

GAU TROPIKALAK NAFARROAN

Geografia eta Lurralde Antolakuntzako Gradua

2018-2019 ikasturtea

GRADU AMAIERAKO LANA

Egilea: Unanue Mendinueta, Ane

Tutorea: Ibisate González de Matauco, Askoa

Saila: Geografia, Historiaurrea eta Arkeologia

Gau tropikalak Nafarroan

Ane Unanue Mendiñeta

EHU/UPV

Laburpena:

Lan honen bidez bero edota “tropikal” bezala ere ezagunak diren gauen inguruko azterketa lan bat egitea da helburua. Horretarako, hainbat autorek aplikatu duten metodologia berri bat erabili da Nafarroako egoera zer nolakoa den ikusteko.

Metodologia hau aplikatzeko erabiltzen diren atalaseak ez dira unibertsalak. Gau beroen kasuan, tokian tokiko datu klimatikoetan oinarritutako atalase propioak kalkulatu behar dira lehenengoz, gutxienezko tenperaturen %95eko pertzentilaren bidez. Gau tropikalen kasuan aldiz, Europako klima gehienak (Grezia salbu) 20°Cko atalasea erabiltzen dute honakoaren identifikaziorako.

Fenomeno klimatiko honek populazioaren ongizatean eta estres termikoan duen eragina oso handia da. Gauean eragiten duen fenomeno batez ari garenez, loa eta deskantsuari lotutako momentuetan eragiten du gogorren, eta honek benetako eraginak izan ditzake populazioarengan.

Nafarroak eremu klimatiko oso ezberdinak barnebiltzen ditu bere 10.400 km²-ko eremuan zehar. Hori dela eta, emaitzek egoera oso ezberdinak plasmazten dituzte.

Latitudean behera egin ahala eta kostaldera hurbildu ahala, gau tropikalak izateko aukerak gora egiten dute. Teoria hau egiaztatzen duten frogak aurkitu ditugu lan honetan zehar, eta ondorioz, baieztatu dezakegu geroz eta hegoalderago eta geroz eta kostaldetik hurbilago egon, orduan eta gau tropikal gehiago ditugula Nafarroan.

Gau tropikal gutxien aldiz, tenperatura baxuenak erregistratzen diren behatokitik identifikatu dira; hala nola, Urbanan, Aralarren edota Irabian.

Oro har, gau beroak aztertzerakoan erabilitako atalase baxuen ondorioz (gutxienezko tenperaturen %95eko pertzentilaren emaitzak), askoz ere ugariagoak izan dira erregistratutako gau beroak tropikalak baino.

Uztaila eta abuztua dira Nafarroan gau bero eta tropikal gehien erregistratu diren urte-sasoia. Jarraian, ekaina eta iraila leudeke.

Hitz gakoak: Gau tropikala, gau beroa, estres termikoa, bitarte termikoa, giza ongizatea, klima aldaketa, bero-irla.

Resumen:

El objetivo de este trabajo es aplicar una metodología nueva para el estudio de las noches calurosas, también denominadas como “tropicales”, de cara a identificar aquellas noches en las que la población puede verse afectada en Navarra.

Será necesaria la utilización de diferentes indicadores para identificar con más detalle las noches “tropicales” y sus características principales a lo largo de las noches entre mayo y octubre.

Es un fenómeno climático que afecta tanto al bienestar como a la salud de las personas, aumentando así el estrés térmico. Empeora las condiciones del sueño y del descanso, y puede llegar a ser causante de la muerte en personas con problemas cardiovasculares y respiratorios.

La menor latitud y la mayor proximidad al litoral están directamente relacionadas con mayor presencia de noches tropicales. No obstante, las estaciones situadas a menor latitud y con mayor proximidad al litoral, son aquellas estaciones donde más noches tropicales se han registrado en Navarra.

Las zonas montañosas y de gran altitud como Urbasa, Aralar o Irabia han sido las estaciones donde menos noches calurosas y tropicales se han registrado.

Julio y agosto son los meses con mayor número de noches tropicales. Mientras que junio y septiembre obtendrían el tercer y el cuarto puesto.

Palabras clave: Noche tropical, noche cálida, estrés térmico, amplitud térmica, bienestar, cambio climático, isla de calor.

AURKIBIDEA

1. SARRERA	5
1.1 Bero boladak, ingurune beroak eta giza osasuna	5
2. MARKO TEORIKOA	7
2.1“Gau tropikal” kontzeptua.....	7
2.2“Gau tropikala” vs “Gau beroa”	8
2.3 Ikerketa esparrua	9
3. METODOLOGIA	17
3.1 Datu klimatikoak.....	17
3.2 Metodologiaren aplikazioa.....	19
4. EMAITZAK	20
4.1.Behatoki bakoitzeko datu klimatiko orokorrak.....	20
4.2 Gau bero eta tropikalen maiztasunak	22
4.3 Gau bero eta tropikalen banaketa urte sasoiaren arabera	30
4.4 Kasu baten analisia: 2003ko bero bolada eta gau tropikalak	34
5. ONDORIOAK	36
6. ERREFERENTZIA BIBLIOGRAFIKOAK	38
7. ERANSKINAK	42

1. SARRERA

1.1 Bero boladak, ingurune beroak eta giza osasuna

Europako klima epeletan, nahiko ohikoak izaten dira bero boladak¹ uda partean. Batez ere, latitude baxuenetan eta aire masa beroak iristen diren eremuetan. Esaterako, Afrika iparraldetik datozen aire masa beroen eraginpean dauden zonaldeetan (Royé & Martí, 2015). Fenomeno nahiko lokala eta tenporala izaten da, baina guregana gerturatzen denean eragin handia izaten duena, populazioari negatiboki eraginez, hala osasunean nola ongizatean.

Gizakiok inguratzen gaituen atmosferako elementuekin etengabeko kontaktuan gaude, gure organismoek egokiena edota optimoa den egoera bat lortu ahal izateko. Hau ordea, inguratzen gaituen ingurunearen arabera aldatu egingo da. Ingurunean giza gorputzarentzat egokiak ez diren egoerekin aurkitzen bagara (adibidez, tenperatura oso altuak), eragin negatiboak izango ditu horrek gure osasunean eta konfortean (Parsons, 2014. Aipatua: Royé & Fernández, 2017).

Gaixotasun bezala kontsideratu ezin ditugunez bero boladei lotutako heriotzak, ez da erreza hauen ondorioz ematen diren hildakoak zenbatzea. Izan ere, bero bolada hauei lotzen zaizkien heriotzak beste talde batzuetan ematen diren heriotzak bezala sailkatuak izan baitira osasungintzaren aldetik. Gaixotasun kardiobaskular edota arnasketa-arazoen ondoriozko heriotza bezala sailkatu izan dira, baina errealitatean tenperatura altuei lotutakoak izaten dira askotan.

Bero boladek populazioarengan izan ditzaketan eraginak aztertzen saiatu dira milaka autore, eta azkenean, ondorioztatu dute erlazio zuzena dagoela bero epealdi eta hilkortasunaren artean (Ye *et al.*, 2012, Bobb *et al.*, 2014, Gronlund *et al.*, 2014, Tobías & Díaz, 2014, Díaz *et al.*, 2015, Gasparrini *et al.*, 2015. Aipatua: Royé & Fernández, 2017).

¹ *Bero bolada*: normalean baino tenperatura altuagoak izateagatik bereizgarritzen den epealdia. Egunak edota asteak iraun ditzake. Normalean urteko hilabeterik beroenetan ematen dira, Espainian, udan. Eragin bortitzak izan ditzake: baso-suteetan, hilkortasunean, osasunean, kontsumo elektrikoan, etab. (meteorologiaenred.com)

Mundu mailako eskalan, geroz eta bero bolada gehiago izaten ditugula aztertu dute ikertzaileek, batez ere azken hamarkadetako datuak kontuan izanda (Coumou & Robinson, 2013, Coumou & Rahmstorf, 2012. Aipatua: Royé & Martí, 2016).

Honen harira, ezin ahaztu 2003an Europa osoan eragin zuen bero bolada izugarria, mendeak ziren horrelakorik ikusten ez zela. Hildako ugari utzi zituen bero bolada izan zen. Frantzian 15.000 hildako inguru zenbatu ziren 2003ko abuztuko lehenengo hamabostaldian (Fouillet *et al.*, 2006. Aipatua: Royé & Martí, 2016). Espainian ere, batetik, hirietako bero-irak eraginda, Madril bezalako barrualdeko *urbe* handietan eta bestetik, mediterranean isurialdeko zonaldeetako ezaugarri klimatikoak kontuan hartuz, orotara 6.500 hildako baino gehiago zenbatu ziren 40°C baina gehiagoko tenperaturak jasaten ari zen Espainia baten testuinguruan. Minimoak ez ziren 20°C-tik jaitsi abuztuko lehen hamabostaldi osoan zehar.

IPCC²-k 2014an argitaratu zuen informe baten arabera, Europan heriotza gehiago ekartzen dituzte bero boladek hotz boladek baino. Aurreikuspenen arabera, egoerak okerrera egingo du denborarekin horrela jarraitzen badugu, eta beroketa globalak bero boladak ugarituko ditu (II IPCC Lan Taldea, 2014).

Honez gain, IPCC-ko azken txostenaren arabera, bero boladei lotutako tenperatura altuak ez ezik, bero epealdi hauekin erlaziorik ez duten gau eta egun bero geroz eta gehiago izango ditugula ere esaten da. Horrelako egoerak ematen diren egunetan, populazioak tenperatura aldaketa bortitzak sumatzen ditu, eguneko tenperatura altuenen eta baxuenen arteko tartea – *bitarte termikoa*³-, handiagotuz, eta honek osasunean negatiboki eraginez.

Bero boladek, eta zehazki gau beroek osasunean daukaten eraginik okerrera lo eta deskantsu fasean izan dezakeen inpaktua da. Bero handia egiten duen gauetan, egunean zehar pilatutako estres termikoak iraun egiten du, eta honek zenbait alterazio sor ditzake deskantsu eta prozesu termo-erregulatuzailetan (Buguet, 2007, Joshi *et al.*, 2016. Aipatua: Royé & Fernández, 2017).

² IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.

³ *Bitarte termikoa*: eguneko tenperatura altuenaren eta baxuenaren arteko aldea. Geroz eta handiagoa izan bitarte termikoa, orduan eta klima bortitzagoak. Kostaldean itsasoaren eragin termo-erregulatuzaileak bitarte termikoa leuntzen du.

Are gehiago esanda, gure gorputzarentzat deskantsu egoki bat izateko kontsideratzen den tenperaturatik gorako egoerak ematen direnetan, REM⁴ (Rapid Eye Movement) fasean eragin negatiboak izaten dituela ondorioztatu da (Haskell *et al.*, 1981, Okamoto-Mizuno *et al.*, 2005. Aipatua: Royé & Fernández, 2017). Nekea eta ahulezia ere gaueko beroaren ondoriozko sintomak izan ohi dira.

Hiriak dira bero boladen aurrean ahulenak diren eremuetako batzuk. Izan ere, toki hauetako ezaugarri desberdinak tarteko, “bero-irla” izeneko fenomeno bat sortzen da hirian, honek bertako populazioarengan eragin oraindik eta negatiboagoak izanez. Inguratzen dituzten eremuak baino tenperatura altuagoak erregistratzea egunean zehar, eta gauean tenperaturak polikiago jaitea, hirietako bero-irlaren ondorioetako batzuk besterik ez dira (Moreno, 1999, López *et al.*, 1993. Aipatua: Royé, & Martí, 2015).

2. MARKO TEORIKOA

2.1 “Gau tropikal” kontzeptua

“Gau tropikal” kontzeptua 20°C⁵ edo gehiagoko tenperatura minimoak dituen gaua⁶ definitzeko erabiltzen da (Royé & Martí, 2015, Royé & Fernández, 2017).

Hala ere, baditu zenbait ñabardura definizio honek. Izan ere, 20°Cko muga hori ezartzea gau tropikalak zehazteko, badirudi ez dela aplikagarria munduko klima guztientzat (Alexander *et al.*, 2006). Hau argiago ikusteko, pare bat adibide jarraian:

Esaterako, Hong Kong-en, Txinan, bertako meteorologia zerbitzuko web orrialdera jotzen badugu (Hong Kong Observatory, 2012), ikusiko dugu “gau tropikala” terminoa, hasteko, ez dela existitzen. Eta jarraitzeko, “Gau bero” bezala definitzen dituztenak, 28°Cak gainditzen dituzten gauak direla. Bestetik, Atenaseko (Grezia) kasuan, 23°Cko

⁴ *REM fasea*: ametsaren fase garrantzitsuenetako bat da. Garunak aktibitate handien duen momentua eta begiek mugimendu azkarrak izateagatik ezaugarritzen dena. Hortik dator bere jatorrizko ingeleseko izena, Rapid Eye Movement. (psicologiamente.com/reurociencias).

⁵ 20°C: Europako herrialde guztietan erabiltzen den atalasea, Grezian salbu.

⁶ *Gaua*: Eguzkia irten eta sartzen den orduak zehazten dute gauaren iraupena (Royé & Martí, 2015). Urtean zehar denbora tarte ezberdina irauten du. Hala ere, lan honek dituen mugak kontuan hartuta, bertan jorratuko diren datuetan “gau” kontzeptua gaueko 22:00etatik goizeko 7:00etara doan denbora tarte bezala ulertu da, eta beraz, tarte horretako datuak erabili ditugu ikerketa saiakera hau burutzeko.

muga erabili izan da gau tropikalak zehazterako garaian (Nastos & Matzarakis, 2008. Aipatua: Royé & Martí, 2015), eta ez 20°Ckoa Europako beste herrialdeetan bezala.

Errealitatean, “tropikal” hitzaren erabilerak eremu extratropikaletan ohikoa ez den egora bati egiten dio erreferentzia (Royé & Martí, 2015).

