



Gradu Amaierako Lana / Trabajo Fin de Grado
Biologiako Gradua / Grado en Biología

***Lepidochelys olivacea* itsas dortokaren arrautzen garapen
eta kumeen eklosioan eragiten duten faktoreen analisia
Mexikoko “La Escobilla” hondartza Santutegian**

Egilea/Autor/a:
Irene Etxebarria Gana

Zuzendaria/Director/a:
Aitor Larrañaga Arrizabalaga

© 2017, Irene Etxebarria Gana

Leioa, 2017ko ekainaren 25a /Leioa, 25 de Junio de 2017



EDUKIAK

Laburpena/Abstract.....	4
Sarrera.....	5
Helburuak.....	8
Ikerketa area.....	8
Material eta metodoak.....	10
Emaitzak.....	14
Eztabaida.....	19
Ondorioak.....	22
Esker onak.....	23
Erreferentzia iturriak.....	23



Lepidochelys olivacea itsas dortokaren ugaltze arrakastan eragiten duten faktoreen analisia Mexikoko “La Escobilla” hondartza Santutegian”

LABURPENA

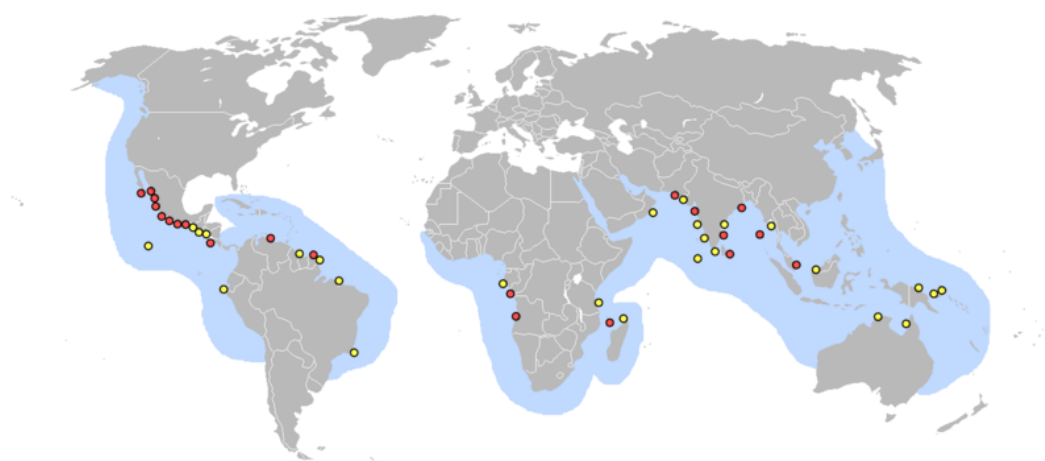
Lepidochelys olivacea, munduan existitzen diren zazpi itsas dortoka espezieetatik arruntena eta ugariena den arron, espezie kaltebera moduan sailkatzen da. Faktore anitz deskribatu dira dortoka olibakaren ugaltze arrakastan eragin eta populazioa gainbeherara daramatzatenak, hala nola, *Omorgus suberosus* kakalardoek sortzen duten predazioa, habien gainezarpenera gertaerak eta inkubazio aldiko tenperatura. Mexikoko “La Escobilla” hondartzan 2015/2016 eta 2016/2017 denboraldietako lehorreratze masiboetan zehar buruturiko ikerketa honetan, kakalardoek garapenera bidean dauden dortoka enbrioien gain buruturiko harrapakaritzaren eragin negatiboa frogatu da, harrapakaritzea % 15-ekoa denean, eklosio arrakasta erdira jaisten baita. Honekin batera, gainezarpenera bidezko habien suntsipen gertaerak aztertu dira, eta honek ere, dortoken ugaltze arrakastan eragin negatiboa duela behatu da, % 3-ko gainezarpenerak, gainezarpenera habien eklosio arrakasta erdira murrizten duela ikusi baita. Azkenik, inkubazio aldian zeharreko tenperaturak ere enbrioien garapenera baldintzatzen duela egiaztatuta da; garapenera optimoa 30 °C inguruan eman da baina tenperatura horretatik urruntzean, enbrioien garapenera zailtzen dela ikusi da. Halaber, faktore hauen eragina nabarmenagoa izango da itsasbazterretik urrun kokaturiko habitetan, bertan izaten baitira gainezarpenera gertaera ugariak, *O. suberosus*-en dentsitate handienak eta tenperatura altuenak.

ABSTRACT

Lepidochelys olivacea, is the most common and abundant of the seven sea turtle species known in the world, however, it is classified as vulnerable. There are a lot of different factors affecting reproduction success of olive ridleys and promoting population decline, such as predation by the beetle *Omorgus suberosus*, nesting overlapping events and incubation time temperature. This research has been made in Mexico, in “La Escobilla” beach, during 2015/16 and 2016/17 massive arrival events and it has been demonstrated the negative effect of predation by the beetle in developing embryos; when predation is about % 15, hatching success reduces to % 50. Besides that, nesting overlapping events have been studied and this has also been proven to have a negative effect in the reproduction success of turtles; % 3 of overlapping events supposes a reduction of hatching success to % 50 of the overlapped nests. Finally, it has been verified that incubation temperature condition embryo development; optimal development is given to approximately 30 °C but far from that temperature, embryonic development will be hindered. Moreover, the effect of these factors will be more important far from seaside, where they take place most of nesting overlapping events, highest *O. suberosus* densities and highest temperatures.

SARRERA

Lepidochelys olivacea edo itsas dortoka olibakara, munduan existitzen diren zazpi itsas dortoka espezieetatik arruntena eta ugariena kontsideratzen da (Hart *et al.*, 2014). Itsas dortoka gehienentzako bizitza ziklo konplexua erakusten du, habitat eta eskualde geografiko desberdinak betetzen dituelarik. Dortoka helduen migrazio mugimenduak oso konplexuak dira eta ez dute ibilbide finkorik aurkezten. Banaketa geografiko zirkutropikala aurkezten dute, hau da, espezie honen zirkuitu migratzaileak eskualde tropikal eta azpi tropikalek mugatzen dira, 20 °C-ko isotermetan barrena (Marcovaldi, 1999). Mugimendu hauek, 60-80 herrialdeetako eta hiru ozeanoetako eskualde neritiko zein ozeanikoetan zehar ematen dira eta gune hauek hondartza hareatsuetan habiaratzen dute (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2014) (1. Irudia).



1. Irudia: *L. olivacea*-ren migrazio mugimenduak (urdinez) ozeano Pazifiko, Indiko eta Atlantikoan zehar eta munduan zeharreko habiaraketa gune nagusiak (gorriz) eta habiaraketa gune sekundarioak (horiz) (Pinpin, 2007).

Gainontzeko itsas dortoka espezieekin gertatzen den bezala, *L. olivacea*-k garapen abiadura oso geldoa aurkezten du; espezie honetako kideek 10-18 urte behar izaten dituzte heldutasun sexualera iristeko, eta honek, kaltebera bilakatzen ditu (Zug *et al.*, 2006). Itsas dortoken artean espezie ugariena izan arren, A2bd espezie kaltebera moduan sailkatua izan da IUCN, *International Union for Conservation of Nature*-ren eskutik. Ebaluazio hau, indibiduo helduen ugartasun indizean oinarriturik dago, urtero habiaratzen duten eme kopuruan hain zuzen (Abreu-Grobois & Plotkin, 2008).

L. olivacea-k habiaraketa eredu desberdinak aurkezten ditu; habiaraketa eredu masibo eta sinkronizatua dortoka espezie honen jokabide bereizlea da, ehundaka edo milaka emek habiaratzen dute une berean eta munduko hondartza desberdinetan (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2014). Fenomeno honek egun batzuetako iraupena izaten du eta hainbat aldiz errepikatzen da denboraldian zehar; 8-10 lehorreratze masibo gertaera ematen dira urtean, maiatza eta otsaila bitartean (Ocana *et al.*, 2012). Lehorreratzeak hondartzaren eremu batean kontzentratzen dira, hau da, dortokak, itsasoko korronteen arabera hondartzaren eremu txiki batean biltzen dira eta bertan habiaratzen dute (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2014). Hala ere, ohikoena eredu sakabanatua edo bakartia



izango da, itsas dortoka guztietan behatzen dena. Kasu honetan ez da inongo sinkronizaziorik behatzen indibiduo desberdinen portaeraren artean eta habiaraketak urte osoan zehar ematen dira (Marcovaldi, 1999).

Itsas dortoka olibakarek, behin, birritan edo hirutan habiaratzen dute denboraldiko (Hart *et al.*, 2014). Jokabide bakartia aurkezten duten banakoek hondartza desberdinak okupatzen dituzte aldiro, lehorreratze masibo jokabidea aurkezten dutenek, aldiz, filopatria erakusten dute, hau da, beti habiaratzen dute hondartza berdinean (Tripathy & Pandav, 2007). Gurasoen zainketa, elikagai ugariz hornituriko arrautza kopuru handia jartzean oinarritzen da; 100 arrautza inguru jartzen dituzte aldi bakoitzean. Horrez gain, habia eraikitzeko hondartzaren gune egokiena aukeratzeko dute, eta ondoren, habia ondo kamuflatzen dute. Ugal estrategia hau nahitaezkoa izango da, izan ere, itsas dortokek hilkortasun-tasa altua erakusten dute bizi zikloan zehar, arrautza eta jaioberri faseetan batez ere; ugalketa sinkronizatua ere estrategia bat kontsideratzen da (Plot *et al.*, 2012).

Bizi zikloan zehar, populazioaren tamainan modu negatiboan eragiten duten mehatxu ugari jasaten dituzte eta ohikoak izaten dira populazioaren gainbehera joerak. Legez kontrakoa izan arren, dortokek habiaratzen duten eskualdeetan, arruntak izaten dira erabilera pertsonal edota komertzialerako arrautza bilketak baita dortoka helduen arrantzaldiak. Horrez gain, habiaraketa guneetan egiten diren giza eraikuntza zein azpiegiturak, eremu hauetako baldintza naturalak transformatu edota degradatzen dituzte. Honek, estres zuzena eragin dezake habitaten galeraren ondorioz, edota modu ez zuzenean eragin dezake, hondartzaren profil termikoak aldatuz zein argi poluzioa zein hondakinak emendatuz (Abreu-Grobois & Plotkin, 2008). Berotze globalak ere eragina izango du, arrautzen inkubazio tenperaturak enbrioien sexu ratioa determinatzen baitu eta tenperatura altuegiak hilgarriak izan baitaitezke (Maulany *et al.*, 2012).

