

ESTUDI DE LES DIFERÈNCIES DE MICROHÀBITAT I DE LA VULNERABILITAT A LA DEPRDACIÓ VISUAL DE *TIBICINA* *QUADRISIGNATA* EN BOSCOS CREMATS I NO CREMATS

Estudiant: **Robert Godoy Recasens**

Grau en Biologia

Correu electrònic: u1916800@campus.udg.edu

Tutor: Pere Pons Ferran

Empresa / institució: Universitat de Girona

Vistiplau tutor (i cotutor*):

Nom del tutor: Pere Pons Ferran

Empresa / institució: Universitat de Girona

Correu(s) electrònic(s): pere.pons@udg.edu

Data de dipòsit de la memòria a secretaria de coordinació: **27/05/2016**

RESUM

Tibicina quadrisignata és una espècie de la família Cicadidae la qual es troba distribuïda en el sud d'Europa (s'han descrit poblacions a França, Catalunya i Portugal), que habita en zones arbòries i de matollars alts. Tot i ser un grup comú, els Cicadidae no s'han estudiat a fons i no es sap els efectes que pertorbacions del medi poden tenir sobre les seves poblacions. Els incendis causen una greu destrucció de l'hàbitat en el qual les espècies de Cicadidae es troben, i aquest pot afectar de diverses maneres a la seva supervivència. Concretament, aquest treball es centra en les possibles variacions de microhàbitat a on es troba l'espècie *Tibicina quadrisignata* després d'un incendi, i com pot variar la detecció visual d'aquesta espècie després de que aquesta pertorbació destrueixi parcial o totalment el refugi natural que suposa el fullatge dels arbres. L'equip del projecte de recerca ANIFOG de la Universitat de Girona va recollir dades del microhàbitat a on es trobava l'individu per analitzar les diferències en zones no cremades i cremades per l'incendi de l'Alt Empordà de l'estiu del 2012. Per analitzar la detecció visual per part de potencials depredadors es va realitzar un assaig amb voluntaris, els quals han de descobrir l'espècie en fotografies dels exemplars en el seu microhàbitat i a les dues zones. Aquest assaig augmenta la grandària mostral de l'assaig de detecció realitzat per G. Banchs el 2015 en el marc del seu TFG. S'han trobat diferències significatives de diàmetre del suport entre les dues zones, els anàlisis fets mostren que el diàmetre és major en zona cremada. També s'han trobat diferències en l'alçada en què es troben els espècimens, la qual és major en zones no cremades. Per altra banda, no es troba diferència entre la detecció de *T. quadrisignata* en les dos zones. S'ha vist com hi ha el mateix percentatge de detecció en zones no cremades que en zones cremades, el qual és contradictori a el que inicialment s'esperaria. Aquest fet es pot explicar a causa del color negre que posseeix *T. quadrisignata*, el qual li confereix una avantatge de mimetització amb l'ambient en les zones cremades. L'ennegritament de l'escorça de la vegetació porta com a conseqüència la confusió de l'observador, que actua com a depredador, de l'exemplar amb el suport a on està situat. L'augment de diàmetre del suport en les zones cremades suposaria un avantatge, ja que augmenta la superfície en què l'individu es pot mimetitzar. Aquests resultats demostren que l'efecte dels incendis pot aportar una avantatge en els individus adults de *Tibicina quadrisignata*, compensant el fet de perdre el refugi del fullatge de les plantes

RESUMEN

Tibicina quadrisignata es una especie de la familia Cicadidae la cual se encuentra distribuida en el sur de Europa (se han descrito diversas poblaciones a Francia, Cataluña y Portugal) que habita zonas arbóreas y de matorrales altos. Aunque se trata de un grupo común, los Cicadidae no se han estudiado a fondo y no se sabe el efecto que las perturbaciones del medio pueden ocasionar en sus poblaciones. Los incendios causan una gran destrucción del hábitat donde se encuentran las especies de Cicadidae, y pueden afectar de diversas maneras su supervivencia. Concretamente, este trabajo se centra en las posibles variaciones del microhábitat en el cual se encuentra la especie *Tibicina quadrisignata* después de un incendio y como puede variar la detección visual de esta especie después de que esta perturbación destruya parcial o totalmente el refugio natural que supone el follaje de los árboles. El equipo del proyecto de investigación ANIFOG de la Universidad de Girona recogió los datos de microhábitat donde se encontraba el individuo con el objetivo de analizar las diferencias en zonas quemadas y no quemadas por el incendio de l'Alt Empordà del verano del 2012. Para analizar detección visual por parte de potenciales depredadores se realizó un ensayo con voluntarios, los cuales han de encontrar la especie en las fotografías de los ejemplares en su microhábitat y en ambas zonas. Este ensayo incrementa el número de muestras del ensayo de depredación utilizado por G. Banchs el 2015 en el marco de su TFG. Se han encontrado diferencias significativas en el diámetro del soporte entre las dos zonas, los análisis realizados muestran que el diámetro del soporte es mayor en la zona quemada. También se han encontrado diferencias en la altura en que se encontraban los individuos, la cual es mayor en la zona no quemada. Por otra parte, no hay una clara diferencia entre la detección de *T. quadrisignata* en ambas zonas. Se ha visto como hay el mismo porcentaje de detección en la zona quemada que en la zona no quemada, lo cual es contradictorio a lo que inicialmente se esperaría. Este hecho se puede explicar a causa del color negro que posee *T. quadrisignata*, el cual le confiere una ventaja de mimetización con el entorno en las zonas quemadas. El ennegrecimiento de la corteza de la vegetación lleva como consecuencia la confusión del observador, que actúa como depredador, del ejemplar con el soporte en el que se sitúa. El aumento de diámetro del soporte en la zona quemada supondría una ventaja, ya que aumenta la superficie en que el individuo se pueda mimetizar. Estos resultados demuestran que el efecto de los incendios aporta una ventaja a los individuos de *Tibicina quadrisignata* en la detección visual por parte del depredador, que compensa la pérdida de refugio en el follaje.

ABSTRACT

Tibicina quadrisignata is a species of the family Cicadidae which is distributed along the south of Europe (populations have been described in France, Catalunya and Portugal) that inhabits in arboreal and high thickets zones. Even though it is a common group, the Cicadidae haven't been studied deeply and the effects that disturbances could cause on their habitat are unknown. Wildfires cause a great destruction of the habitat in which these species are found, and it can affect in different ways their survival. Specifically, this project aims to detect the possible variations of the microhabitat where *Tibicina quadrisignata* is found after a wildfire, and how the visual depredation is affected after this disturbance destroys partially or totally the natural shelter that represents the foliage of the vegetation. The team of the research project ANIFOG of the University of Girona recollected data of the microhabitat where the individuals were found in order to analyze the differences between burned and unburned zones by the wildfire of the Alt Empordà during the summer of 2012. In order to analyze the visual detection of the predators, a test was done to volunteers who had to discover the species in photographs of the specimens in their microhabitat and in both zones. This test increases the sample size of the test used by G. Banchs 2015 within her TFG. Significant differences have been found in the support diameter, which was higher in burned forests. Furthermore, differences between the height in which specimens were found were also significant, and appeared to be higher in the unburned zone. On the other hand, clear differences weren't found between the detection of *T. Quadrisignata*. Individuals of the unburned zone appeared to have a the same percentage of detection, which is contradictory to what initially would be expected. This fact can be explained due to the dark color that *T. quadrisignata* has, which would grant them a mimetisation vantage in burned zones. The blackening of the bark of the vegetation brings as a consequence the confusion of the observer, who acts as a predator, of the specimen with the support where it is on. The increment of the diameter would work as a vantage, because it would increase the surface where the individual can mimetize. This results show that the effect of wildfire gives *Tibicina quadrisignata* a vantage when it has to visually hide from the predators, which compensates the loss the shelter that provides the foliage.