Expert Team on Climate Change Detection and Indices⁷ (2010) -aren arabera, gau tropikalak aurkitzeko ez ezik, klima aldaketarekin erlazionatutako ikerkuntzak egiteko ere erabilgarria da 20°Caren muga hau. Izan ere, hauek >20°C erabiltzen baitute klima aldaketarekin lotutako zenbat indizeren jarraipena egiteko (Lisa *et al.*, 2009, Russo & Sterl, 2011. Aipatua: Royé & Martí, 2015).

Azken batean, 20°Ca atalase bat besterik ez da. Behin hori zehaztuta, horren gainetik eta azpitik gelditzen diren baloreak banatzeko aukera ematen digu. Horrela, ikerketa lan hau burutzeko ezinbesteko oinarria izanik honakoa.

Askotan, kontzeptuen izenek gaizki ulertuetara eramán ahal gaituzte. Eta horixe da, hain zehazki, “gau tropikal” eta “gau beroen” artean gertatzen dena. Sinonimotzat erabiliak izan diren arren askotan (adibidez, prentsan), ez dira gauza bera.

2.2 “Gau tropikala” vs “Gau beroa”

Lan hau burutzerako garaian ezinbestekoa iruditu zaigu “gau tropikal” eta “gau bero”en arteko ezberdintasunak zertan datzan argi izatea. Oinarrizkoa iruditzen baitzaigu kontzeptu hauek ezberdintzea lanean zehar garatuko diren zenbait analisi eta grafiko ulertu ahal izateko.

Horretarako, Royé & Martí (2015) egindako lanean oinarritu gara, eta honela ezberdindu ditugu kontzeptu biak:

- Gau tropikala: gauean zehar 20°Cak gainditu diren ordu kopuruak identifikatu behar dira lehenengoz. Gaueko orduen %100ak, gau osoak, 20°Cak gainditzen baditu, gau tropikal baten aurrean gaudela esango dugu.

- Gau beroa: 20°C-ko atalasea hartu beharrean, toki bakoitzeko serie osoko tenperatura minimoen %95eko pertzentila kalkulatu behar da lehenik. Gau beroetan aplikatzen den metodologia honen helburua, behatoki bakoitzeko errealitatera hurbiltzea

⁷ *ITCCDI*: Expert Team on Climate Change and Indices.

da. Honela, behatoki bakoitzeko atalase propio bat edukiko dugu, eta gaueko orduen %40ak atalase hori gainditzen badu, gau bero batean egongo ginatke.

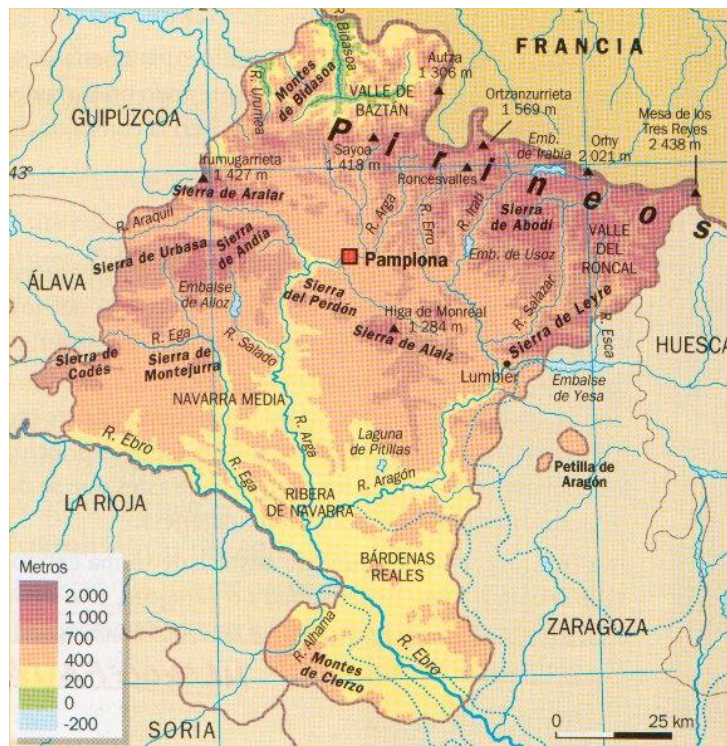
Izan ere, ez baita berdina gaueko ordu guztietan zehar 20°Ctik gorako tenperaturak izatea, edota soilik gauaren lehenengo orduetan, gauerdi bitarte. Nahiz eta gauaren lehen partean tenperatura altuak izatea eta gero 20°Ctik jaisteak, gau osoan 20°Ctik gorako tenperaturak izateak bezainbeste arrisku ekar baititzake osasunean (Royé & Martí, 2015). Izan ere, gaueko lehen orduak baitira loan gehien eragiten dutenak.

Gau beroak nahiko ohikoak izaten dira Iberiar Penintsula barrualdeko eremu askotan (Royé & Martí, 2015). Egunean zehar tenperatura altuak erregistratzen dira uda partean. Eguzkia sartu bitartean beroak iraun egiten du, eta honek loaren lehen partean negatiboki eragiten du, deskantsuaren lehen fasea oztapatuz.

2.3 Ikerketa esparrua

Ikerketa saiakera honen bidez aztertzeraz goazen eremua Nafarroa da. Iberiar Penintsularen iparraldean kokatzen da eta 10.400 km²ko azalera hartzen du. Pirinioen mendebaldeko muturretik, Ebro ibaira bitarteko lurraldea hartzen du, Kantauri itsasoaren ondoan, iparraldeko 42° latitudean, gutxi gorabehera (MeteoNavarra).

Nafarroako erliebea bi zonalde nagusitan bereizi behar da; iparraldea edota Piriniar eta Kantauriar orografiari lotutako erliebe gorabeheratsua batetik, eta hegoaldea edota Erribera, bestetik. Honakoa Ebro ibaiaren lautadagatik bereizgarritzen da (Irudia 1).



Irudia 1: Nafarroako mapa fisiko

Iturria: El Rincón del Geógrafo.

Zirkulazio atmosferiko (goi eta behe presioak, aire masak) eta ezaugarri geografikoek (altitudea, erliebea, etab.) baldintzatzen dute Nafarroako klimatologia.

41°53' eta 43°20' ipar latitudeen artean kokatzen da Nafarroa, eta batez ere negu partean, mendebaldetik eragiten duten aire masen eraginpean kokatzen da. Aire heze hauek gehienbat Nafarroaren iparraldeko klima baldintzatzen dute. Hegoaldea edota Ebroren arroan ere eragina izaten du, baina gutxiago. Aire masa hauek Nafarroako erliebe anitzekin topo egitean, klima bereziak sortzen dira bertan. Hori dela eta, errealitate klimatiko aberatseko zonaldea dugu Nafarroa (Meteonavarra).

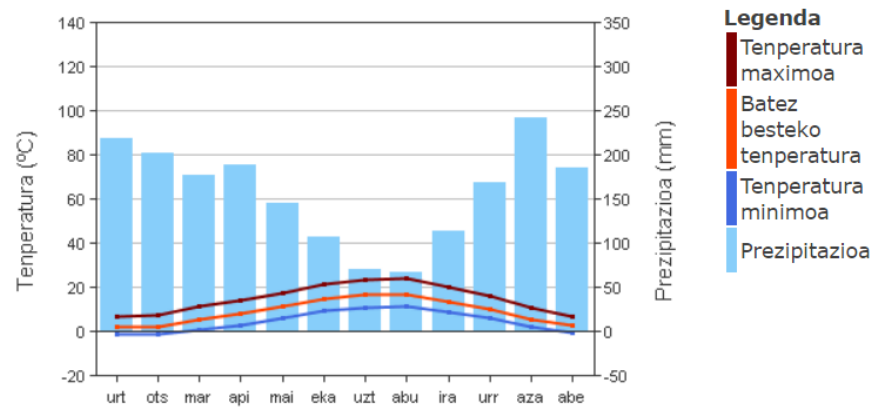
Jarraian Nafarroako eremu klimatikoak aztertuko ditugu banan-banan:

Piriniar klima Nafarroaren ipar-ekialdeko eremuan aurkitzen da. Zonaldea altuera handiko mendi eremua da eta bertako klima altitudeagatik baldintzatua dago.

Iparaldeko zonaldearen ekialdetik hasita, Iratiko basoa daukagu. Bertan altitude handiko mendiak topa ditzakegu, hala nola, Lizandoiako mendatea, 1198m-ko garaierarekin.

Kontinental izaerako klima da honakoa, eta uda freskoz bereizgarritzen da. Garaiera altuak medio, neguan elur asko egiten duen zonaldea da, batez beste 25 elur egunetik gora urtean (MeteoNavarra). Urtean ia 2000 mm isurtzen dira eta euri gehiena irailetik maiatzera bitartean egiten du. Hilabeterik euritsuenak azaroa eta Abendua dira, hilabete bakoitzean 170 mm inguru pilatzen dira eta aldiz, hilabeterik lehorrenak eta beroenak ekaina, uztaila eta abuztua izan ohi dira. Batez besteko urteko tenperatura ez da 10°C-tara iristen, 9,7°Ckoa da. Irabiako behatokia klima honen adierazle gisa hartu dugu (Irudia 2).

Irudia 2: Irabiako diagrama onbrotermikoa (Piriniar zonaldea)

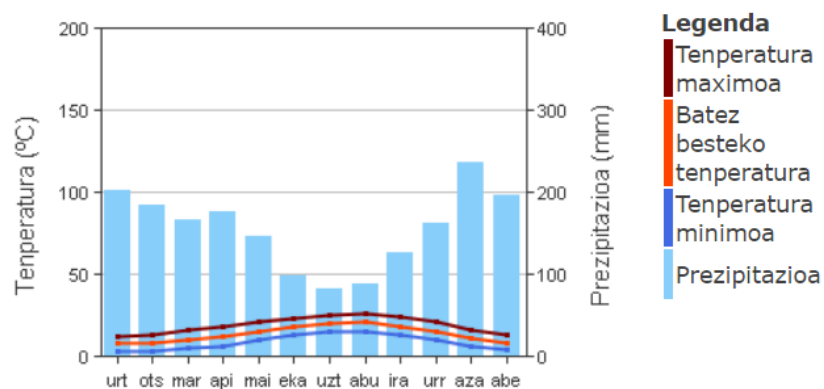


Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*).

Piriniar klimaren barruan kokatzen diren Nafarroako behatokiak altitude handiko zonaldeetan aurkitzen dira. Esate baterako, Irabiakoa 822 m-tara dago.

Iparraldeko eremuarekin jarraituz, Nafarroaren ipar-mendebaldean Kantauriar orografiari lotutako eremuak dauzkagu. Frantzia eta Gipuzkoarekin muga egiten duten zonaldean aurkitzen gara. Iparraldean, kostaldetik nahiko hurbil eta altitudetz ia itsasoaren mailan aurkitzen diren eremuak ditugu, esate baterako, Bera herria itsasoaren mailatik 56 m-tara aurkitzen da eta Donostia 35 km-tara besterik ez dauka. Klimaren aldetik, eremu epela eta hezea da. Kostaldearen eragina bertako kliman nabarmena da. Urteko batez besteko tenperaturak 14°C-koak dira, eta prezipitazioak aldiz 1200 mm-ak gainditzen dituzte. Hilabeterik idorrena uztaila izan ohi da, eta euritsuena aldiz, abendua (Irudia 3).

Irudia 3: Berako diagrama onbrotermikoa (Klima Atlantikoa)



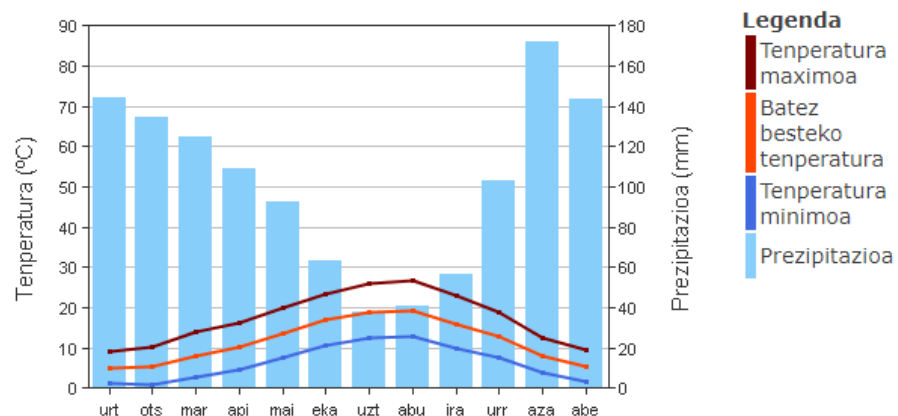
Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*).

Mendebalderago joaten bagara, altuera handiagoan kokatzen diren baso zonaldeak ditugu. Goizueta udalerria eta bere inguruak esaterako, mendiz inguratutako zonaldeak dira, hala nola, Artikutza, Mendaur eta Loizate-ko mendi zonaldeak ditugu bertan. Altuerari dagokionez, 200 m ingurutan kokatzen dira eremu hauek, eta kostaldetik 20 km-tara besterik ez. Klimaren aldetik, oso eremu hezeak dira, temperaturak nahiko leunekin. Bereizgarri modura esan, Artikutzako behatokiak Estatu mailako prezipitazio baliorik altuenak biltzen dituela; urtean 2530 mm eta 187 euri egun zenbaki dira 1981-2010 epealdian.

Zonalde atlantikoarekin amaitzeko, eremuaren hegoalderago joango gara. Aralar eta Urbasa – Andia-ko mendi zonaldeak ditugu bertan. Aralarreko mendi tontor guztiek 1000 metroak gainditzen dituzte eta Urbasako mendikateak ere 800-1492 metro bitartean dituzte. Bi mendigune hauen artean Sakanako depresio-gunea topatu dezakegu. Klimaren aldetik eremu epela eta hezea bezala sailkatzen da, hala ere, itsasoaren eragina ez da bertara iparraldeko zonaldeetara bezala iristen. 11,4°Cko batez besteko temperatura daukate eta 1300 mm inguru biltzen dira urtean, gutxi gora behera Sakanan. Etxarri-Aranatzeko behatokia klima honen adibide gisa erabili dugu (Irudia 4).