Giza inpaktuaz gain, itsas dortoka olibakaren ugaritasunean eragiten duten faktore biotiko zein abiotiko anitz deskribatu izan dira. Hauek, indibiduo helduengan edota enbrioien garapenean eragingo dute, ugal arrakasta murriztuz, eta ondorioz, populazioaren tamainan eraginez (Abreu-Grobois & Plotkin, 2008). Herpes birusak eragindako fibropapiloma gaixotasuna esaterako, maiztasun nahiko altuan behatu da Mexiko zein Costa Rica-n habiaratzen duten dortoka olibakaretan (Aguirre *et al.*, 1999). Halaber, kume edota arrautza fasean dauden enbrioien gain ematen diren harrapakaritza gertaerek ere, asko baldintzatuko dute kumeen eklosio eta biziraupen arrakasta. Harrapakari hauen artean zenbait ugaztun, hegazti eta intsektu aurki ditzakegu (Burger & Gochfeld, 2014).

Lehorreratze masiboak ematen diren hondartzetan, *Omorgus suberosus* kakalardoaren eta honen larben dentsitate handiak behatu dira (Baena *et al.*, 2015). Gehienbat hego hemisferioko ekosistemetan agertzen den arren, *O. suberosus* nahiko espezie kosmopolita da eta animalia jatorriko materia organikoaren deskonposizioaren azkeneko fasean parte hartzen du (Correa *et al.*, 2013). Nekrofago-saprofagoak izan arren, elikagai urritasuna dagoenean, garapen normala erakusten duten dortoken arrautzen predatzaile bilakatzen dira. Mexikoko "La Escobilla" hondartzan esaterako, kakalardo espezie hau plaga bat bilakatu da eta kalte nabarmena eragiten die



dortoka olibakaren populazioei; enbrioien garapena oztopatzen dute eta honek kumeen ekoizpenean eragiten du. Kakalardo hauen dentsitatea handiagoa izaten da itsasbazterretik urrun, landaretzaren inguruan, hortaz, kalteak bertan izango dira nabarmenagoak (Baena *et al.*, 2015).

Habiaraketa masiboak ematen diren hondartzetan, beraz, materia organiko kantitate handiak metatzen dira eta honek, kakalardo populazioen hazkuntza emendatzea eragiten du (Baena *et al.*, 2015). Modu berean, materia organiko kontzentrazio handia egoteak, mikroorganismoen dentsitatea ere emendatzea eragingo du. Mikroorganismoek materia organiko hila degradatzen dute, eta hau, prozesu natural onuragarria da. Hala ere, materia organikoaren metabolismoaren ondorioz, mikroorganismoek, habien baldintzak aldatzen dituzte; karbono dioxidoaren presio partziala eta temperatura emendatu egiten dira oxigenoaren presio partziala murrizten den bitartean, eta honek, garapen normalean aurkitzen diren enbrioien garapena kaltetu dezake. Beraz, mikroorganismoen dentsitateak ere eragina izango du dortoka enbrioien garapenean (Bézy *et al.*, 2015).

Horrez gain, lehorreratze masiboetan, dortoka dentsitatea hain handia izanda, ohikoa izaten da lehenago beste dortoka batzuek eraikitako habien gainean habiaratzea eta hauek suntsitzea (Honarvar *et al.*, 2008). Gainera, arrautzen garapen aldia 45 egunekoa izanik, baliteke beste lehorreratze masibo bat gertatzea denbora hori igaro baino lehen eta dortokek, aurreko lehorreratzearen habiak suntsitzea kumeak jaió baino lehen. Fenomeno honi habien gainezarpen bidezko habien suntsipen total edo partziala deritzo eta enbrioien biziraupenean eragiten du. Dortoka gehienek hondartzaren tarteko eskualdean habiaratzen dutenez, gune honetan izango da gainezarpen maiztasun altuena (Ocana *et al.*, 2012). Azkenik, temperatura da itsas dortoken ugaltzearen eragiten duen faktore fisiko garrantzitsuenetakoa bat. Animalia ektotermoak izanik menpekotasun termiko handia erakusten dute; inkubatzeko ari diren arrautzak edo enbrioiak oso sentiberak dira temperatura aldaketekiko, 23 °C -tik 37 °C -rako tolerantzia termikoa aurkezten dutelarik. Tarte honetatik at, temperatura altuegiak edo baxuegiak letalak kontsideratuko dira. Horrez gain, temperatura altutan enbrioien garapena bizkorrago emango da eta inkubazio epealdia laburragoa izango da. Temperatura hotzagotan kontrakoa gertatuko da, inkubazio epealdia luzeagoa izango da enbrioien garapena geldotu egingo delako (Valverde *et al.*, 2010).

Kumeen sexuaren determinazioa ere inkubazio tenperaturaren arabera izango da; atari tenperatura bat egongo da (30 °C inguru *L. olivacea*-rentzat) zeinetan ekoizturiko ar eta emeen proportzioa 1:1-ekoa izango den. Hortik gora, emeen ekoizpena handitu egingo da eta alderantziz, arrena, tenperatura horretatik behera (Merchant-Larios *et al.*, 1997; Merchant-Larios, 2001). Hondartzan, itsasbazterretik zenbat eta urrutiago, altuagoak izango dira tenperaturak, eta honek, eragina izango du enbrioien garapenean (Valverde *et al.*, 2010).

Arrautzen eklosio portzentaia desberdina izaten da hondartza motaren arabera; habiaraketa bakartiak gertatzen diren hondartzetan % 80 ingurukoa izaten den bitartean, lehorreratze masiboak ematen direnetan % 10 ingurukoa besterik ez da izaten (Abreu-Grobois & Plotkin, 2008). Lehorreratze masiboetan, beraz, dortoken ugaltzearen baldintzatzen duten faktoreek eragin handiagoa izango dute.



Munduko habiaraketa hondartza desberdinetan, betez ere lehorreratze masiboak ematen diren eskualdeetan, kontserbazio proiektu desberdinak jarri dira martxan *L. olivacea* populazioen errendimendua aztertzeko helburuarekin. Arrautzen eklosio portzentaia eta kumeen ekoizpen potentziala aztertuz, enbrioien garapen eta kumeen eklosioan eragiten duten faktore hauen eragina neurtzen da. Helburua itsas dortoka olibakararen populazioen mantentzea denez, kumeen ekoizpena maila altu batean mantentzen saiatu behar da. Dortoka populazioak gizakiok eragindako mehatxu desberdinez babesteaz gainera, Mexikoko Pazifiko eskualdean esaterako, Oaxaca-n kokaturiko “La Escobilla” hondartza Santutegian, tranpa sistema bati esker, *O. suberosus* kakalardoaren plaga kontrolatzea lortzen ari dira eta honi esker, dortoka kumeen ekoizpenaren emendioa behatzen ari da urtetik urtera (López-Reyes & Harfush, 2000).

HELBURUAK

Ikerketa Mexikoko Oaxaca eskualdeko “La Escobilla” hondartzan burutu da eta bi urteko iraupena izan du. Ikerketaren helburu nagusia, *O. suberosus* kakalardoak itsas dortoka olibakaren arrautzen gain eragindako harrapakaritzza, inkubazio aldiaren zeharrekotako tenperatura eta beste dortoka batzuek habien gainezarpen bidez eragindako habien suntsipenak, *L. olivacea* itsas dortokaren arrautzen garapen eta eklosioan duten eragina aztertzea izan da. Horrez gain, aldagai hauek denboraldi batetik bestera eta hondartzaren eskualdearen arabera zelan aldatzen den aztertu da. Horretarako, metodologia desberdinak baliatu dira, Valverde & Gates (1999)-en trantsektuen metodoa eta Peralta *et al.* (2016)-en triangulazio metodoak hurrenez hurren.

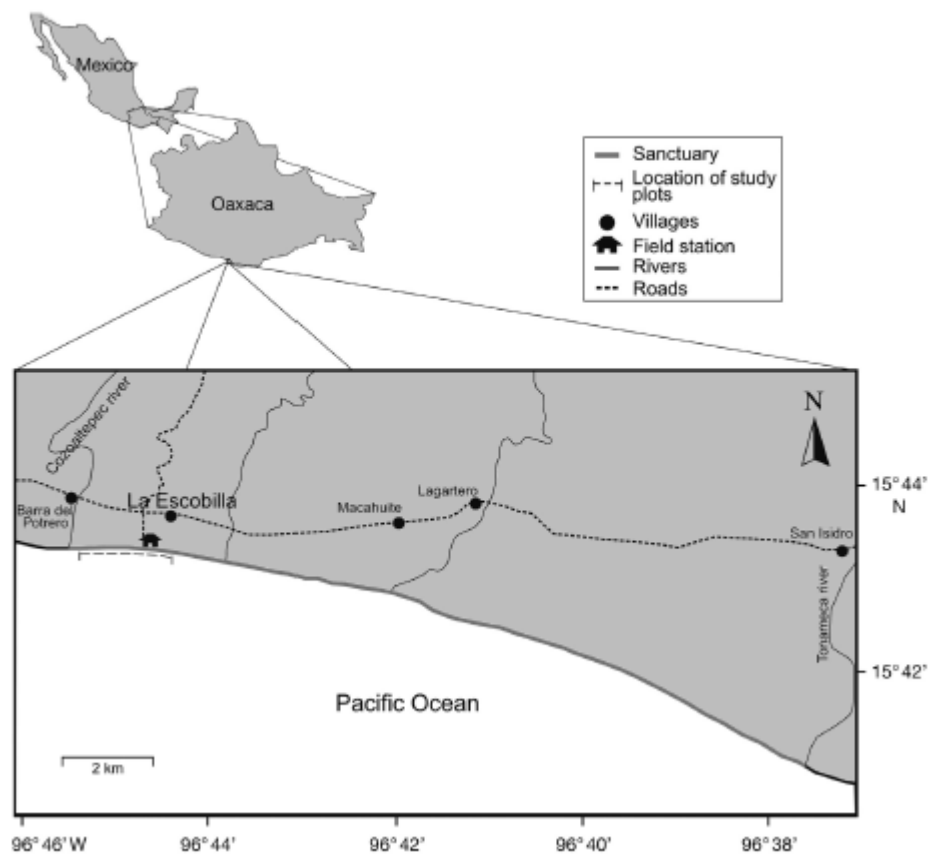
Harrapakaritzaren eragina, itsasbazterretik urrutiago kokaturiko eskualdean nabarmenagoa izatea espero da, eta honen ondorioz, bertan arrautzen eklosio portzentaia txikiagoa izatea. Tenperaturekin ere antzeko joera bat espero da, izan ere, itsasbazterretik zenbat eta urrutiago, tenperaturak altuagoak izango dira, beraz, tenperaturak enbrioien garapenean izango duen eragina nabarmenagoa izan beharko luke eskualde honetan. Azkenik, dortoka gehienek hondartzaren tarteko eskualdean habiaratzen dutenez, gune honetan habien gainezarpen portzentaia handiagoa izatea espero da, eta honek ere, jarritako arrautzen eklosio portzentaian eraginik ote duen aztertu da.

