos establiments agrícoles d'època romana a Viladamat; Centre d'Investigacions Arqueològiques. Serie Monogràfica, 10; Girona
- CASAS, J. (2010): "Mas Gusó (Bellcaire d'Empordà) campanyes de 2008 i 2009", a *Actes de X Jornades d'Arqueologia de les comarques de Girona 2010*, pp. 99 – 104; Arbúcies
- CASAS, J. (2011): "Mas Gusó (Bellcaire d'Empordà). Una primera valoració dels resultats de la campanya d'excavacions de 2010", a *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins*, vol. LII, pp. 27-50
- CASAS, J. (2012): "Mas Gusó (Bellcaire d'Empordà). Notes sobre la campanya d'excavacions 2010", a *Actes de XI Jornades d'Arqueologia de les comarques de Girona 2012*, pp. 163-; Girona
- CASAS, J. i NOLLA, J.M. (1993): L'abocador oriental de la vil·la de Tolegassos (Viladamat, Alt Empordà; Estudis Arqueològics. 1; Girona
- CASAS, J. I SOLER, V. (2003): La Villa de Tolegassos. Una explotación agrícola de época romana en el territorio de Ampurias. BAR International Series 110; Oxford
- CASAS, J. I SOLER, V. (2004): Intervenciones arqueológicas en Mas Gusó (Gerona). Del asentamiento precoloniais a la villa romana. BAR International Series 1215; Oxford
- CHAIX, L. I MENIEL, P. (2005): Manual de arqueozoología; ed. Ariel
- CARRIÓN, J. S. (2012): Paleoflora y Paleovegetación de la Península Ibérica e Islas Baleares: Plioceno-Cuaternario; Ministerio de Economía y Competitividad; Madrid
- COLLS, J. (2007): "La transformació de la plana empordanesa en els períodes medieval i modern", a *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos. Actes Congrés sobre el Paisatge (vol. II)*; pp.355-364
- COLOMINAS, L. (2013): Arqueozoología y Romanización. Producción, Distribución y Consumo de animales en el noreste de la Península Ibérica entre los siglos V a.e- V d.e; Oxford: British Archaeological Reports International Series 2480
- COLOMINAS, L. I SAÑA, M. (2009): "Animal husbandry in the north-east of Catalonia from the 1st century AD to the 5th century AD: improvement and importation", a *The territory and its resources. Studies on the rural world in the Roman period 4*, Girona; pp. 9–26

COLUMELA (1988): De los trabajos del campo

COMPTE, A. (2000): "Desviació del riu Muga i acceleració del procés d'eixugament de l'estany de Castelló en les centúries XVII i XVIII", a *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 50; pp. 95-118

DAVIS, S. J. M. (1987): La arqueología de los animales; ediciones Bellaterra s.a. (2a edició); Hospitalet de Llobregat

EJARQUE, A., JULIÀ, R., REED, J. M., MARCO-BARBA, J., MESQUITA-JOANES, F. I RIERA, S. (2016): "Coastal evolution in a Mediterranean microtidal zone: Mid to Late Holocene natural dynamics and human management of the Castelló lagoon, NE Spain", a *PlosOne*, 11: 5

GESTÍ, J. (2006): "El poblament vegetal dels aiguamolls de l'Empordà", a *Institut d'Estudis Catalans. Arxius de les seccions de ciències*, CXXXVIII. Secció de ciències biològiques

GRANT, A. (1982): "The use of Tooth Wear as a Guide to the Age of Domestic Ungulates", a *Ageing and Sexing Animal Bones from Archaeological Sites*, WILSON, B., GRIGSON, C. I PAYNE, S. (eds.), Oxford, BAR Brit. Ser. 109, pp. 91-108

HAMMER, O., HARPER, D. I RYAN, P.D. (2001): Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis, a *Palaeontologia Electronica* 4: 9

JANIS, C.M. (1988): "An estimation of tooth volume and hypsodonty indices in ungulate mammals, and the correlation of these factors with dietary preferences", a *Teeth revisited: Proceedings of the VIIth International Symposium on Dental Morphology*, 53; Mémoires du Muséum national d'histoire Naturelle Paris (série C); pp. 367-387

LAMBOGLIA, N. (1955): "Scavi Italo-spagnoli ad Ampurias", a *RSL*, 21, 3-4; pp. 195-212

LANCASTER, H. O. (1969): The chi-squared distribution; Wiley

LOPEZ, A. (1987): "Distribución espacial y cronológica de las necrópolis emportanas" a *I Jornades d'Arqueologia (Granollers 1987)*, preactes, 263 i ss.