Mendi zonaldeetan aldiz errealitatea bestelakoa da; urtean 7°Cko batez bestekora ez dira iristen temperaturak Aralarren kasuan eta Urbasan ere 9°Cren azpitik erregistratzen dira urteko temperaturak. Negu partean elurra oso ohikoa izaten da altueretan. Urtean 25 elur egun inguru zenbatzen dira, hauetatik gehienak abendutik apirilera bitartean izaten dira.

Irudia 4: Etxarri-Aranatzeko diagrama onbrotermikoa (Klima atlantikoa)

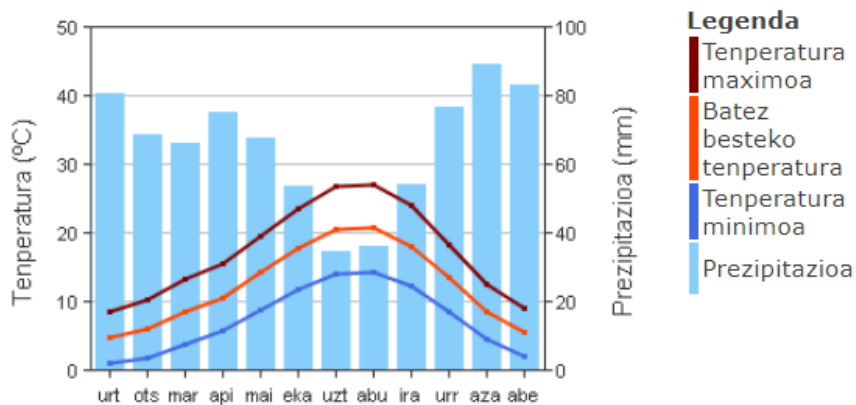


Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (Meteonavarra).

Nafarroa erdialdean eta Erriberan aldiz, Ebro ibaiaren sakonean kokatutako lautada daukagu. 450-500 metro inguruan kokatzen da eremua.

Erdialdean, mendebaldar kostako itsasaldeko klima daukagu, bi hilabete lehorrekin. Urtean batez beste 12°C-ko temperatura daukate eta prezipitazioak 800-1000 mm ingurukoak izan ohi dira. Hilabeterik beroenak eta idorrenak uztaila eta abuztua izaten dira. Klima mota honetarako Iruñeko behatokia hartu dugu adibide gisa (Irudia 5).

Irudia 5: Iruñeko diagrama onbrotermikoa (Erdialdeko klima 2 hilabete idorrekin)



Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*).

Iruñetik oso hurbil egon arren, klima ezberdinak ditugu Lizarra eta Esan, esaterako. Lehenengoan mediterraneoko klima daukagu, uda freskoak izateagatik bereizgarritzen dena, eta bigarrenean aldiz, klima subtropikal hezea. Lizarran udan batez beste 20°Cko temperaturak izaten dituzte. Esan aldiz, prezipitazioak ugariagoak dira (700 mm inguru) eta udarak idorrek eta epelak, 21-22°C ingurukoak, izaten dira.

Latitudean behera egin ahala orografia, paisaia eta klimak izugarri aldatzen dira. Horren adibide daukagu Nafarroako Erribera. 200-400 metro inguruko altueretan aurkitzen dira bertako zonaldeak.

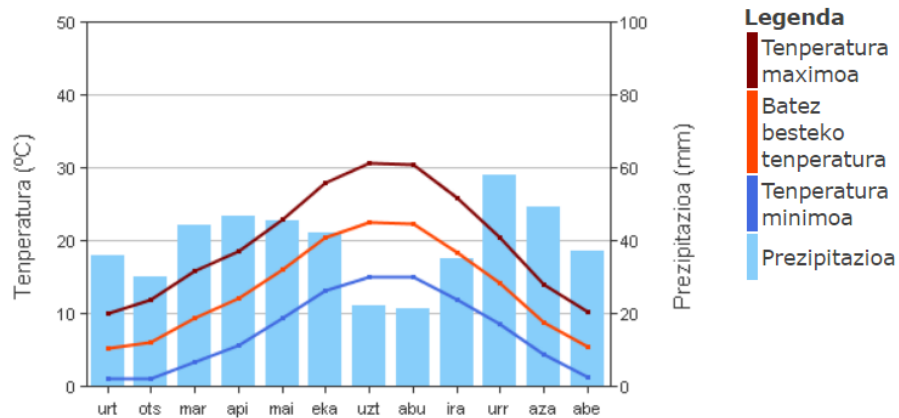
Zarrakaztelu zonaldean mediterraneo klima daukate, urte guztian temperatura epelak eta uda bero eta lehorrak izaten dituzte bertan (Irudia 6).

Hegoalderago aldiz, Tuteran eta Bardeak eremuetan, klima oraindik ere lehorragoa eta kontinentalagoa aurkitzen da; estepako klima hotza edota mediterraneo lehorra bezala ere ezagutua. Bardeetan urtean 100-400 mm inguruko prezipitazioak soilik biltzen dira.

Hauek gainera oso modu irregularrean banatzen dira urtean zehar, udaberri eta udazkenak oso euritsuak diren bitartean, udak oso idorrek izaten dira.

Bat bateko intentsitate handiko prezipitazioak medio, lurzoruak duen xurgatzeko gaitasuna oso txikia da eta hori dela eta, higadurak lan handia egiten du eremuotan paisaia bereziak sortuz.

Irudia 6: Zarrakazteluko diagrama onbrotermikoa (Klima mediterranea)



Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*).

Orokorrean, 4 klima nagusi bereizten dira Nafarroan (Irudia 7 eta 8):

- **Zonalde Atlantikoa (*Cfb*):**

Klima epela da, uda freskoekin (hilabete beroenaren batez besteko tenperatura 22°C-tik beherakoa), prezipitazio ugariak eta urte guztian zehar banatuak, baina Nafarroan prezipitazioen murrizketa nabari bat sumatzen da udan. Ez dago hilabete lehorrik. Adibidea: Goizueta.

- **Pirinioak eta inguruak (*Cfb* eta *Dfb*):**

Basoko klima hotza, prezipitazio ugariekin, elur moduan neguan. Pirinioetako kota altuetan eman liteke, oso negu hotz eta elurtuak ematen diren lekuetan, hilabete hotzenaren batez besteko tenperatura adierazten diren baloreetatik jaisten badira. Adibidea: Larra-Belagua. Bestela, *Cfb* bat izango litzateke (goian jada azaldua). Adibidea: Irabia.

- **Erdialdea (*Cf2b*, *Csb* eta *Cfa*):**

Cf2b: Klima epela, uda fresko eta prezipitazio ugariekin, baina bi hilabete lehorrekin ($2 \cdot t > p$). Adibidea: Iruñea.

Csb: Klima epela, uda lehor eta freskoekin. Prezipitazio aldetik klima mediterranea da, baina temperatura baxuagoekin. *Cfb* eta *Csa* arteko trantsizioetan agertzen da, baita *Csa*-ren zonalde berdinetan, altitudearen ondorioz tenperaturak baxu mantentzen baitira. Adibidea: Lizarra.

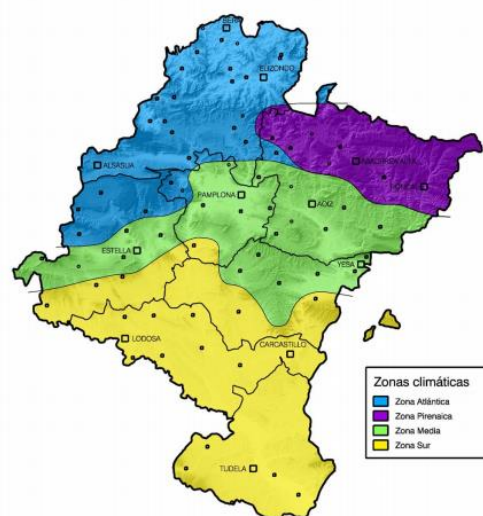
Cfa: Klima epel hezea, uda beroekin. European klima hau *Cfb* edo *Cf2b*ren mugan topatzen da, itsasoraino dagoen distantziak uda beroak izatera laguntzen baitu. Adibidea: Esa.

- **Hegoaldea (*Csa* eta *Bsk*):**

Csa: Klima epela, uda lehor eta beroekin. Prezipitazioen murrizketa nabari bat sumatzen da udan. Klima mediterraneoren adibide garbia da. Adibidea: Zarrakaztelu.





Bsk: Tarteka mediterraneo lehorra ere deitua da, klima mediterraneoaren mugan ematen bai da, idortasunak gora egiten duen heinean. Klima epel bat da, prezipitazio urriekin urtean zehar. Udan ez da prezipitazio minimo argi bat ematen klima mediterraneoaren antzera, baizik eta urte guztian zehar ematen diren balore plubiometrikoak baxuak dira. Urteko batez besteko tenperatura 18 °C-tik beherakoa da. Adibidea: Bardeak.

Irudia 7: Nafarroako eremu klimatikoak



Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*).

Irudia 8: Nafarroako 4 klima nagusiak

Zonalde Atlantikoa (<i>Cfb</i>)	Piriniar zonaldea (<i>Cfb</i> eta <i>Dfb</i>)
	
Erdialdea (<i>Cf2b</i>, <i>Csb</i> eta <i>Cfa</i>)	Hegoaldea (<i>Csa</i> eta <i>Bsk</i>)
	

Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*MeteoNavarra*).

Nafarroaren kokapen geografiko eta latitudinalari dagokionez, uztaila eta abuztua dira egonkortasun atmosferiko handieneko epealdiak. Penintsula barrualdetik zein Afrika iparraldetik datozen adbekziozko aire masa beroek eremua berotzen dute eta hauek bero boladak ekartzen dituzte gurera.

3. METODOLOGIA

3.1 Datu klimatikoak

Lanketa hau burutu ahal izateko behar izan ditugun datu klimatiko gehienak Nafarroako Meteorologia eta Klimatologiako orrialde ofizialetik atera ditugu (Meteonavarra), eta bertako informazioak Estatu mailako meteorologia agentzia (AEMET⁸) batekin elkarlanean dihardu.

Horrez gain, Nafarroako Gobernuko hainbat administraziok, Nafarroako Unibertsitate Publikoak (UPNA), Nafarroako Teknologia eta elikadura azpiegituren institutuak (INTIA) eta Nekazaritza, Arrantza, Elikadura eta Ingurumeneko Ministerioak (MAPAMA) ere beren partaidetza izan dute.

28 behatoki klimatikoetako datuez baliatu gara Nafarroako gau bero eta tropikalak identifikatu ahal izateko. Jarraian behatoki bakoitzaren oinarritzko ezaugarriak:

Taula 1: Behatokiaren ezaugarri orokorrak

BEHATOKIAREN IZENA	ALTITUDEA (M)	SERIEAREN URTEAK	NORENA DA	ESKUZKOA (E) EDO AUTOMATIK OA (A)	DATUEN MAIZTASUNA	KLIMA MOTA (Köppen ⁹)
Agoitz	534	1991-2019	NG	A	10´	<i>Cf2b</i>
Aguilar de Codes	736	1991-2019	NG ¹⁰	A	10´	<i>Csb</i>
Aralar	1344	1991-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Arangoiti	1353	1991-2019	NG	A	10´	<i>Cf2b</i>
Bardeak	486	1992-2019	NG	A	10´	<i>Bsk</i>
Beortegi	580	1998-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Bera	306	2013-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Carrascal	568	1991-2019	NG	A	10´	<i>Csb</i>
Doneztebe	125	1999-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
El Perdon	1024	1991-2019	NG	A	10´	<i>Cs2b</i>

⁸ AEMET: Agencia Estatal de Meteorología.

⁹ Köppen: Wladimir Köppen klimatologo alemanak 1884. Urtean munduko klimak bereizteko sortutako banaketa da. Klima mota bakoitzak hizki sorta bat dauka, tenperatura eta prezipitazioekin erlazionatuta dagoena. Klimatologian oso erabilia izan da, batez ere, erabiltzeko erraza delako.

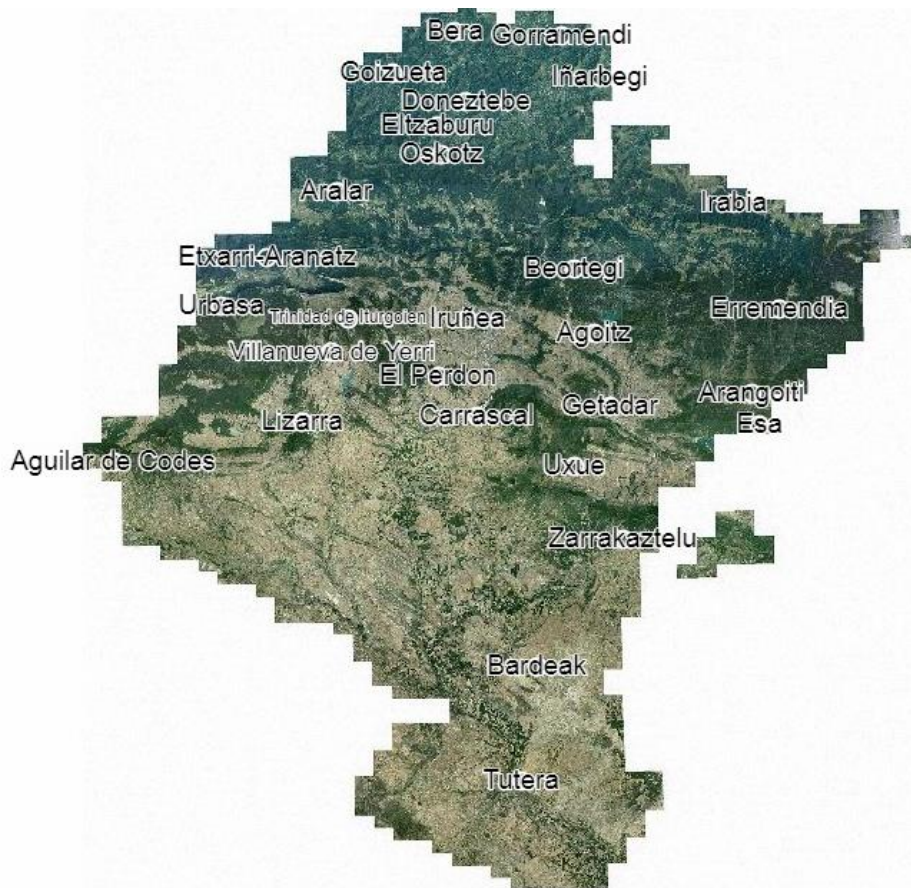
¹⁰ NG: Nafarroako Gobernua.