ÍNDEX

1.- INTRODUCCIÓ.....	1
1.1.- Taxonomia i Filogènia.....	1
1.2.- Distribució.....	3
1.3.- Cicle Vital.....	3
1.4.- Ecologia i Comportament.....	4
1.5.- Depredació.....	4
1.6.- Estudis Previs.....	5
2.- OBJECTIUS.....	6
3.- MATERIAL I MÈTODES.....	7
3.1.- Anàlisi del Microhàbitat.....	7
3.2.- Assaig de Visibilitat en la Depredació.....	9
4.- RESULTATS.....	11
4.1.- Anàlisi del Microhàbitat.....	11
4.2.- Assaig de Visibilitat en la Depredació.....	17
5.- DISCUSSIÓ.....	22
6.- CONCLUSIONS.....	25
7.- BIBLIOGRAFIA.....	26

1.- INTRODUCCIÓ

Els Cicadidae (comunament anomenats cigales) són uns insectes de l'ordre dels hemípters. Aquests es caracteritzen per la seva grandària i pel característic so produït pels macles amb l'objectiu de buscar una parella femenina.

Les cigales solen tenir una mida d'entre 15 i 55 mm (aquest varia molt segons l'espècie). Són insectes amb una zona cefàlica ampla, en la qual hi han dos ulls compostos i dues antenes amb funció sensorial. Entre les antenes s'hi troben 3 ocells, que són un caràcter sistemàtic de Cicadidae que ens permet diferenciar-los d'altres grups d'Hemípters. En el tòrax hi trobem dos parells d'ales membranoses (les anteriors més grosses que les posteriors). Tenen potes anteriors i posteriors, les quals manquen de funció saltadora.

Dins de Cicadidae, trobem el gènere *Tibicina*, i dins d'aquest l'espècie *Tibicina quadrisignata*, en la qual se centra l'estudi. *T. quadrisignata* és de color negre i té vuit taques taronges a la part del pronot (part més anterior del tòrax), les seves innervacions alars són de color negre, excepte les innervacions costals, que són de color taronja (Figura 1). Els mascles d'aquesta espècie fan 41 mil·límetres de longitud, i les femelles 42 mm.



Figura 1. *Tibicina quadrisignata*
(Font: www.cicada.cat)

- 1.1.- TAXONOMIA I FILOGÈNIA

Tibicina quadrisignata és una espècie de l'ordre hemípters i de la família Cicadidae. Dins d'aquesta família trobem la subfamília Tibicininae, que alhora conté la tribu

Tibicini, la qual està dividida en 10 gèneres diferents. D'aquests, el gènere *Tibicina* (la taxonomia del qual es troba representada en la Taula 1) és el més representatiu dins de la tribu Tibicini en la península Ibèrica.

Ordre	Hemiptera
Subordre	Auchenorrhyncha
Infraordre	Cicadomorpha
Superfamília	Cicadoidea
Família	Cicadidae
Subfamília	Tibicininae
Tribu	Tibicini
Gènere	<i>Tibicina</i>

Taula 1: Taxonomia del gènere *Tibicina*

En el gènere *Tibicina*, els cants de comunicació entre algunes de les seves espècies tenen una menor divergència que en altres gèneres, ja que les freqüències dels cants són molt semblants. Aquest fet és bastant característic de *Tibicina*, ja que en la majoria dels casos la diferenciació entre cants suposa que hi hagi una barrera entre espècies, impedit l'aparellament entre aquestes. La baixa diferenciació entre cants es podria explicar per la seva ràpida radiació evolutiva (Sueur et al. 2007).

En la conca del Mediterrani, trobem els següents taxons del gènere *Tibicina* (Sueur et al. 2007):

- *Tibicina corsica corsica*
- *Tibicina corsica fairmairei*
- *Tibicina fieberi*
- *Tibicina garricola*
- *Tibicina haematodes*
- *Tibicina maldesi*
- *Tibicina nigronervosa*
- *Tibicina quadrisignata*
- *Tibicina steveni*
- *Tibicina tormentosa*

- 1.2.- DISTRIBUCIÓ

A Catalunya, la distribució de *Tibicina quadrisignata* ha estat descrita per l'equip de cicada.cat amb la col·laboració d'observadors de la plataforma ornitho.cat. Tot i que encara no s'ha acabat de completar totalment la seva distribució, s'han trobat exemplars en zones amb més humitat i més altitud del que es troben les altres espècies de cigales de Catalunya. Concretament s'han vist exemplars a la unes poques zones de la serra catalana i se n'ha descrit una població a la Serra de l'Albera (en zones d'alzinar i sureda) (Figura 2).



Figura 2: Presència de *Tibicina quadrisignata* en les comarques Catalanes (Font: cicada.cat)

A França, s'han descrit diverses poblacions de *Tibicina quadrisignata* a la zona est dels pirineus francesos i també més al nord, al voltant de Marsella i Montpelier (Sueur & Puissant, 2002). A Portugal també s'han descrit varies poblacions, aquestes es troben al centre de Portugal (Serra de São Mamede, Alvarrões i Malacata)(Sueur et al, 2004).

- 1.3.- CICLE VITAL

No s'ha descrit el cicle vital de *Tibicina quadrisignata*, i no es coneix si hi ha variacions als cicles vitals més coneguts, com ara el de *Cicada orni*, el qual té diverses fases de desenvolupament (Boulard & Mondon 1995):

Primer de tot, les femelles ponen els ous a les tiges dels arbres. Un cop desenvolupats, surten a l'exterior en la fase larvària del cicle, que cau a terra i s'enterra, per passar a la següent fase: la fase de nimfa, la qual s'alimenta de les arrels dels arbres. La següent fase ja és la fase adulta, per poder passar a aquesta etapa les nimfes grimpem alguns centímetres per la vegetació i realitzen una muda, en la qual es desprenen del seu exosquelet (exúvia) i surten ja en la seva fase adulta.

En aquest últim període, l'individu ha de buscar ràpidament una parella per tal de poder reproduir-se, com a conseqüència de la poca duració de la fase adulta.

- 1.4.- ECOLOGIA I COMPORTAMENT

Generalment, *T. quadrisignata* prefereix zones amb vegetació alta, concretament, s'han descrit dos hàbitats en els quals té alta preferència, que són els matollars alts i les zones arbòries (Puissant, S. 2006). Altres estudis postulen que *T. quadrisignata* es pot trobar en zones més obertes en presència de *Cistus spp* (Quartau et al. 2001). La vegetació que constitueix l'hàbitat és important, ja que durant les seves etapes de la vida, s'alimenten de la saba produïda per aquesta. Concretament, quan són nimfes aquests excaven túnels en el sòl que els permet arribar fins a les arrels (per aquest motiu, els sols han de ser relativament tous, que permetin ser excavats) i quan són adults aquests perforen les tiges i les branquetes dels arbres per extreure la saba del xilema.

A part, en la seva etapa adulta, els mascles de *T. quadrisignata* busquen parella situant-se a les branques dels arbres i realitzant un cant amb el mecanisme de timbals (a partir d'una àrea de cutícula prima associada a una musculatura molt potent, que produeix el moviment de la cutícula i el característic so de les cigales). Durant aquesta última fase, l'individu està exposat a les espècies depredadores, que poden detectar la cigala mitjançant el so que produeixen o visualment, i per tant les cigales han de buscar refugi en el fullatge per evitar ser reconegudes per un depredador. Per aquesta raó la vegetació és molt important, ja que proporciona aliment, suport i protecció en vers els depredadors.

- 1.5.- DEPREDACIÓ

Les cigales són uns insectes que proporcionen molts avantatges als seus depredadors: són de mida grossa i a més a més no contenen cap element tòxic que impedeixi la seva ingestió i assimilació per part del depredador. Aquests fets converteixen a les cigales en una presa amb un gran aport energètic.

Durant la fase de nimfa, aquestes són detectades per espècies de vida subterrània o amb capacitat excavadora, que les desenterren i s'hi alimenten. Però, en el cas dels adults ens trobem amb una situació completament diferent, ja que tenen molta més mobilitat que les nimfes però també poden ser més fàcilment detectades i capturades.

Els adults poden ser detectats a causa del so que produeixen per comunicar-se o per mecanismes visuals. En aquest últim cas, els depredadors són molt variats, però predominen ocells de diverses espècies, com per exemple l'Abellarol (*Merops apiaster*) el Gaig (*Garrulus glandarius*) o el pardal comú (*Passer domesticus*), mamífers diürns la dieta dels quals estigui constituïda en part o totalment per insectes, i els mateixos insectes de dieta insectívora com la mantis religiosa (*Mantis religiosa*) o les llagostes (*Tettigonia viridissima*) (Boulard & Mondon, 1995). També poden ser depredats per aranyes, les quals utilitzen la tela per atrapar a les preses i a partir de les vibracions produïdes, les detecten.