IKERKETA AREA

Ikerketa hau “La Escobilla” hondartza Santutegian burutu zen, Mexikoko hego-ekialdean (Santa Maria de Tonameca, Pochutla), Oaxaca eskualdean $96^{\circ} 27' 16''$ W, $15^{\circ} 40' 36''$ N (Moreno-Mendoza *et al.*, 1999). Ozeano pazifikoan kokatzen den hondartza hau, *L. olivacea* itsas dortoken habiaraketa gune garrantzitsua kontsideratzen da mundu mailan (Baena *et al.*, 2015). Itsas dortoka populazioen gainbeherarako joera ikusita, ekosistema hau,

erreserba natural eta itsas dortoken kontserbaziorako babesleku izendatu zuten 1986. urtean. Ondoren, 2002-an Santutegi bilakatu zen, interes politiko edota ekonomikoetatik guztiz babestuta gelditu zelarik. Habitat babestu honetan burutzen diren ekintza guztiak, Mexikoko gobernu federalaren eskutan dagoen CONANP, *Comision Nacional de Areas Naturales Protegidas*-ek kudeatzen ditu eta ez da onartzen itsas dortoken kontserbazioa galarazten duen jarduerarik (CONANP, 2009).

Hondartzak 15 km-ko luzera eta 30 Ha inguruko azalera betetzen ditu, San Francisco Cozoaltepec eta Santa Maria Tonameca-k mugatzen dute iparraldetik, Ozeano Pazifikoak hegoaldetik, Tonameca ibaiak ekialdetik eta Cozoaltepec ibaiak mendebaldetik. Ikerketa hau, lehorreratzeek okupaturiko hondartzaren eremuan burutu da, Tilapako barratik Potreroko barrara mugaturiko 7,3 km-ko hondartza eremuan hain zuzen (CONANP, 2009).



2. Irudia: “La Escobilla” hondartzaren kokapena, Cozoaltepec ibaiak mendebaldetik, Tonameca ibaiak ekialdetik eta Ozeano Pazifikoak hegoaldetik mugatzen dutelarik; Mexikoko hego-ekialdean (Santa Maria de Tonameca, Pochutla), Oaxaca eskualdean (Ocana *et al.*, 2012).

Hondartzaren zabalera, hezetasun baldintzen arabera, hiru gune desberdinetan banatu daiteke: A, B eta C. A gunea izango da itsasbazterretik gertuen dagoena, eta beraz, hezeena. Eremurik estuena da, 30 ° inguruko inklinazioarekin eta gune intermarealetik marea gora mugatzen dituen eremura barne hartzen du (Salazar *et al.*, 1998). Gune honetan habiaratzen duten dortoken dentsitatea txikia izaten da, marea zein olatuen eragina oso handiak baitira (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2014). B eremuak 40 m inguruko zabalera hartzen du eta dortoka



gehienez, gainazaleko area lehorrez osaturiko plataforma honetan habiaratzen dute (Salazar *et al.*, 1998). Hortaz, lehorreratze masiboetan, eremu honetan garrantzitsuak izango dira habien gainezarpenera gertaerak (Honarvar *et al.*, 2008). Azkenik, C eremua itsasbazterretik urrutien kokatzen den hondartzaren gune lehorrenari dagokio (Salazar *et al.*, 1998). Eskualde honetan landaretza oso ugaria da eta bertara iristeko ibili beharreko distantzia luzeagatik, hemen habiaratzen duten dortoken dentsitatea ere txikia izaten da. Horrez gain, *O. suberosus* eta beste animalia harrapakari batzuen proportzio altuenak hondartzaren gune honetan agertzen dira (Bernardo & Plotkin, 2007).

Hondartzaren profilari buruz, garaiera baxuko tolesdurak aurkezten ditu. Gune hareatsua, area finak maskor pusketek, harri koskorrek eta mineralek osatzen dute hurrenez hurren. Energia altuko hondartza da, hau da, olatuen inpaktuak oso gogorak dira, hondartzaren profila erosiatzeko gai izanik. Landaretzaren inguruan, inguru honetan *Ipomea pescaprae* landare herrestaria eta *Distichlis spicata* padurako landarea nagusitzen dira. Begetazioan barrena, *Opuntia* generoko kaktazeoak aurkitu daitezke, baita *Rizophora*, *Laguncularia* edo *Avicennia* generoko mangladiak ere. Hondartzatik zenbat eta gehiago urrundu, landaredia aldatuz doa eta baso arantzatsua nagusitzen da. Klima beroa eta hezea da inguru honetan, eurite sasoiak udan izaten direlarik. Tenperaturak Ganges zikloa jarraitzen du, hau da, nahiko konstante mantentzen dira urte osoan zehar, baina uda baino lehen, apirilamaitza aldera kanikula behatzen da, urteko sasoirik beroena (CONANP, 2009).

Costa Rica-ko kostako korrantea eta olatu handien erantzule den korrante ipar-ekuatoriala nagusitzen dira. Bestalde, ibaiek, urmaelek edota zingirek, ur gezaren ekarpena faboratzen dute. Azkenik, aipatzekoa da marea gorria eta *El Niño* bezalako fenomenoak ematen direla. Nutrienteen kontzentrazioa, atxikipen eta aberaste gertaerak ere ohikoak izaten dira, baita turbulentsiak eta *Eckman*-en garraioa ere (Arriaga Cabrera *et al.*, 1998).

MATERIAL ETA METODOAK

“La Escobilla” hondartzan buruturiko ikerketa honetan, metodologia ezberdinak erabili ziren itsas dortoken ugaltzearen eragiten duten faktoreen azterketarako. Tenperaturaren, habien gainezarpenera presioaren eta *O. suberosus* kakalardoak eragindako predazioaren eraginak ikertu ziren 2015/16 eta 2016/17 denboraldietako lehorreratzeetan zehar. Valverde & Gates (1999)-ek deskribaturiko trantsektuen metodoa baliatu zen lehorreratze masibo bakoitzaren habiaraketaren estimazioa burutzeko eta beste parametro batzuen analisirako, habia ezberdinak markatu ziren Peralta *et al.* (2016)-ren triangulazio metodoa erabiliaz.

Habiaraketaren estimazioa

Lehorreratze masibo bakoitzean habiaratu zuten eme kopurua estimatzeko, hau da, lehorreratzeak iraun zuten denbora tartean egon ziren habiaraketa guztiak kalkulatzeko, Valverde & Gates (1999)-en trantsektuen metodoa baliatu zen. Hondartza, luzera osoan zehar, elkarrengandik 50 m-ra kokaturiko zutoinen bidez banaturik

zegoen eta zutoin hauek erabili ziren metodologia hau aurrera eramateko. Zutoinek zinta islatzaile zuri bat eta zulo bat zuten goialdean; zulo horretan, aldeetako batean zinta gorri islatzaile bat zuen eskuaira txertatzen zen, atzeko zinta zuriarekiko paralelo. Modu honetan, itsasbazterretik zutoinerainoko ibilbide zuzenak egin zitezkeen, momentu horretan habiaratzen zeuden dortoka emeak zenbatuz. Zutoinerako ibilbide zuzena egiten ari zela ziurtatzeko, eskuairaren zinta gorriak, atzeko zinta zuria estali behar zuen guztiz. Trantsektuen zabalera finkatzeko, 2 m-tako PVC-ko tutuak erabili ziren, erdialdean marka bat zutenak. Erdiko marka hori gorputz ardatzarekiko perpendikular kokatuz, tutuak gorputzetik eskuinetara eta ezkerretara barneratzen zuen eremuaren barruan habiaratzen zeuden emeak bakarrik zenbatu ziren.

Metodologia honekin lehorreratze masibo bat detektatzen zen momentuan hasten zen, hau da, hondartzan mila dortoka inguru zenbatutakoan. Egunero eta bi orduro egiten ziren trantsektuak, dortokek okupatzen zuten eremua mugatzen zuten zutoin guztietan zehar, eta dortoka kantitateak berriz ere behera egiten zuen arte; momentu horretan lehorreratze masiboaren bukaera kontsideratuz.

Lehorreratze gertakari bakoitzerako habiaraketa kopuru totalaren estimazioa burutzeko, trantsektuetan habiaratzen zenbaturiko dortoka kopuruarekin batera ($n..$), beste zenbait parametro ere hartu behar izan ziren kontutan. Hauen artean, dortokek okupaturiko hondartzaren azalera (A), fenomenoaren iraupena (H), trantsektu guztien luzeraren batura (l) eta dortoka emeek habiaraketan inbertituriko denboraren batezbestekoa (\bar{h}) neurtu ziren; laginketa aldiak (t) eta trantsektuen zabalera (w) ere kontutan izan ziren.

Dortoka emeek habiaraketan inbertituriko denbora kalkulatzeko, trantsektu bakoitzean, arrautzak erruten hasi berri zen dortoka bat aukeratu eta arrautza guztiak jartzen zenbat denbora ematen zuen neurtu zen kronometro baten bidez. Trantsektu guztien luzera kalkulatzeko, hots, hondartzaren zabalera trantsektu bakoitzerako, *Laser Mark TLM210* distantziometroa erabili zen.