Eltzaburu	588	2013-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Erremendia	1047	2001-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Esa	487	1991-2019	NG	A	10´	<i>Cfa</i>
Etxarri-Aranatz	505	1992-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Getadar	710	2000-2019	NG	A	10´	<i>Cf2b</i>
Goizueta	142	2018-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Gorramendi	1071	1991-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Iñarbegi	585	2016-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Irabia	822	1991-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Iruñea	455	2010-2019	NG	A	10´	<i>Cf2b</i>
Lizarra	486	1992-2019	NG	A	10´	<i>Csb</i>
Oskotz	562	1999-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Trinidad de Iturgoien	1224	1991-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Tutera	314	1997-2019	NG	A	10´	<i>Bsk</i>
Urbasa	886	2001-2019	NG	A	10´	<i>Cfb</i>
Uxue	829	1991-2019	NG	A	10´	<i>Csb</i>
Villanueva de Yerri	498	1998-2019	NG	A	10´	<i>Csb</i>
Zarrakaztelu	343	1991-2019	NG	A	10´	<i>Csa</i>

Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (Meteonavarra) eta elaborazio propioa.

Behatokiaren arabera eskuragarri dauden datuak ezberdinak dira. Inon ez dago 30 urteko serierik, baina orokorren, serieak, salbuespenak salbuespen, nahiko luzeak dira. Esan behar da, behatoki batzuetan zenbait urte edota egunetan datu gabeziak aurkitu ditugula (aparatua matxuratu delako, adibidez) eta honek atera ditugun hainbat ondoriotan eragina duela. Beraz, kontuan hartu behar dugu gure datu serieak dituen gabeziak, eta honenbestez, azterketa honen bidez eskuratu ditugun emaitzen mugak.

Irudia 9: Behatokien kokapena



Iturria: Instituto de Datos Espaciales de Navarra (*IDENA*).

3.2 Metodologiaren aplikazioa

Gau tropikalen azterketak egiteko proposatutako metodologiari jarraiki, behar beharrezkoak izan dira behatoki bakoitzeko 10 minutukako datuak.

Honela bada, Nafarroako gau bero eta tropikalak identifikatzeko Roye & Martí (2016) eta ostean beste autore batzuk ere erabili duten metodologia aplikatu dugu:

$$NC = \frac{\sum_i h_i}{\sum_i n_i} \times 100 \quad 1. \text{ Ekuazioa}$$

Formula hau aplikatu ahal izateko beharrezkoak dira ondorengo datuak:

$\sum_i h_i$: Gauean 20°C-ko atalasea gainditzen duten orduen batura

$\sum_i n_i$: Gauaren iraupena (ordutan)

Izan ere, gogoan badugu aurrerago gau tropikal eta beroen arteko ezberdintasuna azaltzerakoan esan duguna, horixe baita bata bestearengatik desberdintzeko erabiltzen dena: gaueko orduen % zenbatek gainditzen duen ezarritako atalasea.

Gaua, eguzkia sartzean hasi eta irtetean amaitzen den egunaren zatia da. Baina lan honek dituen mugak kontuan hartuta, gaueko 10etatik goizeko 7etara doan egunaren zatia kontsideratu izan da “gau” bezala lan honetan zehar.

Gau tropikalaren kasuan, 20°Cko atalasea gaueko orduen %100ak gainditu beharko dute. Horretarako, atalase hori gaueko zenbat ordu gainditzen duten kalkulatu da. Emaitza %100ekoa bada, hau da gau osoak 20°C-ak gainditzen baditu, gau tropikal batean aurrean gaudela esan dezakegu.

Gau beroak aurkitu ahal izateko, lehenik eta behin behatoki bakoitzeko gutxienezko tenperaturen balioak behar dira. Horiek erabiliz, %95eko pertzentila aterako dugu, eta hori izango da behatoki bakoitzean erabiliko dugun atalasea. Hurrengo pausua gaueko orduen %40ak atera dugun atalase hori gainditzen duen ikustea izango da. Horretarako atalasearen gainetik eta azpitik gelditzen diren balioak bereiziko ditugu.

Pauso berdinak aplikatu dira 28 behatokietan.

4. EMAITZAK

4.1 Behatoki bakoitzeko datu klimatiko orokorrak

Urtean 10-12°C inguruko batez besteko tenperatura baloreak erregistratu dira Nafarroako behatokietan. Hala nola, 7°C eskas izaten dira batez beste Aralarren eta ia 14°C Donezteben, Beran edota Zarrakaztelun. Muturreko balioetara joz, 42,2°Cko tenperatura maximo absolutua bildu zen Donezteben; minimoetan aldiz -19,3°Ckoa Urban. Batez besteko tenperatura maximoak 15-17°Cren bueltan ibiltzen dira (Zarrakaztelun 20°C; Aralar 10,1°C), eta minimoak aldiz, 7°Cren inguruan. Bitarte termiko handienak 11°C ingurukoak izan dira, Beortegin, Esan, Zarrakaztelun, Tuteran

edota Etxarri-Aranatzen. Eta txikienak aldiz, Aralarren, Gorramendin eta Trinidad de Iturgoienen. Azken hauetan 6°Cren bueltakoa izan da bitarte termikoa.

Prezipitazio aldetik, Goizueta zonaldea da euri gehiena egiten duen tokia (2000 mm inguru urtean), eta Erribera aldiz, idorrena (400-500 mm urtean). Gutxienezko temperaturekin lotu ditugun %95 pertzentilen baloreak 20°Ctik beherakoak izan dira behatoki guztietan. Baxuenak 12°Ckoak izan dira (Urbasa eta Erremendian), eta altuenak aldiz, 17°Ckoak (Uxuen eta Bardeetan).

Taula 2: Behatokiaren datu klimatiko orokorrak

	BBT	TENP. MAX. ABS.	TENP. MIN. ABS.	BBT TENP. MAX.	BBT TENP. MIN.	BBT PREZIPIT AZIOAK	BITART E TERMI KOA	PERTZEN TILA %95 (TMIN)
Agoitz	12,5	40	-10,6	18,2	7,4	894,1	10,8	16
Aguilar de C.	11,2	39,4	-10,7	16,4	7	683,5	9,4	15
Aralar	6,9	31,5	-15	10,1	4,1	1279,8	6	13
Bardeak	13,3	41,2	-8,3	18,9	8,6	427,5	10,3	17
Beortegi	11,8	39,9	-12,4	17,8	6,5	867,2	11,3	15
Bera	14,2	41	-13	19,5	9	1874,8	10,5	16
Carrascal	12	40,9	-10	17,4	7,4	615,8	10	16
Donezteb e	13,4	42,2	-8,9	19,2	8,6	1515,6	10,6	17
Erremend ia	8,3	35,8	-24,8	13,8	2,5	1364,3	11,3	12
Esa	13	40,4	-10	19	7,8	719,1	11,2	16
Etxarri- Aranatz	11,7	41	-13,5	17,6	6,4	1222,8	11,2	15
Getadar	11,4	38,7	-10,1	16,7	7	870	9,7	16
Goizueta	13,7	41,8	-8	18,2	9,1	1975,6	9,1	14
Gorrame ndi	8,6	33,8	-12,8	11,4	6	20192,2	5,4	13
Irabia	9,3	37,4	-15,7	15,2	4,8	1893,2	10,4	13
Iruñea	12,5	40,6	-18	17,4	7,5	786	9,9	16
Lizarra	12,7	40,9	-11	18,1	8,1	660,9	10	16
Oskotz	10,6	39,3	-14,8	16,6	5,2	1283,5	11,4	14
Trinidad de I.	7,8	33,4	-13,9	11,3	4,7	1096,6	6,6	14
Tutera	14	40,4	-10,5	20,1	8,7	406,3	11,4	17
Urbasa	8,6	35,4	-19,3	13,4	3,9	1357,1	9,5	12
Uxue	11,9	39,9	-9,9	16,2	8	573,6	8,2	17
Zarrakazt elu	13,5	40,6	-12,1	20	7,6	469,2	12,4	17

Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*) eta elaborazio propioa.

4.2 Gau bero eta tropikalen maiztasunak

Gau tropikal gutxien Irabian eta Urbasan zenbatu dira; zehazki, 0 gau tropikal bietan. Eta gehien aldiz, Bardeetan, (7) eta Donezteben (6,9). Esan, 4,8 eta Iruñan 1,7. Aralarren aldiz 1,5 eta Lizarran eta Beortegi 3,5 inguru. Urteko tenperatura minimoetan, Aralar eta Urbasa dira balorerik baxuenak dituzten behatokiak, 4°C azpitiko tenperaturekin. Altuenak aldiz, Bardeetan, Beran, Donezteben eta Lizarran (ordena horretan) 8,5-9°C inguru. Gutxienezko tenperatura hauei lotuta atara dira %95eko pertzentilak, zeinak joera berdina erakusten duten. Amaitzeko, Gau beroen kasuan, El Perdon da urtean gau bero kopuru handienarekin aurea hartzen duena; ondoren Bardeak (35,3) eta Zarrakaztelu (34,7) leudeke. Gutxien aldiz, Irabian zenbatu dira, 2,8 besterik ez.

Nafarroan gau tropikal eta beroen artean errealitate oso ezberdina ematen da (Taula 3). Izan ere, askoz gehiago dira Nafarroan erregistratzen diren gau beroak tropikalak baino.

Taula 3: Urteko gau bero eta tropikalen batez besteko balioak Nafarroako zenbait behatokitik

	Gau tropikalak	Temperatura minimoen batez bestekoa (°C)	Pertzentila %95 (Tmin)	Gau beroak
Agoitz	2,5	7,1	16	26,4
Aguilar de Codes	2,23	7	15	18,1
Aralar	1,5	3,9	13	10,2
Arangoiti	2,6	5	15	19,8
Bardeak	7	8,9	17	35,3
Beortegi	3,7	6,3	15	20,2
Bera	6,2	8,6	16	27,3
Carrascal	2,3	7,2	16	22,6
Doneztebe	6,9	8,5	17	22
El Perdon	6,6	5,6	14	44,4
Eltzaburu	0	5,6	13	4,2
Erremendia	5,8	2,3	12	41,7

Esa	4,8	7,5	16	29
Etxarri-Aranatz	1,9	6,2	15	14,9
Getadar	2,7	6,8	16	23,3
Goizueta	2	7	14	18
Gorramendi	4,8	5,9	13	17,3
Iñarbegi	3	6,1	13	14,3
Irabia	0	4,7	13	2,8
Iruñea	3,9	8,1	16	28
Lizarra	3,2	7,9	16	24,1
Oskotz	0,4	5	14	12,7
Trinidad de Iturgoien	1,4	4,7	14	13,2
Tutera	5	8,4	17	45
Urbasa	0	3,7	12	5
Uxue	7,6	7,6	17	34,4
Villanueva de Yerri	0,6	6	14	29,3
Zarrakaztelu	3,6	7,4	17	34,7

Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*) eta elaborazio propioa.

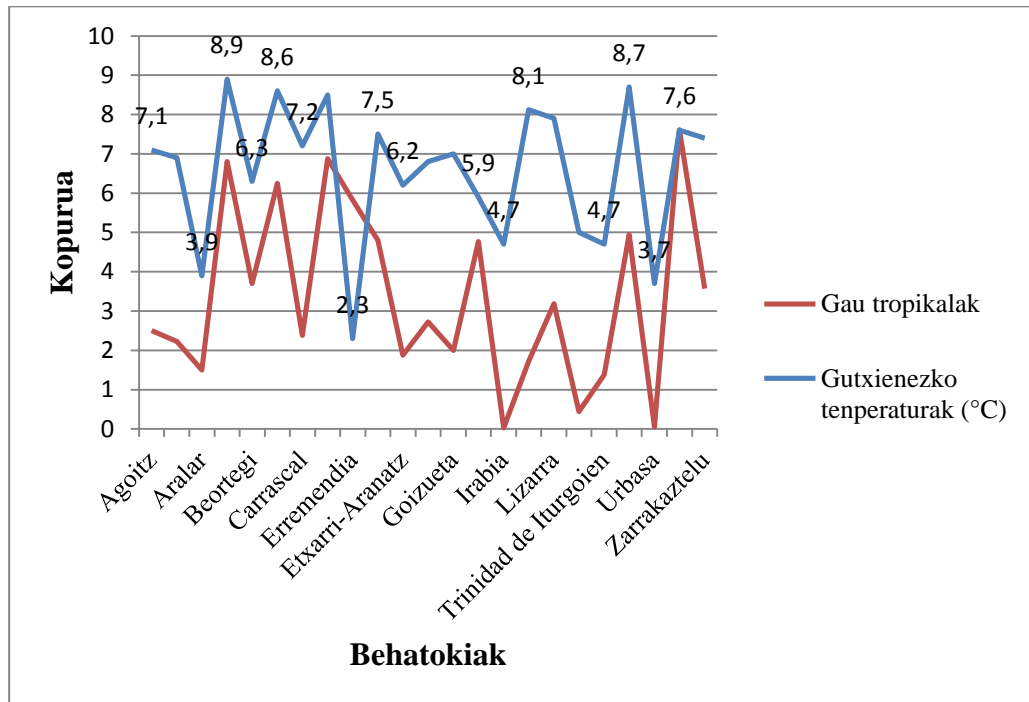
Urbasa eta Irabian, 0 gau tropikal erregistratu dira urtean batez beste. Salbuespen gisara, lehenengo behatokian 2012ko abuztuaren 17an erregistratu zen gau tropikala eta bigarrenen, 2016ko irailaren 12an. Hauek kasu isolatuak besterik ez dira. Izan ere, behatoki hauetako datu serie osoan eman diren gau tropikal bakarrak baitira.