La detecció visual es pot veure afectada per la condició en què es troba la vegetació. Aquesta pot ser determinant, ja que depenent de les condicions tant del suport com del fullatge, es pot facilitar o dificultar la visibilitat. La mimetització de l'individu és molt important, com més semblant sigui el seu color amb el de l'ambient en què es troba, més possibilitat té de disminuir la detecció. A més a més, en el cas de les cigales, la quantitat de fullatge que recobreix als arbres també és molt important, a causa de què és utilitzat com a refugi per dificultar la seva detecció per part dels depredadors.

En els incendis forestals les característiques de l'hàbitat es veuen fortament alterades, els arbres perden les seves fulles, i segons la severitat del foc, les seves branques de diàmetre més petit. A més, s'ennegreix l'escorça i les branques, condicionant molt la visibilitat degut a la modificació del contrast entre la presa i el substrat. En el nostre cas, però, ens trobem amb una espècie de coloració molt fosca (Figura 1), fet que podria suposar un avantatge per aquesta espècie al trobar-se l'escorça dels arbres ennegrida pel foc. *Tibicina quadrisignata* podria estar afavorida per estar més mimetitzada amb l'entorn que altres espècies, però per altra banda també podria desfavorir el fet de no tenir tant de fullatge de protecció com en els boscos no pertorbats.

- 1.6.- ESTUDIS PREVIS

Tot i ser un grup molt comú dels boscos de Catalunya, les espècies de Cicadidae no s'han estudiat a fons i no es saben tots els efectes que pot tenir la destrucció parcial del seu hàbitat causada pels incendis. En el marc del projecte d'investigació anomenat

ANIFOG (Resposta de les poblacions animals al foc i gestió post incendi) del grup de recerca de Biologia Animal de la Universitat de Girona s'ha analitzat l'efecte dels incendis forestals a diferents espècies animals, a on també es va analitzar com pot afectar a les cigales, com per exemple un estudi a on es va observar com la densitat d'exúvies de *Cicada orni* disminuïa dràsticament després d'un incendi (Pons. P, 2015). Un altre estudi previ va analitzar l'efecte del comportament i la vulnerabilitat a la depredació en *Tibicina quadrisignata* en zones cremades i no cremades per l'incendi de l'Alt Empordà l'estiu del 2012 (Banchs 2015). En aquest últim, es van realitzar uns testos de visibilitat de cigales a voluntaris, els havien de detectar l'individu en zones cremades i no cremades. En aquest treball, s'augmenta la grandària mostral de les enquestes realitzades per millorar-ne la significació. També es va realitzar un estudi a on s'ha utilitzat un mètode semblant a l'utilitzat per analitzar la detecció visual de depredadors, en el qual s'analitza l'efecte críptic que té *Tetrix subulata* en boscos cremats a partir de fotografies retocades (Karpestam et al. 2012).

2.- OBJECTIVES

This project wants to analyze the predation risk in *Tibicina quadrisignata*, comparing burned and unburned oak forests. On one hand microhabitat and site selection by cicada adults will be evaluated and compared among both treatments.

On the other hand, this project analyses if wildfire can affect predation risk of this species of cicada, and wants to conclude if *Tibicina quadrisignata* is easier to detect by increasing the sample size of a previous experiment which consisted in testing volunteers who had to detect this insect in the two different forests. By analyzing the results, we will be able to conclude if *Tibicina quadrisignata* is easier to detect in burnt forests or in unaffected forests.

3.- MATERIAL I MÈTODES

- 3.1.- Anàlisi del microhàbitat i la selecció d'ambient

Per tal de realitzar l'estudi, s'han utilitzat dades recollides per l'equip d'ANIFOG de la Universitat de Girona. Aquestes dades provenen de mostrejos efectuats per Pere Pons, Roger Puig i Josep Maria Bas durant el mes de juliol de 2013, en la zona afectada per l'incendi que es va ocasionar l'estiu el 2012 a l'Alt Empordà (aquest incendi va afectar 9963 hectàrees de bosc). Concretament, el mostreig es va realitzar a la Serra del Calze, un relleu que pertany a la serra de l'Albera, municipi de La Jonquera, en alzinars i suredes.

Per tal d'analitzar la selecció del microhàbitat en *Tibicina quadrisignata*, es va prospectar la zona per part dels observadors durant quatre matins. Quan es detectava un individu adult s'apuntaven les següents dades del suport i de l'entorn a on es trobava:

- Inclinió: la inclinió del suport es mesura a partir d'un mètode el qual consisteix a donar un número a la branca depenent de la inclinió. El número s'atorga a partir de la Figura 3, prèviament dissenyada, a on 4 és una inclinió vertical, i es va reduint el nombre fins a arribar a 1, que representa un suport horitzontal
- Diàmetre del suport a on estava situat l'individu
- Alçada de l'arbre
- Alçada en què es trobava l'individu
- Alçada màxima dels arbres en un radi de 5 metres al voltant d'on es trobava l'exemplar.

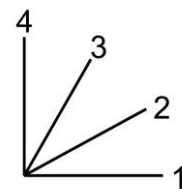


Figura 3: Model d'inclinió

A part d'aquestes dades (les quals són les que seran analitzades), també es recollia aspectes remarcables del seu comportament, com per exemple si realitzava cant per atraure femella, si realitzava crits (quan l'individu està molest o es sent amenaçat), si l'exemplar arrenca el vol... Quan era possible, perquè l'individu tolerava la proximitat de l'observador, es realitzava una fotografia del mateix i del seu entorn, per tal de

realitzar la segona part de l'anàlisi.

Un cop recollides les dades, i per tal de tractar-les correctament, s'ha realitzat una exploració prèvia amb l'objectiu de visualitzar els patrons generals i de comprovar si compleixen els supòsits estadístics dels testos que es volen fer a terme. L'objectiu de l'anàlisi és determinar si hi ha diferències en les variables d'interès entre la zona cremada i la zona no cremada.

Primer de tot, es seleccionen només les dades recollides quan l'individu es troba en *Quercus ilex*, ja que a altres espècies de planta no hi ha una grandària mostral suficient. Seguidament, es realitza l'exploració prèvia segons Zuur et. al. (2015) amb el programa estadístic R commander, amb el qual es valoren els següents aspectes:

- Analitzar les dades amb una gràfica Boxplot o diagrama de caixes amb l'objectiu de comprovar si hi ha dades atípiques. Les dades atípiques són aquelles dades el valor del qual es troba 1.5 vegades per sobre del quantil 3 o 1.5 vegades per sota el quantil 1. Per tant, aquests valors podrien ser un indicatiu d'error alhora de prendre mostres. Però, aquests valors no es poden descartar a primeres, ja que podrien ser completament correctes, i s'ha de comprovar si hi ha influència de l'observador.
- Amb un histograma, es comprova la distribució de les dades, ja que algunes anàlisis assumeixen la distribució normal de les dades, i si no es compleix, el resultat seria incorrecte. S'analitza la distribució entre grups, segons Zuur et al. (2015) és incorrecte analitzar la distribució de les dades globalment, sense analitzar grup per grup (en el nostre cas, un grup correspon a la zona cremada i l'altre a la zona no cremada)

A part d'observar els histogrames, s'aplica el test de Shapiro-Wilk, el qual testa la normalitat de les dades, i proporciona un p valor a partir del qual podem assumir o no la normalitat de les dades, amb les següents hipòtesis:

- Hipòtesi Nul·la: Les dades tenen distribució normal.
- Hipòtesi Alternativa: Les dades no tenen una distribució normal.
- Si les dades no són normals, s'intenten transformar mitjançant les següents equacions de transformació: $1/Y^2$, $1/Y$, $\ln(Y)$, arrel quadrada de Y i Y^2 .
- Es testa l'homogeneïtat de les variàncies a partir de diversos tests com el test de Levene (si les dades són normals) o el test de Fligner-Killeen (és no-

paramètric, per tant, no assumeix la distribució normal de les dades), els quals tenen les mateixes hipòtesis exposades continuació:

- Hipòtesi nul·la: Hi ha homogeneïtat de variàncies en les dades.
- Hipòtesi Alternativa: No hi ha homogeneïtat de variàncies en les dades.
- En base a les hipòtesis inicials s'aplica un test estadístic que compari les distribucions o mitjanes de les dades, depenent de la distribució d'aquestes.
- 3.2.- Assaig de depredació de *Tibicina quadrisignata*

En aquesta segona part, es pretén augmentar la grandària mostral de l'assaig de detecció visual de *Tibicina quadrisignata* en zones cremades i no cremades utilitzat al TFG de Gemma Banchs Burgués. Aquest assaig consistia en disposar fotos d'individus de *T. quadrisignata* en un PowerPoint. Les fotos es varen fer durant el mostreig de les dades utilitzades per l'anàlisi del microhàbitat i la selecció d'ambient explicat en l'apartat anterior. En la Figura 4 i 5 podem observar un exemple de les fotos utilitzades en l'assaig, però amb l'individu de *T. quadrisignata* marcat.



