

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA

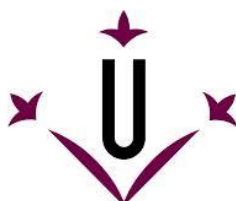
ESTUDI I CONTROL DE LA POBLACIÓ DE MOSQUITS (DIPTERA, CULICIDAE) DEL PARC DE LA MITJANA



PROJECTE FINAL DE GRAU D'ENGINYERIA FORESTAL

ELOI GARCÉS DE MARCILLA PACHECO

TUTORA: MATILDE EIZAGUIRRE ALTUNA



Universitat de Lleida

Abans de començar la lectura d'aquest projecte voldria agrair a tota la gent que ha col·laborat d'una o altra manera ja que sense elles hagués sigut impossible de realitzar.

Primer de tot, evidentment donar gràcies a la Matilde Eizaguirre per la seva guia, tutoria i consells durant tots els mesos que ha durat aquest projecte.

També donar gràcies a la Esther Fanlo de la Regidoria de Medi Ambient i Horta per la seva tutoria durant les pràctiques d'empresa que van ser el germen d'aquest estudi d'investigació.

Gràcies a la Mariajo del CIM (Centre d'Investigació de la Mitjana) i al Marc del Servei de Manteniment del Parc ja que sense el seu indispensable suport logístic i capacitat d'improvisació no hagués sigut possible dur a terme tot el treball de camp i tractament de les mostres. També al personal de Control de Plagues Urbanes de Lleida per venir a tractar les basses en les dos ocasions en que va ser necessari.

Agrair a la professora Ana Maria Jauset per aportar la seva experiència a l'hora de realitzar les preparacions de les mostres per a la posterior visualització en el microscopi, i a l'Àlex Juárez, per ensenyar-me a fer servir el laboratori multimèdia i qualsevol altra cosa que fes falta, tot i estar sempre fins a dalt d feina.

També agrair als professors de la UdL Carmen López i Ricardo Blanco el temps dedicat en ensenyar-me, partint de zero i amb infinita paciència, a utilitzar el JMP i realitzar l'estudi estadístic, tot i no tenir cap obligació de fer-ho.

Per últim agrair a tots aquells que d'una manera o altra m'han donat suport en algun moment o fase del treball.

Moltes gràcies a tots.

INDEX

1	INTRODUCCIÓ.....	1
1.1	Problemàtica i antecedents	1
1.2	Localització	1
1.3	Caracterització dels mosquits:	3
1.3.1	L'ou.....	3
1.3.2	La larva.....	4
1.3.3	La pupa.....	5
1.3.4	L'imago o adult.....	5
2	OBJECTIUS.....	7
3	MATERIAL I MÈTODES.....	8
3.1	Localització de basses.....	8
3.2	Presa de mostres.....	9
3.3	Conservació i classificació de les mostres.....	9
3.4	Cria i captura d'adults en laboratori.....	11
3.5	Tractament de les basses.....	12
3.5.1	Característiques del producte utilitzat per al tractament:	13
3.6	Seguiment de l'evolució de les basses.....	13
3.7	Identificació del gènere de les larves.....	14
3.8	Identificació de les espècies.....	14
3.9	Estudi estadístic.....	15
3.9.1	Relació Presència - Tractament:	15
3.9.2	Estudi transversal Basses - Jornada:	16
3.10	Càlcul de costos econòmics.....	16
4	RESULTATS.....	17
4.1	Identificació dels gèneres.....	17
4.1.1	Determinació del gènere de les larves:	17
4.1.2	Determinació del gènere dels adults femella:	20
4.1.3	Determinació del gènere dels adults mascle:	23

4.1.4	Gèneres identificats.	24
4.2	Determinació de les espècies.	26
4.2.1	Determinació de l'espècie en larves del gènere <i>Culex</i> :	26
4.2.2	Determinació de l'espècie en larves del gènere <i>Anopheles</i> :	28
4.2.3	Determinació de l'espècies en larves del gènere <i>Aedes</i> :	30
4.2.4	Determinació de l'espècie en larves del gènere <i>Culiseta</i> :	33
4.2.5	Determinació de l'espècie en adults femella del gènere <i>Culex</i> :	35
4.2.6	Determinació de l'espècie en adults mascle del gènere <i>Culex</i> :	37
4.3	Eficàcia del tractament.	39
4.3.1	Anàlisi de contingència de Presència - Tractament.	39
4.3.2	Estudi transversal per al càlcul d'eficàcia del tractament (Basses 1, 5 i 6 durant tot el període d'estudi).	40
4.3.3	Estudi transversal per al càlcul de l'eficàcia del tractament (Basses 2, 5 i 6 a partir de la Jornada 5 fins el final de l'estudi).	42
4.4	Costos econòmics.	44
5	DISCUSIÓ.	46
5.1	Identificació del gènere i l'espècie dels mosquits.	46
5.2	Eficàcia del tractament amb BTI:	47
5.3	Cost i benefici del control de plagues de mosquit.	48
6	CONCLUSIONS.	49
7	BIBLIOGRAFIA.	50
8	ANNEXES.	51
8.1	Anatomia general de les larves de mosquit.	51
8.2	Anatomia general de les femelles de mosquit.	52
8.3	Valors estadístics.	53

INDEX D'IMATGES

Imatge 1: Situació del Parc de la Mitjana a la ciutat de Lleida. (Google Earth).....	2
Imatge 2: Cicle biològic d'un mosquit.....	4
Imatge 3: Situació de les basses objecte d'estudi al Parc de la Mitjana. (Google Earth)..	8
Imatge 4: Presa de mostres amb dipper.	9
Imatge 5: Safata de mostreig i larves de mosquit.....	10
Imatge 6: Classificació i conservació de les mostres en tubs de microcentrífuga.....	11
Imatge 7: Aspirador Bug-Vac #2 per a capturar adults i recipients de cria.	11
Imatge 8: Tractament de les basses amb BTI.....	12
Imatge 9: Microscopi i lupa del laboratori multimedia de la UdL.....	14
Imatge 10: Determinació del gènere segons la morfologia de l'hipopigi	23
Imatge 11: Anatomia general de les larves de mosquit.....	51
Imatge 12: Anatomia general de les femelles de mosquit.	52

INDEX DE TAULES

Taula 1: Codi utilitzat per a l'etiquetatge de les mostres:	10
Taula 2: Calendari de tractaments:	12
Taula 3: Calendari de les dates de mostreig:	13
Taula 4: N ^o de larves capturades durant les mostrejos:	24
Taula 5: Taula de contingència de Presència per Tractament :.....	39
Taula 6: Anàlisi Chi quadrat mitjançant la prova de Pearson en l'anàlisi de contingència de Presència per Tractament:.....	39
Taula 7: Anàlisi de variància de les Basses 1, 5 i 6:.....	41
Taula 8: Taula de Contrast entre Basses Tractades i Basses NO Tractades (Basses 1, 5 i 6):	42
Taula 9: Anàlisi de variància de les Basses 2, 5 i 6:.....	43
Taula 10: Taula de Contrast entre Basses Tractades i Basses NO Tractades (Basses 2, 5 i 6):	44
Taula 11: Quantitat i preu del material utilitzat.	45
Taula 12: Taula de valors estadístics:.....	53

ÍNDIX DE GRÀFICS

Gràfic 1: Gènere del total de les larves capturades durant l'estudi.....	24
Gràfics 2 i 3: Gènere de les larves de la Bassa 1 i de la Bassa 2.....	25
Gràfics 4 i 5: Gènere de les larves de la Bassa 3 i de la Bassa 5	25
Gràfic 6: Gènere de les larves de la Bassa 6.	25
Gràfic 7: Gràfica en mosaic de l'anàlisi de contingència de Presència per Tractament. ...	39
Gràfic 8: Comparació de mitges entre les Basses 1, 5 i 6 durant tot el període d'estudi. .	40
Gràfic 9: Comparació de mitges entre les Basses 2, 5 i 6 a partir de la J5.....	42

ÍNDIX DE FOTOS

foto 1: Absència de sífó en larves del gènere Anopheles	17
foto 2: Presència de pinta sífònica.	18
foto 3: Sífó llarg i diverses sedes a la cara ventral en larves del gènere Culex	18
foto 4: Diferència de la situació del parell de sedes. Abans de la pinta sífònica en el gènere Culiseta (esquerra) i després de la pinta sífònica (dreta).	18
foto 5: Segment VIII sense placa quitinitzada en el gènere Aedes	19
foto 6: Palps curts en adults femella.	20
foto 7: Abdomen truncat en adults femella.	21
foto 8: Pleuritus i mesonotum sense escates de color blanc pur en adults femella.	21
foto 9: Sense seda a l'orifici respiracular en adults femella.	21
foto 10: Ungles de les potes amb pluillum (pels) en adults femella del gènere Culex	22
foto 11: Presència de lòbul sub-apical en adults mascle del gènere Culex	23
foto 12: Diferència entre tòrax sense espines (esquerra) i amb espines (dreta) en larves del gènere Culex	26
foto 13: Espina del sífó poc desenvolupada en larves de l'espècie impudicus	27
foto 14: Dents de la carda arrodonides en larves del gènere Culex	27
foto 15: Menys de 7 parells de sedes sífòniques en larves de l'espècie pipiens	27
foto 16: Sedes frontals plomoses en larves del gènere Anopheles	28
foto 17: Sedes clipeals externes molt dividides en larves del gènere Anopheles	29
foto 18: Seda antenaria implantada sobre el terç basal en larves de l'espècie maculipennis	29
foto 19: Seda antenaria dividida en larves del gènere Aedes	30
foto 20: Implantació regular de les dents de la pinta en larves del gènere Aedes	31
foto 21: Dents en forma d'espina en larves del gènere Aedes	31
foto 22: Sedes frontals simples en larves del gènere Aedes	31

foto 23: Sifó cònic en larves de l'espècie caspius .	32
foto 24: Pinta posseint únicament espines i sifó curt en larves de l'espècie longiareolata .	33
foto 25: Pinta amb espines proximals curtes i rígides i distals llargues i flexibles en larves del gènere <i>Culiseta</i> .	34
foto 26: Distància A < B en larves de l'espècie subochrea .	34
foto 27: Primer article dels tarsos posteriors més curt que la tibia en adults femella del gènere <i>Culex</i> .	35
foto 28: Bandes clares en posició proximal (en la part superior de l'anell) en adults del gènere <i>Culex</i> .	36
foto 29: Bandes clares d'amplada uniforme en els adults femella de l'espècie pipiens .	36
foto 30: Còxit sense escates en els adults mascle del gènere <i>Culex</i> .	37
foto 31: Lòbul sub-apical del coxit amb espines i apèndix en espàtula en adults mascle del gènere <i>Culex</i> .	38
foto 32: Braç latero-basal del paraprocte rudimentari en adults mascle de l'espècie pipiens .	38

1 INTRODUCCIÓ

El present projecte s'ha dut a terme en col·laboració amb la Regidoria de Medi Ambient i Horta de l'Ajuntament de Lleida. Es tracta d'un estudi d'investigació i control sobre la població dels mosquits del Parc de la Mitjana degut al problema que suposa per al conjunt de la societat la proliferació d'aquests insectes, no només per l'evident molèstia de les picades sinó també com a potencials vectors de transmissió de malalties.

1.1 Problemàtica i antecedents

El problema de la presència de mosquits en zones poblades ha sigut un tema de creixent interès social en els últims anys. Degut a l'increment de les temperatures cada cop es reuneixen condicions més idònies per a la proliferació d'aquest molest insecte en zones on anteriorment la seva presència era més reduïda o inclús inexistent. Aquest fet, juntament amb la seva ràpida expansió degut a l'augment de les vies de comunicació i del comerç, tant nacional com internacional, que provoca l'arribada de noves espècies, han sigut els factors principals de l'increment d'aquesta problemàtica (Bueno and Peydró, 2008).

A més, el fet de que hi hagi diversos gèneres de mosquits que són potencials vectors de malalties greus com la malària i el paludisme entre d'altres, fa que es tracti d'una important qüestió de salut pública.

Per tot això cada cop es té més consciència per part de l'Administració de la necessitat d'actuar de manera eficaç per a controlar les poblacions de mosquits, especialment en zones urbanes i periurbanes.

Precisament degut a aquest creixent interès el projecte es durà a terme amb la col·laboració de la Regidoria de Medi Ambient i Horta de l'Ajuntament de Lleida, ja que fins ara no s'ha realitzat cap estudi d'aquestes característiques i no es disposa de cap precedent.

1.2 Localització

L'àrea de l'estudi està localitzada al Parc de la Mitjana de Lleida, que ocupa una superfície aproximada de 90 ha a la zona nord-est del casc urbà.



Imatge 1: Situació del Parc de la Mitjana a la ciutat de Lleida. (Google Earth)

En una regió principalment àrida com és la nostra, és difícil trobar un espai natural tan singular, no només perquè hi creix una massa vegetal poc comú, sinó també perquè s'hi crea un microclima, que permet l'aparició d'uns organismes, tan de flora com fauna, més propis dels països humits i temperats i que evoluciona de manera independent dels circumdants. Aquest parc conserva una de les superfícies de bosc de ribera més extenses i millor conservades de tot Catalunya, sent un lloc d'hivernada, cria i repòs de nombroses espècies d'aus aquàtiques.

La gestió de la Mitjana correspon a l'Ajuntament de Lleida, que va obtenir la cessió d'usos indefinida, l'any 1986, per part de FECSA, l'empresa propietària

El Pla d'Ordenació de la Mitjana (Casals et al. 1993) defineix àrees amb diferents nivells d'usos i d'interès per a la conservació:

- Àrea de Reserva Natural
- Àrea d'Interès Natural.
- Àrea d'ús públic.

El Parc de la Mitjana està catalogat com a Zona Humida per l'Inventari de Zones Humides de Catalunya i té una protecció municipal emparada per la legislació urbanística quan va ser declarada l'any 1979 Àrea d'Interès Natural, i posteriorment Parc d'Interès Natural en el Pla General Municipal (PGM) de Lleida (1992-2015). Les diferents actuacions

queden regulades per l'article 324 relatiu al capítol sisè (Àrees d'Interès Natural) del títol sisè de la Regulació del sòl no urbanitzable del PGM de Lleida.

L'Ajuntament de Lleida realitza la gestió de la Mitjana amb l'objectiu de compatibilitzar l'ús públic del parc amb la conservació dels seus valors naturals. Per això compta amb un programa d'educació ambiental ampli per tot tipus de públic, un centre d'interpretació del Parc (CIM) i un equip d'educadors que organitzen activitats i visites guiades. També contracta una empresa que s'encarrega del manteniment: neteja diària dels camins i cursos d'aigua, manteniment de la vegetació, eliminació d'espècies invasores, vigilància, etc.

1.3 Caracterització dels mosquits:

Els mosquits pertanyen a l'ordre Diptera i família Culicidae. Presenten una metamorfosi completa consistent en quatre estadis: els ous donen lloc a larves aquàtiques i aquestes es transformen en nimfes, de les quals emergeixen els adults. Actualment es coneixen aproximadament 3000 espècies de mosquits i poden trobar-se en pràcticament qualsevol tipus de zona climàtica, des de les regions àrtiques fins als tròpics.

Poden aparèixer en pràcticament qualsevol massa d'aigua, sempre i quan estigui estancada o flueixi molt lentament, i tampoc és necessari que sigui permanent ja que hi ha espècies (com *Culex pipiens*) que si les condicions són favorables en una setmana poden completar el seu cicle. La temperatura és el factor més determinant (exceptuant la indispensable presència d'aigua) veient-se molt afavorides per la calor encara que hi ha espècies que mostren una bona tolerància a les baixes temperatures

Els mosquits tenen nombrosos enemics naturals. Les larves estan exposades a diferents depredadors, sobretot peixos (*Gambusia holbrooki*), insectes en fase adulta (*Dytiscidae*, *Notonectidae*) i també larves d'insecte (Odonata). Els adults voladors són presa d'aràcnids, libèl·lules, rat-penats i ocells insectívors.

Cicle biològic:

1.3.1 L'ou.

Els ous dels mosquits tenen una forma generalment subcilíndrica i una longitud d'1 mm. Les femelles fan la posta d'un en un (*Aedes*, *Anopheles*) o en grups d'entre 50 i 200, formant apinyaments anomenats navícules (*Culex*). La seva forma fa que les navícules surin a la superfície de l'aigua, com també ho fan alguns ous isolats proveïts de flotadors (*Anopheles*). Les eclosions dels ous estan molt lligades al medi i en el cas de moltes espècies oportunistes, com el cas del gènere *Aedes*, que realitza la posta just fora del medi

líquid són produïdes per les inundacions i la pluja, encara que la majoria els dipositen directament sobre l'aigua com en el cas de *Culex* i *Anopheles* (Rossi and Almirón, 2004).