MAINLAND, I. (1998): "The Lamb's Last Supper: the Role of Dental Microwear Analysis in Reconstructing Livestock Diet in the Past", a *Environmental Archaeology* 1, pp. 55-62

MAR, R. I RUIZ DE ARBULO, J. (1993): Ampurias Romana. Historia, Arquitectura y Arqueología; editorial AUSA; Sabadell

- MARCET, R. I SANMARTÍ, E. (1989): Empúries; Diputació de Barcelona
- MASSART, D. L., SMEYERS-VERBEKE, CAPRON, X. I SCHLESIER, K. (2005): "Visual presentation of Data by Means of Box Plots", a LCGC Europe, 18(4), pp. 215-218
- MERCADAL, G., GESTÍ, J. I VILAR, LL. (2007): "Els prats de dall de l'Empordà, un cultiu tradicional en recessió", a Actes del Congrés: El paisatge, element vertebrador de la identitat empordanesa (vol. 1). Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos; pp. 73-86
- MONTANER, J., JULIÀ, R., CASTANYER, P., TREMOLEDA, J., SANTOS, M., RIERA, S., USERA, J. I SOLÀ, J. (2014): "El paleopaisatge fluvio-estuari d'Empúries", a Estudis del Baix Empordà nº 33, Institut d'Estudis del Baix Empordà (ed.), pp. 11 - 51; Sant Feliu de Guixols
- MORET, L. (2005): Memòria d'intervenció d'urgència d'adequació del jaciment del Tolegassos; Arxiu Servei d'Arqueologia i Paleontologia. Núm. reg.: 5546
- NIETO, X. (1990): "Molt més que una memòria", a *Revista de Girona*, nº 139, pp. 96-97
- NOLLA, J.M.; PALAHÍ, LL. I VIVO, J. (2010): "De l'oppidum a la civitas. La romanització inicial de la Indig ncia; Laboratori d'Arqueologia i Prehistòria de l'Institut de Recerca Hist rica, UdG; Girona
- PALAHÍ, LL. (2010): "La romanització al nord-est peninsular i els  rgens de la vil·la", a *Time of changes. In the beginning of the Romanization, Studies on the rural world in the roman period*, 5; Laboratori d'Arqueologia i Prehistòria. Institut de Recerca Hist rica. Universitat de Girona. Grup de Recerca Arqueol gica del Pla de l'Estany.
- PALET, J. M. (2005): "La arqueología del paisaje y la antigüedad cl sica: enfoque y perspectivas", a *XVIII CIAC: Centro y periferia en el mundo Clásico*, pp. 173-182; M rida
- PALET, J. M., GURT, J. M., (1998): "Am nagement et drainage des zones humides du littoral emporitain (Catalogne): une lecture diachronique des structures agraires antiques, a Méditerranée, 90-4, Aix en Provence; pp. 41-48
- PALET, J.M., JULIA, R., RIERA, S., EJARQUE, A., ORENGO, H. A., MIRAS, Y., GARCIA, A., ALL , REED, J., MARCO, J., MARQUES, M. A., FURDADA, G. I MUNTANER, J. (2012): "Landscape Systems and Human Land-Use Interactions in Mediterranean Higlands and Litoral Plains during the Late Holocene: Integrated Analysis from the InterAmbAr Project (North-Eastern Catalonia)", a *Landscape of the International Conference in Berlin, 6th-8th June 2012*, Bebermeier, W.,

Hebenstreit, R., Kaiser, E. i Krause, J. (eds.); eTopoi Journal for Ancient Studies, special vol. 3, pp. 1007-1037; Berlín

PALET, J. M., EJARQUE, A., ORENGO, H. A., JULIÀ, R., MARCO, J., RIERA, S., GARCIA, A. MONTANER, J. (2015): "Landscape dynamics and territorial organization in the Empordà Littoral plain (north-eastern Catalonia) from the Antiquity to the medieval period: an integrated landscape analysis", a *XVIII CIAC: Centro y periferia en el mundo Clásico*, pp. 311-315; Mérida