Figura 4: *Tibicina quadrisignata*
en zona no cremada



Figura 5: *Tibicina quadrisignata* en
zona cremada

Concretament, l'assaig està constituït per 38 fotos de *T. quadrisignata* (19 fetes en una zona no cremada i 19 fetes en la zona cremada) repartides en un PowerPoint. La mida de l'exemplar en relació a la mida de la pantalla és aproximadament igual a totes les imatges. Cada assaig es feia seguint el protocol utilitzat per a Gemma Banchs en el seu

treball final de grau, per tal de poder utilitzar les seves dades i augmentar la grandària mostral. La metodologia de l'assaig es realitza amb el següent protocol:

- Inicialment, es mostra una macrofotografia de l'espècie per tal que el voluntari conegui l'animal que haurà de cercar a les següents fotos.
- S'evita informar al voluntari de l'objectiu de l'assaig, per tal d'evitar influenciar el resultat, i que aquests es fixin més en una zona concreta.
- Es manté el mateix contrast de la pantalla, per evitar que hi hagi canvis de llum que puguin influenciar en el resultat.
- Cada voluntari té un temps màxim de 10 segons per detectar la cigala en cada fotografia, passats els 10 segons, es passa a la següent diapositiva.
- S'utilitza un cronòmetre per mesurar el temps que tarda l'individu a detectar cada cigala.
- Un cop es tenen els resultats, s'ajunten amb l'assaig fet prèviament i s'analitzen les dades recollides mitjançant gràfics en els que es representen el percentatge de detecció i el temps de cada zona i s'analitzen estadísticament (seguint el mateix protocol d'exploració prèvia utilitzat en l'apartat anterior) les mitjanes de temps en què una persona ha detectat l'individu, amb l'objectiu d'analitzar si hi ha diferències significatives entre les dos zones.

En total, s'ha fet l'assaig de depredació a 43 voluntaris en total, d'aquests, 21 persones van realitzar l'assaig l'any 2015 (en el treball final de grau de la Gemma Banchs), i els 22 voluntaris restants s'han sotmès a la prova aquest any, per tal d'augmentar la grandària mostral i millorar la significació dels resultats de l'estudi previ.

4.- RESULTATS

• 4.1.- Anàlisi del microhàbitat i la selecció d'ambient

Diametre del suport a on es troba l'exemplar

Analitzem prèviament les dades amb un diagrama de caixes amb l'objectiu de veure si hi ha dades atípiques que s'haurien d'eliminar. Tenim una N=70 en la zona cremada i una N=37 en la zona no cremada.

Es pot començar a intuir una clara diferència entre els diàmetres de la zona a on el bosc està cremat de la zona del no cremada en la figura 6, però, primer s'han d'analitzar les dades atípiques o outliers que ens indica el diagrama de caixes. S'ha pogut veure que no hi ha cap error en la presa de mostres o amb la introducció de dades, així que en el cas de què les dades fossin errònies, seria a causa de la diferència entre els observadors (Pere Pons, Josep Maria Bas o Roger Puig). Amb

una ANOVA s'ha analitzat si les dades recollides difereixen segons l'observador, i s'ha descartat aquesta hipòtesi, per tant les dades són correctes i no es descarten. Es comprova la distribució normal de les dades amb el test de Shapiro Wilk, el qual ens dona no normalitat. Es transformen les dades amb el logaritme neperià, i s'aconsegueix normalitzar-les amb un p valor de 0.5146 per la zona no cremada i de 0.6279 per la zona cremada (Taula 4). Es procedeix a analitzar la homogeneïtat de variàncies amb el test de Levene, el qual ens dona un p valor de 0.9174 (Taula 3) que ens indica que hi ha homoscedasticitat en les dades. Seguidament, s'analitzen les dades amb una ANOVA amb les següents hipòtesis:

- Hipòtesi nul·la: La mitjana del diàmetre a on es troba l'exemplar és igual en la

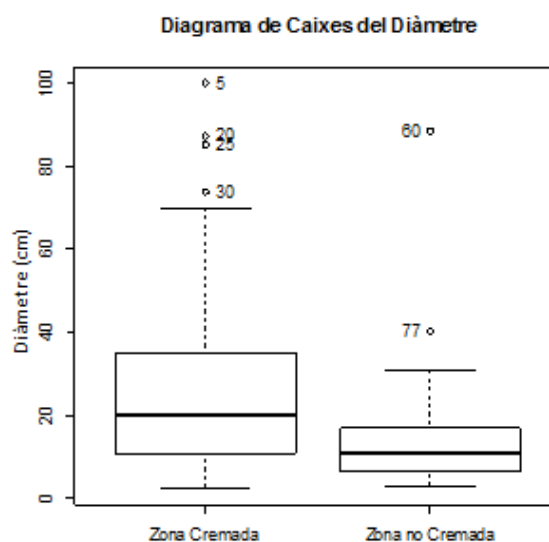


Figura 6: Diagrama de caixes del diàmetre del suport en la zona cremada i de la zona no cremada

zona cremada que en la no cremada, i per tant, no hi hauria diferències de diàmetre en els suports a on es troben els exemplars

- Hipòtesi alternativa: La mitjana de diàmetre del suport a on estan els individus de *Tibicina quadrisignata* és diferent entre zones cremades i no cremades

L'ANOVA dona un p valor de 0.00148, amb el qual podem rebutjar la hipòtesi nul·la i acceptar la hipòtesi alternativa com la més probable, la qual ens indica que hi ha una diferència entre els diàmetres de les dos zones, concretament, en la zona cremada hi ha una mitjana de diàmetre del suport major que en la zona no cremada.

Alçada des del terra a on es troben els individus

Tenim una grandària mostral en la zona cremada de 57, i una grandària de 31 en la zona no cremada. En aquest cas, ens trobem

amb dos dades atípiques en la zona no cremada (Figura 7). Observant la seva procedència, aquestes dos provenen de dos cigales que estaven situades a 30 centímetres del sol sobre falguera i planta herbàcia. No es descarten aquestes, ja que no provenen d'errades. La següent exploració prèvia que s'ha de fer és testar si les dades tenen una distribució normal o no. El test de Shapiro Wilk ens indica que no hi ha normalitat, s'aplica el mateix procediment que el cas anterior per transformar-les, però no s'aconsegueix que els dos grups tinguin una distribució normal (Taula 4). Es testa la homogeneïtat de variàncies amb el test de Fligner-Killeen, el qual ens dona un p valor que ens indica que les dades compleixen la homogeneïtat de les variàncies (Taula 3). S'aplica el test no paramètric de Mann-Whitney-Wilcoxon amb les següents hipòtesis:

- La hipòtesi nul·la seria que les poblacions tenen una distribució d'alçades a on es troben idèntica, i per tant no hi hauria variacions entre les dues

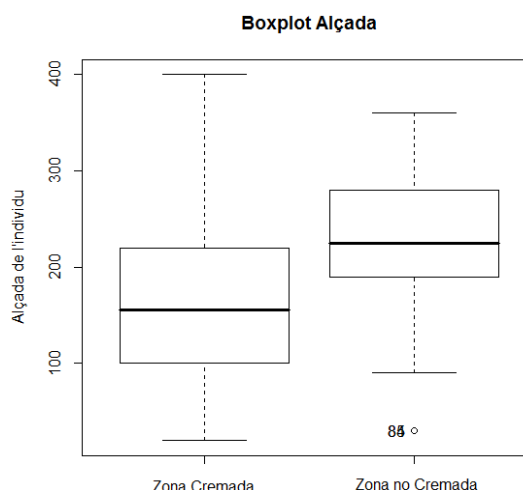


Figura 7: Diagrama de caixes de l'alçada a on es troben els individus en la zona cremada i de la zona no cremada

- La hipòtesi alternativa consisteix a afirmar que les poblacions tenen distribucions diferents, i per tant, observant els histogrames, podríem dir que els individus de *Tibicina quadrisignata* tendrien a distribuir-se en alçades majors en boscos cremats (en l'histograma de la zona cremada podem observar que les freqüències estan més desplaçades a alçades més altes que en la zona no cremada)

El p valor del test és de 0.0007801, per tant descartaríem la hipòtesi nul·la i acceptaríem l'alternativa com a opció més amb un nivell de significació del 0.05, que diu que les distribucions d'alçada no són iguals en boscos no cremats i en cremats, i observant el diagrama de caixes (Figura 7) es pot veure com en la zona no cremada, es tendeixen a trobar més amunt.