1.3.2 La larva.

La larva és aquàtica i passa per quatre estadis separats cadascun d'ells per una muda, creixent des del voltant d'1 mm de longitud fins a uns 12 mm (segons l'espècie). La temperatura és el principal factor que determina la durada de l'estadi larvari, podent completar-se en 5-6 dies en èpoques de calor o duplicant-se en cas de temperatures menys favorables.

Es desplacen mitjançant contraccions abdominals molt característiques i s'alimenten per filtració i raspat de partícules de matèria orgànica, algues unicel·lulars i bacteris, entre altres organismes.

Les larves, a excepció del gènere *Coquillettidia* i *Mansonia*, respiren captant l'oxigen atmosfèric. Això ho realitzen col·locant-se cap per avall a la superfície de l'aigua i captant l'aire per mitjà d'un sífó respiratori situat a l'extrem de l'abdomen encara que les del gènere *Anopheles* no disposen d'aquest sífó i es col·loquen paral·lelament a la superfície de l'aigua, respirant directament per l'extrem de l'abdomen (Schäfer 2004).



Imatge 2: Cicle biològic d'un mosquit. A dalt a l'esquerra adult (aramel.free.fr); A dalt a la dreta posta d'ous en navícula (medent.usyd.edu.au); A baix a la dreta larva; A baix a l'esquerra pupa (flickr.com).

1.3.3 La pupa.

Aquest estadi dura poc, de 2 a 3 dies. La pupa no s'alimenta, aprofita les reserves acumulades durant l'estadi larvari i respira mitjançant dues "trompetes" situades sobre el cefalotòrax. Les pupes de mosquit es queden a la superfície de l'aigua, però si és necessari es submergeixen amb l'ajut d'unes paletes natatòries situades al final de l'abdomen.

En el moment de l'emersió de l'adult, l'exosquelet es trenca longitudinalment i l'adult emergeix a la superfície de l'aigua, on resta durant un curt període de temps fins que és capaç d'alçar el vol.

1.3.4 L'imago o adult.

L'aliment habitual dels adults, mascles i femelles, és el nèctar de les flors. Les picades, exclusivament produïdes per les femelles, són una aportació suplementària de proteïnes per a la maduració dels ous. Les femelles, poden recórrer distàncies de diversos quilòmetres en cas de ser necessari, o inclús més gràcies al vent (Bayer Pestcontrol Expert, 2012).

Els mosquits piquen sobretot vertebrats, però solen preferir-ne algun ordre concret. N'hi ha que prefereixen les aus (*Culiseta longiareolata*) o els amfibis (*Culex impudicus*). Uns altres, com ara *Culex pipiens*, poden produir inclús una primera posta sense necessitat de proveir-se de sang (posta autògena) (Schäfer, 2004).

La majoria de mosquits piquen a unes hores concretes del dia, sobretot a la sortida i a la posta del sol, o durant la nit (com la majoria d'*Anopheles*). Algunes espècies, com les pertanyents al gènere *Aedes*, poden ser actives a qualsevol hora del dia.

La fecundació dels ous es fa al moment de la posta, però l'acoblament és previ. Hi ha generalment una sola còpula, aproximadament al cap de dos dies de l'aparició de l'adult, ja que l'esperma queda emmagatzemat dins de les espermateques de la femella, on es conserva al llarg de tota la seva vida (Bueno et al., 2009).

La magnitud de la posta varia segons l'espècie i la quantitat de sang xuclada. Si la femella ha pogut proveir-se de tota la necessària en una sola picada no ho farà de nou fins haver realitzat la posta.

El fenomen de la hibernació pot donar-se en un estadi fix (ou, larva, adult) o en diversos estadis encara que habitualment es presenta en els adults. Poc abans de començar el període d'hibernació, les femelles s'alimenten de tot el nèctar possible per tal de produir un teixit especial, el cos gras, que els servirà de reserva alimentària. Durant aquest període les femelles es refugien en llocs protegits i els mascles senzillament moren.

La durada de la vida dels mosquits adults pot variar, sent de tant sols uns dies fins a arribar inclús a un parell de mesos, depenent de l'espècie, del sexe i de les condicions climàtiques (Berchi et al, 2008).

2 OBJECTIUS

El present Projecte de Final de Grau està enfocat a estudiar la població dels mosquits (Diptera, Culicidae) del Parc de la Mitjana de Lleida per tal de facilitar la lluita i control d'aquesta plaga en un futur immediat. L'estudi es pot dividir en dos fases principals l'objectiu de les quals és el següent:

- Identificació de gèneres i espècies de la família Culicidae al Parc de la Mitjana ja que a Lleida no s'ha realitzat cap estudi previ en aquest sentit i es desconeix quines són les espècies presents.

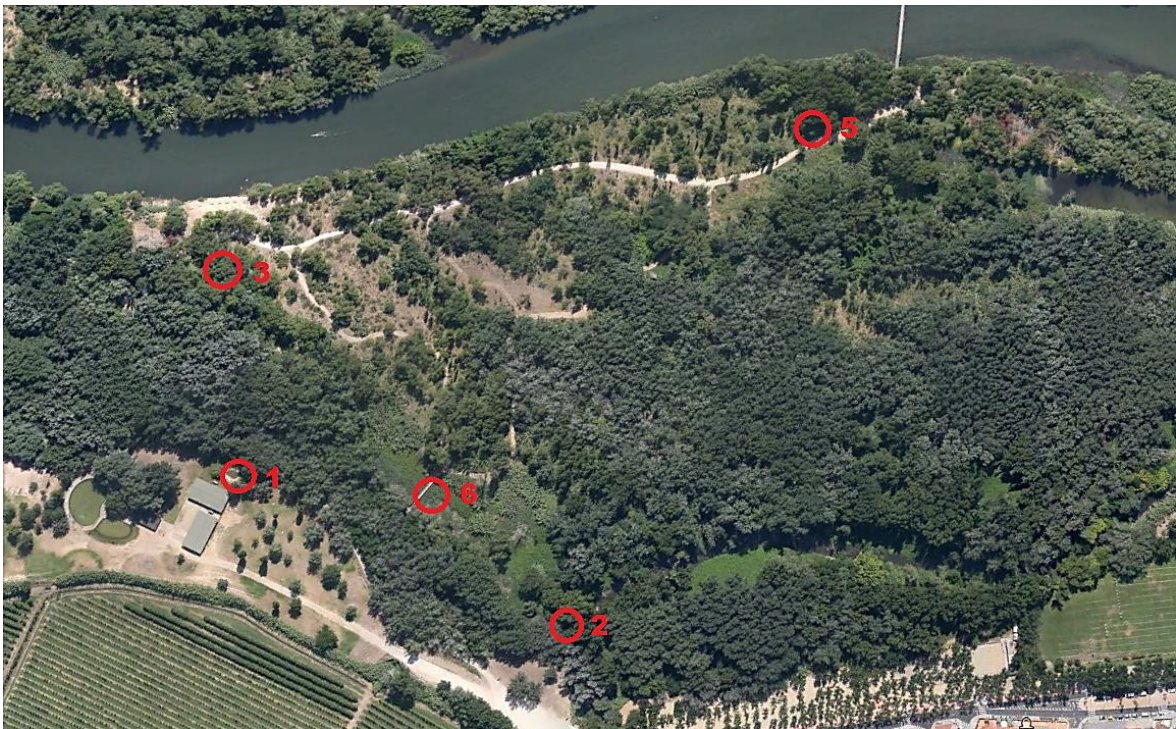
- Determinació de l'eficàcia del tractament amb *Bacillus thuringiensis var. israelensis* (BTI) sobre la població de larves de mosquit d'un determinat nombre de basses del Parc de la Mitjana.

A part d'aquest dos objectius es realitzarà també un secundari, consistent en el càlcul dels costos econòmics que ha comportat l'estudi i tractament realitzat, i una estimació dels potencials beneficis socials que pot comportar la lluita contra aquesta plaga.

3 MATERIAL I MÈTODES

3.1 Localització de basses.

El primer pas ha sigut trobar basses adequades per a la proliferació de mosquits. S'han realitzat una sèrie de mostrejos previs al tractament amb BTI mitjançant un salabre circular únicament per a confirmar la presència o no de larves. Després de localitzar i ubicar en el mapa un nombre suficient de basses que reuneixin les condicions necessàries, s'han dividit en dos grups, unes amb funció de control (on no s'ha realitzat cap tractament) i unes altres en que si s'ha aplicat el producte. La destinació de cada bassa s'ha fet de manera aleatòria per tal de que els resultats no estiguin condicionats per criteris subjectius.



Imatge 3: Situació de les basses objecte d'estudi al Parc de la Mitjana. (Google Earth).

De les 7 basses localitzades inicialment un total de 5 reuneixen les condicions idònies per a l'estudi, ja que es buscava que tinguessin les dimensions i profunditat suficients per tal de poder garantir la presència d'aigua durant tot el període d'estudi. A l'haver-se iniciat a principis del mes de juliol restava per davant la major part del període sec i per tant aquest factor no estava garantit.

De les 7 basses dues es van assecar els primers dies (Bassa 4 i Bassa 7) i tot i ser descartades de la resta de l'estudi es van mantenir els números originals de cadascuna

d'elles degut a que ja s'havia realitzat el primer mostreig i per tant les mostres ja estaven etiquetades.

La Bassa 3, que inicialment semblava reunir les condicions necessàries per a suportar les dures condicions de l'estiu de Lleida també va patir dos períodes de sequera, un entre la Jornada 3 i 4 i un altre a la Jornada 6. Tot i això es va seguir mostrejant degut a que havia sigut una de les tractades amb BTI i podia resultar útil per algun altre fi, com així ha resultat.

3.2 Presa de mostres.

La presa de mostres ha consistit en un mostreig sistemàtic de cada bassa per tal d'obtenir dades quantitatives que puguem comparar periòdicament entre si. El sistema emprat és l'anomenat "dipping" (Alba et al, 2004), que es realitza mitjançant la immersió d'un recipient (en aquest cas de 1l de volum) situat a l'extrem d'una pèrtiga de 2m de longitud. La tècnica consisteix en la immersió del dipper fins al fons de la bassa i la realització d'un moviment ascendent completament vertical per capturar el major nombre possible de larves situades en la columna d'aigua. S'han pres quatre mostres en cada bassa amb lo que s'obté un volum total de 4 litres per a cada una d'elles. Les mostres s'han dipositat en un recipient per al seu transport i posterior anàlisi un cop l'haguem dut al laboratori.



Imatge 4: Presa de mostres amb dipper.

3.3 Conservació i classificació de les mostres.

Un cop al laboratori s'ha abocat el contingut de cada mostra, separada per basses, en una safata. Degut a la reduïda mida de les larves i a la quantitat de restes i matèria

orgànica ha sigut necessari anar diluint les mostres per un procés de decantació (en el cas de la Bassa 2, degut a la gran quantitat de fang i restes orgàniques que presentava, ha sigut necessari també passar el contingut per un sedàs de 0,5 mm) i mitjançant un comptagotes s'han capturat les larves i dipositat en tubs de microcentrífuga. Per a la seva conservació s'han submergit en una dissolució d'alcohol etílic i aigua en una proporció 1/1.

L'etiquetatge ha consistit en introduir en cada tub de microcentrífuga una etiqueta de paper vegetal on consta, mitjançant un codi escrit en llapis per tal que no s'esborri degut a l'alcohol, el número de bassa, mostra, jornada i, un cop identificades i classificades, també el gènere de les larves. Per exemple B1M1J1/C significa: Bassa 1 (B1); Mostra 1 (M1); Primera jornada de mostreig (J1); Gènere *Culex* (C). A l'exterior i a la part superior del tub de microcentrífuga també s'ha escrit el codi amb un retolador permanent per tal de facilitar la seva ràpida identificació.

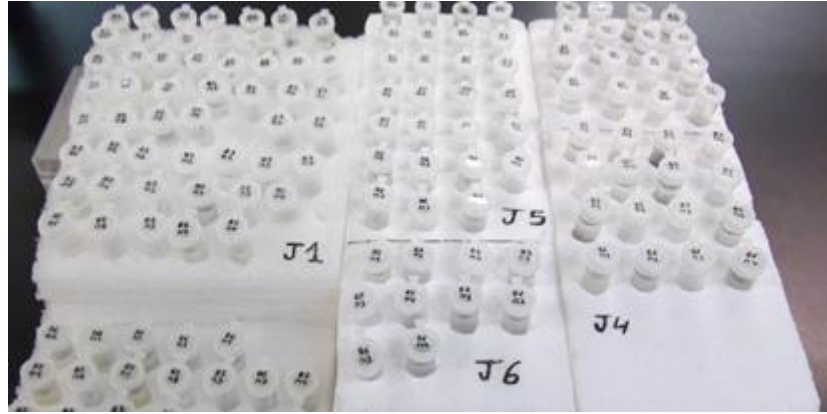
Taula 1: Codi utilitzat per a l'etiquetatge de les mostres:

Símbol	Significat
B	Bassa
M	Mostra
J	Jornada
C	<i>Culex</i>
Cl	<i>Culiseta</i>
Ae	<i>Aedes</i>
An	<i>Anopheles</i>



Imatge 5: Safata de mostreig (esquerra) i larves de mosquit (dreta).

El processament i anàlisi principal de les mostres s'ha dut a terme en les instal·lacions del CIM (Centre d'Investigació de la Mitjana), localitzat en el mateix parc, el qual disposa d'un laboratori amb tot el material necessari per al seu tractament.



Imatge 6: Classificació i conservació de les mostres en tubs de microcentrífuga.

Al cap d'una setmana s'ha fet un canvi de la dissolució 1/1 per una del 100% d'alcohol etílic ja que no es podia fer d'inici per no malbaratar els teixits orgànics.

3.4 Cria i captura d'adults en laboratori.

Per a realitzar una identificació complementaria dels gèneres i espècies de mosquits presents a la zona amb l'objectiu de poder contrastar la informació obtinguda de la identificació de les larves amb la dels adults s'ha capturat un nombre de larves, prèviament a l'aplicació del tractament amb BTI, de cadascuna de les basses objecte de l'estudi. S'han disposat en una sèrie de recipients de plàstic d'aproximadament 4 l de volum, classificats per basses i amb aigua recollida també de la seva corresponent bassa, per a deixar-les evolucionar fins a l'estadi adult. Per tal que els adults no escapessin s'ha cobert el recipient amb una tela subjectada per una goma elàstica per garantir la correcta circulació de l'aire.

La captura dels individus adults que han anat emergint en els diferents recipients s'ha realitzat mitjançant un aspirador "Bug-Vac #2" i posteriorment s'han conservat de la mateixa manera amb la que s'ha procedit a la conservació de les larves.

Les claus d'identificació utilitzades han sigut les anteriorment esmentades per a la identificació de les larves. L'anatomia dels adults es pot veure en l'annex 8.2. (Imatge 12).



Imatge 7: Aspirador Bug-Vac #2 (esquerra) per a capturar adults i recipients de cria (dreta).

3.5 Tractament de les basses.

Un cop acabat el primer mostreig, s'ha procedit al tractament de les basses seleccionades per a tal fi amb VECTOBAC^R 12 AS en una proporció de 0,005/1 litres (producte/H₂O). L'aplicació del producte s'ha fet mitjançant la polvorització de la mescla amb un compressor de mà de manera abundant per tota la superfície de la bassa.

Cal matisar que aquest producte actua exclusivament sobre els mosquits en el seu estat larvari; la pupa, que és l'estat intermedi entre la larva i l'adult, encara que roman durant 2 o 3 dies a l'aigua abans de convertir-se en adult, no s'alimenta i per tant no es veu afectada pel tractament.



Imatge 8: Tractament de les basses amb BTI.

Taula 2: Calendari de tractaments:

Bassa	Data de tractament	Quantitat aplicada ¹
1	15/7/14 (entre J1 i J2)	5 l de mescla BTI/aigua
3	15/7/14 (entre J1 i J2)	5 l de mescla BTI/aigua
2	12/8/14 (entre J5 i J6)	10 l de mescla BTI/aigua

Degut al problema comentat anteriorment per la dessecació de la Bassa 3, s'ha optat per tractar una altra bassa per tal de reunir més dades de basses on s'hagi aplicat el tractament amb BTI i per això es s'ha procedit al tractament de la Bassa 2 entre la Jornada 5 i la 6. Les Basses 5 i 6 han seguit amb funció de basses control.

¹ La diferència entre la quantitat de producte aplicat es deu a la mida de les basses.