Guzti honekin eta ondorengo formulari oinarriturik, habiaraketa kopuru totalaren estimazioa (\hat{M}) lortu zen lehorreratze masibo bakoitzerako. Eta lehorreratze aldi guztietarako estimaturiko habiaraketaren estimazioen baturatik, denboraldi osoko habiaraketaren estimazio totala kalkulatu zen.

$$\hat{M} = \frac{AH}{2wtl} \cdot \frac{n..}{\bar{h}}$$

\hat{M} = habiaraketaren estimazioa

A = lehorreratzeak okupaturiko hondartzaren azalera (m^2)

H = lehorreratzearen iraupena (min)

w = trantsektuaren zabalaren erdia (m)

t = laginketa aldiak

l = trantsektu guztien luzeraren batura (m)

$n..$ = habiaratzen zenbaturiko dortoka kopurua

\bar{h} = dortoka emeek habiaraketan inbertituriko denboraren batezbestekoa (min)



Arrautzen garapen eta eklosioan eragiten duten faktoreen analisisa

Beste parametro batzuen azterketarako, 40-60 habia inguru markatu ziren lehorreratze masibo bakoitzean. Habien markaketarako ere, hondartzaren zabalera osoan zeuden zutoinak erabili ziren Peralta *et al.* (2016)-en triangulazio metodoan oinarriturik.

Laginketak dotokek betetzen zuen hondartzaren azalera burutu ziren, 100 m-ro eta habiak zoriz aukeraturik. Hondartzaren zabalera hiru gunea nagusitan banatu zitekeen, A gunea izanik itsasbazterretik gertuen zegoena eta C itsasotik urrunen, landaretzaz inguratutik; B gunea tartean kokatzen zen. Itsasoaren gertutasunak habietan duen eragina aztertzeko, posible izan zen neurrian, puntu bakoitzean hiru habia markatzen ahalegindu zen, hau da, hondartzaren A, B eta C eskualdeetan bana. Hala ere, batzuetan hau ez zen posible izan, dotokek ez baitzituzten beti hondartzaren hiru gunek okupatzen, B gunea izanik habiaraketetarako ohikoena.

Habien markaketarako, 80 cm inguruko gomazko harizpi malguak erabili ziren. Harizpi hauek, mutur bakoitzean 8 cm inguruko PVC-ko tutu zuri zurrin eta zabalgoei loturik zeuden. Marka guztiak datatu eta habiaren zenbakiarekin errotulatu ziren habia bakoitzean txertatu baino lehen. Dortoka batek habia eraiki eta lehenengo arrautza erruten hasten zen momentuan, tutuetako bat habiaren sakoneraren alde batean lurperatzen zen. Beste muturra, habiaren kanpoaldean lurperatzen zen dortokak habia estaltzen hasten zen momentuan, kontu handiz, behin inkubazio aldia igarota, hariak dortoka kumeen irteera galarazi ez zezan.

Triangulazio metodoa, habien kokapena zehazteko, eta ondoren, inkubazio epealdia igarota, habia hauek berriz ere aurkitu ahal izateko erabili zen. Horretarako, laginketa gunea edo estazioa alde bietara mugatzen zuten zutoinak erabili ziren. Zutoin bakoitzetik zinta metriko bat habiaraino zabaldu eta zinta biek habiaren gainean gurutzatzen markatzen zuten kokapena apuntatu zen. Inkubazio aldia igarota, prozedura berdina errepikatuz, markaturiko habiak lokalizatu ziren.

Markaturiko habia bakoitzerako, dortokak jarritako arrautza kopurua zenbatu zen. Trantsektuen metodologiaren bidez lehorreratze masibo bakoitzerako estimaturiko habiaraketa kopurua (\hat{M}) eta dortoka bakoitzak jarritako arrautza kopuruaren batezbestekoa kontuan izanik, lehorreratze gertakari bakoitzeko arrautza ekoizpena kalkulatu zen.

$$\text{Arrautza kopuru totala} = \hat{M} \cdot \text{dortoka bakoitzak jarritako arrautzen batezbestekoa}$$

Inkubazio aldia igarota, habia guztiak ezin izan ziren lokalizatu; batzuk ezin izan ziren aurkitu eta beste batzuk guztiz suntsiturik aurkitu ziren, harrapariaren batek suntsituak, mareak eraman izanagatik edota beste dortoka batek beste habia bat gainean egin izanagatik hurrenez hurren. Hau kontuan izanik, gainezarpen gertaeren eragina ebaluatzeko, habien gainezarpen proportzioa kalkulatu zen.

$$\% \text{Gainezarpen} = \frac{\text{Habia gainezarriak}}{\text{Habia markatuak}} \cdot 100$$



Lokalizaturiko habiak banan-banan aztertuak izan ziren; arrautza kopurua egiaztatu eta arrautza hauen egoera deskribatu zen. Arrautza oskol zuluak, arrautza oskol zulu gabeak, ageriko garapenik gabeko arrautza zuluak, ageriko garapenik gabeko arrautza zulu gabeak, ageriko garapena erakusten zuten arrautza zuluak eta ageriko garapenik erakusten zuten arrautza zulu gabeak. Informazio hau kontutan hartuz, *O. suberosus* kakalardoak eragindako zulapen edo harrapakaritzaren proportzioa kalkulatu zen.

$$\% \text{ Harrapakaritza} = \frac{\text{Arrautza eta arrautza oskol zuluakuen kopuru totala}}{\text{Dortoka bakoitzak jarritako arrautza kopurua}} \cdot 100$$

Azkenik, eklosio portzentaiak (% ECL 1 eta % ECL 2) neurtu ziren lehorreratze bakoitzerako eta kumeen ekoizpen potentziala ere estimatu zen. % ECL 1-ak, behaturiko arrautza oskolen eta arrautza kopuru totalaren arteko erlazioa erakusten du. % ECL 2-k, arrautza oskolez gain, momentu horretan jaiotzen ari diren kumeak ere kontuan hartzen ditu.

$$\% \text{ ECL 1} = \frac{\text{Arrautza oskol kopuru totala}}{\text{Arrautza kopuru totala}} \cdot 100$$

$$\% \text{ ECL 2} = \frac{\text{Arrautza oskolak} + \text{momentuan eklosionatzen ari diren kumeak}}{\text{Arrautza kopuru totala}} \cdot 100$$

$$\text{Kumeen ekoizpen potentziala} = \frac{\text{Arrautza kopuru totala} \cdot \% \text{ ECL 1}}{100}$$

Temperaturaren neurketak egiteko Onset markako *HOBO Pendant Temperature Data Loger UA-001-08* gailu elektronikoak erabili ziren. Hauek, aldeztatik programatu eta koordinatu beharra zegoen habien barneko giro temperatura egunero eta orduro erregistratzeko, eta gainera, HOBO desberdinetan lorturiko datuak euren artean konparagarriak izateko. Bi denboraldietako lehorreratze masibo gertaera bakoitzean hiru habia desberdin aukeratu ziren (hondartzaren A, B eta C guneeetan bana), eta horietan, HOBO-ak txertatu ziren inkubazio aldian zeharreko temperaturari buruzko datuak jasotzeko. Datu hauek habiaraketa eremu osoaren adierazgarriak izateko, garrantzitsua izan zen habiak ondo aukeratzeko.

HOBO-ak habietan barneratzeko erabilitako protokoloa, habien markaketa sinplean erabilitako triangulazio metodoaren berdina izan zen, baina kasu honetan, gailu hauek erabili ziren marken ordez. Hauek ere *in situ* txertatu ziren, dortokak arrautzak errun bitartean, baina kasu honetan, dortokak gutxi gora behera arrautza kopuru totalaren erdia jarri arte itxaron zen, habiaren erdian gelditzeko. HOBO-ak ez galtzeko, hari bati lotuta eta azken hau habiaren kanpoaldean lurperaturiko pisu bati lotuta mantendu ziren; beste markekin egin zen modu berean, habiaren kokapena ondo apuntatu zen inkubazio aldia bukatutakoan aurkitu ahal izateko. Inkubazio aldia igarotakoan, HOBO-ak bilatu eta habiatik atera ostean, gailuak bildutako informazio edo datu guztiak HOBOWare® 3.7.9 softwarearen bidez irakurri ziren (Onset®, 2017). HOBO-ak programatuak izan ziren tenperaturak orduro neurtzeko, X egunaren 00:00-tan hasita, beraz, ondoren, eguneko batezbesteko tenperatura, tenperatura maximoak, minimoak, desbideraketa estandarra eta bariantzaren kalkuluak burutu ziren.

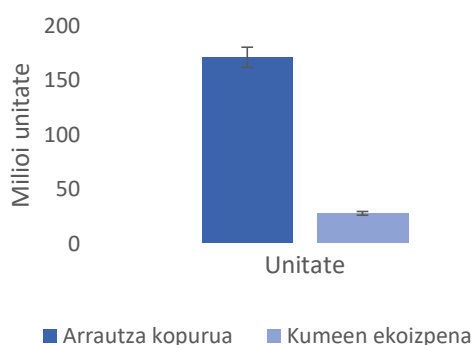
Analisi estatistikoak

Analisi estatistikoak burutzeko R software edo pakete estatistikoaren 3.4.0 bertsioa erabili zen (R Core Team, 2016). ANOVA analisiak burutu ziren parametro desberdinek denboraldi baita hondartzaren gunearen arabera erakutsitako aldaketak esangarriak ziren edo ez ikusteko. Aztertutako parametroak, habien inkubazio aldian zeharreko batezbesteko tenperatura, habiaraketa kopurua, habiaraketetan jarritako arrautza kopuru totala, kumeen ekoizpen potentziala, habien gainezarpen portzentaia, arrautzen eklosio portzentaia eta *O. suberosus*-en arrautzen gain eragindako harrapakaritze portzentaia izan ziren.

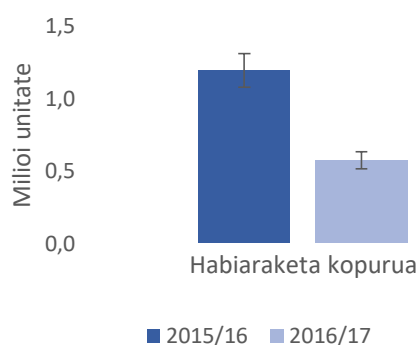
Horrez gain, habien gainezarpenak, tenperaturak baita *O. suberosus*-ek dortoken arrautzen gain eragindako harrapakaritzak, arrautza hauen eklosio portzentaian duten eragina aztertu zen bi denboraldietako habiaraketa masiboetan zehar. Honetarako ere ANOVA analisiak burutu ziren eta erregresio zuzenak eraiki ziren, parametroen arteko erlazioak esangarriak ziren edo ez ikusteko.