Alçada de la planta en que es troba l'individu

Analitzem l'alçada de la planta a on es troba l'individu, per tal de veure si hi ha diferències entre bosc cremat i no cremat. De la zona cremada, tenim un total de 68 dades, i de la zona no cremada 39. En aquest cas podem veure amb el diagrama de caixa (Figura 8) que no hi ha cap dada atípica i que les mitjanes són més semblants entre elles que en els casos anteriors. A partir d'aquí testem la normalitat de cada amb histogrames i tests de Shapiro Wilk (Taula 5), en els quals podem veure que no hi ha distribució normal. També s'intenta transformar les dades (amb el mateix procediment fet anteriorment) però el test de Shapiro Wilk ens indica que continua sense haver distribució normal (Taula 5). El test de homoscedasticitat de Fligner-Killeen ens dona un p valor major de 0.05 (Taula 3), per tant, hi ha homogeneïtat de variàncies. Es procedeix a utilitzar el test no paramètric de Wilcoxon, amb les hipòtesis següents:

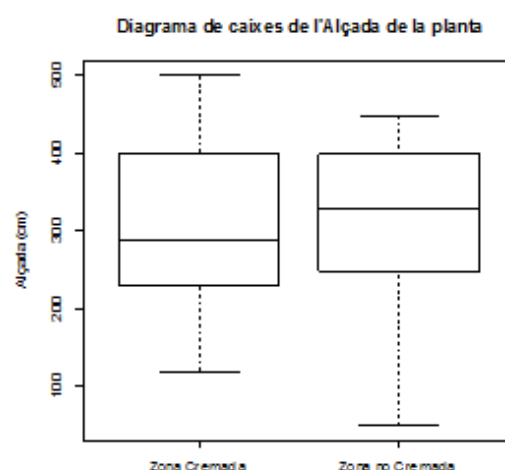


Figura 8: Diagrama de caixes de les alçades de les plantes en zona cremada i no cremada

La hipòtesi nul·la: L'alçada de les plantes a on es troben els exemplars tenen la mateixa distribució en zona cremada que en no cremada, per tant, les alçades de les plantes a on es troben els exemplars no canvia depenent de la zona.

La hipòtesi alternativa: L'alçada de les plantes a on es troben els exemplars de *Tibicina quadrisignata* tenen una distribució diferent, i indicaria que les alçades a on es troben els exemplars són diferents segons la zona.

Amb un p valor de 0.6112, no es pot rebutjar la hipòtesi nul·la, que ens indica que en les dues zones, les distribucions d'alçades són iguals

Alçada màxima de la capçada a 5 metres al voltant de l'espècimen

Es van recol·lectar 49 dades en la zona cremada, i 39 en la zona no cremada del tallafocs. Podem veure varies dades atípiques en la zona no cremada (Figura 9), la dada 12 (800 cm), és el valor que s'esbiaixa més de les altres dades. Com que es tracta de l'alçada màxima de la capçada del voltant de l'espècimen, no es descarta la dada, ja és totalment probable que un arbre tingui una mida de 8 metres. Seguidament es comprova la distribució de les dades amb histogrames i amb el test de Shapiro Wilk. A partir de l'histograma podem veure com les dades de la

zona cremada tenen una distribució normal, però les de la zona no cremada no. S'intenten transformar amb diverses equacions de transformació (Taula 5), però ens trobem amb la mateixa situació que abans, i per tant, no es pot efectuar un test paramètric. També es testa la homogeneïtat de variàncies amb el test de Fligner-Killeen, el qual ens indica que hi ha homoscedasticitat en les dades (Taula 3).

Es procedeix a executar el test no paramètric de Wilcoxon, amb les següents hipòtesis:

Hipòtesi nul·la: La zona cremada i no cremada tenen la mateixa distribució d'alçades màximes al voltant d'on es troba l'exemplar

Hipòtesi alternativa: Tenen distribucions d'alçades màximes al voltant de l'espècimen diferents.

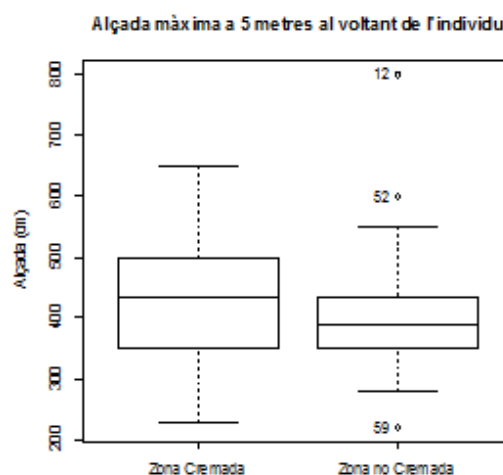


Figura 9: Diagrama de caixes de l'alçada màxima en zona cremada i no cremada

Amb un p valor de 0.1128, no es pot rebutjar la hipòtesi nul·la, per tant es pot dir que les alçades màximes dels arbres al voltant d'on s'ha trobat l'individu de *Tibicina quadrisignata* tenen la mateixa distribució en les dues zones.

Inclinació del suport a on es troba l'individu a l'hora de l'observació

Amb una N=46 per la zona cremada i una N=29 per la zona no cremada, realitzem l'anàlisi previ de les dades, primer les dades atípiques i després normalitat, com en els casos anteriors. En aquest cas, els suports que han sigut d'inclinació nivell 1 són considerats com a valors atípics (Figura 10), però no els eliminem, ja que són dades reals. A partir del test de Shapiro Wilk es testa la normalitat de les dades, però al presentar una estructura binomial negativa, no es compleix la normalitat. Com en els casos anteriors, es transformen les dades, però resulten ser no normals tot i la seva transformació

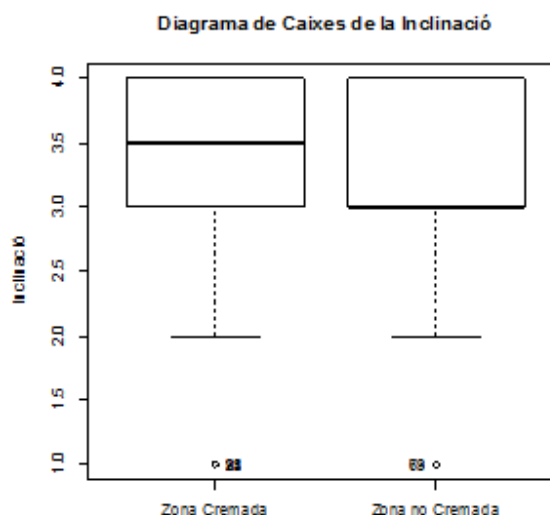


Figura 10: Diagrama de Caixes de la inclinació del suport en zona cremada i no cremada

(Taula 5), també es testa la homoscedasticitat amb el test de Fligner-Killeen (Taula 3). S'utilitza el test no paramètric de Wilcoxon amb les següents hipòtesis:

- Hipòtesi nul·la: Les distribucions d'inclinació de les dos zones són les mateixes, per tant, no varia la inclinació entre la zona cremada i el tallafocs
- Hipòtesi alternativa: Hi ha variacions de les freqüències d'inclinació entre les dos zones.