3.5.1 Característiques del producte utilitzat per al tractament:

VECTOBAC^R 12 AS és un insecticida amb la bactèria *Bacillus thuringiensis* com a ingredient actiu, les espores del qual són efectives contra les larves de mosquit. La seva activitat insecticida actua per ingestió i un cop ingerit el producte les larves moren a les poques hores. És un producte respectuós amb la fauna beneficiosa, no alterant l'equilibri ecològic, innocu per a l'home i la fauna terrestre i aquàtica (fitxa tècnica del producte).

Composició: *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, serotip H-14 (1,2 milions de U.I./g) 1,2% Suspensió concentrada (SC).

Perillositat general:

- Mamífers: A
- Aus: A
- Peixos: A
- Abelles: Relativament innocu per a abelles.

La seva aplicació està autoritzada en tractaments insecticides contra larves de mosquit *Aedes* sp. i *Culex* sp. en: maresmes, basses, canals, bales, llacunes.

3.6 Seguiment de l'evolució de les basses.

El primer mostreig posterior al tractament (J2) s'ha realitzat al cap de 3 dies d'aquest mitjançant el mateix sistema "dipping" utilitzat anteriorment i aplicat en els mateixos punts, tant en les basses tractades com en les control, per tal de veure l'evolució de la població de larves de mosquit. A partir d'aquell moment el mostreig ha tingut una periodicitat setmanal i amb una vigència d'aproximadament un mes i mig, tal i com es pot veure en la següent taula, en funció de la reaparició de la població de larves en les basses tractades.

Taula 3: Calendari de les dates de mostreig:

Dates de recollida de mostres								
11/7/14	18/7/14	25/7/14	31/7/14	8/8/14	15/8/14	22/8/14	29/8/14	5/9/14
J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9

3.7 Identificació del gènere de les larves.

El primer pas ha consistit en abocar el contingut dels tubs de microcentrífuga en una placa de Petri i, mitjançant l'ajut d'una lupa de mà, o una lupa binocular en cas de ser necessari, separar-les per gèneres. La primera divisió s'ha fet en tres grups a partir de la morfologia del sifó, que és el tret més característic de les larves de mosquit. Per una banda s'han separat les del gènere *Culex*, per altra les del gènere *Anopheles* i la resta, *Aedes* i *Culiseta* en un mateix grup. Això és degut a que la diferència entre aquests tres primers grups és apreciable a simple vista en el cas de *Culex* (sifó llarg i estret) i *Anopheles* (absència de sifó) mentre que per diferenciar el gènere *Culiseta* del gènere *Aedes*, tots dos amb el sifó curt i ample, és necessària l'observació amb lupa binocular de 20x o 40x augments, en funció de la mida de la larva, ja que la diferència entre ells és la situació del plomall del sifó, la qual cosa no és apreciable a simple vista ni amb lupa de mà en la majoria de casos (Utrio, 1976). L'anatomia general de les larves es pot veure a l'annex 8.1. (Imatge 11)

La identificació del gènere de les larves s'ha fet amb l'ajut de les claus dicotòmiques proporcionades pel personal del Delta de l'Ebre i de la "Clave Ilustrada Para La Identificación de Larvas de Mosquitos" (Rossi and Almirón, 2004).

3.8 Identificació de les espècies.

La identificació de les espècies ha requerit d'un equip amb tecnologia més avançada que per a la dels gèneres ja que en alguns casos es tracta d'apreciar diferències d'unes poques micres. Aquesta feina s'ha dut a terme en el laboratori multimèdia de la UdL mitjançant una lupa binocular model LEICA MZ8 i un microscopi electrònic LEICA DM4000 B tots dos amb càmera incorporada per a la captura d'imatges digitals.



Imatge 9: Microscopi (esquerra) i lupa (dreta) del laboratori multimèdia de la UdL.

Abans de poder fer la identificació s'han fet una sèrie de preparacions. El procés ha consistit en submergir les larves en una solució de KOH al 10% per tal d'aconseguir la decoloració parcial dels teixits (el temps d'immersió ha variat entre 2 i 15 minuts en funció de la mida i la coloració de les larves). Després d'un posterior rentat en aigua s'han dipositat en un portaobjectes, s'ha aplicat gel de glicerina i s'han cobert amb làmines cobreobjectes.

Per a la identificació de les preparacions s'ha escrit amb retolador permanent el mateix codi l'utilitzat anteriorment per a identificar els tubs de microcentrifuga i per finalitzar s'han col·locat en una safata de laboratori, on s'han deixat reposar tota la nit en un forn a una T° de 20°C per tal d'assentar bé el material.

Les claus d'identificació han sigut les mateixes que les utilitzades per als gèneres i també amb fotos obtingudes de la pàgina web "Les Culicidae d'Afrique Méditerranéenne" (Boussès and Granouillac, 2011).

3.9 Estudi estadístic.

Per al tractament estadístics de totes les dades recopilades durant els mostrejos s'ha utilitzat el programa JMP Pro 11 (SAS Institute Inc. 2013 JMP® 11).

Degut a que les dades obtingudes són dades quantitatives i presenten una distribució de Poisson, s'han hagut de transformar per a obtenir una millor normalitat i estabilitat de les variàncies. La transformació ha consistit en utilitzar l'expressió següent:

$$x^* = \sqrt{x + 1}$$

- On $x = n^{\circ}$ de larves obtingudes a cada mostra.

Un cop hem transformat les dades passem al tractament amb JMP amb el que farem dos tipus d'estudis².

3.9.1 Relació Presència - Tractament:

El primer estudi estadístic ha consistit en analitzar si hi ha relació entre el tractament amb BTI i la presència de larves. S'ha realitzat un anàlisi Chi quadrat mitjançant la Prova de Pearson.

² Per rebutjar la hipòtesi nul·la (H_0) considerem un nivell de probabilitat del 5% en tots els casos.

Per a aquest estudi estadístic no s'han tingut en compte les dades obtingudes de la Bassa 3 ja que degut a que es va assecar en dues ocasions hi ha jornades en que la presència o absència de larves no és deguda al tractament.

3.9.2 Estudi transversal Basses - Jornada:

Aquest estudi ha consistit en 3 parts:

a) Primer s'ha fet una ANOVA per analitzar el factor BASSA sobre el recompte total de larves mostrejades.

b) En els casos en que la Prova F hagi mostrat una diferència significativa s'ha realitzat una separació de mitges mitjançant una prova HSD de Tukey, independentment de que les basses hagin estat tractades o no.

c) Per últim s'ha realitzat un Contrast lineal planificat de mitges entre basses tractades i basses no tractades³.

3.10 Càlcul de costos econòmics.

Per a calcular el cost que ha tingut la realització d'aquest projecte valorarem dos factors:

a) Les hores de feina dedicades al conjunt de l'estudi (a partir de taules de retribucions oficials de la UdL)

b) Cost del material utilitzat en totes les fases (a partir de factures i albarans proporcionats per la pròpia UdL també).

³ Aquest últim contrast no s'ha realitzat per la Jornada 1 ja que encara no s'havia tractat cap bassa i per tant no es pot dur a terme.

4 RESULTATS

4.1 Identificació dels gèneres.

4.1.1 Determinació del gènere de les larves:

✿ Absència de sífó _____ **Anopheles** (foto 1)

✿ Presència de sífó

Absència de pinta sífònica _____ **Orthopodomya**

Presència de pinta sífònica _____ (foto 2)

▶ Diverses sedes a la cara ventral _____ **Culex** (foto 3)

▶ Un parell de sedes abans de la pinta _____ **Culiseta** (foto 4)

▶ Un parell de sedes després de la pinta

∅ Placa quitinitzada en el segment VIII _____ **Uranotaenia**

∅ Sense placa quitinitzada al segment VIII _____ **Aedes** (foto 5)



foto 1: Absència de sífó en larves del gènere **Anopheles**.

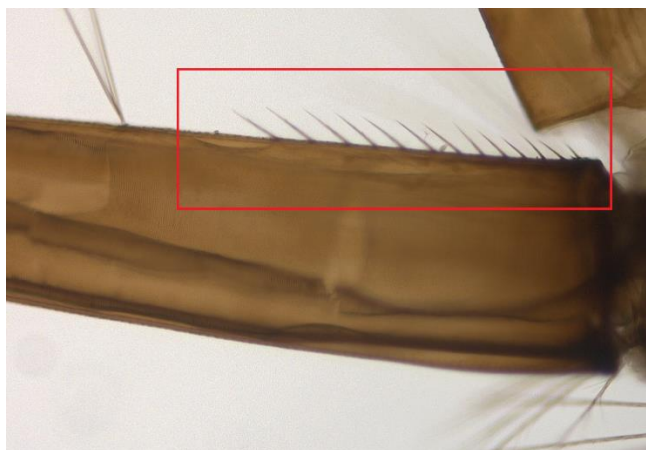


foto 2: Presència de pinta sifònica.



foto 3: Sifó llarg i diverses sedes a la cara ventral en larves del gènere **Culex**.

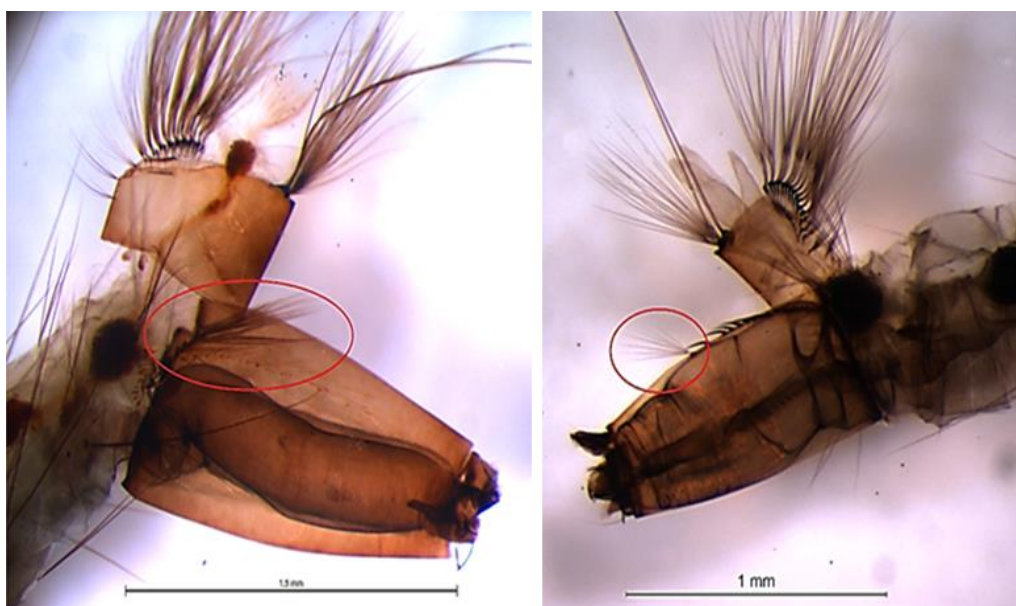


foto 4: Diferència de la situació del parell de sedes. Abans de la pinta sifònica en el gènere **Culiseta** (esquerra) i després de la pinta sifònica (dreta).



foto 5: Segment VIII sense placa quitinitzada en el gènere **Aedes**.

4.1.2 Determinació del gènere dels adults femella:

✿ Palps llargs _____ *Anopheles*

✿ Palps curts _____ (foto 6)

Abdomen afuat _____ *Aedes*

Abdomen truncat _____ (foto 7)

▶ Pleuritus i mesonotum⁴ amb escates

de color blanc pur _____ *Orthopodomya*

▶ Pleuritus i mesonotum sense escates

de color blanc pur _____ (foto 8)

∅ Amb sedes respiraculars _____ *Culiseta*

∅ Sense sedes respiraculars _____ (foto 9)

★ Ungles de les potes sense pluvillum _____ *Coquillettidia*

★ Ungles de les potes amb pluvillum _____ **Culex** (foto 10)



foto 6: Palps curts en adults femella.

⁴ Mirar anatomia general de les femelles de mosquit a l'annex 8.2 (Imatge 12).

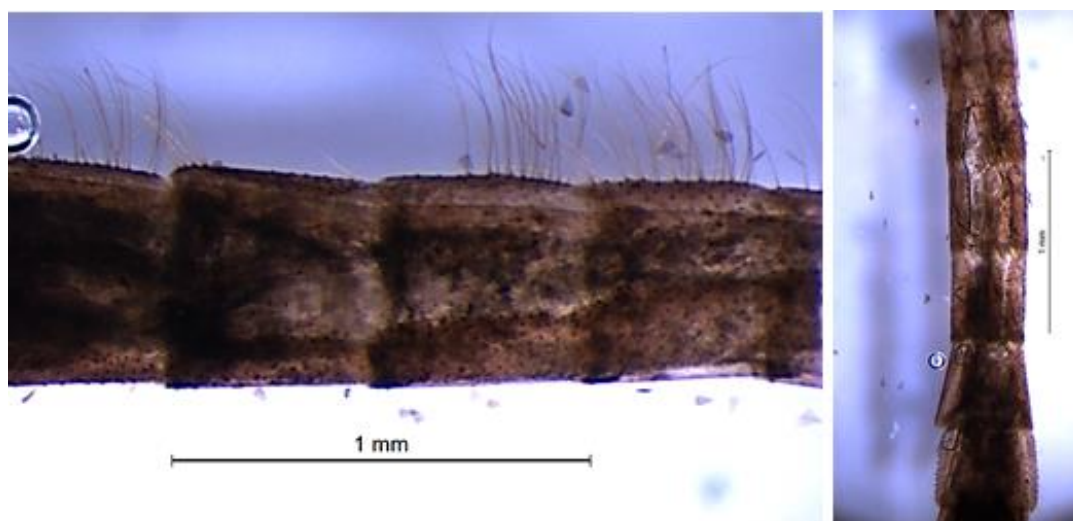


foto 7: Abdomen truncat en adults femella.

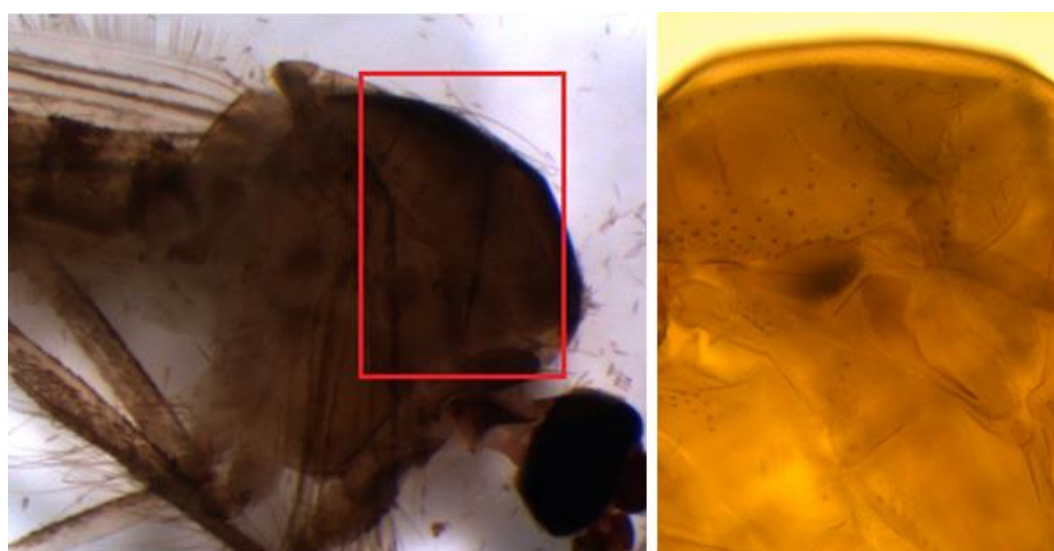


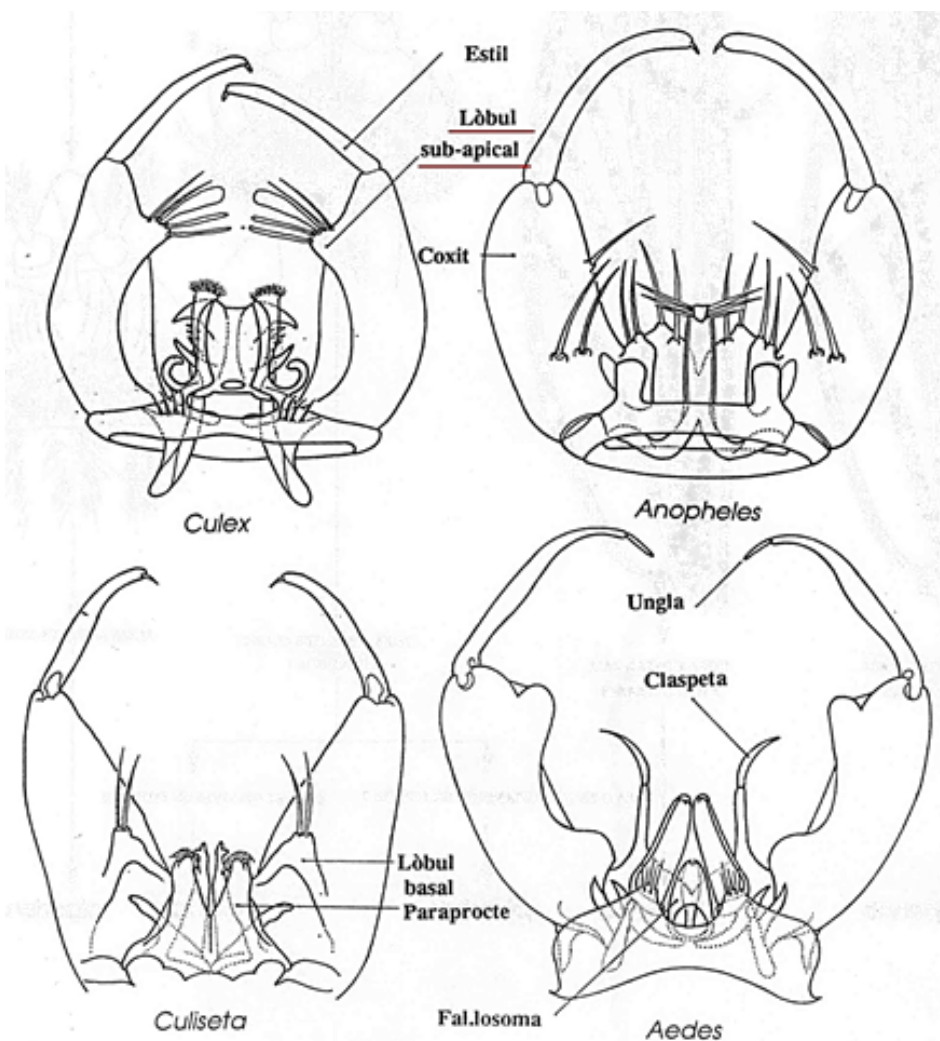
foto 8: Pleuritus i mesonotum sense escates de color blanc pur en adults femella.



foto 9: Sense seda a l'orifici respiracular en adults femella.



foto 10: Ungles de les potes amb pluviellum (pels) en adults femella del gènere **Culex**.