EMAITZAK

2015/16-ko eta 2016/17-ko denboraldietan 15 lehorreratze eman ziren “La Escobilla” hondartzan. Guztira 1.763.283 habiaraketa estimatu ziren epealdi honetan eta jarritako arrautza kopuru totala 170.791.234-koa izan zen. Hala ere, kumeen ekoizpen potentziala 27.673.853-koa baino ez zen izan, eklosio portzentaia % 27,81 izanik (3. Irudia). Denboraldiak bakoitza bere aldetik aztertzerakoan, desberdintasunak ikusi ziren lehorreratze gertaera, habiaraketa kopuru, jarritako arrautza kantitatearen eta kumeen ekoizpen potentzialari zegokionez. 2015/16 denboraldian 9 lehorreratze masibo behatu ziren, eta hauetan, guztira 1.191.364 habiaraketa estimatu ziren; 2016/17 denboraldian, ostera, 6 lehorreratze gertaera baino ez ziren antzeman, hortaz, habiaraketa kopurua ere txikiagoa izan zen, 571.919-koa hurrenez hurren (4. Irudia). ANOVA testaren arabera, 2015/16 denboraldian izandako habiaraketa kopurua askoz altuagoa izan zen ($F_{1,708} = 84,72$; $p < 0,001$).

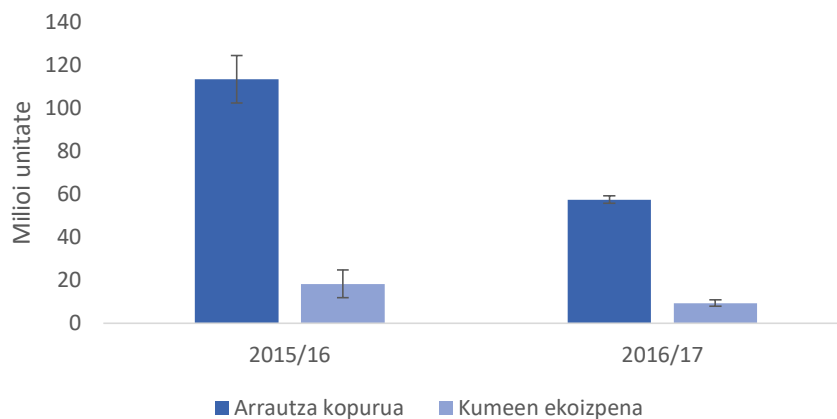


3. Irudia: Bi denboraldietako lehorreratzeetan zehar dortokek jarritako arrautza kopuru totala, kumeen ekoizpen potentziala, batezbestekoak eta errore estandarrak.



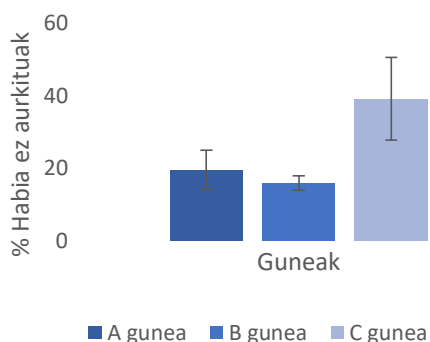
4. Irudia: 2015/16 eta 2016/17 denboraldietarako habiaraketa kopuruaren estimazioa, batezbestekoak eta errore estandarrak.

Guztira jarritako arrautza kopurua 113.294.514-koa izan zen 2015/16 denboraldian eta 57.496.720-koa 2016/17 denboraldian. Honekin batera, kumeen ekoizpen potentziala kalkulatu zen; 18.285.158 kume jaio ziren 2015/16-ko denboraldian zehar eta 9.388.425 kume 2016/17-ko denboraldian (5. Irudia). ANOVA analisiaren arabera, jarritako arrautza kopuru totala askoz handiagoa izan zen 2015/16 denboraldian ($F_{1,708} = 68,37; p < 0,001$); kumeen ekoizpen potentzialari dagokionez ere balio altuagoak lortu ziren 2015/16 denboraldirako ($F_{1,708} = 38,79; p < 0,001$).

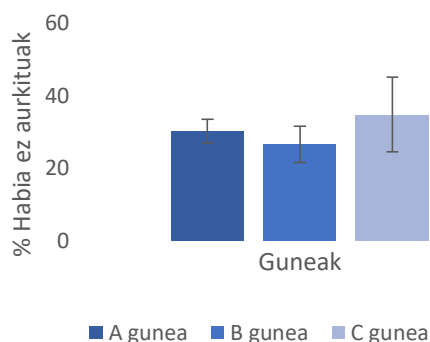


5. Irudia: 2015/16 eta 2016/17 denboraldietan jarritako arrautza kopurua totala, kumeen ekoizpen potentziala, batezbestekoak eta errore estandarrak.

Arrautzen inkubazio aldia igaro ostean, bi denboraldietako lehorreratze masiboetan zehar markaturiko habia guztiak ez ziren aurkitu. 2015/16-ko denboraldian markaturiko habien % 20,39-a ez zen aurkitu eta 2016/17-ko denboraldian % 29,01-a; 2016/17 denboraldian, beraz, altuagoa izan zen habia ez aurkituen proportzioa (ANOVA: $F_{1,704} = 105,32; p < 0,001$). Hondartzaren guneei dagokionez, C eskualdean lortu ziren baliorik altuenak, 2015/16 denboraldian % 39,01 eta 2016/17-an % 34,71. Balio baxuenak, ordea, B gunean lortu ziren, 2015/16 denboraldian % 15,82 eta 2016/17-an % 26,5. A gunean tarteko balioak lortu ziren, 2015/16 denboraldian % 19,52 eta 2016/17-an % 30,11 hurrenez hurren. Orokorrean, C eskualdean lortu ziren habia ez aurkituen portzentai altuenak (ANOVA: $F_{2,704} = 133,77; p < 0,001$) (6. Irudia; 7. Irudia).

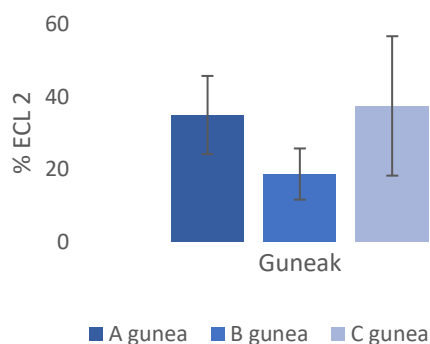
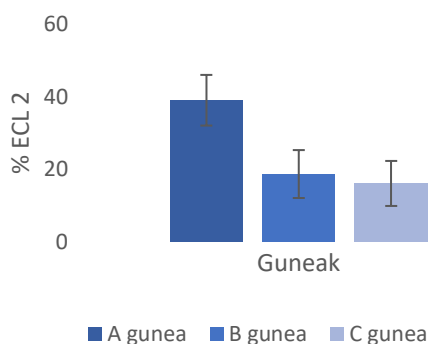


6. Irudia: 2015/16 denboraldiko habia ez aurkituen portzentaia, batezbestekoak eta errore estandarrak hondartzaren hiru guneeetan.



7. Irudia: 2016/17 denboraldiko habia ez aurkituen portzentaia, batezbestekoak eta errore estandarrak hondartzaren hiru guneeetan.

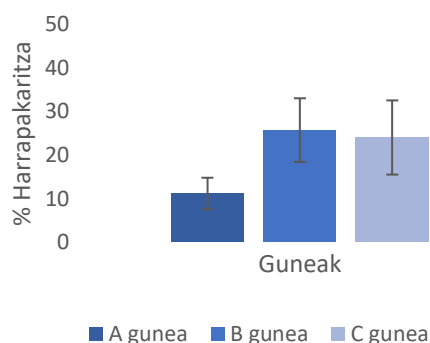
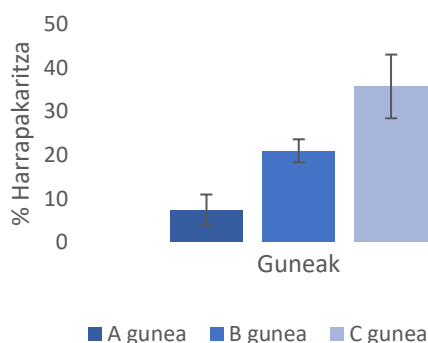
Eklosio portzentaiari dagokionez, % 25,76-koa izan zen 2015/16 denboraldian eta % 30,89-koa 2016/17 denboraldian; balio nahiko antzekoak lortu ziren bi denboraldietan (ANOVA: $F_{1,704} = 8,06$; $p = 0,004$). 2015/16 denboraldian A gunean lortu zen baliorik altuena, % 38,94-koa; B eta C guneetan antzeko balioak lortu ziren, % 18,59 eta % 16 hurrenez hurren. 2016/17 denboraldian, 2015/16 denboraldiaren antzeko balioak behatu ziren A eta B guneetarako; % 34,87 A gunean eta % 17,27 B gunean. C gunean lorturiko eklosio portzentaia, ostera, aurreko denboraldian baino altuagoa izan zen, % 47,06-koa hain zuzen. Orokorrean, hondartzaren A gunean lortu ziren balio altuenak eta B eta C guneetan baxuenak (ANOVA: $F_{2,704} = 51,05$; $p < 0,001$) (8. Irudia; 9. Irudia).



8. Irudia: 2015/16 denboraldiko arrautzen eklosio portzentaia, batezbestekoak eta errore estandarrak hondartzaren hiru guneetan.

9. Irudia: 2016/17 denboraldiko arrautzen eklosio portzentaia, batezbestekoak eta errore estandarrak hondartzaren hiru guneetan.