Amb un p valor de 0.4959, no es pot rebutjar la hipòtesi nul·la, que ens diu que les distribucions són les mateixes, i per tant no hi ha canvis de la inclinació entre les zones no cremada i cremada (tal com es pot veure en la figura 9, les distribucions són molt semblants entre elles)

En la següent taula (Taula 2) es recullen els p valors obtinguts de cada anàlisi del test

de Mann-Whitney-Wilcoxon sobre cada factor analitzat entre la zona cremada i la no cremada, els quals ens indiquen que només hi ha canvis entre les dos zones en l'alçada en què es troben els individus. Amb l'ANOVA realitzada pel diàmetre del suport també es pot veure (amb un p valor de 0.00148) que la mitjana del diàmetre del suport és major en zona cremada que en zona no cremada.

Test de Wilcoxon	Alçada dels individus	Alçada de la planta	Alçada màxima a 5 metres al voltant	Inclinació del suport
P valor	0.0007801*	0.6112	0.1128	0.4959

Taula 2: Resultats del test Mann-Whitney-Wilcoxon

A continuació s'exposen els p valors del testos realitzats per l'exploració prèvia de les dades, tant de normalitat com de homogeneïtat de variàncies:

	Diàmetre del suport	Alçada dels individus	Alçada de la planta	Alçada màxima a 5 metres al voltant	Inclinació del suport
Test de Levene	0.9174	-	-	-	-
Test de Fligner-Killeen	-	0.1039	0.4883	0.09448	0.7591

Taula 3: Resultat dels tests de homoscedasticitat per tots els anàlisis fets

Equació de transformació	Diàmetre del suport		Alçada dels individus	
	CR	TF	CR	TF
Y	3.438e-07	5.502e-08	0.0251	0.2294
1/Y ²	6.196e-14	7.018e-07	1.628e-14	2.671e-12
1/Y	2.12e-09	0.0008297	3.382e-11	7.042e-11
Ln(Y)	0.6279	0.5146	0.0002515	1.272e-06
(sqrt)Y	0.007538	0.0002872	0.1116	0.001478
Y ²	6.336e-12	3.771e-11	6.046e-07	0.1364

Taula 4: Resultat dels tests de normalitat de Shpiro Wilk per les variables del diàmetre del suport i de l'alçada dels individus

Equació de transformació	Alçada de la planta		Alçada màxima a 5 metres al voltant		Inclinació del suport	
	CR	TF	CR	TF	CR	TF
Y	0.03117	0.05513	0.09984	0.000175	6.371e-07	0.0003487
$1/Y^2$	1.799e-09	7.292e-13	9.736e-06	0.000330	2.008e-11	5.857e-09
$1/Y$	1.7e-05	5.421e-11	0.000806	0.06355	6.964e-10	2.392e-07
Ln(Y)	0.03253	4.342e-06	0.02682	0.06006	4.639e-08	2.21e-05
(sqrt)Y	0.08444	0.001835	0.07096	0.004941	2.362e-07	0.0001272
Y^2	0.0002239	0.08804	0.03485	2.477e-07	8.329e-07	0.0003475

Taula 5: Resultat dels tests de normalitat de Shpiro Wilk per les variables de l'alçada de la planta, alçada màxima a 5 metres al voltant de l'individu i de la inclinació del suport

- 4.2.- Resultats de l'assaig de depredació

- **Zona no cremada:**

En la Zona no cremada, es van detectar el 59.3% dels individus en les fotografies, i el 40.7% dels individus no es van detectar en menys de 10 segons (Figura 11), que era el límit de temps per trobar als individus de *T. quadrisignata*.

Zona no cremada

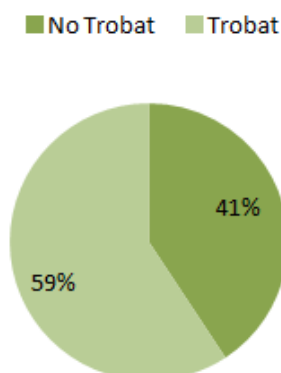


Figura 11: percentatge de detecció en la zona no cremada

Quan els individus es detectaven a les fotografies, s'apuntava el temps que es tardava. De mitjana, els 43 voluntaris tarden 4.12 segons a localitzar una cigala corresponent a la zona no cremada quan l'individu es detectava.

En el cas de la fotografia 14, no s'ha detectat l'individu en cap dels assajos. En la figura 12 podem observar el percentatge de persones que han detectat cada foto, amb la mitjana de temps que han tardat per cada una (no es té en compte quan el voluntari no detectava la foto en menys de 10 segons, que corresponia al màxim de temps).

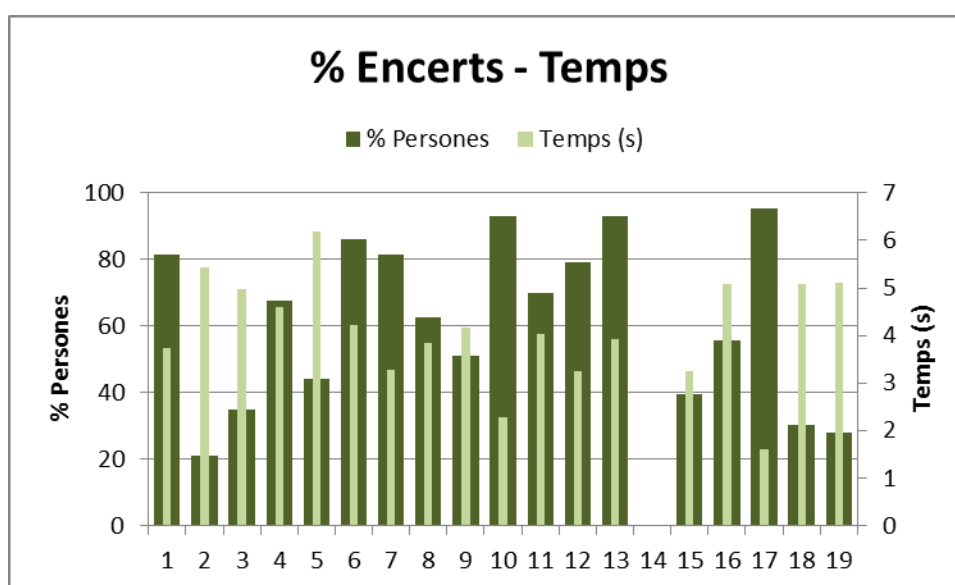


Figura 12: Resultats de l'assaig en la zona no cremada

- Zona cremada:

En el cas de la zona cremada, trobem un % més baix d'individus detectats en les fotografies, concretament, un 49.23% de les cigales s'han detectat, amb una mitjana de 4.57 segons, mentre que un 50.77% no s'han trobat (Figura 13). Ens trobem que s'han detectat menys de la meitat de les possibles.

En la figura 14 es pot observar el percentatge de persones que han detectat l'individu a cada fotografia, i la mitjana de temps que s'ha tardat. Es pot observar com el percentatge de persones que detecten els individus és

Zona cremada

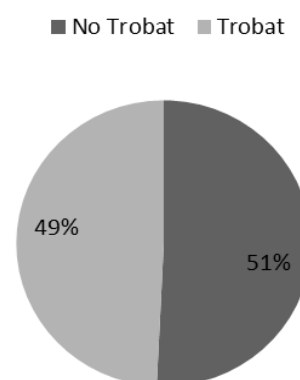


Figura 13: percentatge de detecció en la zona cremada

generalment més baix.