4.1.3 Determinació del gènere dels adults mascle:

Imatge 10: Determinació del gènere segons la morfologia de l'hipòpigi (òrgan reproductor masculí).



foto 11: Presència de lòbul sub-apical en adults mascle del gènere **Culex**.

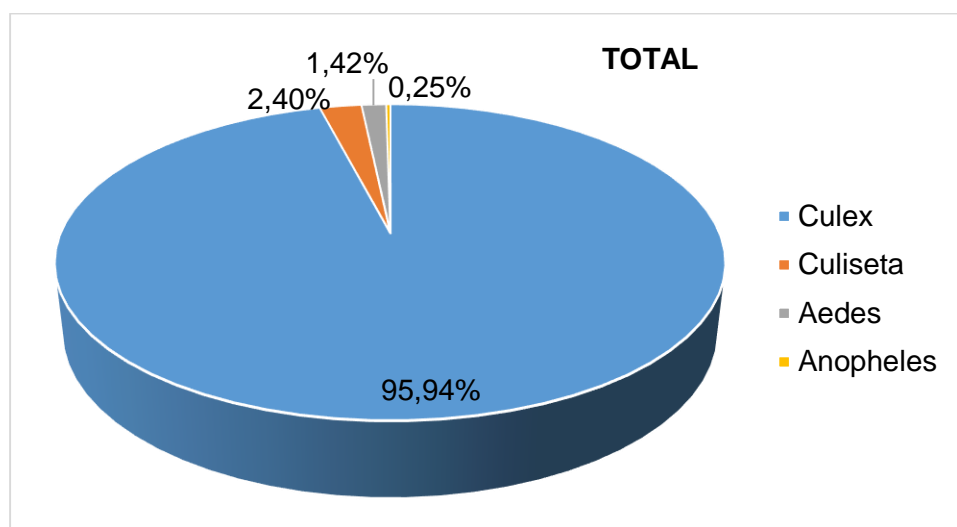
4.1.4 Gèneres identificats.

Del total de larves mostrejades hem pogut determinar la presència dels 4 gèneres següents: ***Culex*, *Culiseta*, *Aedes* i *Anopheles***.

Com que s'ha identificat el gènere de totes les larves de les basses mostrejades podem crear una sèrie de gràfics per mostrar quin és el gènere més present.

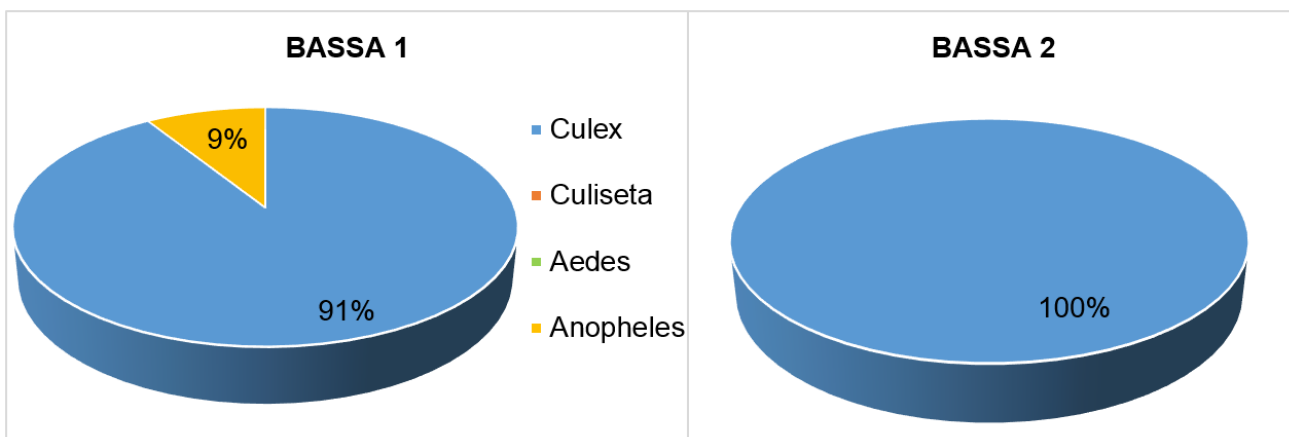
Taula 4: N^o de larves capturades durant les mostrejos:

Bassa	Culex	Culiseta	Aedes	Anopheles	TOTAL
1	71	0	0	7	78
2	2150	0	0	0	2150
3	465	68	25	0	558
5	1013	42	34	4	1093
6	975	7	10	1	993
TOTAL	4674	117	69	12	4872

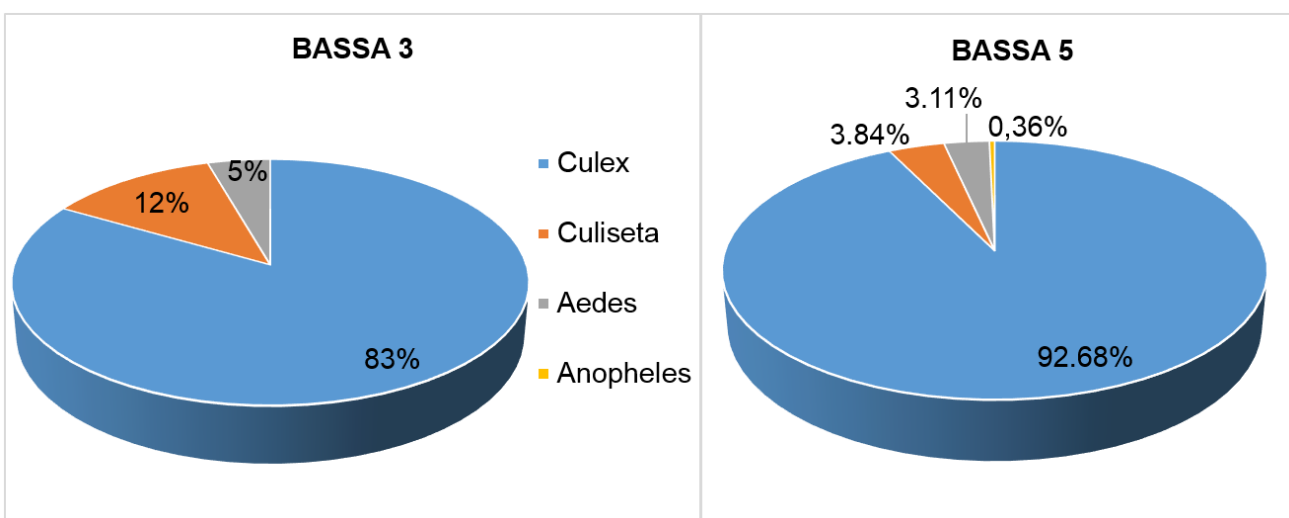


Gràfic 1: Gènere del total de les larves capturades durant l'estudi.

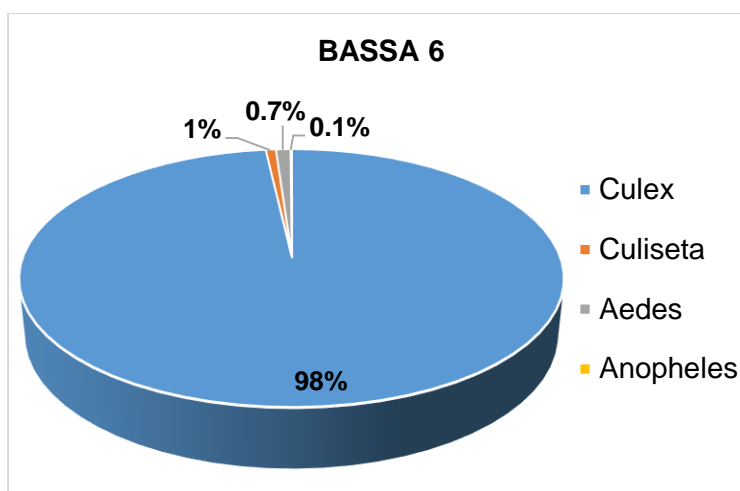
En el gràfic podem observar clarament que la gran majoria de larves pertanyen al gènere *Culex* tal i com era d'esperar ja que és mosquit més present i (de fet *Culex pipiens* rep el nom de mosquit comú). Els gèneres *Aedes* i *Culiseta* només representen un petit percentatge del total mentre que la presència del gènere *Anopheles* és pràcticament insignificant en el conjunt total de les mostres.



Gràfics 2 i 3: Gènere de les larves de la Bassa 1 (esquerra) i de la Bassa 2 (dreta).



Gràfics 4 i 5: Gènere de les larves de la Bassa 3 (esquerra) i de la Bassa 5 (dreta)



Gràfic 6: Gènere de les larves de la Bassa 6.

4.2 Determinació de les espècies

4.2.1 Determinació de l'espècie en larves del gènere *Culex*:

- ✿ Tòrax sembrat de fines espines _____ (foto 12)
 - # Espina del sífó poc desenvolupada _____ ***C. impudicus*** (foto 13)
 - # Espina del sífó en forma de ganxo _____ *C. hortensis*
- ✿ Tòrax sense fines espines _____ (foto 12)
 - # Dents de la carda lanceolades _____ *C. theileri*
 - # Dents de la carda arrodonides _____ (foto 14)
 - ▶ Més de set parells de sedes _____ *C. modestus*
 - ▶ Quatre o cinc parells de sedes _____ ***C. pipiens*** (foto 15)

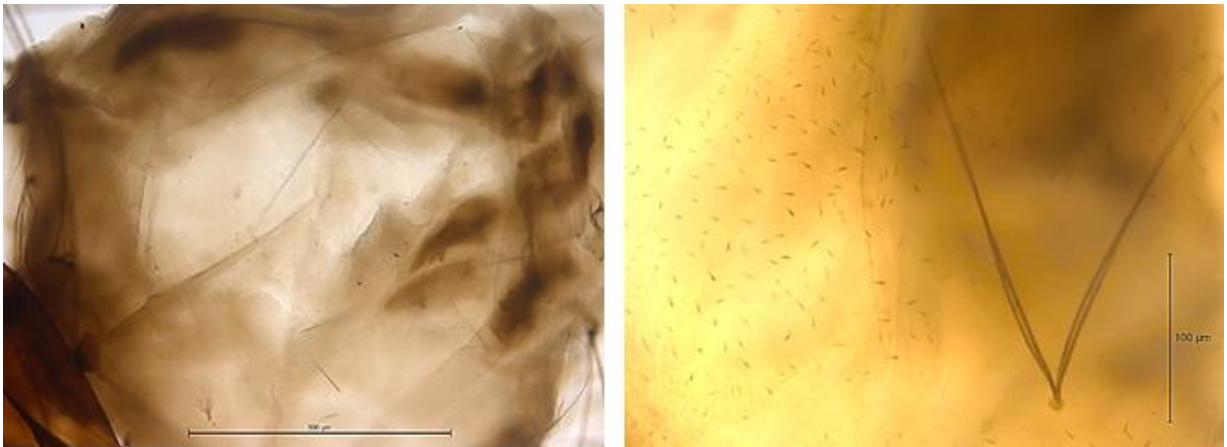


foto 12: Diferència entre tòrax sense espines (esquerra) i amb espines (dreta) en larves del gènere *Culex*.

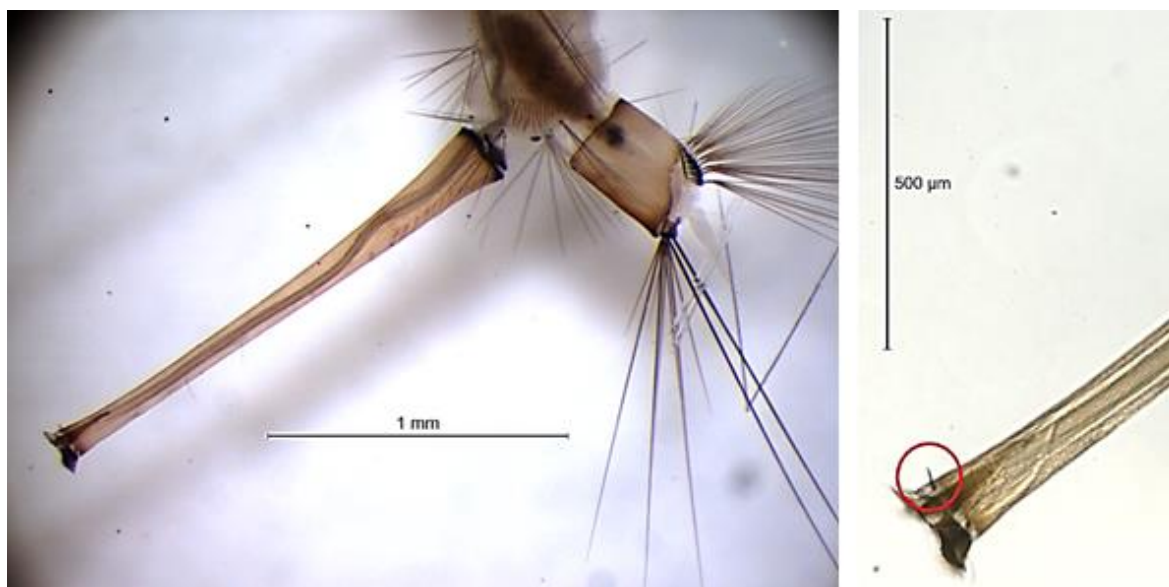


foto 13: Espina del sífó poc desenvolupada en larves de l'espècie *impudicus*.