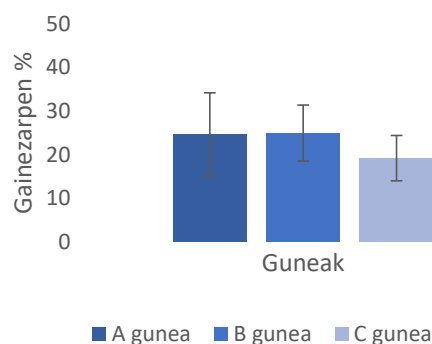
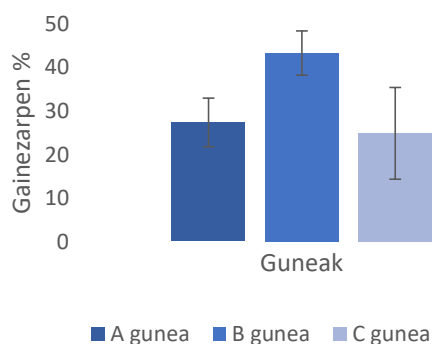
O. suberosus-ek eragindako harrapakaritza desberdina izan zen bi denboraldietan (ANOVA: $F_{1,704} = 10,06$; $p = 0,001$), % 17,64-koa 2015 denboraldian eta % 23,26-koa 2016/17-an hurrenez hurren. Eklosio portzentaiarekin behatu zenaren kontra, 2015/16 denboraldian, A gunean behatu zen baliorik baxuena (% 7,3) eta emendatuz joan zen itsasbazterretik urrundu ahala; B eremuan % 20,89-koa izan zen harrapakaritza portzentaia eta % 35,66-koa C eskualdean. 2016/17 denboraldian, aurreko denboraldiaren antzeko balioak bahetu ziren A eta B guneetarako; % 11,06 A gunean eta % 25,64 B gunean. Hondartzaren C eskualdean lorturiko harrapakaritza portzentaia, ostera, 2015/16 denboraldian baino baxuagoa izan zen, % 23,93-koa hurrenez hurren. Orokorrean, C gunean behatu ziren harrapakaritza balio altuenak eta A gunean baxuenak (ANOVA: $F_{2,704} = 169,39$; $p < 0,001$) (10. Irudia; 11. Irudia).



10. Irudia: 2015/16 denboraldiko harrapakaritza portzentaia, batezbestekoak eta errore estandarrak hondartzaren hiru guneetan.

11. Irudia: 2016/17 denboraldiko harrapakaritza portzentaia, batezbestekoak eta errore estandarrak hondartzaren hiru guneetan.

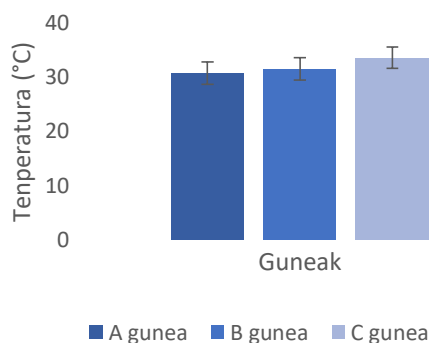
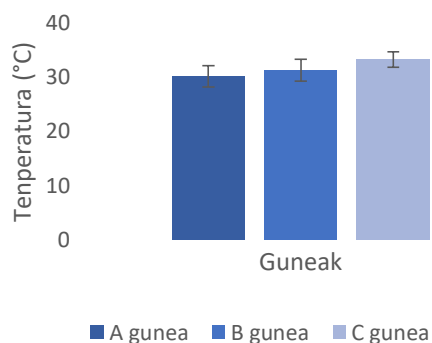
Habien gainezarpen portzentaian desberdintasuna esangarria izan zen urte batetik bestera; 2015/16 denboraldian % 35,16-ko balioa lortu zen eta % 21,03-koa 2016/17-an, beraz, 2015/16 denboraldian handiagoa izan zen (ANOVA: $F_{1,704} = 78,73$; $p < 0,001$). Bi denboraldietarako, habien gainezarpen portzentaia baliorik altuena hondartzaren B eskualdean lortu ziren, 2015/16 denboraldian % 43,28 eta apur bat baxuagoa 2016/17-an, % 24,92. A eta C guneetarako antzeko balioak lortu ziren bi denboraldietan; 2015/16 denboraldian, A gunean % 27,36 eta C gunean % 24,88 eta 2016/17 denboraldian, A gunean % 24,63 eta C gunean % 19,16. Orokorrean, balio altuenak hondartzaren B eskualdean lortu ziren (ANOVA: $F_{2,704} = 158,66$; $p < 0,001$) (12. Irudia; 13. Irudia).



12. Irudia: 2015/16 denboraldiko habien gainezarpen portzentaia, batezbestekoak eta errore estandarrak hondartzaren hiru guneeetan.

13. Irudia: 2016/17 denboraldiko habien gainezarpen portzentaia, batezbestekoak eta errore estandarrak hondartzaren hiru guneeetan.

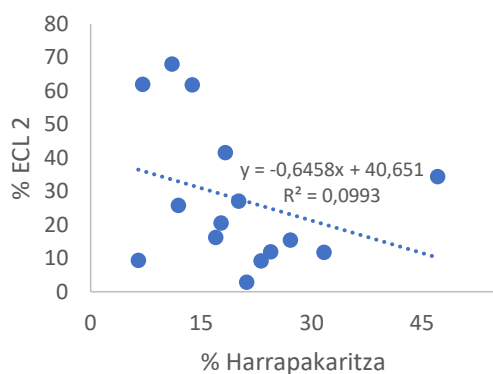
Inkubazio aldian zeharreko habien barneko tenperaturari dagokionez, 2016/17 denboraldian altuagoak izan ziren (ANOVA: $F_{1,704} = 29,71$; $p < 0,001$). Batezbesteko tenperatura baxuenak A gunean behatu ziren, 30,08 °C 2015/16 denboraldian eta 30,68 °C 2016/17-an. Itsasbazterretik urrundu ahala tenperatura emendatu egiten da, 2015/16 denboraldian B gunean 31,22 °C eta C gunean 33,16 °C; 2016/17 denboraldian B gunean 31,44 °C eta C gunean 34,71 °C. Orokorrean, hondartzaren C eskualdean lortu ziren tenperatura altuenak (ANOVA: $F_{2,704} = 157,03$; $p < 0,001$) (14. Irudia; 15. Irudia).



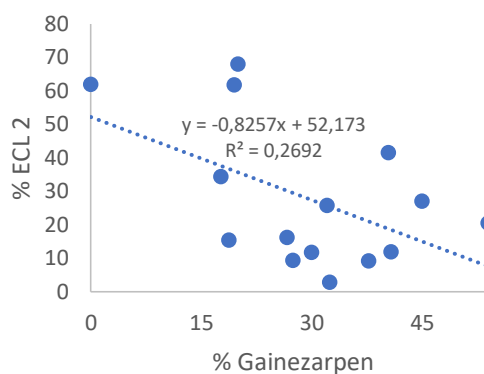
14. Irudia: 2015/16 denboraldiko habien tenperatura, batezbestekoak eta errore estandarrak hondartzaren hiru guneeetan.

15. Irudia: 2016/17 denboraldiko habien tenperatura, batezbestekoak eta errore estandarrak hondartzaren hiru guneeetan.

O. suberosus kakalardoak dortoka olibakaren enbrioien garapen eta eklosioan duen eragina aztertzeko, bi aldagaien joera aztertu zen bi denboraldietako lehorreratze masiboetan zehar. Kakalardoak eragindako harrapakaritza eta arrautzen eklosio portzentaiaren artean erlazio negatiboa behatu da, hau da, harrapakaritza portzentaia % 10 igotzen denean, eklosio portzentaia % 6,5 jaisten da (ANOVA: $F_{1,506} = 20,88$; $p < 0,001$; $m = -0,646$) (16. Irudia). Habien gainezarpenera ere eragin negatiboa du dortoken arrautzen garapen eta eklosioan, hau da, orokorrean, beste dortoka batzuek eragindako habien gainezarpenera % 10 igotzen denean, dortoka kumeen eklosio portzentaia % 8,3 jaisten da (ANOVA: $F_{1,708} = 10,86$; $p = 0,001$; $m = -0,826$) (17. Irudia).

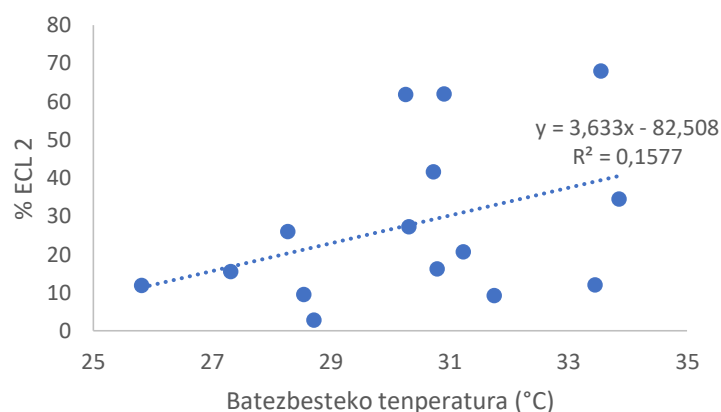


16. Irudia: 2015/16 eta 2016/17 denboraldietako arribadetan zehar behaturiko arrautzen harrapakaritza portzentaiaren eta eklosio portzentaiaren arteko erlazioa.



17. Irudia: 2015/16 eta 2016/17 denboraldietako arribadetan zehar behaturiko habien gainezarpenera portzentaiaren eta arrautzen eklosio portzentaiaren arteko erlazioa.

Modu berean, inkubazio aldiaren zeharreko habien tenperaturak ere, arrautzen garapen eta eklosioan eraginik ote duen aztertu zen. Batezbesteko tenperaturak eragina izango du; gure behaketek 23 °C-ko tenperaturan arrautzen eklosio portzentaia zero izango dela estimatzen du (ANOVA: $F_{1,506} = 8,76$; $p = 0,003$; $m = 3,633$) (18. Irudia).



18. Irudia: 2015/16 eta 2016/17 denboraldietako arribaden habien inkubazio aldiaren zehar neurturiko batezbesteko tenperatura eta arrautzen eklosio portzentaiaren arteko erlazioa.



EZTABAIDA

Historian zehar, itsas dortoken ugaltzearen arrakastan eragiten duten faktore anitz deskribatu dira (Hart *et al.*, 2014). Mexikoko “La Escobilla” hondartzan bi urtez buruturiko ikerketa honetan, *L. olivacea*-ren ugaltzearen eragiten duten faktore desberdinak ikertu dira. Aztergai nagusiak *O. suberosus* kakalardoak garapen bidean dauden dortoka enbrioien gain eragiten duen harrapakaritzaren, lehorreratzen masiboetan ematen diren gainezarpen bidezko habien suntsipen gertaerak eta inkubazio aldian zeharreko habien tenperatura izan dira. Orokorrean, itsas dortoken kasuan, eragiten duten faktoreen ugaltzearen darabilten beste animalia batzuetan gertatzen den bezala, kumeen ekoizpen potentziala oso txikia izaten da jarritako arrautza kopuruarekin alderatzen bada (Plot *et al.*, 2012). 2015/16 eta 2016/17 denboraldietan hondartza honetan habiaratu duten itsas dortoka olibakaren kasuan ere gauza bera ikusi da, bi urtetan jarritako arrautzen eklosio portzentaia % 25 ingurukoa besterik ez baita izan. Hala ere, lehorreratze masiboak ematen diren hondartzetarako estimaturiko balioekin alderatuta, % 10 ingurukoak, eklosio proportzio garrantzitsua lortu da “La Escobilla” hondartzan (Abreu-Grobois & Plotkin, 2008).