PARRA, I., VAN CAMPOO, E. I OTTO, T. (2005): "Análisis palinológico y radiométrico del sondeo Sobrestany. Nueve milenios de historia natural e impactos humanos sobre la vegetación del Alt Empordà", a *Empúries* 54, pp. 33 – 44

PUECH, P-F. (1982): "L'usure dentaire de l'homme de Tautavel", a *L'Homme Erectus et la place de l'homme de Tautavel parmi les hominidés fossiles*, CNRS (ed.), pp. 249-275

RENFREW, C. I BAHN, P. (1991): *Arqueología: Teorías, Métodos y Práctica*; ed. Akal (2a edició); San Sebastián de los Reyes (Madrid)

REITZ, E.J. I WING, E.S. (1999): *Zooarchaeology*; University Press, Cambridge

RICE, J. A. (2006): *Mathematical Statistics and Data Analysis*; Duxbury Advanced

RIEAU, C. (2014): *Etude de la gestion du bétail à l'aide de la méthode des micro-usures dentaires dans le midi méditerranéen entre l'âge du Bronze et la période gallo-romaine*. Tesi Doctoral, Université Paul-Valéry Montpellier, Montpellier

RIVALS, F. (2015): "L'analyse de la micro- et meso-usure dentaire: méthodes et applications en archéozoologie", a *Messages d'os. Archéométrie du squelette animal et humain*, BALASSE, M., BRUGAL, J.-M., DAUPHIN, Y., GEIGL, E.-M., OBERLIN, C. I REICHE, I. (dir.); Éditions des archives contemporaines, Collection Sciences Archéologiques; pp. 241-254

RIVALS, F., PRIGNANO, L., SEMPREBON, G. I LOZANO, S. (2015a): "A tool for determining duration of mortality events in archaeological assemblages using extant ungulate microwear", a *Nature*, Scientific Reports, novembre

RIVALS, F., JULIEN M.-A., KUITEMS, M., VAN KOLFSCHOTEN, T., SERANGELI, J., DRUCKER, D. G., BOCHERENS, H. I CONARD, N. J. (2015b): "Investigation of equid paleodiet from Shonigen 13 II-4 through dental wear and isotopic analyses: Archaeological implication", a *Journal of Human Evolution*, 89, pp. 129-137

ROMAGOSA, F. (2007): Els aiguamolls de l'Empordà: un paisatge en transformació, Tesi Doctoral, Breton, Françoise (dir.); Bellaterra

ROMAGOSA, F. (2008): "Anàlisi del procés històric de dessecació dels estanys empordanesos a través de la cartografia", a *Segon Congrés Català de Geografia 29-31 de maig de 2008*, pp. 118-131

SEMPREBON, G., JANIS, C. I SOLOUNIAS, N. (2004): "The diets of the Dromomerycidae (Mammalia: Artiodactyla) and their response to Miocene vegetational change", a *Journal of Vertebrate Paleontology*, 24(2), pp. 427-444

SEMPREBON, G. I RIVALS, F. (2007): "Was grass more prevalent in the pronghorn past? An assessment of the dietary adaptations of Miocene to recent Antilocapridae (Mammalia: Artiodactyla)", a *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253; pp. 332-347

SEMPREBON, G., RIVALS, F., SOLOUNIAS, N. I HULBERT, R. (2016): "Paleodietary reconstruction of fossil horses from the Eocene through Pleistocene of North America", a *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 442, pp. 110-127

SOLOUNIAS, N. I SEMPREBON, G. (2002): "Advances in the Reconstruction of Ungulate Ecomorphology with Application to Early Fossil Equids", a *The American Museum of Natural History Central Park West*, nº 3366, pp. 1-49; New York

STEELE, T.E. (2015): "The contribution of animal bones from archaeological sites: the past and future of zooarchaeology", a *Journal of Archaeological Science*, 56; pp. 168-176

ZEDER, M., I PILAAR, S. (2010): "Assessing the reability of criteria used to identify mandibles and mandibular teeth in sheep, Ovis, and goats, Capra", a *Journal of Archaeological Science*, 37; pp. 225-242