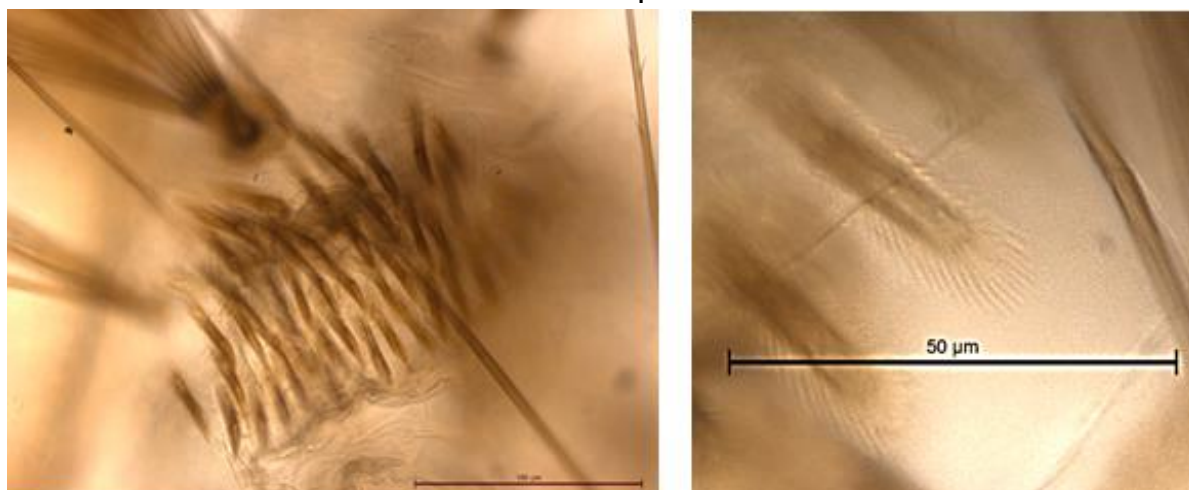


foto 14: Dents de la carda arrodonides en larves del gènere *Culex*.

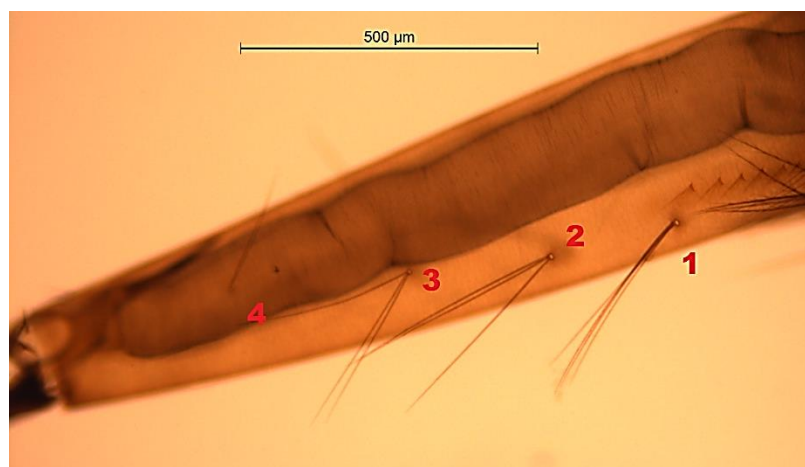


foto 15: Menys de 7 parells de sedes sífòniques en larves de l'espècie *pipiens*.

4.2.2 Determinació de l'espècie en larves del gènere *Anopheles*:

✿ Sedes frontals simples _____ *A. plumbeus*

✿ Sedes frontals plomoses _____ (foto 16)

Sedes clipeals externes poc dividides

▶ Fronto-clípeus puntuat _____ *A. claviger*

▶ Fronto-clípeus ratllat _____ *A. algeriensis*

Sedes clipeals externes molt dividides _____ (foto 17)

▶ Seda antenaria implantada sobre el terç basal ***A. maculipennis*** (foto 18)

▶ Seda antenaria implantada sobre el mig _____ *A. hycarnus*



foto 16: Sedes frontals plomoses en larves del gènere *Anopheles*.



foto 17: Sedes clipeals externes molt dividides en larves del gènere *Anopheles*.



foto 18: Seda antenaria implantada sobre el terç basal en larves de l'espècie *maculipennis*.

4.2.3 Determinació de l'espècies en larves del gènere *Aedes*:

✿ Seda antenaria simple _____ *A. geniculatus*

✿ Seda antenaria dividida _____ (foto 19)

Implantació no regular de les dents de la pinta

▶ Sedes del sífó després de l'extrem de la pinta _____ *A. vexans*

▶ Sedes del sífó abans de l'extrem de la pinta _____ *A. vittatus*

Implantació regular de les dents de la pinta _____ (foto 20)

▶ Dents sub-rectangular _____ *A. berlandi*

▶ Dents en forma d'espina _____ (foto 21)

∅ Sedes frontals bífides o preferentment

multífides; >45 dents a la carda del segment VIII _____ *A. detritus*

∅ Sedes frontals simples o bífides;

<45 dents a la carda del segment VIII _____ (foto 22)

★ Sífó sub-cilíndric _____ *A. mariaae*

★ Sífó cònic _____ *A. caspius* (foto 23)

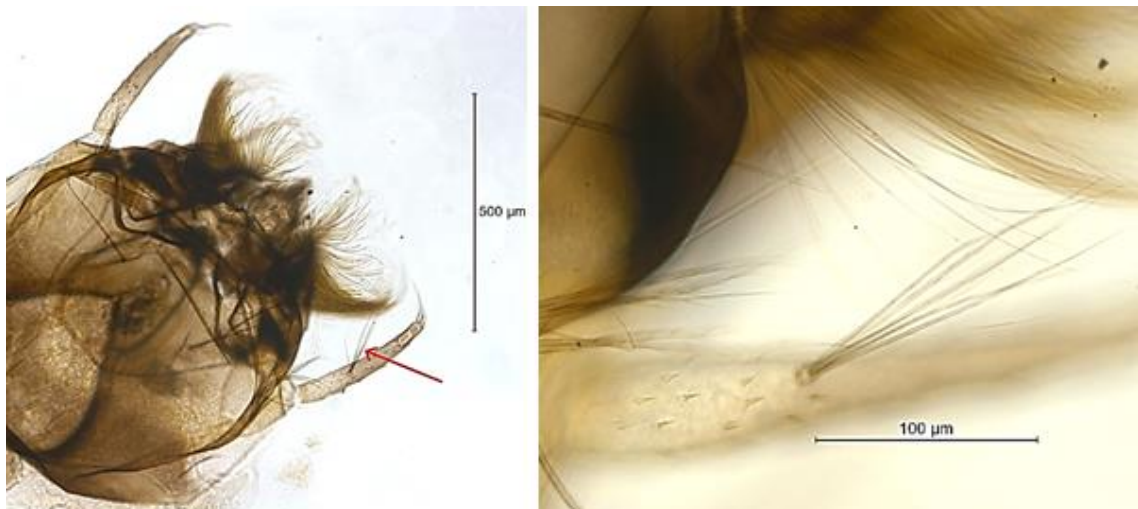


foto 19: Seda antenaria dividida en larves del gènere *Aedes*.

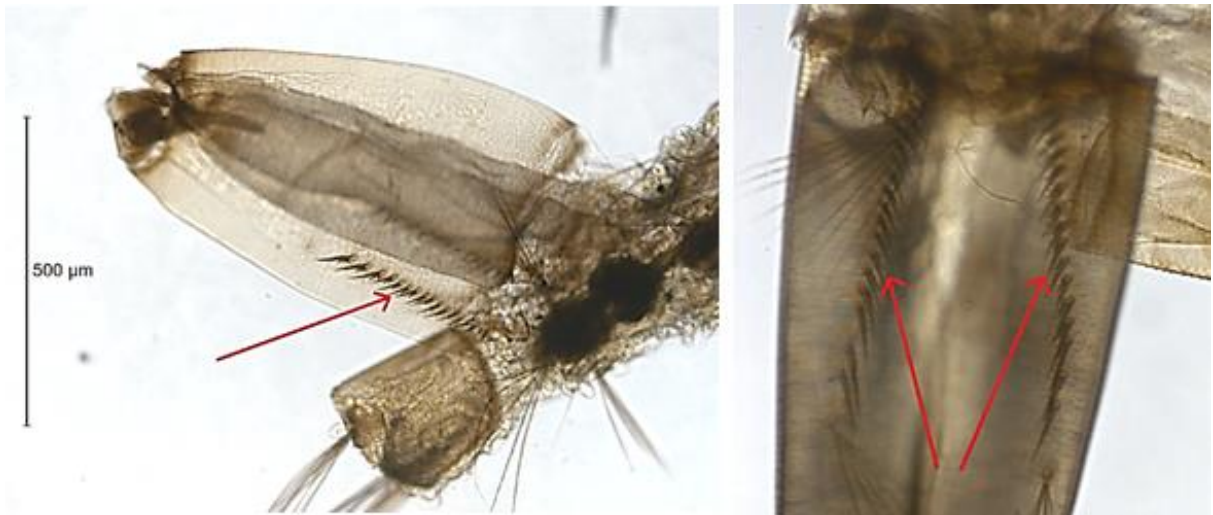


foto 20: Implantació regular de les dents de la pinta en larves del gènere *Aedes*.

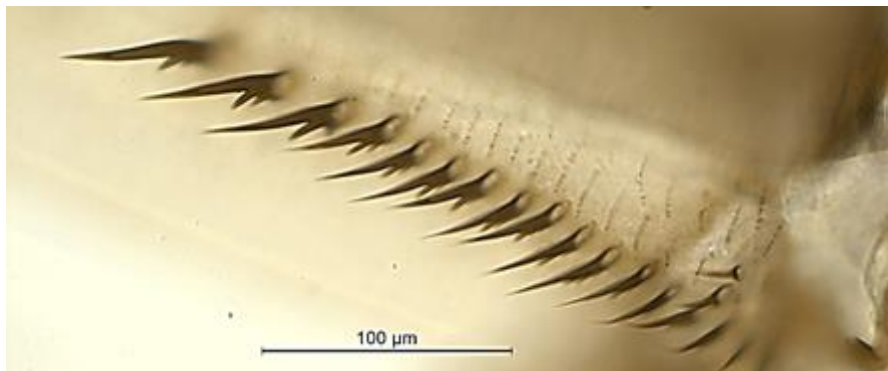


foto 21: Dents en forma d'espina en larves del gènere *Aedes*.

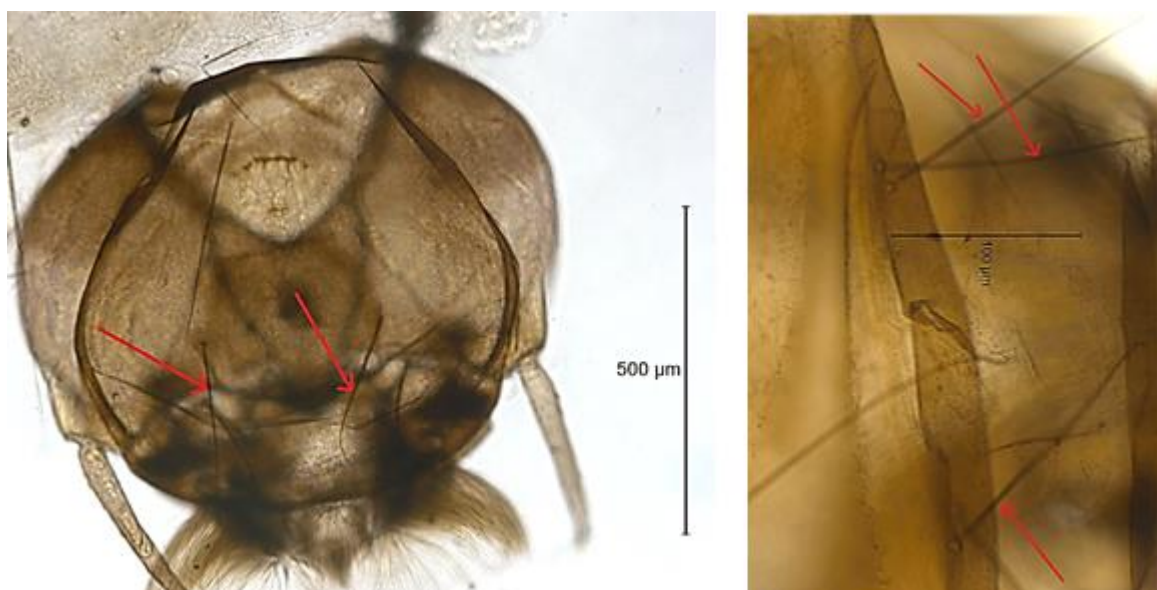


foto 22: Sedes frontals simples en larves del gènere *Aedes*.

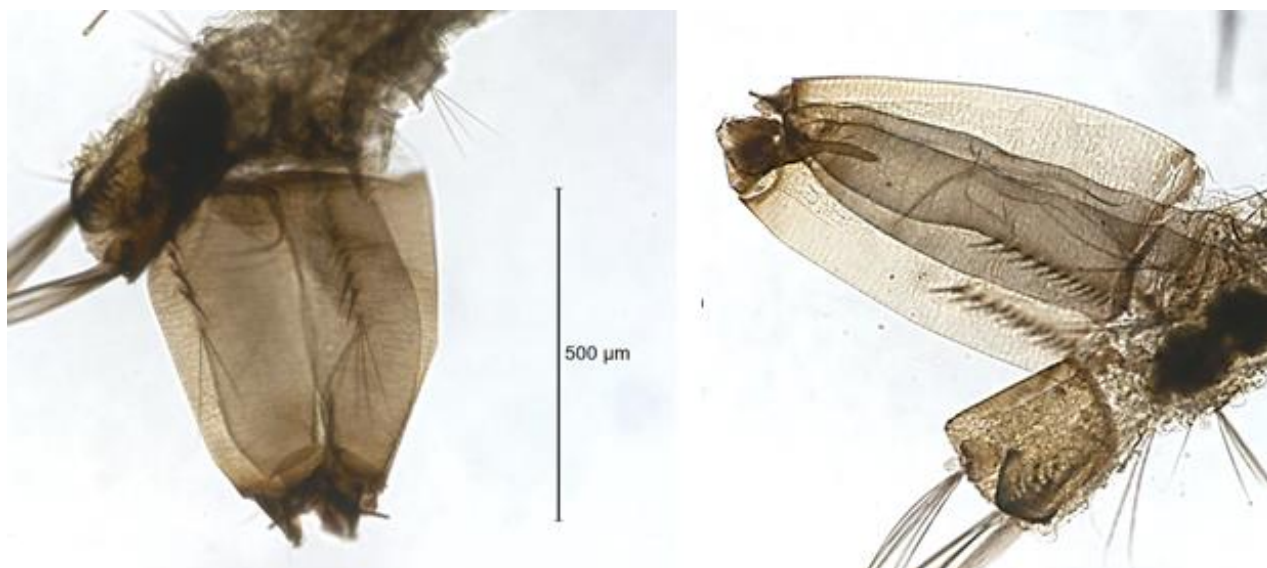


foto 23: Sifó cònic en larves de l'espècie *caspius*.

4.2.4 Determinació de l'espècie en larves del gènere *Culiseta*:

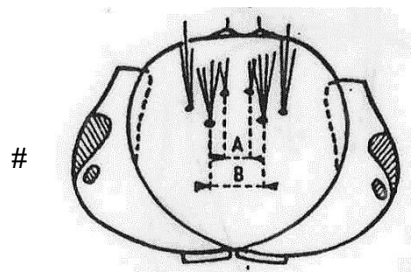
✿ Pinta únicament posseint espines _____ (foto 24)

Sifó curt _____ ***C. longiareolata*** (foto 24)

Sifó llarg _____ *C. litorea*

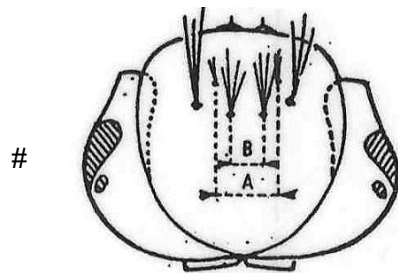
✿ Pinta amb espines proximals curtes i rígides

i distals llargues i flexibles _____ (foto 25)



Distància $A < B$

_____ ***C. subochrea*** (foto 26)



Distància $A > B$

_____ *C. annulata*

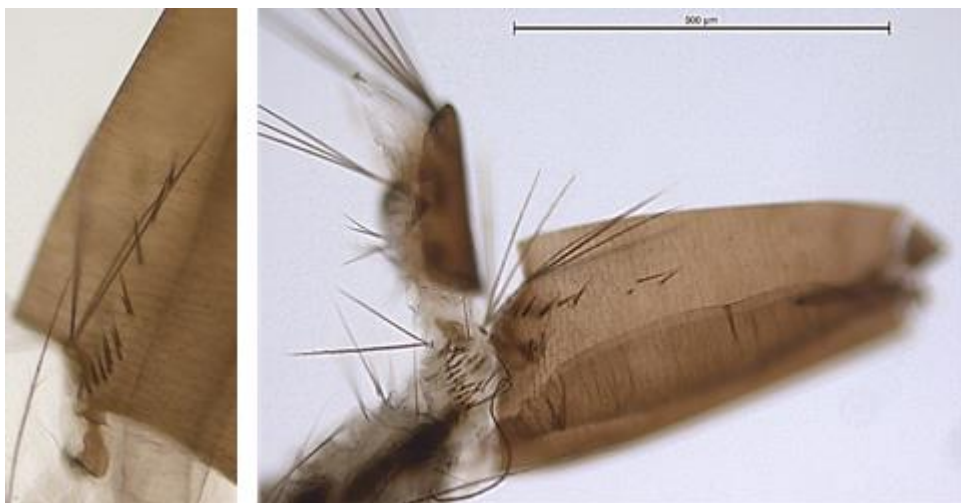


foto 24: Pinta posseint únicament espines i sifó curt en larves de l'espècie ***longiareolata***.