Lehorreratze kopurua desberdina izan da bi denboraldietan; lehorreratze gertaerak aldakorrak dira urtetik urtera, normalean 8 lehorreratze inguru ematen dira urtean, maiatzetik otsailera bitartean. Habiaraketa kopurua 2016/17 denboraldian txikiagoa izatearen arrazoia, hiru lehorreratze gertaera gutxiago eman izanagatik izango da. Arrazoi berdinagatik, arrautza kantitateari dagokionez, 2016/17 denboraldian zehar aurreko denboraldian baino eskasagoa izan da, eta hau, kumeen ekoizpen potentziala ere erdia izatearekin erlazionaturik egongo da. Hala ere, normala da urtetik urtera honelako desberdintasunak egotea (Ocana *et al.*, 2012).

Lehorreratzeetan markaturiko habia guztiak ez ziren aurkitu behin inkubazio epealdia igarota. Habia hauek aurkitu ez izanaren arrazoi ugari egon daitezke. Arraroa litzatekeen arren, baliteke habiak markatzeko protokoloan akatsen bat burutu izana, beraz, litekeena da giza ekintzen ondorioz edota animalia baten batek buruturiko harrapakaritzaren ondorioz markak habiatik kanporatu izana (Burger & Gochfeld, 2014). Horrez gain, itsasbazerretik gertu, marearen eraginez ere gerta daitezke markaren bat galtzea (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2014). Edonola ere, habia hauek ez aurkitzeak ez du esan nahi suntsituak izan direnik, baliteke marka galdu izana baina habiak bertan jarraitzea. Hortaz, honek errore txiki bat eragingo du arrautzen eklosio eta kumeen ekoizpenaren estimazioan.

***Omorgus suberosus*-ek eragindako harrapakaritzaren eragina arrautzen garapen eta eklosioan**

Erlazio estua dagoela frogatu da *O. suberosus* kakalardoek *L. olivacea* itsas dortoken arrautzen gain eragindako harrapakaritzaren eta dortoka kumeen ekoizpen potentzialaren artean. Kakalardo hauek, materia organikoz elikatzen dira (Baena *et al.*, 2015), beraz, lehorreratze masiboak ematen diren hondartzetan, materia organiko kantitate handia metatzen denez, kalteturik egon daitezkeen arrautzez gain, sarritan, garapen bidean dauden arrautzak ere degradatzen dituzte. Garapen bidean dauden dortoka olibakaren arrautzen gain buruturiko harrapakaritzak, dortoka enbrioien garapena oztopatzen du, ondorioz, eragin negatiboa izango du



eklosionatuko duten arrautzen proportzioan, eta honek, kumeen ekoizpen potentziala txikiagoa izatea eragingo du (Correa *et al.*, 2013).

Hala ere, *O. suberosus*-en sakabanapena hondartzan ez da homoginoa izango. Kakalardo hauek landaretzaren inguruan ibiltzen dira eta batez ere hondartzaren C gunean kontzentratzen dira, itsasbazterretik urrun. Honek, *O. suberosus*-ek eragindako harrapakaritza portzentairen balio baxuenak A eremuan egotea azalduko luke, baita gune honetan eklosio portzentaiaren balio altuenak lortu izana ere. B eta C guneetan, orohar, arrautzen eklosio portzentaiaren murrizpena ematen da. Eskualde hauetan *O. suberosus*-ek eragindako harrapakaritza portzentaia handiagoa izango da. Baena *et al.* (2015)-ek “La Escobilla” hondartzan buruturiko ikerketan ondorio berdinerira iritsi ziren. Joera hau 2015/16 denboraldian argi ikusten da, ez ordea 2016/17 denboraldian.

Azken urteotan *L. olivacea* itsas dortokaren kontserbaziorako proiektu desberdinak jarri dira martxan “La Escobilla” hondartzan; hauen artean badago bat *O. suberosus* kakalardo predatzailearen dentsitatearen kontrolerako (López-Reyes & Harfush, 2000). Proiektu hau 2000. urtean jarri zen martxan eta hobetuz joan da urtetik urtera; honi esker, kakalardoek dortoken arrautzen gain eragindako harrapakaritza portzentaia murriztea lortzen ari da. Tranpa batzuk kokatu ziren hondartzaren luzera osoan zehar eta landareztatik gertu, elkarrengandik 50 m-ra dauden zutoin bakoitzaren parean. Tranpa hauek arean lurperaturiko ontzi batzuk dira, kakalardoentzako tamainako gainazal porotsua dutenak; modu honetan beste animalia handiago batzuk tranpan erortzea saihesten da, dortoka kumeak kasu. Tranpak bi astero lagintzen dira eta harrapaturiko kakalardo aleen zenbaketa burutu ostean, berriro lurperatzen dira.

Gainezarpen bidezko habien suntsipenaren eragina arrautzen garapen eta eklosioan

Lehorreratze masiboetan ohikoak izaten dira habien gainezarpen gertaerak. Hondartzaren gune berean habiaratzen duten dortoka dentsitatea oso handia izaten da, eta gainera, gertaera honek egun batzuetako iraupena izaten du. Guzti honengatik, ez da arraroa izango dortoka askok beste dortoka batzuek egindako habien gainean egitea euren habia, eta honek, lehenago zegoen habiaren suntsipen totala edo partziala eragin dezake (Honarvar *et al.*, 2008). Beraz, habien gainezarpen fenomenoak ere eragina izango du dortoka olibakaren arrautzen garapen eta kumeen ekoizpen potentzialarengan (Ocana *et al.*, 2012).

Dortoka gehienek hondartzaren B eremuan habiaratzen dute, ondorioz, eskualde honetan ohikoagoak izango dira habien gainezarpen gertaerak. Espero bezala, habien gainezarpen portzentai altuenak B eremuan lortu dira; A eskualdean habiaratzen duten dortoken dentsitatea ez da hain handia izaten eta itsasbazterretik hain urruti egonda, oso dortoka gutxi iristen dira C guneraino habiaratzera. Guzti honengatik, A eta C eskualdeetan habien gainezarpen portzentaia B eskualdean baino txikiagoa izatea espero zen eta hala ikusi da. 1993 eta 2010. urteetan zehar Mexikoko “El Naranjo” hondartzan eta 2008an Kolonbiako “El Valle” hondartzan buruturiko ikerketetan ere emaitza berdinak lortu dira (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2014; Hart *et al.*, 2014).



Hala ere, gainezarpenera pairatu duten habien gainean habia berriak ezarriko dira. Beraz, baliteke markaturiko habia bat gainezarpenera gertaera baten ondorioz guztiz edo partzialki suntsitu izana eta honek, arrautzen eklosio portzentaian modu negatiboan eragitea. Aitzitik, habia berriak, arrautzen garapenera oztopatzen duen faktoreen eraginik jasaten ez badu, arrautza hauen eklosio portzentaian ez da alteraziorik gertatuko. Hortaz, habien gainezarpenera fenomenoaren bidez habia ugari suntsitzen diren arren, hauek, beste habia batengandik ordezkatuak izango dira. Gainezarpenera fenomenoaren ugaritasunak lehorreratzeko masiboen arrakasta adieraziko du, gainezarpenera portzentaia zenbat eta handiagoa izan, handiagoa izango da arrakasta, hondartzan ez baita egongo dortoka guztientzako lekurik. Are gehiago, hainbeste dortokak aldi berean eta hondartzaren eremu berean habiaratzea, populazioaren mantentzerako estrategia bat izango da (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2014).

Inkubazioan zeharreko habia barneko tenperaturaren eragina arrautzen garapenera eta eklosioan

Inkubazio aldian zeharreko habien barneko tenperaturak ere eragina izango du itsas dortoka olibakaren enbrioien garapenera. Temperatura tarte optimo bat egongo da 29 °C eta 32 °C bitartean eta hauetan lortuko dira eklosio portzentaia balio altuenak. Temperatura baxuagotan, 25 °C-tan esaterako, enbrioien garapenera geldoagoa izango da, eta honek, inkubazio aldia luzatzea eragingo du. Temperatura altuetan, ordea, kontrakoa gertatuko da, enbrioien garapenera bizkortzearen ondorioz, inkubazio epealdia laburragoa izango da (Miller *et al.*, 2003). “La Escobilla” hondartzan buruturiko ikerketa honetan, tenperatura minimo bat behatu da (23 °C) zeinetan arrautzen eklosio portzentaia nulua izango den, hortik behera enbrioien garapenera kostata emango da. Balio hau bat dator Valverde *et al.* (2010)-ek Costa Rican lorturikoekin baita Miller *et al.* (2003)-k ezarritakoekin. Hauen arabera, tenperatura maximo letal bat ere ezarri daiteke 35 °C-etan. Tenperatura honetatik aurrera arrautzen eklosio portzentaia asko murrizten dela baieztatzen dute, hala ere, ikerketa honetan ez da halakorik ikusi; tenperaturaren emendioaren eta eklosio portzentaia artean korrelazio positiboa bakarrik behatu da.

Halaber, hondartzaren gune bakoitzean lorturiko batezbesteko tenperaturak desberdinak izan dira. Balio baxuenak itsasbazterretik gertu markaturiko habietan lortu dira, 30 °C inguru. Tenperaturaren balio altuenak itsasbazterretik urrunago markaturiko habietan lortu dira, 32-34 °C inguru. Hau ere bat dator Valverde *et al.*, (2010)-ek Costa Rican lorturiko balioekin. Lehorreratzeko masiboetan dortoka gehienek B eskualdean habiaratzen dute (Salazar *et al.*, 1998) eta C eskualdean *O. suberosus* kakalardoaren dentsitate handiena topatzen da (Baena *et al.*, 2015). Bi faktore hauek, B gunean egongo den arrautza kantitate izugarriak eta C eremuan kakalardoek arrautzen gain eragingo duten harrapakaritzak, materia organiko hila izugarri emendatzea eragingo du. Honek, mikroorganismoen dentsitatea izugarri emendatzea ekarriko du eta materia organiko hau metabolizatuko dute. Prozesuan oxigenoa kontsumitu, karbono dioxidoaren presio partziala handitu eta tenperatura ere emendatu egingo da. Honek, habiaren baldintzak aldatuko ditu eta oso muturrekoak izatekotan, garapenera bidean dauden enbrioien gain modu negatiboan eragin dezakete, hauen garapenera oztopatuz (Bézy *et al.*, 2014; Maulany *et al.*, 2012).