Beste muturrean leudeke aldiz, Bardeak eta Doneztebe, 7 eta 6,9 gau tropikalekin urtean. Dena dela, esan behar da Nafarroan ez dela urtean izaera tropikaleko 7 gauak gainditzen dituen eremurik.

Urteko gau tropikalen kopurua eta tenperatura minimoen batez bestekoa norabide berdinean doazen bi indize dira (Irudia 10). Izan ere, gau tropikal gehien topatu ditugun behatokietan gutxienezko tenperatura altuenak ditugu. Adibidez, Bera-ko behatokian

urtean 6,2 gau tropikal eta 8,6°C-ko batez besteko minimoak ditugun bitartean, Aralarren 1,5 gau tropikal erregistratzen dira urtean eta batez besteko urteko tenperatura minimoak ez dira 4°C-tara iristen.

Irudia 10: Gau tropikalak eta gutxienezko tenpereturen joera



Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*) eta elaborazio propioa.

Aurrez Nafarroako klimak aztertu ditugunean esan dugun bezala, bertako errealitate konplexua tarteko, Estatu mailan klima ezberdin gehien dituen komunitatea dugu Nafarroa. Hori dela eta, bertan lortu ditugun emaitzak aldagai ezberdinen ondorio izango dira. Hala ere, irizpide edota patroi orokor bezala, esan dezakegu gau tropikal gehien aurkitu direla eremuaren iparraldean, kostaldetik hurbilen dauden eremuetan (Doneztebe eta Bera inguruetan, klima atlantikoan), eta hegoaldean, latitudean behera egin ahala, mediterranean klimei lotuta (Bardeak).

Klima atlantikokoaren barnean Bortziriek eta Baztan zonaldeek kostaldearekiko gertutasun handia erakusten dute, Donostiatik 35 km-tara besterik ez daude. Altitudez ere ez dira itsasoaren ur mailarekiko 50 metroetara iristen. Honek bertako tenpereturen leunagoa izatea ahalbidetzen du (Taula 2).

Hegoaldeko Nafarroako kasuan aldiz, batetik, itsasoaren uruntasuna tarteko eta Penintsula barrualdetik zein Afrika iparraldetik datozen aire masa beroak direla eta, hauen eragina nabarmena izaten da Bardeak edota Tuterako bezalako latitudeetan dauden eremuetan. Mediterranearen eta estepako klimak ezaugarritzen dute Nafarroako Erribera, zeina lurraldearen iparraldea baino beroagoa eta lehorragoa izateagatik ezaugarritzen den (batez besteko tenperaturak 14°C ingurukoak eta prezipitazioak 400-500 mm bitartekoak izaten dira urtean). Ezaugarriok posible egiten dute bi zonalde hauetan gau tropikal gehiago izatea.

Baina aldiz, beste muturrean leudeke Aralar, Urbasa, Oskotz edota Irabia. 800-1000 metro inguruko altitudeetan kokatzen dira lau behatoki hauek. Aralarko mendizerran urteko batez besteko tenperaturak $9-10^{\circ}\text{C}$ bitartekoak izaten dira eta gauak uda partean ere freskoak izaten dira ($15-16^{\circ}\text{C}$). Altitude handiak eta tenperatura baxuak tarteko, eremuotan gau tropikalak topatzea salbuespen hutsa izan ohi da.

Gau tropikalak ez dira urte guztietan modu homogeneoan banatzen. 1992 eta 2018 urte bitartean Bardeak, Agoitz eta Etxarri Aranatz-eko behatokitik izandako gau tropikalak irudikatu dira jarraian (Irudia 11). Eta argi eta garbi ikusi dezakegu, gau tropikalak ez direla fenomeno erregularrak, urteen artean diferentzia handiak erakusten baitituzte. Izan ere, Bardeetako kasua analizatzen badugu, ikusiko dugu nola 1995ean 3 gau tropikal soilik erregistratu zirela, 2000 urtean gau tropikal 1, eta 2006an 15, esaterako. Era berdinean grafikoan irudikatuak dauden beste bi behatokitik ere.

Bardeetan 2015 urtean 13 GT erregistratu ziren eta gutxienezko tenperaturaren batez bestekoa $9,4^{\circ}\text{C}$ koa izan zen. Seriean 6,8 GT eta $8,9^{\circ}\text{C}$ koak dira batez beste biltzen diren balioak behatoki honetan. Beraz, esan dezakegu batez bestekoa baino GT gehiago biltzen diren urteek bat egiten dutela gutxienezko tenperatura altuenak izan dituzten urteekin.

2003 urtea nabarmentzen da guztien artean (Irudia 11). 2003ko abuztuan Europa osoan eragin zuen bero epealdia izan genuen. Hildako asko utzi zituen han-hemenka kontinente zaharretan zehar bero bolada honek, eta aire masa beron eraginpean ezin izan zen Nafarroa salbuetsi.

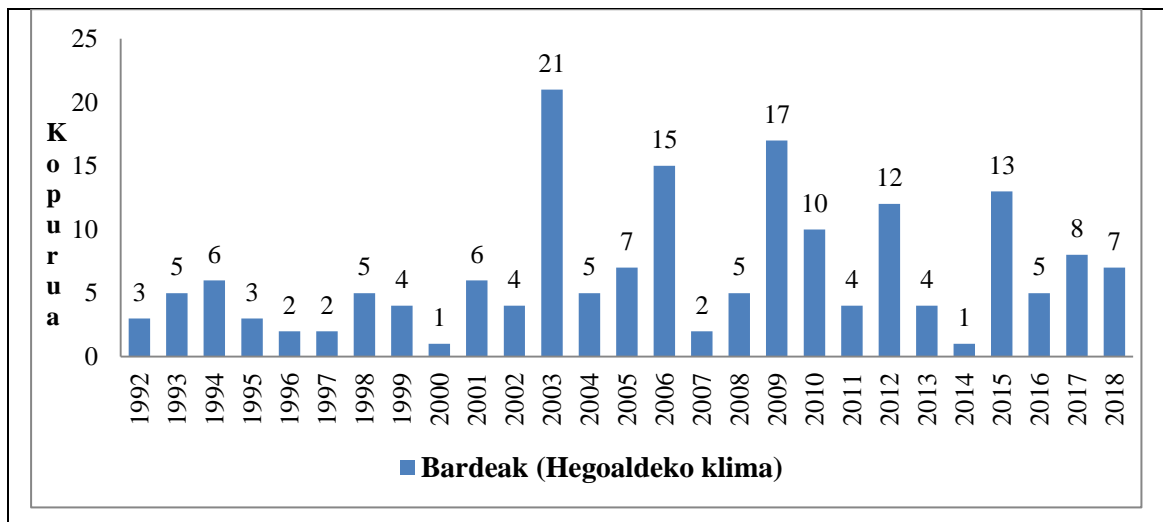
Muturreko beste fenomeno klimatiko askorekin gertatzen den moduan, gau tropikalak ere modu irregularrean ematen dira. Hots, itzalpean gelditzen dira benetako balioak,

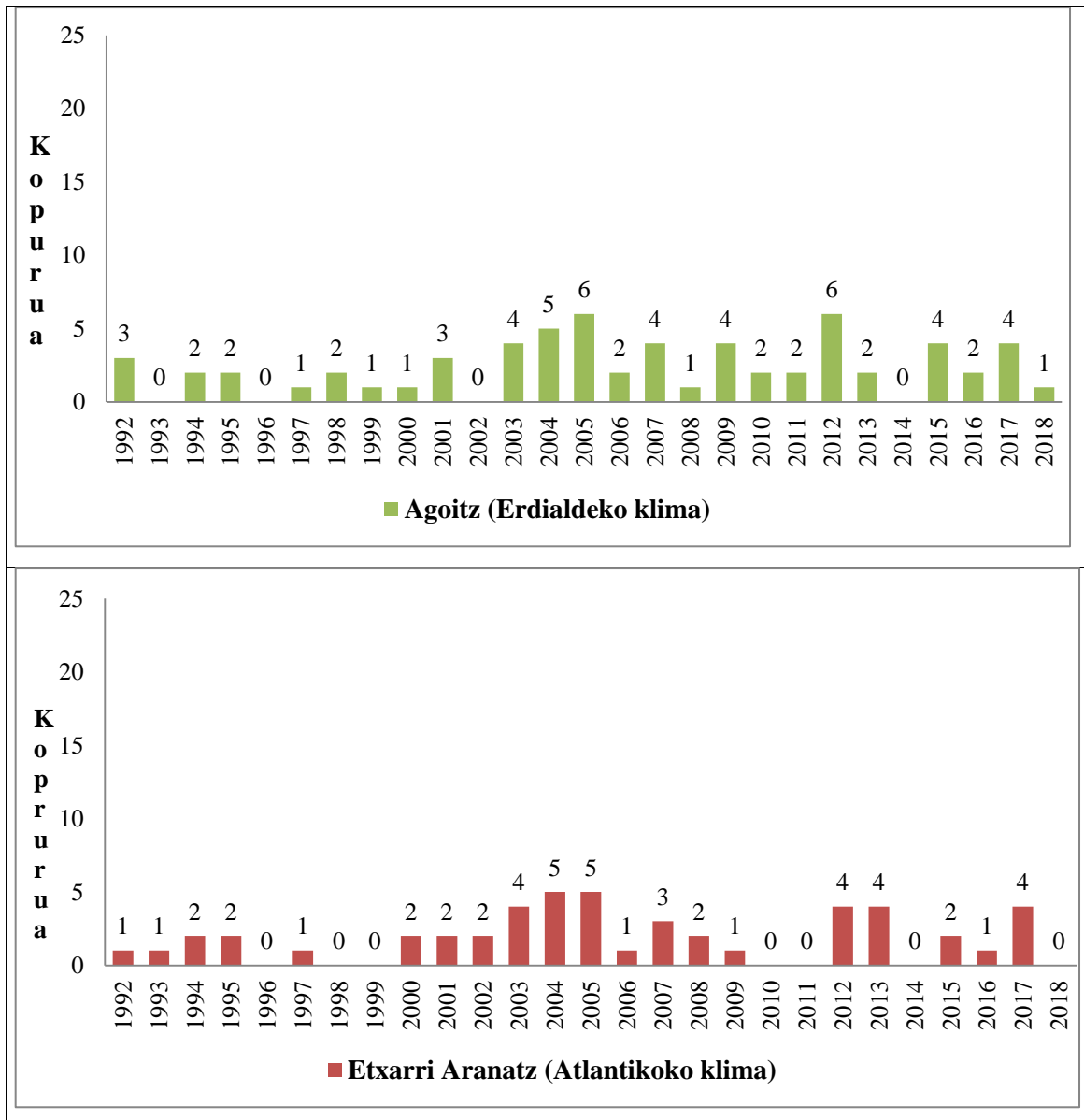
batez bestekoak soilik kontuan hartzen baditugu. Esaterako, ez da berdina esatea Urbanan 0,05 GT (Gau Tropikala) egoten direla urtean, edota aztertutako serie osoan egun bakarrean erregistratu dela gau tropikal bat.

Hala ere, gau tropikalek erakusten duten irregulartasunaren barruan, konturatu gara badela errepikatzen den joera bat: Geroz eta gau tropikal gehiago dauzkagu Nafarroan (Irudia 11).

Bardeetan, 1992-2000ko datuak hartuz, urtean 4 gau tropikal izateko batez besteko balioak genituen bitartean, 2000-2018 epealdian zifra hori bikoiztu egiten da. 8,1 gau tropikal urteko batez bestekoa izanik azken epealdian. Agoitzen kasuan, lehenengo epealdian 1,5 gau tropikal urteko balioak ditugu, eta bigarren epealdian aldiz ia 3. Eta azkenik, Etxarri Aranatzeko kasuan ere, aurreko mendearen amaieran batez beste urtean gau tropikal 1 izatetik, mende berriaren lehenengo zatian 2,2 gau tropikal batez bestekoa urteko izatera hazi dira kasuak.

Irudia 11: Gau tropikalen bilakaera Nafarroako 3 behatokitian (1992-2018)





Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*) eta elaborazio propioa.

3 behatoki hauen artean ezberdintasunak daude. Esaterako, Bardeen kasuan 6,8 GT izaten dituzte batez beste urtean, Agoitzen aldiz 2,5 GT inguru eta azkenik, Etxarri Aranatz 1,88. Eremu bakoitzeko ezaugarri klimatikoak tarteko, errealitate desberdinak ikus ditzakegu Piriniar, Atlantiko eta Hegoaldeko klimen artean.