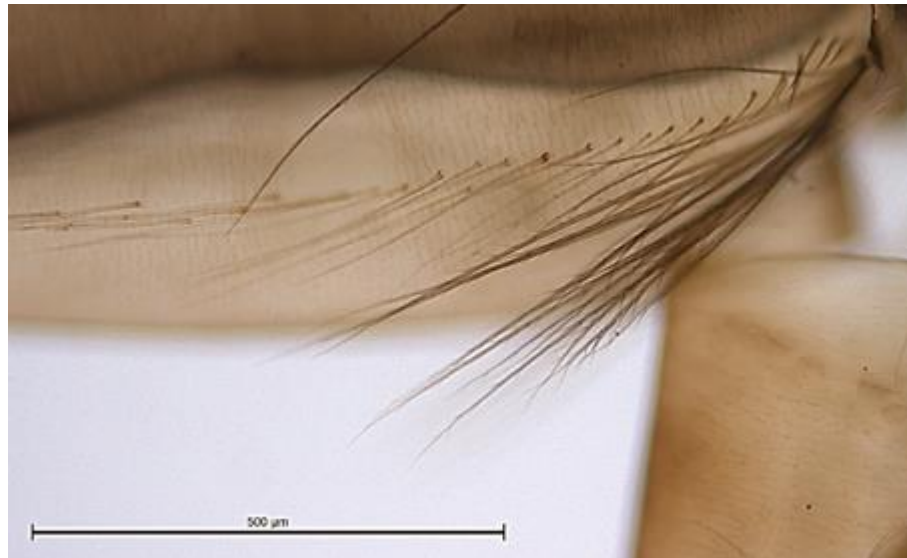


foto 25: Pinta amb espines proximals curtes i rígides i distals llargues i flexibles en larves del gènere *Culiseta*.

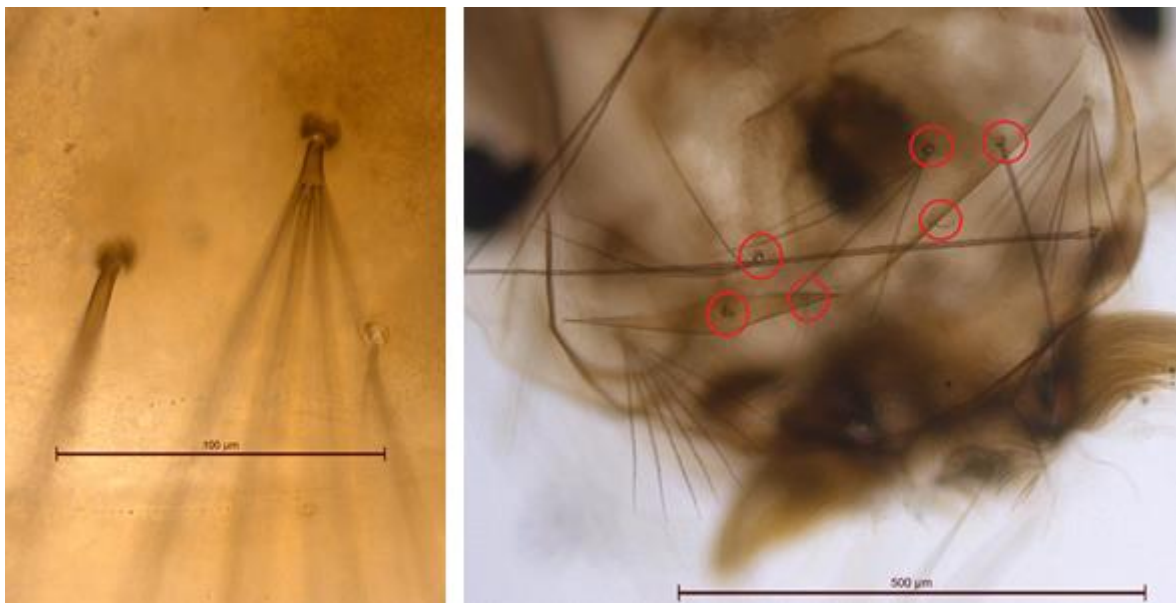


foto 26: Distància A < B en larves de l'espècie ***subochrea***.

4.2.5 Determinació de l'espècie en adults femella del gènere *Culex*:

✿ Primer article dels tarsos posteriors més curt que la tibia _____ *C. modestus*

✿ Primer article dels tarsos posteriors tan llarg com la tibia _____ (foto 27)

Bandes clares en posició distal

▶ Bandes clares dilatades en triangle _____ *C. hortensis*

▶ Bandes clares escurçades _____ *C. impudicus*

Bandes clares en posició proximal _____ (foto 28)

▶ Bandes clares dilatades al mig _____ *C. theileri*

▶ Bandes clares d'amplada uniforme _____ *C. pipiens* (foto 29)



foto 27: Primer article dels tarsos posteriors més curt que la tibia en adults femella del gènere *Culex*.



foto 28: Bandes clares en posició proximal (en la part superior de l'anell) en adults del gènere *Culex*.

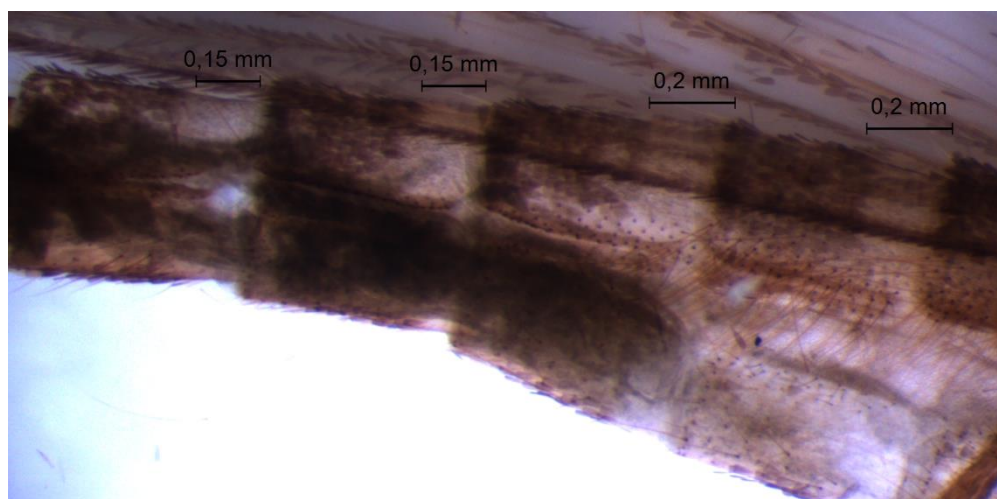


foto 29: Bandes clares d'amplada uniforme en els adults femella de l'espècie *pipiens*.

4.2.6 Determinació de l'espècie en adults mascle del gènere *Culex*:

✿ Coxit proveït d'escates _____ *C. modestus*

✿ Coxit sense escates _____ (foto 30)

Lòbul sub-apical del coxit únicament amb espines

Lòbul sub-apical del coxit amb espines i apèndix en espàtula _____ (foto 31)

▶ Braç latero-basal del paraprocte⁵ desenvolupat _____ *C. theileri*

▶ Braç latero-basal del paraprocte rudimentari _____ *C. pipiens* (foto 32)

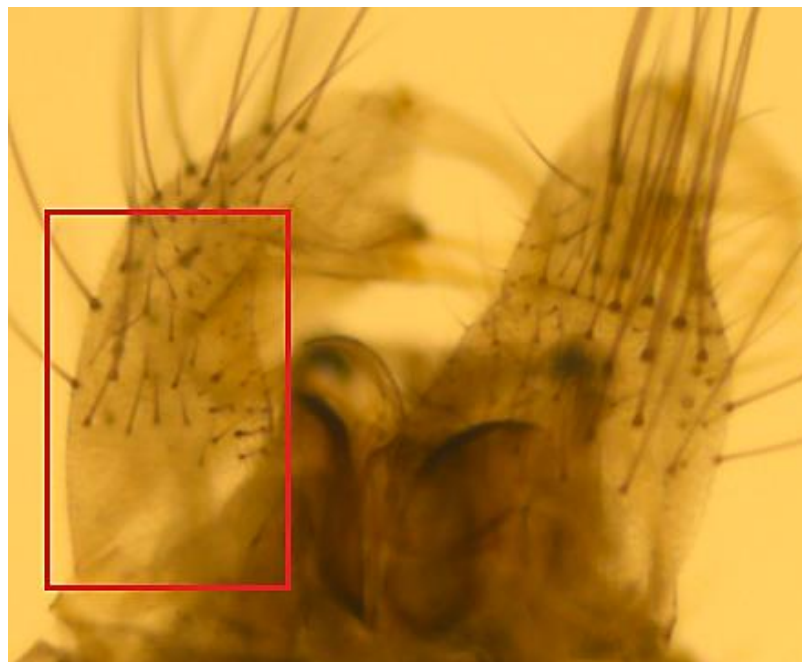


foto 30: Còxit sense escates en els adults mascle del gènere *Culex*.

⁵ Mirar morfologia dels hipopigis (Imatge 10).



foto 31: Lòbul sub-apical del coxit amb espines i apèndix en espàtula en adults mascle del gènere *Culex*.

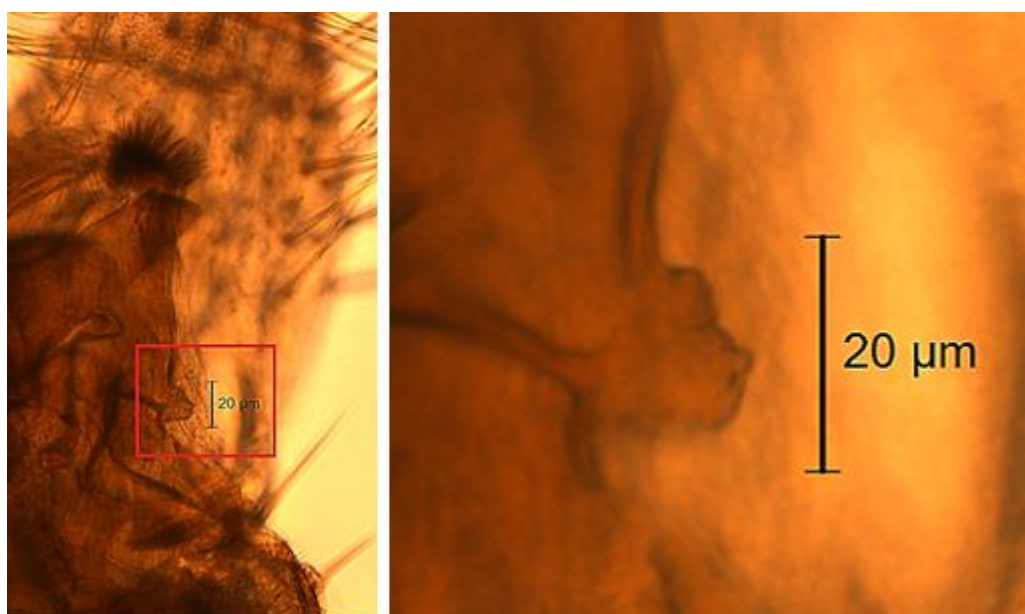
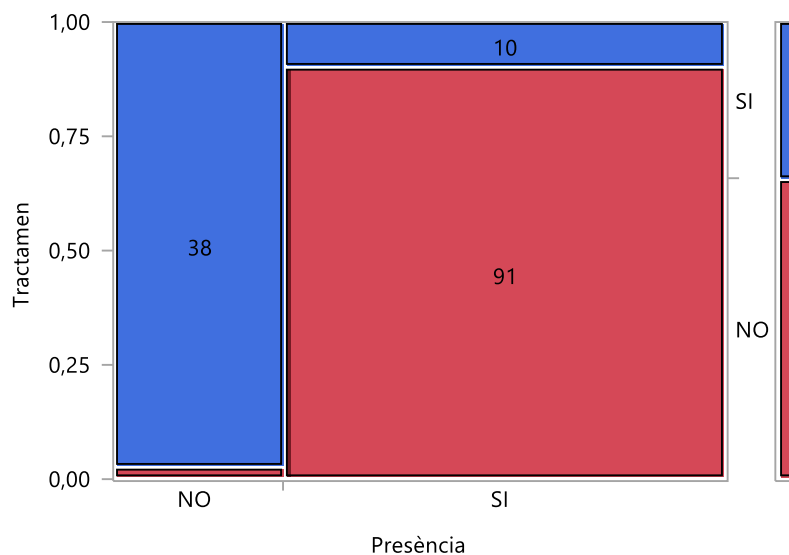


foto 32: Braç latero-basal del paraprocte rudimentari en adults mascle de l'espècie *pipiens*.

4.3 Eficàcia del tractament.

4.3.1 Anàlisi de contingència de Presència - Tractament



Gràfic 7: Gràfica en mosaic de l'anàlisi de contingència de Presència per Tractament.

Taula 5: Taula de contingència de Presència per Tractament :

		Presència		Total
		NO	SI	
Tractam.	Nº mostres			
	%			
	SI	38 27,14 %	10 7,14 %	48 34,29 %
	NO	1 0,71 %	91 65,00 %	92 65,71 %
Total		39 27,86 %	101 72,14 %	140 100 %

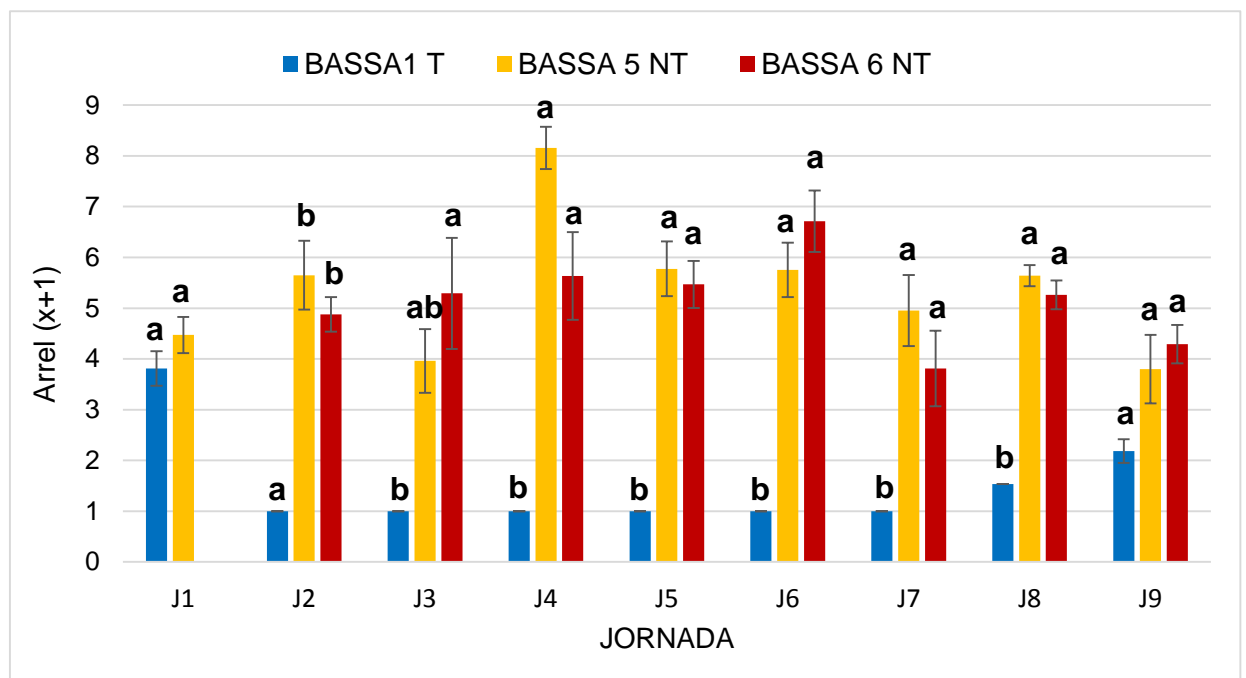
Taula 6: Anàlisi Chi quadrat mitjançant la prova de Pearson en l'anàlisi de contingència de Presència per Tractament:

Proba	Chi quadrat	P
Pearson	95,686	<,0001*

Com podem observar clarament en el gràfic en mosaic (Gràfic 7) hi ha una relació directe entre l'aplicació del tractament amb BTI i la presència o no de larves en les basses. En la majoria de mostres obtinguts en basses tractades no hi ha presència de larves i en els que si que n'hi ha, com es veurà en els gràfics del següent estudi estadístic, són en els obtinguts al final del període, quan el tractament ja havia perdut eficàcia.