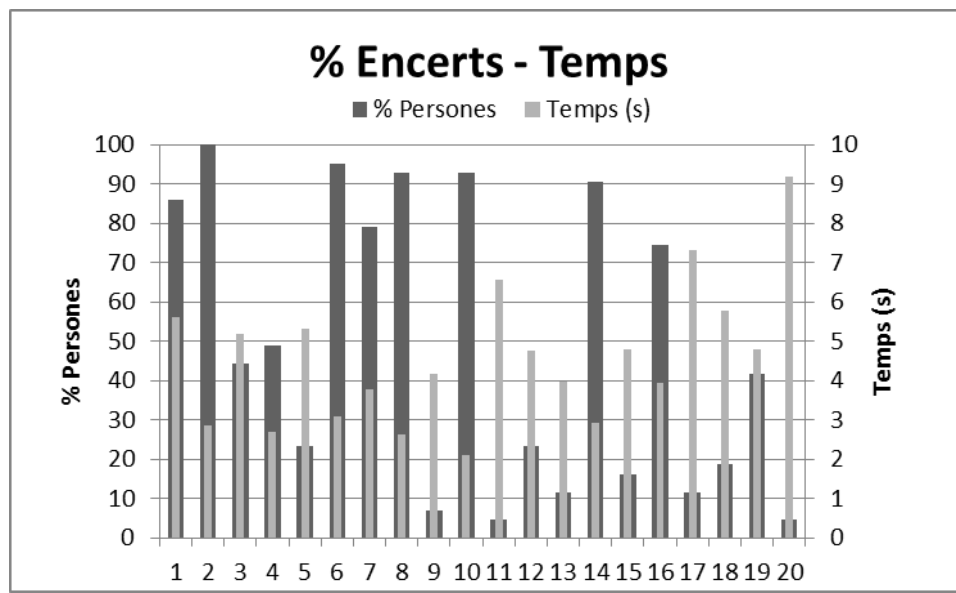


Figura 14: Resultats de l'assaig en la zona cremada

Amb l'objectiu de comprovar estadísticament si hi ha més detecció en la zona no cremada, procedim a analitzar els percentatges de detecció de les dos zones (de les 19 fotos de la zona no cremada i les 20 fotos de la zona cremada), seguint la metodologia emprada en l'anàlisi de microhàbitat. No es detecta cap dada atípica amb el diagrama de caixes (Figura 15), per tant procedim a comprovar la normalitat. No podem assumir la normalitat de les dades, ja que el test de Shapiro Wilk

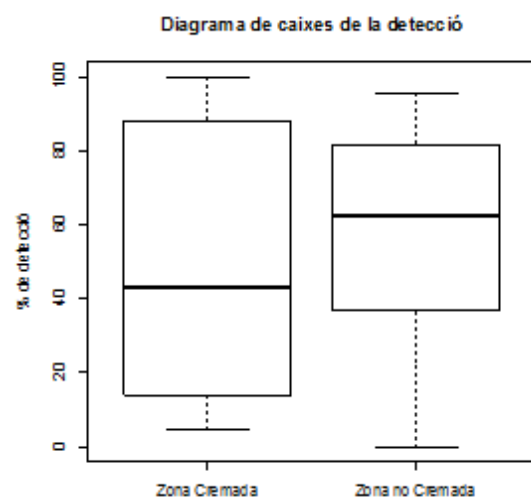


Figura 15: Diagrama de caixes del percentatge de detecció en zona cremada i no cremada

ens dona un p valor menor de 0.05 encara que transformem les dades. Per el que fa a la homogeneïtat de variàncies, la podem assumir ja que el test de Fligner-Killeen ens dona un p valor de 0.0588. Amb els resultats de l'exploració prèvia feta, procedim a analitzar les dades amb el test no paramètric de Mann-Whitney-Wilcoxon, amb les següents hipòtesis:

- La hipòtesi nul·la: No hi ha diferències entre els percentatges de detecció de les fotografies de la zona cremada i no cremada
- La hipòtesi alternativa: Els percentatges de detecció tenen distribucions diferents a les dos zones, i per tant la detecció d'aquestes no seria la mateixa en zona cremada que en zona no cremada.

Amb un p valor de 0.3757 no es pot rebutjar la hipòtesi nul·la, per tant, assumim que no hi ha diferències estadísticament significatives entre els percentatges de detecció de les dos zones.

Per tal de comparar la diferència entre el temps que es tarda a detectar en les diferents zones, s'utilitza la mitjana de temps de cada fotografia, i es testa estadísticament per comprovar si realment les mitjanes són diferents en els dos casos. Es descarten els temps de les fotografies en les quals només s'han detectat 3 vegades o menys l'individu, ja que la grandària mostral d'aquestes és insuficient. Aquest fet ens deixa amb 19 mitjanes de temps en la zona cremada (cada mitjana d'una fotografia es calcula

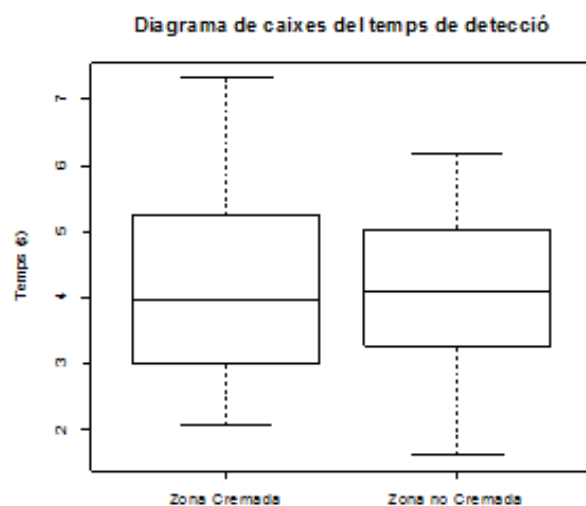


Figura 16: Diagrama de caixes del temps de detecció en zona cremada i no cremada

a partir de les enquestes fetes a 43 voluntaris) i 16 en la zona no cremada. Primer de tot es comproven les dades atípiques amb un gràfic de diagrama de caixes (Figura 16), en el qual podem observar que no n'hi han. S'analitza la distribució de les dades amb histogrames, els quals complementem amb un test de Shapiro Wilk per comprovar la normalitat. El test de Shapiro Wilk ens dona un p valor de 0.5579 en la zona cremada i de 0.817 en la zona no cremada. Per tant, podem assumir que les distribucions són normals i com a conseqüència utilitzarem un test paramètric que assumeixi la normalitat de les dades. Testem la homogeneïtat de variàncies amb el test de Levene, el qual ens confirma que hi ha homogeneïtat amb un p valor de 0.3426. Seguidament,

amb una ANOVA comparem les mitjanes de les dos zones amb les següents hipòtesis:

- Hipòtesi Nul·la: Les mitjanes de les dos zones són iguals, i per tant no hi ha diferència entre elles
- Hipòtesi Alternativa: Les mitjanes de la zona cremada i de la zona no cremada són diferents entre elles

Amb un p valor de 0.665, no es pot rebutjar la hipòtesi nul·la, i per tant, considerem que les mitjanes de temps en què els voluntaris detectaven els individus en les fotografies són iguals per les dos zones.

5.- DISCUSSIÓ

A partir dels resultats, veiem que només les distribucions de diàmetre i de l'alçada en que es troben els individus són diferents entre la zona cremada i la zona no cremada. En el cas del diàmetre del suport, aquest tendeix a ser major en boscos cremats, aquesta situació podria ser deguda a la pèrdua de branques de suport dels arbres durant l'incendi. Aquesta pertorbació elimina més fàcilment les branques de diàmetre petit dels arbres, ja que són cremades més fàcilment a causa del seu menor volum. Per tant aquesta situació ocasionaria que les cigales trobessin menys suports de menor diàmetre en zones cremades que en zones no cremades, a causa de la pèrdua de les branques amb menor diàmetre.

Per altra banda, el fet que les distribucions d'alçada de les plantes a on es troba l'individu siguin iguals en les dues zones, però les alçades a on es troben les cigales són diferents, ens indica que no hi ha relació entre els dos, i que per tant l'alçada de la planta no influeix en l'alçada a on es situa l'individu. Això significa que hi ha tendència de les cigales a trobar-se en alçades més baixes en zones cremades (observant les distribucions, es pot veure com les freqüències d'alçada en zones no cremades es troben més acumulades en alçades baixes). Aquest comportament podria ser causa de que els individus en la zona no cremada busquen la protecció de la vegetació a alçades més altes dels arbres, fent que es trobin a més altura que en les zones cremades o que les cigales busquin protecció en zones més baixes en la zona cremada, per compensar el fet de la pèrdua de vegetació.