Ezin diogu bakarrik latitudeari eta kostaldetik hurbil egoteari atxiki fenomeno klimatiko honen jokabidea. Kontinental kutsua daukaten eremuetan, Nafarroan esaterako, oso ohikoa izaten den egora batek ezin hobeto azaldu dezake bertan gau tropikal gutxi

topatzearen zergatia: Uda partean egunean zehar temperatura oso altuak erregistratzen diren arren, eguzkia sartzearekin batera, estres termikoaren bat-bateko jaitsiera bortitza ematen da, airean hodeitza eskasa eta hezetasun gutxiagatik irradiazio termikoa oso erraz ematen delako, honek temperaturen izugarritzko jaitsiera ekartzen du. Hori dela eta, temperaturek oszilazio handiak jasaten dituzte eremuotan gau eta egunaren artean. Horrek, gauean zehar temperaturak 20°C-tik jaitea ekartzen du, eta tropikal izena hartzen duten gauek gaitzera beharrezkoa duten atalera ez iristea. Honela ba, gau bero bezala sailkatuak izaten dira izaera honetako gauak, baina ez tropikal modura.

Aldiz, gau bero asko erregistratzen dira Nafarroan (Taula 3). Izan ere, gauaren lehen zatian (%40 inguruan), eguzkia sartu bitartean, udan temperatura altuak erregistratzen baitira. Baina gauerditik aurrera, beherakada nabarmenak ematen dira temperaturetan.

Kontinentaltasun handia daukaten eremuetan, eguneko bitarte termikoa handia medio (Taula 2), gau tropikalak baino gau bero gehiago erregistratzen dira. Jarraian pare bat adibide: Beortegi eta Esa.

Lehenengoa Piriniar klimaren barruan sartzen da, eta bigarrena aldiz, erdialdeko kliman. Biak ala biak ere kontinentaltasun handia daukaten eremuetan kokatzen dira, Nafarroaren ipar-zentroan lehena eta ekialdean bigarrena (Taula 2). Beortegin 1992tik 2018ra doan epealdia kontuan hartuta, urtean 3,7 gau tropikal zenbatu dira. Epealdi berean, 20,2 gau bero. Eta Esan aldiz, 4,8 gau tropikal eta 29 gau bero (Taula 4). Datu hauek aurrez esan duguna baieztatzeko balio digute. Hau da, eremu kontinental hauetan gau bero asko erregistratzen dira eguzkia sartu bitartean temperatura altuak egoten direlako, baina behin eguzkia sartuta, temperaturak behera egiten dute. Hori dela eta, gauaren lehen orduetan tropikal itxura zeukaten gauak, gau bero bilakatzen dira.

Jarraian, kontinentaltasun handia daukaten 5 behatoki ezberdinetako batez besteko gau bero kopurua:

Taula 4: Gau beroak Nafarroako 5 behatokitan

	Gau beroak
Agoitz	26,4
Bardeak	35,3
Beortegi	20,2

Esa	29
Etxarri-Aranatz	14,9

Iturria: Nafarroako meteorologia eta klimatologiako datuak (*Meteonavarra*) eta elaborazio propioa.

Begetazio handiak dauden eremuetan ere, hauek daukaten albedo baxua medio, egunean zehar oso energia gutxi biltzen du landaretzak, eta hauetako zati handi bat lurrin-transpirazio prozesuetan erretzen du (Royé, & Martí, 2015); horregatik, eguzkia sartzean, landaretza ez da gai bere ingurua epeltzeko adina bero transmititzeko. Egoera hau gertatzen da Nafarroan begetazio eremu dentsoak ditugun eremuetan; hala nola, Aurrepirinioan (adib, Iratiko basoan), Urbanan edota Goizuetan.

Bestetik, itsasoak edota ur azalerak bere inguruko tenperaturak erregulatzeko tresna oso baliagarriak dira. Izan ere, egunean zehar beroa xurgatzen dute, bertako tenperaturak leunduz, eta gauean zehar, egunean xurgatutako bero hori igortzen dute gauak epelagoak eta leunagoak bilakatuz. Urak bere inguruko lur azaleretan sor dezakeen eragin honi eragin termo-erregulatzaila ere deitu ahal zaio. Itsasoaren faktore honen adibide garbia erakusten digute Royé eta Martík (2016) mediterranean isurialdeko gau tropikalen inguruan egin zuten lanean. Eta bertan, argi eta garbi ikusi daiteke, itsasoak bustitzen duen eremuetan gau tropikalak izateko baldintzak ugaritu egiten direla. Are eta tenperatura altuagoa itsasoak, orduan eta tenperatura altuagoak lur azaleretan.

Nafarroan kostalderik izan ez arren, iparraldea kostaldetik gertu dago eta itsasoak tenperatura erregulatzaila papera egiten du eremu honetan. Esate baterako, Bera kostaldetik 30 km ingurura dago eta 27 GB (Gau beroa) eta 6 GT baina gehiago erregistratzen dira bertan urtean batez beste. Berako tenperatura maximoak kostaldeko eremu batekoak baino altuagoak dira, beraz, kostalde bertan ez egotearen eragina ere sumatu daiteke.

Aztertu ditugun behatokitatik, ia guztiak hirietatik kanpo kokatzen dira (salbuespen bakarra, Iruñekoa). Errealitatean, hiriek sortzen duten beroak gau bero eta tropikal gehiago izatea ahalbidetuko luke, baina Nafarroako behatokiak ez direnez hiri guneetan kokatzen, ezin dugu frogatu hiriko bero-irla efektuak nola eragiten duen Nafarroan.

4.3 Gau bero eta tropikalen banaketa urte sasoiaren arabera

Behin behatokiak aztertuta, esan dezakegu gau bero eta tropikal gehien uztaila eta abuztuan ematen direla Nafarroan; hirugarren postu batean ekaina kokatzen da (Taula 5 eta Irudia 12A eta 12B).

Nafarroako GB eta GT gehienetariko zenbatu diren behatokia dugu Tuterakoa. Bertan, ekainean 12, uztailean 16 eta abuztuan 15 gau beroko batez besteko balioak bildu dira, eta urtean batez beste 45 gau bero zenbatzen dira. Behatoki berdinean gau tropikalak zenbatu dira, eta ekainean 0,5, uztailean 2,2 eta abuztuan 2 gau tropikal zenbatu dira batez beste azken 20 urteotan (Taula 5). Bi fenomenoen arteko desberdintasuna oso da ikusgarria, eta hau, aurrez esan bezala, Tuterak duen izaera kontinentalari eta eguzkia sartzean tenperaturek jasaten duten jaitsiera bortitzari atxiki beharko genioke batez ere.

Taula 5: Tuterako gau bero eta tropikalen batez bestekoak hilabeteka (1997-2018)

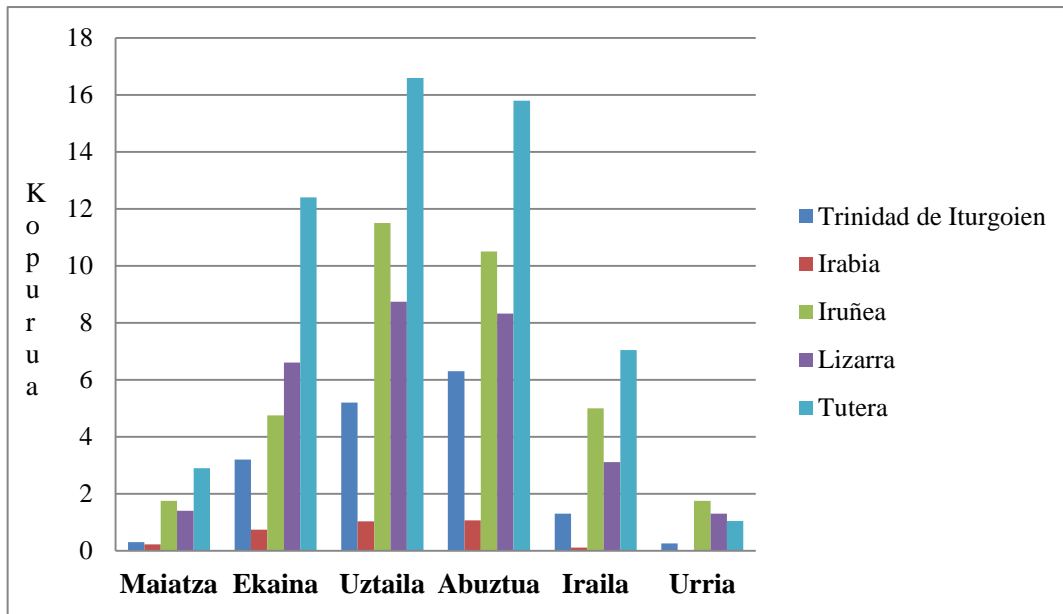
TUTERA¹¹	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	2,9	0
Ekaina	12,4	0,5
Uztaila	16,6	2,24
Abuztua	15,8	2,04
Iraila	7,04	0,14
Urria	1,04	0

Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*) eta elaborazio propioa.

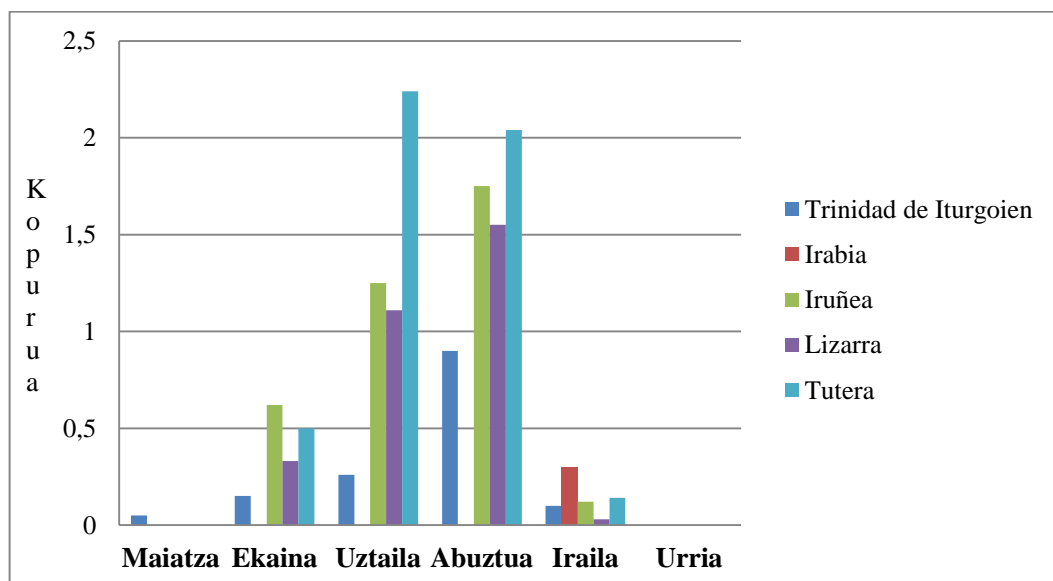
Lizarra ere ez da atzera gelditzen, ekainean 6,6, uztailean 8,7 eta abuztuan 8,3 gau beroko batez besteko balioekin. 24 gau beroko batez bestekoak kalkulatu dira Lizarrako azken 30 urtetako datu seriean. Gau tropikalak (Irudia 12B) aldiz, oso urriak dira bertan, soilik 3 gau inguru izaten baitira urtean tropikal izaerakoak.

¹¹ Beste behatoki guztietako hilabetekako GT eta GBen banaketa (Eranskina 1).

Irudia 12A: Gau beroak Nafarroako 5 behatokitan (Maiatza-Urria)



Irudia 12B: Gau tropikalak Nafarroako 5 behatokitan (Maiatza-Urria)



Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*) eta elaborazio propioa.

Iruñea eta Lizarra elkarrengandik 45 km eskasera egonatik, errealitate ezberdinak irudikatzen dituzte. Iruñean (*Cf2b*) Lizarran (*Csb*) baino gau bero eta tropikal gehiago izaten dira. Izan ere, Nafarroako hiriburuko udak Lizarrakoak baino epelagoak izaten baitira. Honenbestez, Iruñean udan Lizarran baino tenperatura altuagoak erregistratzen dira, eta beraz, gehiago dira Iruñean ematen diren GT eta GB-ak.

Irabiako kasuan, mendi zonaldean aurkitzen da bertako behatokia, eta biltzen diren balioak oso baxuak dira beste behatoki gehienekin alderatuz. Mendiko eta gainera altuerako zonaldea izanik, Nafarroako Erriberan edota klima atlantikoan baino askoz ere tenperatura baxuagoak erregistratzen dira bertan. Irabian batez beste urtean 9,3°C egiten ditu, klima atlantikoan edota Erriberan, aldiz 12-14°C-ren bueltatzen ibiltzen dira batez besteko balioak. Beraz, gau tropikal eta beroen kopuruan, biak ala biak ere, nahiko urriak dira Iratiko basoaren erdian:

Taula 6: Irabiako gau bero eta tropikalen batez bestekoak hilabeteka (1992-2018)

IRABIA	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	0,22	0
Ekaina	0,74	0
Uztaila	1,03	0
Abuztua	1,07	0
Iraila	0,11	0,03 ¹²

Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (MeteoNavarra) eta elaborazio propioa.

Irabian urtean 2,84 gau bero eta 0,03 gau tropikal zenbatu dira serie osoan batez beste, eta datu hauek Irabia Nafarroako gau bero eta tropikal gutxien dituen behatoki bihurtzen dute.

Hala ere, adierazgarria da 2016ko irailaren 12 inguruan Espainia osoan, batez ere erdialdean (Irudia 13 eta 14) eragin zuen bero bolada azpimarratzea. Izan ere, data hori izan baita Irabiako serie osoan GT bakarra eman zen gaua. Latitude baxuetatik zetorren bero boladak Espainia guztian eragin zuen 2016ko irail hartan, eta Estatu mailan tenperatura oso altuak erregistratu ziren.