En l'anàlisi Chi quadrat (Taula 6) obtenim una $P < 0,05$ i per tant podem considerar que hi ha una diferència significativa entre la presència de larves en les mostres obtingudes en basses tractades i la presència de larves obtingudes en basses no tractades.

4.3.2 Estudi transversal per al càlcul d'eficàcia del tractament (Basses 1, 5 i 6 durant tot el període d'estudi).



Gràfic 8: Comparació de mitges entre les Basses 1, 5 i 6 durant tot el període d'estudi. Els nivells no units per la mateixa lletra són significativament diferents.

Tal i com es veu en la taula d'anàlisi de variància (Taula 7) podem afirmar que no hi ha diferències entre les basses a la Jornada 1 ($P > 0,05$), que és la jornada prèvia al tractament amb BTI. En la Prova HSD de Tukey també observem que tant la Bassa 1 com la Bassa 5 tenen la mateixa lletra de nivell i per tant no hi ha una diferència significativa entre elles tal i com cabia esperar degut al resultat obtingut en l'anàlisi de variància.

A la Jornada 2, on ja s'havia aplicat el tractament amb BTI observem que si que hi ha una diferència significativa ($P < 0,05$). En el contrast per grups entre Basses Tractades envers Basses No Tractades (Taula 8) també observem una diferència significativa

($P < 0,05$) la qual cosa corrobora la diferència entre l'aplicació o no del tractament. El mateix indica la Prova HSD de Tukey on la diferència de lletra dels nivells ens diu que la Bassa 1 presenta una diferència significativa en relació amb les Basses 5 i 6.

Aquesta dinàmica es manté al llarg de les següents jornades fins arribar a la Jornada 9, on tornem a observar una diferència significativa ($P > 0,05$) tot i que de manera molt lleu. De fet, el Contrast de grups entre Basses Tractades envers Basses No Tractades (Taula 8), encara denota una diferència significativa entre grups si més no bastant menor que en les jornades anteriors. La Prova HSD de Tukey, com ja va passar en la Jornada 1, torna a indicar que no hi ha diferència entre la mitja de les basses.

Taula 7: Anàlisi de variància de les Basses 1, 5 i 6:

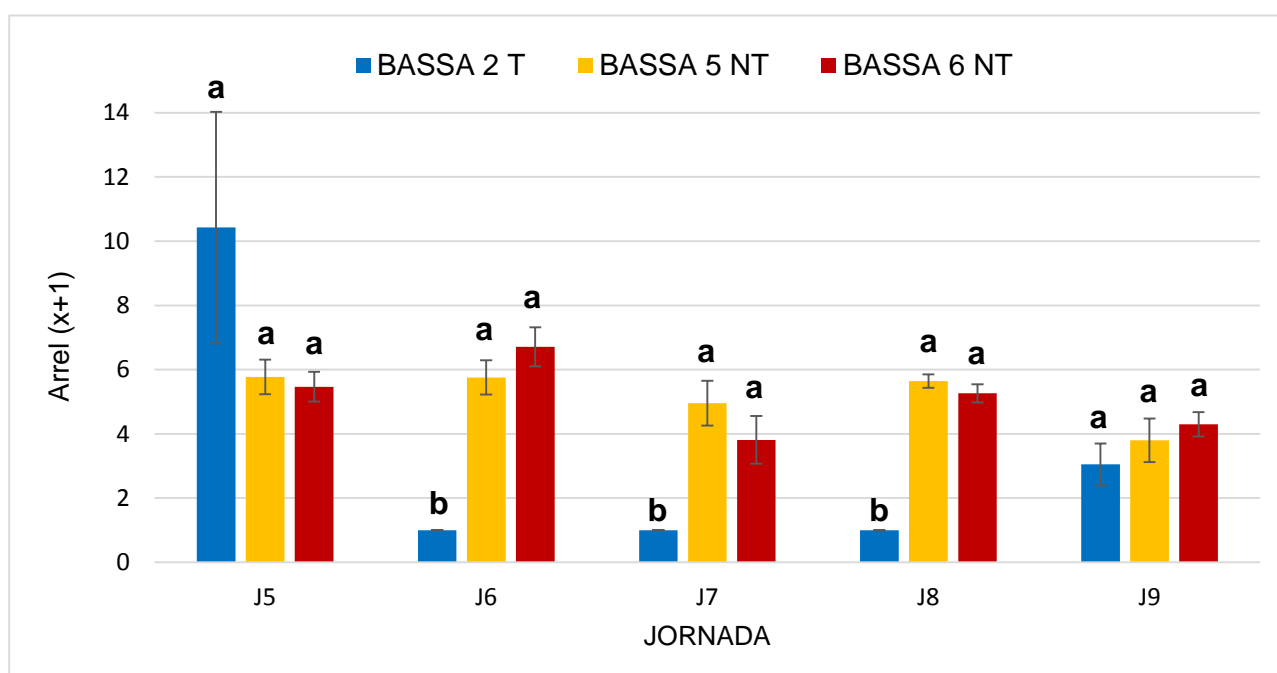
Jornada	Bassa	Nivell	Mitja amb les dades transformades	Mitja amb les dades originals	P	F
1	1	a	3,81	14	1,32	0,2928
	5	a	4,47	19,5		
2	1	a	1	0	24,26	0,0002*
	5	b	5,65	32,75		
	6	b	4,88	23,25		
3	1	b	1	0	6,85	0,0155*
	5	ab	3,96	16,25		
	6	a	5,29	31,75		
4	1	b	1	0	32,14	<,0001*
	5	a	8,16	66,25		
	6	a	5,63	33,75		
5	1	b	1	0	31,74	<,0001*
	5	a	5,77	33,5		
	6	a	5,47	29,75		
6	1	b	1	0	32,21	<,0001*
	5	a	5,75	33,25		
	6	a	6,71	45,5		
7	1	b	1	0	15,77	0,0011*
	5	a	4,95	25,5		
	6	a	6,17	39,25		
8	1	b	1,54	1,5	73,21	<,0001*
	5	a	5,64	31		
	6	a	5,26	27		
9	1	a	2,12	4	4,18	0,0519
	5	a	3,80	15,25		
	6	a	4,30	18		

Taula 8: Taula de Contrast entre Basses Tractades i Basses NO Tractades (Basses 1, 5 i 6):

Jornada	F	P
2	47,36	<,0001*
3	12,45	0,0064*
4	56,51	<,0001*
5	63,28	<,0001*
6	62,84	<,0001*
7	29,94	0,0004*
8	145,40	<,0001*
9	7,94	0,0201*

- Els casos marcats amb un * mostren una diferència significativa.

4.3.3 Estudi transversal per al càlcul de l'eficàcia del tractament (Basses 2, 5 i 6 a partir de la Jornada 5 fins el final de l'estudi).



Gràfic 9: Comparació de mitges entre les Basses 2, 5 i 6 a partir de la J5 (anterior al tractament). Els nivells no units per la mateixa lletra són significativament diferents.

En aquest cas la comparació entre basses és a partir de la Jornada 5 ja que és l'anterior al tractament de la Bassa 2 i és el moment que ens interessa començar a estudiar la relació entre elles.

A la taula d'anàlisi de variància (Taula 9) s'observa que no hi ha diferències significatives entre les basses en la Jornada 5, anterior al tractament ($P>0,05$) i també ho demostra la Prova de HSD de Tukey ja que les lletres del nivell de totes 3 basses és la mateixa.

A la Jornada 6, posterior al tractament, si que observem una diferència significativa ($P<0,05$). El posterior Contrast (Taula 10) ens confirma que hi ha diferència entre Basses Tractades i Basses NO Tractades ($P<0,05$) i la Prova HSD Tukey també ja que la lletra del nivell de la Bassa 2 és diferent a la de les Basses 5 i 6.

En les posterior jornades (J7 i J8) podem observar una dinàmica similar fins arribar a la Jornada 9, on es va tornar a detectar la presència de larves. Tal i com demostra l'anàlisi de variància (Taula 9), en aquesta jornada ja no es detecten diferències significatives entre basses ($P>0,05$) i així també ho indica el Contrast entre Basses Tractades i Basses NO Tractades (Taula 10). Com és d'esperar la Prova HSD de Tukey confirma que no hi ha diferències entre basses assignant-li la mateixa lletra a totes elles.

Taula 9: Anàlisi de variància de les Basses 2, 5 i 6:

Jornada	Bassa	Nivell	Mitja amb les dades transformades	Mitja amb les dades originals	F	P
5	2	a	10,43	159,75	1,2846	0,3230
	5	a	5,77	33,5		
	6	a	5,47	29,75		
6	2	b	1	0	32,2069	<,0001*
	5	a	5,75	33,25		
	6	a	6,71	45,5		
7	2	b	1	0	15,7700	0,0011*
	5	a	4,95	25,5		
	6	a	6,17	39,25		
8	2	b	1	0	121,1238	<,0001*
	5	a	5,64	31		
	6	a	5,26	27		
9	2	a	2,12	4	0,8622	0,4544
	5	a	3,80	10		
	6	a	4,30	18		

Taula 10: Taula de Contrast entre Basses Tractades i Basses NO Tractades (Basses 2, 5 i 6):

Jornada	F	P
6	62,8393	<,0001*
7	29,9455	0,0004*
8	240,9251	<,0001*
9	1,4559	0,2583

- Els casos marcats amb un * mostren una diferència significativa.

4.4 Costos econòmics.

La dedicació a aquest projecte (incloent les hores de feina de camp, tractament de mostres en laboratori, identificació en laboratori multimèdia, recerca bibliogràfica i edició) ha sigut de 25 hores setmanals durant un període de 3 mesos.

Un estudiant de Grau d'Enginyeria Forestal de la UdL està considerat com un laboral grup IV-T.

El cost mensuals d'un laboral grup IV-T, amb una jornada de 25 hores setmanals, com ha sigut el present cas, són de 1040,649 €⁶.

Per tant el preu final en quan al temps dedicat a la realització del projecte és:

$$1040,649 \text{ €/mes} \times 3 \text{ mesos} = \mathbf{3121,95 \text{ €}}$$

A part d'això s'ha tingut en compte el cost del material utilitzat per a dur a terme la recollida i tractament de les mostres, preparacions de laboratori, etc. proporcionat tant per la Regidoria de Medi Ambient i Horta com per la UdL que es mostra en la següent taula:

⁶ Segons les RETRIBUCIONS PAS LABORAL ANY 2014, UdL.

Taula 11: Quantitat i preu del material utilitzat:

Producte	Marca	Format	UD.	Preu + IVA (€)	UD. utilitzades	Preu total (€)
Tub microcentrífuga 1,5 ml	Nirco	Bossa 1000 UD.	1000	9,08	100	0,91
Pipeta Pasteur plàstic 4,5 ml	LabboX	Pack 1000 UD.	1000	11,77	3	0,04
Plaques Petri plàstic 90x14mm	Sterilin	Caixa 500 UD.	500	49,01	5	0,49
Agulla dissecció punta fina	Labbox	Caixa 10 UD.	10	15,25	2	3,05
Porta objectes corrents 76x26	Menzel-Gläser	Caixa 50 UD.	50	2,66	40	2,13
Cobre objectes 20x20	Menzel-Gläser	Caixa 200 UD.	200	2,54	40	0,51
Caixa per a porta objectes	Labbox	1 UD.	1	5,55	2	11,11
Pots de mostreig 0,5l	Labbox	1 UD.	1	1,37	8	10,94
Alcohol etílic 96%	Panreac	Pack 4 X 2,5 l	10 l	45,85	2,5 l	11,46
Pinces	Labbox	Pack 2 UD.	2	6,68	1	3,34
Lupa de mà 100mm	Gisiberica	Caixa 2 UD.	2	15,67	1	7,83
Safata laboratori 430x330x95	Vidrafoc	Individual	1	22,39	2	44,77
Capsula porcellana 10 ml	Labbox	1 UD.	2	28,19	2	28,19
Aspirador d'insectes	Rose Entomology	1 UD.	1	29,86	1	29,86
Botes de pescador	Caperlan	1 UD.	1	29,95	1	29,95
KOH	Panreac	500 gr	500 gr	55,77	10 gr	1,12
Glicerina 99%	Panreac	Botella 1000 ml	1000 ml	56,22	50 ml	2,81
VECTOBAC ^R 12 AS	Kenogard	Garrafa 10 l	10 l	299,00	0,1 l	2,99
						191,49

Així doncs per a l'elaboració d'aquest projecte podem considerar un cost total de:

$$3121,95 \text{ €} + 191,49 \text{ €} = \mathbf{3313,44 \text{ €}}$$

5 DISCUSIÓ

5.1 Identificació del gènere i l'espècie dels mosquits.

Els 4 gèneres identificats al Parc de la Mitjana són els més comuns en el conjunt de l'àrea Mediterrània (Boussès and Granouillac, 2011) per la qual cosa no resulta gens sorprenent haver-los trobat presents també en la nostra zona.

El fet que totes les basses que han format part de l'estudi fossin permanents, a excepció de la Bassa 3 que va patir dos períodes de sequera, és totalment concordant amb el fet de que les larves del gènere *Culex* (especialment de *Culex pipiens*) hagin sigut les més present, amb una gran diferència, en el còmput global de larves identificades. En cas de basses temporals, ocasionals o de molt reduïdes dimensions probablement la proporció de larves d'espècies oportunistes, com és el cas de les del gènere *Aedes*, haguessin representat una part més significativa de la població total mostrejada.

El que si que és remarcable ha sigut la distribució que han tingut segons la bassa estudiada:

- La Bassa 1, tot i ser d'una dimensió intermèdia en relació amb les altres basses () ha mantingut un nivell d'aigua constant al llarg de tot el període d'estudi. Això és degut a que és d'origen artificial i tot el fons està impermeabilitzat amb formigó, de manera que el seu nivell d'aigua és independent del cabal que porti el riu, a diferència de les altres. En aquesta bassa s'han identificat la major part de larves del gènere *Anopheles* a excepció d'una sola que es va trobar a la bassa 6.
- A la Bassa 2, de grans dimensions i amb una quantitat de matèria orgànica molt superior a la resta, tampoc hi ha hagut fluctuacions significatives de nivell cap moment. Aquesta és l'única on només s'han identificat larves pertanyents a un únic gènere, el *Culex*. Sabem que aquest gènere és perfectament capaç de viure en aigües particularment brutes que altres mosquits no són capaços de colonitzar (Servei de Control de mosquits 2001), com les que es donen en aquesta bassa
- La Bassa 3, que com s'ha dit anteriorment és la que va patir dos períodes de sequera, encara que el percentatge de larves del gènere *Culex* segueix sent el més elevat amb una important diferència (83%), la proporció és bastant menor que a la resta de basses, que supera en tots els casos el 90% . És en aquesta bassa on s'ha obtingut la proporció més elevada de larves del gènere *Aedes* degut probablement

al fet de que els ous d'aquest gènere necessiten d'aquestes variacions de nivell per a eclosionar (Rossi and Almirón, 2004).

- La Bassa 5, que també era de mida bastant reduïda, i tot i que no va patir mai una dessecació, va experimentar diverses fluctuacions en el seu nivell d'aigua, cosa que igual que el que ha succeït en la bassa 3 afavoreix l'aparició de gèneres oportunistes. Això s'ha reflectit en el nombre de captures del gènere *Aedes*, que ha sigut el més alt del conjunt de les basses, arribant a significar pràcticament el 50% de les captures globals.
- En la Bassa 6, la de majors dimensions i que per tant també ha presentat una gran constància en el nivell d'aigua, s'observa també una menor presència de larves del gènere *Culiseta* i *Aedes*, essent pràcticament insignificant.

5.2 Eficàcia del tractament amb BTI:

La Bassa 1 té la singularitat de tenir un origen artificial ja que va ser construïda darrere el laboratori del CIM i com hem dit abans el fons està impermeabilitzat i manté un nivell d'aigua constant. És en aquesta on el tractament amb BTI ha tingut una major eficàcia ja que ha sigut de pràcticament 40 dies.

Això ens fa pensar que en ambients relativament controlats, l'eficàcia del tractament és més prolongada. També s'ha de tenir en compte, però, que el fet que ja inicialment el nombre de larves mostrejades fos menor que a la resta de basses hagi propiciat que fos menys probable capturar-ne en el moment de la seva reaparició després del tractament.