Orokorrean, bi denboraldietarako eklosio portzentaiaren baliorik altuenak A gunean lortu dira, itsasbazterretik gertuen kokaturiko eskualdean hain zuzen. Itsasotik oso gertu dauden habiak suntsitzeko arriskua egongo da marea edota olatuen indarren ondorioz (Barrientos-Muñoz *et al.*, 2014). Hala ere, gune honetan kakalardo eta beste izaki predatzaile gutxiago egongo dira (Baena *et al.*, 2015).

Honekin batera, jaiotako kumeek itxasoraino iristeko ibili beharreko distantzia laburragoa izango da A eremuko habietan jaio ezker. Beraz, kumeek itsasora iristeko egin beharko duten esfortzua eta jasango duten nekea txikiagoak izango dira. Horrez gain, ibilbide horretan beste harrapakari handiago batzuen harrapakin bilakatzeko arriskua ere txikiagoa izango da. Guzti honengatik, A gunea izango da jaiotako kumeen biziraupenerako aproposena (Burger & Gochfeld, 2014).

B eta C guneean lorturiko eklosio portzentaiaren balioak ordea, baxuagoak izan dira. Itsasbazterretik urrundu ahala tenperatura emendatu eta *O. suberosus* kakalardoaren eta beste animalia harrapakari batzuen dentsitatea emendatu egiten da. Ondorioz, dortoken arrautzen gain eragindako harrapakaritzak handiagoa izango da (Burger & Gochfeld, 2014). Horrez gain, B gunean batez ere, habia asko gainezarpen bidez suntsituak izango dira. Guzti honek eragina izango du arrautzen garapen eta eklosio portzentaiaren eta beraz, kumeen ekoizpen potentzian (Hart *et al.*, 2014).

Itsasbazterretik urruti dauden gune hauetan jaiotzen diren kumeek, beraz, distantzia handiagoak ibili behar izango dituzte itxasoraino iristeko, eta bidean, arrisku eta oztopo ugariarekin egin dezakete topo. Esaterako, *Coragyps atratus* zopilote beltzak eta beste hegazti zein ugaztun harrapakari ugari egongo dira zelatan, kumeak noiz jaio zain (Burger & Gochfeld, 2014).

ONDORIOAK

O. suberosus-ek egindako harrapakaritzak, eragin negatibo garrantzitsua du itsas dortoka olibakaren enbrioien garapenean. Gainezarpen bidezko habien suntsipen gertaerek ere eragin negatiboa dute arrautzen garapen eta kumeen eklosioan. Azkenik, inkubazio aldiko tenperaturak ere baldintzatzen du dortoka olibakaren ugaltasuna. Hiru faktore hauek, beraz, eragin nabarmena izango dute dortoka hauek jarritako arrautzen eklosio arrakastan, batez ere lehorreratze masiboak ematen diren Mexikoko “La Escobilla” bezalako hondartzetan eta itsasbazterretik urrun kokaturiko hondartzaren eskualdeetan.



ESKER ONAK

CONANP, *Comision Nacional de Areas Naturales Protegidas*, erakundeari, 2016ko Abuztuan Mexikoko “La Escobilla” hondartzan *Lepidochelys olivacea* itsas dortokaren kontserbaziorako proiektu batean parte hartzeko aukera emateagatik. María Teresa Luna Medina eta Erika Peralta Buendía biologoei, kanpamentuan emandako hospitalitateagatik, itsas dortoken mundu honetan sartu eta erakutsi dizkidaten gauza guztiengatik eta datu guztiakin lagundu izanagatik. Aitor Larrañaga Arrizabalagari, lan honen zuzendaria izateaz gain, eskainitako laguntza eta arreta guztiagatik.

ERREFERENTZIA ITURRIAK

- Abreu-Grobois A. & Plotkin P. (2008). *Lepidochelys olivacea*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, e.T11534A3292503. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11534A3292503.en>.
- Aguirre A. A., Spraker T. R., Chaves A., Toit L., Eure W. & Balazs G. H. (1999). Pathology of fibropapillomatosis in olive ridley turtles *Lepidochelys olivacea* nesting in Costa Rica. *Journal of Aquatic Animal Health*, 11(3): 283-289.
- Arriaga-Cabrera L., Vázquez-Domínguez E., González-Cano J., Jiménez-Rosenberg R., Muñoz-López E. & Aguilar-Sierra V. (1998). Regiones marinas prioritarias de México. *Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México*.
- Baena M. L., Escobar F., Halffter G. & García-Chávez J. H. (2015). Distribution and feeding behaviour of *Omorgus suberosus* (Coleoptera: Trogidae) in *Lepidochelys olivacea* turtle nests. *PLoS one*, 10(9): e0139538.
- Barrientos-Muñoz K. G., Ramírez-Gallego C. & Páez V. (2014). Nesting ecology of the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) (Cheloniidae) at El Valle beach, northern pacific, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 19(3): 437-445.
- Bernardo J. & Plotkin P. T. (2007). An evolutionary perspective on the arribada phenomenon and reproductive behavioral polymorphism of olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*). *Biology and conservation of ridley sea turtles*, 1(1):59-87.
- Bézy V. S., Valverde R. A. & Plante C. J. (2015). Olive ridley sea turtle hatching success as a function of the microbial abundance in nest sand at Ostional, Costa Rica. *PLoS one*, 10(2): e0118579.
- Burger J. & Gochfeld M. (2014). Avian predation on olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtle eggs and hatchlings: avian opportunities, turtle avoidance, and human protection. *Copeia*, 1(1): 109-122.
- CONANP. (2009). Estudio previo justificativo para establecer el área natural protegida en categoría de Santuario Playa de Escobilla, Santa María de Tonameca, Oaxaca. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*.
- Correa C., Puker A., Korasaki V. & Ferreira K. R. (2013). *Omorgus suberosus* and *Polynoncus bifurcatus* (Coleoptera: Scarabaeoidea: Trogidae) in exotic and native environments of Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 30(2): 238-241.

- Hart C. E., Ley-Quiñonez C., Maldonado-Gasca A., Zavalanzagaray A. & Abreu-Grobois F. A. (2014). Nesting characteristics of olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) on El Naranjo beach, Nayarit, Mexico. *Herpetological Conservation and Biology*, 9(2): 524-534.
- Honarvar S., O'Connor M. P. & Spotila J. R. (2008). Density-dependent effects on hatching success of the olive ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*. *Oecologia*, 157(2): 221-230.
- López-Reyes E. & Harfush M. (2000). Determination of the percentage of olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) in situ nests that are affected by beetles at Escobilla beach, Mexico. *Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, 1(1): 477-478.
- Marcovaldi M. A. (1999). Status and distribution of the olive ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*, in the western Atlantic ocean. *Proceedings of the Regional Meeting, Marine Turtle Conservation in the Wider Caribbean Region: A Dialogue for Effective Regional Management, Santo Domingo*, 1(1): 16-18.
- Maulany R. I., Booth D. T. & Baxter G. S. (2012). The effect of incubation temperature on hatchling quality in the olive ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*, from Alas Purwo National Park, East Java, Indonesia: implications for hatchery management. *Marine Biology*, 159(12): 2651-2661.
- Merchant-Larios H. (2001). Temperature sex determination in reptiles: The third strategy. *Journal of Reproduction and Development*, 47(5): 245-252.
- Merchant-Larios H., Ruiz-Ramirez S., Moreno-Mendoza N. & Marmolejo-Valencia A. (1997). Correlation among thermosensitive period, estradiol response, and gonad differentiation in the sea turtle *Lepidochelys olivacea*. *General and comparative endocrinology*, 107(3): 373-385.
- Miller J. D., Limpus C. J. & Godfrey M. H. (2003). Nest site selection, oviposition, eggs, development, hatching, and emergence of loggerhead turtles. *Loggerhead sea turtles*, 12(1): 125-143.
- Moreno-Mendoza N., Harley V. R. & Merchant-Larios H. (1999). Differential expression of SOX9 in gonads of the sea turtle *Lepidochelys olivacea* at male-or female-promoting temperatures. *The Journal of experimental zoology*, 284(6): 705-710.
- Ocana M., Harfush-Melendez M. & Heppell, S. S. (2012). Mass nesting of olive ridley sea turtles *Lepidochelys olivacea* at La Escobilla, Mexico: linking nest density and rates of destruction. *Endangered Species Research*, 16(1): 45-54.
- Onset®. (2017). HOBOWare® software. *Onset Computer Corporation*, Bourne, Massachusetts, USA.
- Peralta E., Luna M. T., Tavera A., Peñaflores C., Albavera E. & Sarti L. (2016). Actividades de muestreo para la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* en el Santuario Playa Escobilla, Oaxaca, durante la temporada de arribadas 2015-2016. *Programa Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas*.
- Pinpin. (2007). Nesting location of olive ridley turtle. *Wikimedia Commons*. <https://commons.wikimedia.org>.
- Plot V., De Thoisy B., Blanc S., Kelle L., Lavergne A., Roger-Bérubet H., Tremblay Y., Fossette S. & Georges J. Y. (2012). Reproductive synchrony in a recovering bottlenecked sea turtle population. *Journal of Animal Ecology*, 81(2): 341-351.



- R Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- Salazar C. P., Pérez J. V., Padilla E. A. & Millán R. M. (1998). Twenty five years nesting of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* in Escobilla Beach, Oaxaca, Mexico. *Eighteenth International Sea Turtle Symposium*, 1(1): 27-29.
- Tripathy B. & Pandav B. (2007). Beach fidelity and interesting movements of olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) at Rushikulya, India. *Herpetological Conservation and Biology*, 3(1): 40-45.
- Valverde R. A. & Gates C. E. (1999). Population surveys on mass nesting beaches. Research and management techniques for the conservation of sea turtles. *IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group*, 1(4): 56-60.
- Valverde R. A., Wingard S., Gómez F., Tordoir M. T. & Orrego C. M. (2010). Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* embryos at a mass nesting rookery. *Endangered Species Research*, 12(1): 77-86.
- Zug G. R., Chaloupka M. & Balazs G. H. (2006). Age and growth in olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*) from the North-central Pacific: a skeletochronological analysis. *Marine Ecology*, 27(3): 263-270.