Iberiar Penintsulan Azoreetako antizikloiaren dortsalaren eraginpean egoten gara uda eta neguan. Hala ere, uda partean Europa mendebalera behe presio guneez hurbiltzen

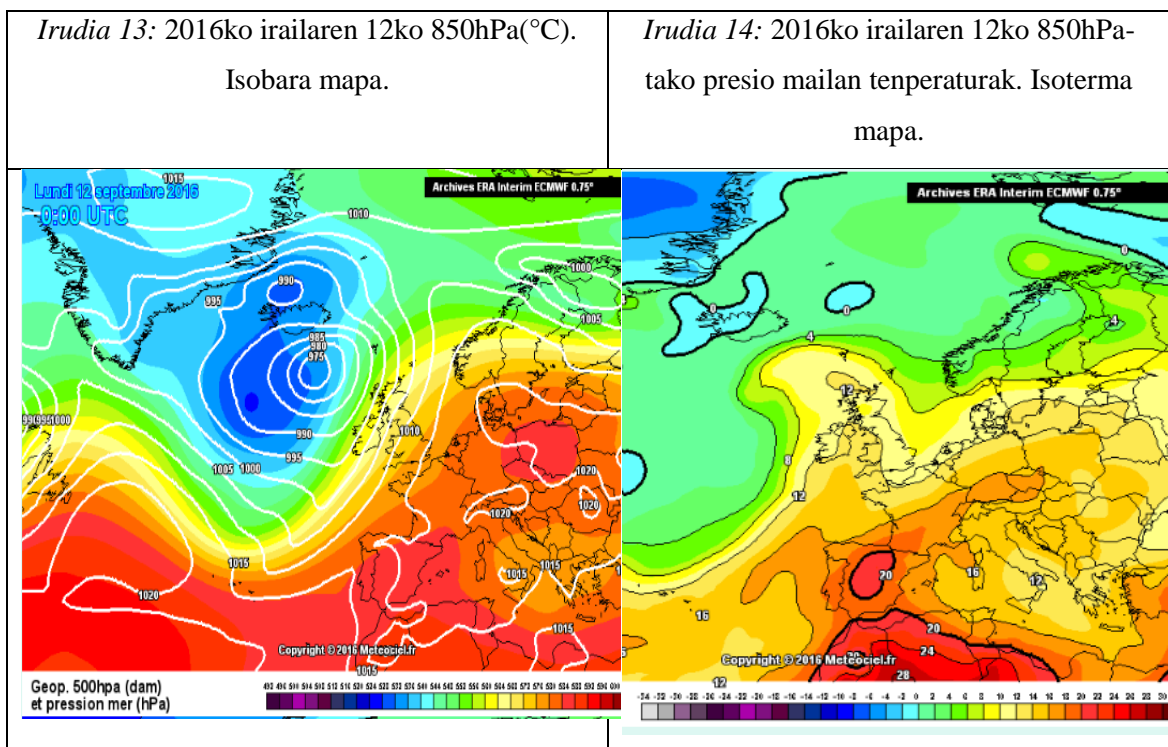
¹² 0,03: Irabiako serie osoan gau tropikal bakarra aurkitu da. Honakoa, 2016ko Irailaren 12an erregistratu zen, eta balio honi esker Iraileko datuetan ez daude 0 gau tropikal beste hilabete guztietan bezala. Hala ere, esan behar da salbuespen bat besterik ez dela. Honek ez du esan nahi iraila hilabete beroagoa dela Irabian, ezta gutxiagorik ere.

da. Hori dela eta, Azoreetako antizikloiak udaran egonkortasuna ekartzen digu, idortasuna eta egun eguzkitsuekin batera.

2016ko irailaren 12ko egun hartan Penintsula osoa presio altupean (1015hPa) zegoen (Irudia 13).

Egoera honek Nafarroa 2016ko iraileko egun hartan egonkortasun handiko eta temperatura altuen pean (850hPaetara 20°Ctan) egotea ahalbidetu zuen, eta faktore meteorologiko hauek posible egin zuten Nafarroako behatokitian gau tropikal asko izatea.

Beraz, esan dezakegu egonkortasuna eta aire masa beroen presentzia gau bero eta gau tropikalak emateko faktore funtsezkoak direla.



Iturria: Frantziako Meteorologiako Orrialdea (Météociel)

Laburbilduz, esan genezake Tutera eta Irabia direla Nafarroako errealitatearen muturreko bi aurpegiak.

4.4 Kasu baten analisia: 2003ko bero bolada eta gau tropikalak

Prensa, telebista, irratia edota sare sozialak. 2003ko bero boladak komunikazio eremu guztiak kolapsatu zituen. Ohiko tenperaturen oso gainetik erregistratu ziren balioek Europa osoa hankaz gora jarri zuten.

Nafarroako egoera ez zen gutxiago izan. Aurrez erregistratuta zeuden batez besteko balioak irauli egin ziren 2003ko abuztu hartan. Jarraian, adibide batzuk:

Taula 7: Gau tropikalak abuztuan batez beste eta 2003ko abuztuan

	Abuztuan serie osoan	2003ko abuztuan
Bardeak	8,7	20
Carrascal	5,2	13
Lizarra	4,7	16
Uxue	5	18

Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*) eta elaborazio propioa.

Italia, Espainia (Taula 8) eta Portugal izan ziren beraien kokapen geografikoagatik bero bolada hauek gehien pairatu zituzten herrialdeak. 2003ko abuztuaren 1ean 47,5°C-ko balioak gainditu ziren Andaluziako zenbait behatokitik. Ia ia Penintsula osoa 40°Cren gainetik egon zen urte horretako abuztuko lehen hamabostaldian. Frantzia, 1950az geroztik eman den bero boladarik handiena bezala sailkatu zuten Frantziako Meteorologiako adituek (MétéoFrance). Gaueko tenperaturak ez ziren 25°C-tik jaitsi abuztuak 10etik 11rako gauean. Alemania edota Erresuma Batua bezalako herrialdeak ere, ez ziren bero bolada honetatik zipriztindu gabe irten. Ia 40°C bildu ziren Londreseko Heathrow aireportuan. Eta Danimarkan 32°C-tara iritsi ziren.

Osasun Ministerioaren arabera, 141 hildako erregistratu ziren Espainian 2003ko abuztuko bero boladan. Hala ere, beroari lotutako hildakoak 6.500 inguru izan zirela ziurtatu zuen Epidemiologia Zentruak (New Scientists, 2003).

Taula 8: Espainiako behatoki batzuetako 2003ko abuztuko gehieneko tenperaturak

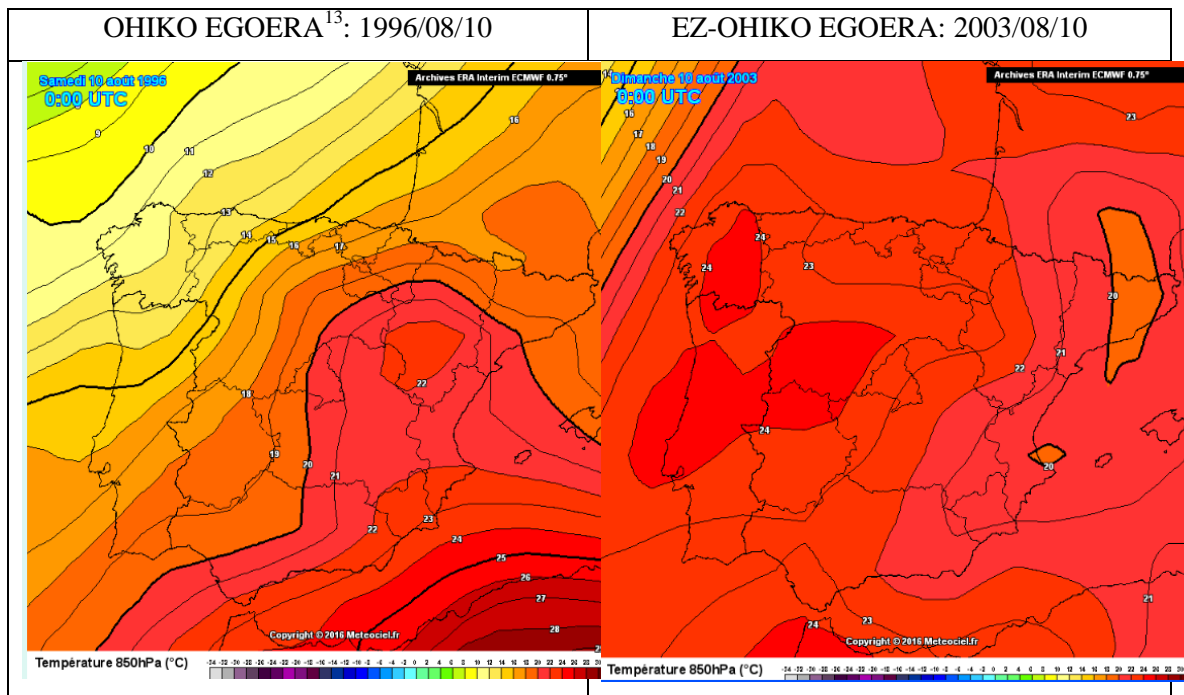
HIRIA	DATA	TENPERATURA (°C)
--------------	-------------	-------------------------

Jerez de la Frontera	2003/08/01	45,1
Badajoz	2003/08/04	44,8
Burgos	2003/08/04	38,8
Donostia	2003/08/04	38,6
La Coruña	2003/08/12	37,7
Bartzelona	2003/08/13	37,3

Iturria: WayBack Machine-ko datuak eta elaborazio propioa.

Irudia 15: Abuztuko egun bateko temperatura 850hPa(°C) Iberiar Penintsulan

(1996 eta 2003 urteak)



Iturria: Frantziako Meteorologiako Orrialdea (*Météociel*)

Ohiko egoera batetik izugarri aldentzen ziren temperaturak bildu ziren 2003ko abuztu hartan (Irudia 15). Europa osoan eragin zuen bero bolada honek Nafarroako behatokitian ere bere oihartzuna izan zuen. Inoiz baino gau bero eta tropikal gehiago bildu ziren 2003ko abuztuan.

¹³ *Ohiko egoera:* urte ezberdinetako temperatura mapak ikusi ondoren, esan daiteke irudi honek penintsulan abuztuan ematen den egoera ondo irudikatzen duela. Hots, joera orokor bat aztertzeko baliagarria da.

Adibide modura, Tuteran abuztu osoan tenperatura oso altuak erregistratu ziren eta hauetariko asko eta asko tropikalak. Gorramendin, abuztuaren 1etik 26ra bitartean 15 gau tropikal zenbatu ziren, eta beste guztiak gau beroak izan ziren. Urbasan 3 gau tropikal izan genituen 2003ko abuztuan (gogoratu batez besteko balioa urtean 0,05 GT dela). Uxuen abuztuaren 1etik abuztuaren 19ra bitarteko gau guztiak tropikalak izan ziren, eta abar.

Ikusi dezakegun bezala, 2003ko abuztuak batez besteko balioak hankaz gora jarri zituen eta mendeetan bildu ez genituen tenperatura balio altuak erregistratu ziren gure lurraldean eta baita Europa zabalean ere.

5. ONDORIOAK

Azterketa saiakera honetan gau bero eta tropikalak aztertu dira, Nafarroako egoera fenomeno klimatiko hauekiko zer nolakoa den ikusteko.

Datuek argi uzten dute gau bero eta tropikalek errealitate klimatiko oso desberdinei egiten dietela erreferentzia. Nafarroako kasuan, gau beroak aztertzerakoan erabilitako atalase baxuen ondorioz (gutxienezko tenperaturen %95eko pertzentilaren emaitzak), askoz ere ugariagoak izan dira erregistratutako gau beroak tropikalak baino. Behatoki bakoitzeko gutxienezko tenperaturak eta eremu bertan lortutako gau tropikal kopuruak norabide berdinean doazen bi indize dira; izan ere, geroz eta gutxienezko tenperatura baxuagoak, orduan eta GT gutxiago izango ditugu.

Gau tropikal gehien Nafarroako ipar-mendebaldean, klima atlantikoari jarraiki (Baztan eta Bortziriak zonaldean) eta hegoaldean, mediterranean eta mediterranean lehorreko Erriberako eremuetan (Tutera eta Bardeak) erregistratu dira. Lehen multzoan 7 GT eta 35 GB inguru eta bigarrenean, 6 GT eta 40 GBko baloreak bildu dira. Gau bero eta tropikal gutxien aldiz, mendi zonaldeetan topatu dira; hala nola, Urbasa, Aralar eta Irabiako behatokitik. Urtean batez beste gau tropikal 1 baino gutxiagoko balioekin eta 5, 10 eta 3 gau berokoekin.

Kostaldetik hurbil eta latitude baxuetan kokatzen diren eremuetan GT gehiago izaten direla frogatu ahal izan dugu; izan ere, kostaldetik 30-35 km eskasera topatzen diren eremuetan eta latitudean behearena dauden Erriberako zonaldeek erregistratzen baitituzte

Nafarroan GT gehien. Beste muturrean leudeke begetazio handiko mendi zonaldeak (Urbasa, Aralar eta Irabia) edota kontinentaltasun altuko klima freskoko zonaldeak (Lizarra eta Iruñea), zeinetan GT gutxien zenbatu diren aztertutako epealdian.

Muturreko balio askorekin gertatzen den moduan, gau tropikalen kasuan ere urtez urteko aldakortasun handiak erakusten dituen fenomeno irregularra dela esan dezakegu. Hala ere, irregulartasun honen barruan patroia erregular bat aurki da: geroz eta gau tropikal gehiago dauzkagu. Eta joera hau baieztatzen duten datuak aurkitu dira. Esaterako, Bardeetan, Agoitzen eta Etxarrin aurreko mendeko azken 10 urteetan baino bi aldiz gau tropikal gehiago erregistratu dira mende berriaren lehen 18 urteetan.

Uztaila eta abuztua izaten dira Nafarroan gau bero eta tropikal gehien zenbatzen diren urte sasoiak, eta ekaina hirugarren postu batean kokatuko litzateke.