La Bassa 2 estava coberta en gran part per l'entorn d'aigua i presentava una gran quantitat de matèria orgànica, i sabem per la informació aportada a la fitxa tècnica del producte que l'eficàcia del tractament es pot veure afectada per aquest últim motiu. Això és una explicació de la menor durada en l'eficàcia del tractament però, igual que en el cas de la Bassa 1 es plantejava la possibilitat de que també una de les raons fos la de la pròpia concentració de larves, en aquest cas cal mencionar que en aquesta bassa és on s'ha mostregat el major nombre de larves amb molta diferència i que per tant era més probable tornar-ne a detectar.

La Bassa 3 ens ha permet corroborar, tal i com especifica a la fitxa tècnica, que l'eficàcia del tractament es perd si la massa d'aigua en que s'ha aplicat pateix una dessecació. Això és degut a que el producte pateix una ràpida degradació degut a l'efecte de la radiació UV.

5.3 Cost i benefici del control de plagues de mosquit.

Per avaluar un projecte des de una perspectiva econòmica és precís identificar i valorar primerament tant els costos (*inputs*) com els productes i serveis que genera (*outputs*).

En el present projecte, els costos de realització com el material, sous, etc. són fàcilment quantificables (ha costat 3313,44 €), però no així els serveis que s'obtenen. Aquests serveis tenen un caràcter social però amb la particularitat que es dispersen en el conjunt de la societat contribuint al seu benestar, però d'una manera que un cop produïts ningú en concret paga per al seu ús o gaudir. Això en termes econòmics vol dir que els hi manca un preu de mercat ja que no són capaços de recollir quantitativament els múltiples serveis que es desprenen per a la comunitat.

En el cas de la lluita contra els mosquits en zones urbanes i periurbanes, com és el cas del Parc de la Mitjana, obtenim diversos tipus de beneficis socials.

Considerant que el Parc de la Mitjana és l'àrea recreativa més gran de la qual disposa la ciutat de Lleida, és obvi el benefici que s'obté de controlar la població de mosquits i evitar a la gent les molestes picades en aquestes zones d'esbarjo.

Aquest problema també repercuteix de manera directa en l'econòmica a bars i restaurants que disposen de terrasses en zones pròximes als focus de proliferació de mosquits, i tenint en compte la capacitat de desplaçament que demostren aquests insectes, en zones no tant properes també poden causar impacte. El fet que la presència i activitat dels mosquits arribi al seu punt àlgid en les èpoques de calor, i que per tant és quan el l'hostaleria presenta també més activitat, aquest sector es veu especialment afectat per aquesta qüestió.

Per últim, i encara que a la nostra regió encara no és un problema, és important ser conscients que hi ha diverses espècies de mosquits que són vectors de malalties greus com el paludisme, el dengue i la malària. Amés, la globalització de mercats i l'emergent procés de canvi climàtic, poden permetre la futura colonització del nostre territori per part d'espècies del gènere *Anopheles* transmissores de plasmodiosi humana en regions tropicals i subtropicals (Bueno and Peydró, 2008).

6 CONCLUSIONS

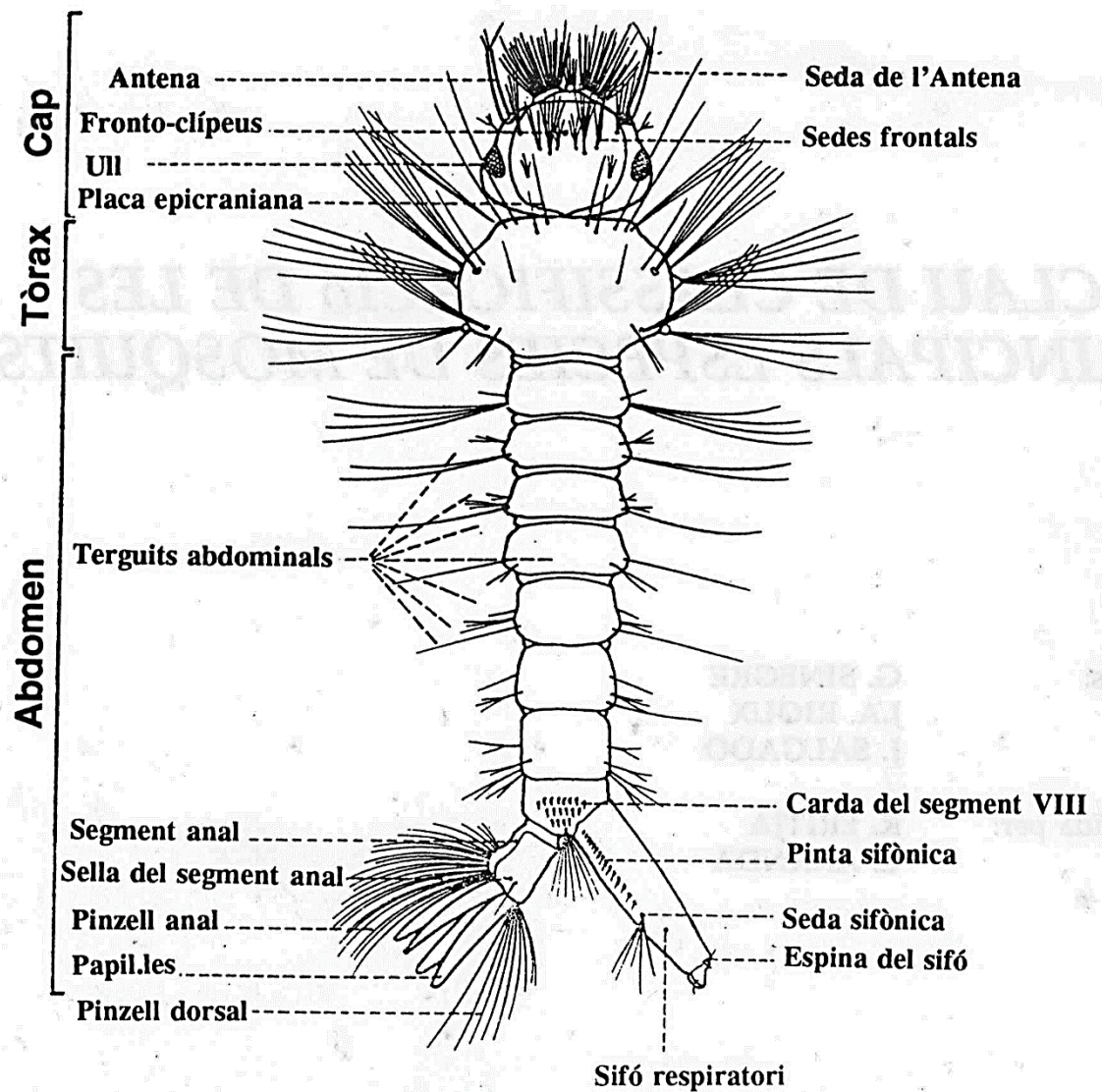
- Al Parc de la Mitjana hi ha presents un mínim de **4 gèneres** de mosquits (Diptera, Culicidae), que són els següents:
 - ***Culex***
 - ***Culiseta***
 - ***Aedes***
 - ***Anopheles***
- La gran majoria de larves mostrejades pertanyen al gènere *Culex* (95,94 %) mentre que els gèneres *Culiseta* (2,40 %) i *Aedes* (1,42 %) representen una petita part del total i la presència de larves del gènere *Anopheles* (0,25 %) és pràcticament insignificant.
- Al Parc de la Mitjana existeixen un mínim de **6 espècies** de mosquits (Diptera, Culicidae), que són els següents:
 - ***Culex pipiens***
 - ***Culex impudicus***
 - ***Culiseta longiareolata***
 - ***Culiseta subochrea***
 - ***Aedes caspius***
 - ***Anopheles maculipennis***
- El tractament amb VECTOBAC^R AS 12 ha tingut una eficàcia del 100% sobre larves de mosquit durant un període d'entre **24 i 40 dies** depenent de les característiques de la massa d'aigua on s'apliqui.
- El tractament amb VECTOBAC^R AS 12 perd l'eficàcia si la massa d'aigua sobre la que s'aplica queda seca durant un determinat període de temps.
- El cost de realització d'aquest projecte es pot valorar en **3313,44 €**. El benefici econòmic del control d'aquesta plaga és difícilment quantificable.

7 BIBLIOGRAFIA

- Alba, J.; Pardo I.; Prat N.; Pujante, A. 2004. "Metodología Para El Establecimiento Del Estado Ecológico Según La Directiva Marco Del Agua En La Confederación Hidrográfica Del Ebro."
- Bayer 2012. "Vector Control" - Mosquitos. Retrieved February 21, 2015, from http://www.vectorcontrol.bayer.com/bayer/cropscience/bes_vectorcontrol.nsf/id/ES_mosquitos
- Berchi, S.; Aouati, A.; Louadi, K. 2008. "Typology of favourable biotopes to the larval development of *Culex pipiens*" L. 1758 (Diptera-Culicidae), source of nuisance at Constantine (Algeria). *Ecologia Mediterranea* Vol 38 (2); *Revue internationale d'écologie méditerranéenne* *International Journal of Mediterranean Ecology*.
- Boussès, P.; Granouillac, B. 2011. "Les Culicidae d'Afrique Méditerranéenne." IRD édition. sous le n° ISBN 2-7099-1380-1. <http://bioinfo-prod.mpl.ird.fr/identiciels/culmed/html/>
- Bueno, R; Peydró R. J. 2008. "Malaria En España: Aspectos Entomológicos Y Perspectivas de Futuro." *Revista Española de Salud Pública* 82(5)
- Bueno, R.; Chordá, F. A.; Bernués, A.; Jiménez, R. (2009). Aportaciones al conocimiento de los mosquitos (Diptera, Culicidae) de alta montaña presentes en la Península Ibérica. *Pirineos*, 164, 49–68. doi:10.3989/pirineos.2009.v164.29
- Casals, P.; Fanlo, E.; Oliver, X.; Pla, S.; Olivar, M. 1993. "Pla d'Ordenació I Gestió de La Mitjana de Lleida." <http://sostenibilitat.paeria.cat/espais-naturals/la-mitjana/fixers/espais-naturals/la-mitjana/pla-dordenacio-i-gestio-de-la-mitjana>.
- Rossi, G. C.; Almirón W. R.. 2004. "Clave Ilustrada Para La Identificación de Larvas de Mosquitos de Interés Sanitario Encontradas En Criaderos Artificiales En La Argentina." *Publicaciones Mundo Sano, Serie Enfermedades Transmisibles*, 5.
- Schäfer, M. 2004. "Mosquitoes as a Part of Wetland Biodiversity." Tesis doctoral. Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology. ISBN: 91-554-6094-1.
- Servei de Control de Mosquits. 2001. "Consell Comarcal Del Baix Llobregat." http://www.elbaixllobregat.net/scm/indexN.asp?id_menu=388.
- Utrio P. 1976. Identification key to Finnish mosquito larvae (Diptera, Culicidae). *Annales Agriculturae Fenniae*, Vol. 15 (p. 10). Retrieved from <http://www.mosquitocatalog.org/files/pdfs/134700-1.pdf>

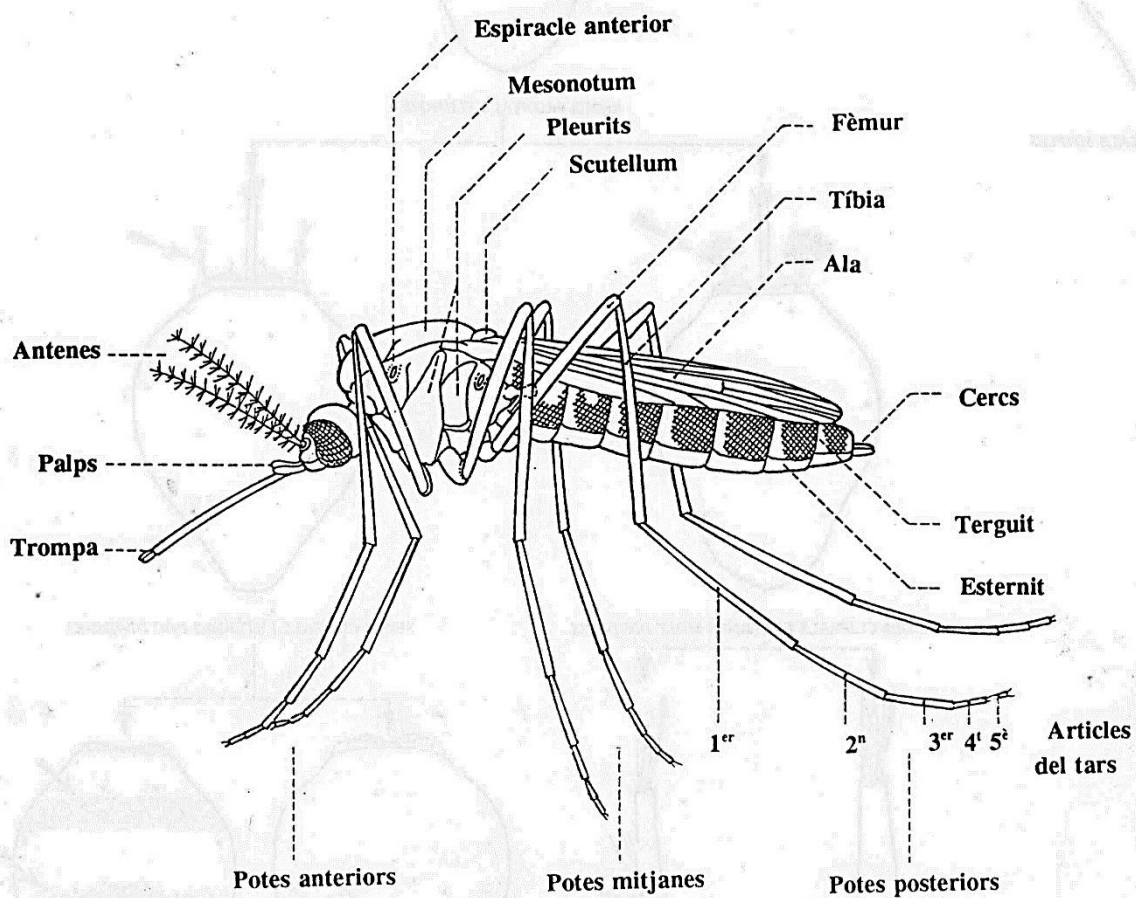
8 ANNEXES

8.1 Anatomia general de les larves de mosquit.



Imatge 11: Anatomia general de les larves de mosquit.

8.2 Anatomia general de les femelles de mosquit.



Imatge 12: Anatomia general de les femelles de mosquit.

8.3 Valors estadístics.

Taula 12: Taula de valors estadístics:

JORNADA	BASSA	Mitja TOTAL(T)	Arrel(x+1) de Mitja T	DESV.E(x+1) T	ERROR.E(x+1) T
1	1	14	3,81	0,69	0,34
	2	81,75	7,38	5,32	2,66
	3	49,25	6,85	1,81	0,91
	5	19,5	4,47	0,71	0,36
2	1	0	1	0	0
	2	68	7,56	3,45	1,73
	3	0	1	0	0
	5	32,75	5,65	1,36	0,68
	6	23,25	4,88	0,68	0,34
3	1	0	1	0	0
	2	142,25	9,58	7,18	3,59
	3	0	1	0	0
	5	16,25	3,96	1,25	0,63
	6	31,75	5,29	2,18	1,09
4	1	0	1	0	0
	2	75,75	7,29	4,85	2,42
	3	3	1,89	0,65	0,32
	5	66,25	8,16	0,83	0,42
	6	33,75	5,63	1,73	0,87
	5	0	1	0	0
5	2	159,75	10,43	7,22	3,61
	3	24,25	4,82	1,41	0,70
	5	33,5	5,77	1,08	0,54
	6	29,75	5,47	0,93	0,46
	6	1	0	1	0
2		0	1	0	0
5		33,25	5,75	1,07	0,53
6		45,5	6,71	1,21	0,61
7	1	0	1	0	0
	2	0	1	0	0
	3	16,75	4,03	1,22	0,61
	5	25,5	4,95	1,40	0,70
	6	39,25	3,81	1,48	0,74
8	1	1,5	1,54	0,37	0,19
	2	0	1	0	0
	3	29,25	5,30	1,47	0,74
	5	31	5,64	0,41	0,21
	6	27	5,26	0,57	0,28
9	1	4	2,19	0,47	0,23
	2	10	3,05	1,31	0,65
	3	17	4,18	0,72	0,36
	5	15,25	3,80	1,35	0,67
	6	18	4,29	0,76	0,38