En el cas de l'alçada màxima a cinc metres de la planta a on es troba la cigala, és lògic que no variï si ens trobem que tenim les mateixes distribucions d'alçades en els dos ambients. Els factors de microhàbitat analitzats poden influenciar molt en la supervivència de les poblacions de *Tibicina quadrisignata*, ja que encara que sigui un canvi menor, si aquest suposa una major avantatge per cada individu davant la depredació, la població tindrà més possibilitats de sobreviure que altres poblacions d'altres espècies en el mateix hàbitat.

En l'assaig de depredació, s'ha vist que es detecten amb la mateixa freqüència les

cigales que es troben en boscos cremats i en boscos no cremats. Es podia esperar que es trobessin més les cigales en boscos cremats, ja que els incendis destrueixen gran part del fullatge, que és un dels elements més importants per les cigales a l'hora d'amagar-se del depredador. Aquesta variació dels resultats esperats es podria explicar a partir de la coloració fosca de *T. quadrisignata*, que podria actuar com un factor positiu en evitar la depredació. Al tenir un color més semblant a l'ambient (els suports a on es situen els individus en la zona cremada es troben ennegrits per l'efecte del foc) pot confondre al depredador, el qual no detecta a l'exemplar. Es pot veure en la figura 4, com *T. quadrisignata* es confon amb la branca de l'arbre a on es troba. Si aquest és el cas, l'efecte del major diàmetre del suport analitzat en boscos cremats podria suposar un avantatge, ja que augmenta la superfície a on l'individu es pot situar, fent que es confongui més amb l'ambient. S'ha de tenir en compte que aquesta hipòtesi només es viable quan les cigales es troben cobertes per el suport de fons, ja que en el cas de què les trobem en una posició a on tinguin un altre element de l'ambient de fons (com podria ser el cel) l'efecte de la coloració fosca no suposaria un avantatge (fet que passa en algunes de les fotografies analitzades). Per aquesta raó, és favorable que es trobin en suports de diàmetre major, ja que aquests augmentarien les possibilitats de mimetitzar-se amb el fons. L'alçada a on es troben els individus també podria ser determinant per la depredació, ja que també podria ser una explicació del diàmetre més gran del suport, a causa de què es poden trobar en el tronc principal de l'arbre, que sol ser de diàmetre major. Això també suposa que el suport cobreixi més part de l'individu, i per tant, si el suport té una coloració semblant a l'individu, pot resultar en una millor mimetització per part d'aquest. Tot i ser estadísticament iguals, observant les figures 12, 14 i 15 es pot veure com en boscos cremats hi ha una tendència (tot i no ser significativa) d'haver un major percentatge de detecció en la zona no cremada.

El temps que es tarda a detectar l'individu (quan es tarda menys de 10 segons) és el mateix en les dos zones. Aquest fet es podria explicar per disposició de la cigala en els boscos cremats, ja que si aquesta es troba coberta pel suport ennegrit de fons, menys fàcilment detectable visualment (com s'ha mencionat abans), i aquest fet faria trobar a els individus de la zona cremada amb el mateix temps que en la zona no cremada, els

quals tenen la protecció del fullatge.

En el cas de què els individus es col·loquessin sempre camuflant-se amb els suports a la zona cremada, podria causar una confusió a el depredador, fent que ataqués menys als individus de *T. quadrisignata*. En un estudi s'ha demostrat que la cripsis amb l'ambient pot causar una menor freqüència d'atac del depredador (Vignieri et al. 2010), i en el cas que *T. Quadrisignata* adaptés el seu comportament i es col·loqués tenint un major mimetisme amb l'ambient, tindria una protecció superior contra els depredadors (Forsman et al. 2011).

- Ètica del Treball

Durant el recaptament de dades per l'anàlisi del microhàbitat a on es troben les cigales, no s'ha causat cap molèstia directa a aquestes. S'han agafat les dades des d'una distància raonable, des d'on no es feia cap contacte físic. En alguns casos, les cigales es sentien amenaçades davant de l'observador, i realitzaven un cant d'irritació i/o arrencaven el vol per evitar la possible amenaça. Aquesta ha sigut la única pertorbació o estrès que s'ha pogut causar als individus de *T. quadrisignata*.

Per altra banda, la realització de l'assaig de detecció visual es va fer amb persones totalment voluntàries, les quals eren alumnes de l'INS Cassà de la Selva i de la Universitat de Girona. Aquestes persones només van facilitar el nom com a dada personal, el qual en cap cas s'ha fet públic ni s'ha facilitat a ningú, complint així amb una ètica correcta en la utilització de dades personals.

6.- CONCLUSIONS

In this study we were able to conclude that the species *Tibicina quadrisignata* has a the same risk to be visually detected in non-burned forests rather than in burned forests. It was expected to find more detectability in burned forests, due to the loss of vegetation, the natural shelter of the Cicadidae species. This effect could be a consequence of the blackening of the supports (the tree branches and the logs) caused by the wildfire. This blackening makes *Tibicina quadrisignata* more difficult to detect due to its dark color.

This effect could be enhanced by the changes of the microhabitat, such as the higher diameter of the branch used as a perch, that would result in a better camouflage of the specimen towards its background, and also could be enhanced by the behavior of *Tibicina quadrisignata*, if they were situated in a way that they could completely mimetize with the background.

7.- BIBLIOGRAFIA

- Banchs, G.(2015) Estudi sobre el comportament i la vulnerabilitat a la depredació en *Tibicina quadrisignata* (Cicadidae) en zones cremades i no cremades per l'incendi de l'Alt Empordà 2012. Treball Final de Grau. Universitat de Girona.
- Boulard, M & Mondon, B. (1996). - *Vies et Mémoires de Cigales*. Barbentane : Édition Equinoxe.
- Cicada.cat. *Tibicina quardisignata*. Recuperat 12 de febrer de 2016 des de <http://cicadacat.wix.com/index#!tibicina-quadrisignata/c5nk>
- Cookbook for R. *Homogeneity of Variance*. Recuperat el 26 d'abril de 2016 des de http://www.cookbook-r.com/Statistical_analysis/Homogeneity_of_variance/
- Forsman, A., M. Karlsson, L. Wennersten, J. Johansson, and E. Karpestam. (2011) Rapid evolution of fire melanism in replicated populations of pygmy grasshoppers. *Evolution*, 65, 2530–2540.
- Integrated Taxonomic Information System. *Taxonomy of the genus Tibicina*. Recuperat 11 d'abril de 2016 des de http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=846758
- Karpestam E, Merilaita S & Forsman S. (2012). Reduced predation risk for melanistic pygmy grasshoppers in post-fire environments. *Ecology and Evolution*, 9, 2204-2212.
- Pons, P. (2015). Delayed effects of fire and logging on cicada nymph abundance. *Journal of Insect Conservation* , 19, 601-606.
- Puissant, S. (2006) Contribution a la connaissance des cigales de France: geonemie et écologie des populations (Hemiptera, Cicadidae). Ascete, Be'deilhac et Aynat
- R Tutorial, an R Introduction to statistics. *Mann-Whitney-Wilcoxon Test*. Recuperat 20 de gener de 2016 des de <http://www.r-tutor.com/elementary-statistics/non-parametric-methods/mann-whitney-wilcoxon-test>
- Stack Overflow. *Perform a Shapiro-Wilk Normality Test*. Recuperat 20 de gener de 2016 des de <http://stackoverflow.com/questions/15427692/perform-a-shapiro-wilk-normality-test>
- Sueur J, Vanderpool D, Simon C, Ouvrard D, Bourgoin T. (2007). Molecularphylogeny of the genus *Tibicina* (Hemiptera , Cicadidae): rapid radiation and acoustic behaviour. *Biological Journal of the Linnean Society*, 91, 611–626.

- Sueur J, Puissant S, Simoes P. C, Seabra S, Boulard M, Quartau, J. A. (2004). Cicadas from Portugal: revised list of species with eco-ethological data (Hemiptera: Cicadidae). *Insect Systematics and Evolution* ,35, 177-187.
- Sueur, J & Puissant, S. (2002). Spatial and ecological isolation in cicadas : First data from Tibicina (Hemiptera : Cicadoidea). *European Journal of Entomology*, 99 (December), 477–484.
- Vignieri, S. N., J. G. Larson, and H. E. Hoekstra. (2010). The selective advantage of crypsis in mice. *Evolution*, 64, 2153–2158.
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., & Elphick, C. S. (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology & Evolution*, 1, 3–14.
<http://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x>