Egonkortasun egoerek eta Penintsula barrualdetik zein Afrika iparraldetik udan gurera iristen diren aire masa beroek ahalbidetzen dituzte bero epealdiak Iberiar Penintsulan. Hauei lotuta, udara izaten da Nafarroan tenperatura altuenak, eta beraz, GB eta GT gehien biltzen dituen urte sasoiak. Batez ere, ekainetik abuztura bitartean.

Bero gertakari hauek direla eta, askoz ere ohikoagoa izaten da hainbat egunetan jarraian gau tropikalak izatea, egun solteetan izatea baino. Adibidez, Uxueko kasuan, 2003ko abuztuaren 1etik 19rako gau guztiak tropikal izaerakoak izan ziren; Donezteben urte bereko abuztuaren 4tik 15eran bitartean 9 GT zenbatu ziren, eta Esako kasuan, serie guztian topatu diren gau tropikal ia denak, aurretik edo atzetik beste gau tropikaleko egun bat zeukaten.

Gau tropikalak aztertzeke proposatutako metodologia aplikatu honen bidez, ondorioztatu ahal izan dugu populazioak gaueko lehen orduetan beroagatik jasan dezakeen estres termikoa ezkutatua gelditzen dela eguneko tenperatura minimoak bakarrik hartzen badira kontuan. Horregatik, erabili ditugun 10 minutukako datuak baliagarri egin dute gau tropikalen bilaketa arrakastatsu bat.

Erabilitako %95 pertzentilari esker, posible izan da Nafarroako behatoki bakoitzera egokitzen den atalase baten erabilera, eta horrela gau beroen balioak gure errealitatera gehiago hurbiltzea. Hala nola, populazioaren aklimatazioa presente izatea eta kasuan kasuko klimak eskatzen dituen balioak errespetatzea.

6. ERREFERENTZIA BIBLIOGRAFIKOAK

- Alexander, L.V. & Zhang, X. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation, *Journal of Geophysical Research*, 111 orr, D05109.
- Bobb, J.F., Peng, R.D., Bell, M.L. & Dominici, F. (2014). *Heat-Related Mortality and Adaptation to Heat in the United States Environmental Health Perspectives*, 122: 811-816.
- Buguet, A. (2007). Sleep under extreme environments: Effects of heat and cold exposure, altitude, hyperbaric pressure and microgravity in space, *Journal of the Neurological Sciences*, 262: 145-152.
- Coumou, D. & Rahmstorf, S. (2012). A decade of weather extremes, *Nature Climate Change*, 2: 491-496.
- Coumou, D. & Robinson, A. (2013). Historic and future increase in the global land area affected by monthly heat extremes, *Environ. Res. Lett.*, 8.
- Díaz, J., Carmona, R., Miron, I.J., Ortiz, C., Leon, I. & Linares, C. (2015). Geographical variation in relative risks associated with heat: Update of Spain's heat wave prevention plans, *Environment International*, 85: 273-283.
- Donat, M.G. (2013). Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. Vol 118: 1-16.
- EEA Report (2012). Urban adaptation to climate change in Europe: Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies, 2, Copenhagen: *European Environmental Agency*.
- El Rincón del Geógrafo (2011). Eskuragarri: <http://elrincondelgeografo.blogspot.com/2011/10/el-relieve-en-navarra.html>. Ikusia: 2019/05/20.
- Espainiako Meteorologia Orrialdea (El Tiempo). Eskuragarri: <https://www.eltiempo.es/?gclid=Cj0KCQjwrJ7nBRD5ARIsAATMxsv3bvd36Z>

[wZ_8jxk0sJjR1bU73bcap3jdXi-w_0-1pd8016Za--7n8aAkaiEALw_wcB](https://www.wcrp-climate.org/data-etccdi). Ikusia:
2019/05/13.

Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) (2010). Eskuragarri:
<https://www.wcrp-climate.org/data-etccdi>. Ikusia: 2019/02/21.

Fouillet, A., Rey, G., Laurent, F., Pavillon, G., Bellec, S., Guihenneuc-Jouyaux, C.,
Clavel, J., Jouglu, E & Hémon, D. (2006). Excess mortality related to the August
2003 heat wave in France, *Int Arch Occup Environ Health*, 80: 16-24.

Frantziako Meteorologiako Orrialdea (Météociel). Eskuragarri:
<http://www.meteociel.fr/>. Ikusia: 2019/05/17.

Frantziako Meteorologiako Orrialdea (MétéoFrance). Eskuragarri:
<http://www.meteofrance.fr/>. Ikusia: 2019/05/17.

Gronlund, C.J., Zanobetti, A., Schwartz, J.D., Wellenius, G.A. & O'Neill, M.S. (2014).
*Heat, Heat Waves, and Hospital Admissions among the Elderly in the United
States, 1992-2006*. *Environmental Health Perspectives*, 122: 1187-1192.

Haskell, E.H., Palca, J.W., Walkera, J.M., Berger, R.J. & Hellera, H.C. (1981). The
effects of high and low ambient temperatures on human sleep stages.
Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 51: 494-501.

Hong Kong Observatory (2012). Eskuragarri: <http://www.hko.gov.hk/cis/regione.htm>.
Ikusia: 25/04/2019.

Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA). Eskuragarri:
<https://idena.navarra.es/navegar/?lang=eu>. Ikusia: 2019/05/13.

IPCC (2014). Impacts, Adaptation and Vulnerability. *Working Group II Contribution to
AR5*.

Koppe, C., Kovats, S., Jendritzky, G. & Menne, B. (2014, eds.). Heat-waves: risks and
responses, *WHO Regional Office for Europe*: 30.

Lisa, V. (2009). Climate extremes: progress and future directions. *International Journal
of Climatology*. Vol 29, 3: 317-319.

- López, A., Fernández, F., Arroy, F., Martín Vide, J. & Cuadrat, J.M. (1993). El clima de las ciudades españolas. Cátedra. Madrid: 268.
- Meteorología Sarean Orrialdea (Meteorología en Red). Eskuragarri: <https://www.meteorologiaenred.com/>. Ikusia: 2019/05/06.
- Moreno García, M.C. (1999). Climatología urbana. *Universitat de Barcelona*: 71.
- Mundu mailako datu klimatikoak (Climate-data.org). Eskuragarri: <https://es.climate-data.org/>. Ikusia: 2019/04/24.
- Nafarroako Ibilbideen Web Orria (RutasNavarra). Eskuragarri: <http://www.rutasnavarra.com/>. Ikusia: 2019/05/13.
- Nafarroako meteorologia eta klimatologia-ko orrialde ofiziala. Eskuragarri: <http://www.meteoeu.navarra.es> Ikusia: 2019/03/18.
- Nastos, P.C.T. & Matzarakis, A. (2008). Human-Biometeorological effects on sleep disturbances in Athens, Greece: A Preliminary Evaluation, *Indoor Built Environment*, 17: 535-542.
- New Scientists Aldizkaria (2003). Eskuragarri: <https://www.newscientist.com/>. Eskuragarri: 2019/05/17.
- Okamoto-Mizuno, K. Tsuzuki, K. & Mizuno, K. (2005). Effects of humid heat exposure in later sleep segments on sleep stages and body temperature in humans, *Int J Meteorol*, 49: 232-237.
- Psicología y Mente Orrialdea (Neurociencias). Eskuragarri: <https://psicologiaymente.com/neurociencias>. 2019/04/17.
- Royé, D. & Martí, A. (2015). Análisis de las noches tropicales en la fachada atlántica de la Península Ibérica. Una propuesta metodológica. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 69: 351-368.
- Royé, D. & Martí, A. (2016). Análisis espacio-temporal de las noches cálidas en el litoral mediterráneo de España. *X Congreso Internacional AEC: Clima, sociedad, riesgos y ordenación del territorio*: 689-699. Eskuragarri: <http://dx.doi.org/10.14198/XCongresoAECAlicante2016-65> Ikusia: 2019/04/18.

- Royé, D. & Fernández, F. (2017). Biometeorological aspects of hot nights in the urban area of Madrid. *XXV Congreso de la AGE 50 años de congresos de Geografía*. Madrid: 373-380.
- Royé, D. (2017). The effects of hot nights on mortality in Barcelona, Spain. *Int J Biometeorol*, 61: 2127-2140.
- Russo, S. & Sterl, A. (2011). Global changes in indices describing moderate temperature extremes from the daily output of a climate model. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 116: 16.
- Vincent, L.A. & Peterson, T.C. (2005). Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes in South America 1960-2000, *AMS Journal of Climate*, 18: 5011-5023.
- WMO (2009). Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. *World Meteorological Organization. Geneva. WCDMP,72: 52.*

7. ERANSKINAK

Eranskina 1: Gau bero eta tropikalen batez bestekoak hilabeteka behatoki bakoitzean

AGUILAR DE CODES	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	0,4	0
Ekaina	3,4	0,2
Uztaila	5,8	0,5
Abuztua	7	1,5
Iraila	1,4	0
Urria	0,2	0

AGOITZ	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	0,6	0
Ekaina	4,8	0,5
Uztaila	8,6	0,8
Abuztua	7,4	1
Iraila	1,7	0,1
Urria	0,6	0

ARALAR	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	0,3	0
Ekaina	1,5	0,2
Uztaila	3,6	0,4
Abuztua	3	0,8
Iraila	0,4	0
Urria	0	0

ARANGOITI	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	0,3	0
Ekaina	3,4	0,5
Uztaila	5,6	0,7

Gau tropikalak Nafarroan
Unanue Mendinueta, Ane

Abuztua	5	1,4
Iraila	0,05	0,1
Urria	0	0

BARDEAK	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	1	0,1
Ekaina	5,6	1,1
Uztaila	8,6	2,4
Abuztua	8,7	2,8
Iraila	3,1	0,9
Urria	0,8	0

BEORTEGI	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	0,2	0
Ekaina	4,1	0,5
Uztaila	6	1,1
Abuztua	5,1	1,7
Iraila	1,7	0,2
Urria	0,6	0,1

BERA	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	2,5	0,5
Ekaina	2,7	1
Uztaila	2,5	1
Abuztua	5	2
Iraila	4	0,7
Urria	3,2	1,2

CARRASCAL	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	0,8	0
Ekaina	3,9	0,4

Gau tropikalak Nafarroan
Unanue Mendinueta, Ane

Uztaila	5,4	0,7
Abuztua	5,2	1,2
Iraila	3	0,1
Urria	1,4	0

DONEZTEBE	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	3	0
Ekaina	4,1	1,8
Uztaila	4,6	2,2
Abuztua	5	1,7
Iraila	3,5	1,2
Urria	2,5	0,4

EL PERDON	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	2,3	0,6
Ekaina	7,2	3,8
Uztaila	8,2	5,2
Abuztua	8,4	7,1
Iraila	4,5	2,4
Urria	0,5	0

ELTZABURU	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	0,7	0
Ekaina	1,5	0,2
Uztaila	1,7	0,2
Abuztua	2,2	0,5
Iraila	0,2	0,2
Urria	0	0

ERREMENDIA	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	1	0,6

Gau tropikalak Nafarroan
Unanue Mendinueta, Ane

Ekaina	8	2,7
Uztaila	10,8	3,6
Abuztua	11,1	3,4
Iraila	6,5	1,2
Urria	0,5	0

ESA	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	2	0,4
Ekaina	4,1	1
Uztaila	7,9	2,6
Abuztua	8,4	2,3
Iraila	3,2	0,7
Urria	0,4	0,2

ETXARRI-ARANATZ	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	0,9	0,6
Ekaina	1,5	1,5
Uztaila	3,9	2
Abuztua	3,7	1,9
Iraila	2,2	1,1
Urria	1	0,4

GETADAR	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	2	0
Ekaina	4,8	2
Uztaila	7,2	3,9
Abuztua	7,4	3,4
Iraila	3,9	1,3
Urria	0,6	0,5

GORRAMENDI	Gau beroak	Gau tropikalak
-------------------	-------------------	-----------------------

Gau tropikalak Nafarroan
Unanue Mendinueta, Ane

Maiatza	0,5	0,5
Ekaina	1,9	2
Uztaila	2,4	2,7
Abuztua	2,7	2,2
Iraila	1,5	1,1
Urria	0,4	0,1

IRUÑEA	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	1,2	0,5
Ekaina	3,4	2,2
Uztaila	6,9	5,2
Abuztua	6,6	4,5
Iraila	2,9	1,9
Urria	0,9	0,9

LIZARRA	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	2,5	0,1
Ekaina	4,5	1
Uztaila	5,1	3,8
Abuztua	4,7	2,9
Iraila	2,7	1,2
Urria	0,7	0,2

OSKOTZ	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	1	0,1
Ekaina	2,4	0,4
Uztaila	3,6	0,6
Abuztua	3,7	0,4
Iraila	0,9	0,2
Urria	0,9	0

TRINIDAD DE ITURGOIEN	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	0,3	0
Ekaina	2,3	1,2
Uztaila	3,7	1,8
Abuztua	3,5	1,6
Iraila	0,6	0,7
Urria	0	0

URBASA	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	0,3	0
Ekaina	1	0,1
Uztaila	1,3	0,3
Abuztua	1,1	0,4
Iraila	0,3	0
Urria	0	0

UXUE	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	2,2	0,6
Ekaina	3,7	1,2
Uztaila	4,8	1,6
Abuztua	5	1,5
Iraila	1,9	1
Urria	0,8	0,1

VILLANUEVA DE YERRI	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	2,9	0,1
Ekaina	4,5	1
Uztaila	5,5	0,7
Abuztua	5,4	0,6

Gau tropikalak Nafarroan
Unanue Mendinueta, Ane

Iraila	3,2	0,4
Urria	0,9	0,1

ZARRAKAZTELU	Gau beroak	Gau tropikalak
Maiatza	1,6	0,6
Ekaina	2,8	1,4
Uztaila	4,4	1,7
Abuztua	3,9	1,3
Iraila	2	0,7
Urria	0,6	0,1

Iturria: Nafarroako Meteorologia eta Klimatologia zerbitzua (*Meteonavarra*) eta elaborazio propioa.