

kutsaduraren eragina “Bellis perennis” landarean



2. Batxilergoko Lur eta Ingurumenaren Zientzietako ikasleak.

AURKIBIDEA

1. Abstract	2
Arazoa (zer ikertu)	2
2.1 Helburua	2
2.2 Hipotesia	2
2.3 Materialak	2
2.4 Protokoloa	2
Emaitzak (emaitzen taula eta ondorioa)	4
3.1 Aukeratutako landarea	4
3.2 Estomak	4
3.3 Tenperatura	5
3.4 Biomasa	5
3.5 Pigmentazioa	6
4. Bibliografia	8
5. Eskerrak:	8

1. Abstract

Industria Iraultza hasi zenetik, planetaren ingurumen-arazoak larrituz joan dira. Horrenbesteetan entzun dugunez, baliabide berriztagarrien eta berriztaezinen gehiegizko ustiapenaren ondorioz kutsadura eta berotegi efektua areagotu dira, eta horrek planetaren eta bizidunen osasunean eragiten du. Ugaria da gaiaren inguruko literatura zientifikoa.

Planteatu dugun galdera hau izan da: gure komunitatean airearen kalitateak eragina ote duen landareetan eta hala bada guk aztertu ahal dugun.

Ikerketarako "Bellis perennis" (bitxilorea) landarea aukeratu dugu. Kutsaduraren adierazle izan daitezkeen lau parametro hautatu ditugu, denak hostoetan neurtuak: tenperatura, estoma kopuru eta egoera (itxita, zabalik), kolorea (pigmentuen adierazle bezala) eta biomasa. Alde batetik hiriko trafiko dentsitate altuko berdegune batean hazi direnak, hiritik gertuko baina trafiko dentsitate baxuko berdegune batean hazitzen direnekin alderatu ditugu. Bestetik hiriko laginak, egun ezberdinetan hartuak, elkarrekin alderatu ditugu.

Emitza interesgarriak lortu ditugu hiriko eta herriko bitxiloreen artean pigmentu kantitate ezberdinak aurkitu ditugulako, eta airearen hezetasun erlatiboak partikua eseki kopuruarekin batera estomen itxieran eragiten duela ikusi dugulako.

2. Arazoa (zer ikertu)

2.1 Helburua

- Ikerketa zientifiko baten urratsak ezagutzea eta jarraitzea.
- Aire kalitatearen egoera ezagutzea.
- Atmosferaren egoerak (kutsadurak) landareen garapenean duen eragina aztertzea: estoma kopurua eta egoera, biomasa, tenperatura eta kolorea (pigmentuak).
- Aukeratutako landarea aire kalitatearen bioindikadore bezala erabili daitezkeen konprobatzea.
- Landareen egokitzapena kanpoko faktore ezberdinen aurrean ondorioztatzea.
- Datuak azaltzeko txosten, poster eta bideo bat egiten ikastea.
- Topaketa-gune batean gure proiektua aurkeztea.

2.2 Hipotesia

Badakigu atmosferaren egoerak eta kutsadurak landareetan eragina duela. Saiatu behar gara eragin hori nolako den aztertzea gure eskuetara dauden parametroak neurtzen: garapena, tenperatura, kolorea eta estomen kopurua eta egoera (itxita edo irekita).

Honako hauek dira gure hipotesiak:

- Kutsadurak landareen garapena oztopatuko du, hostoen tamaina txikiagotuz.
- Kutsadura dagoen tokian tenperatura aldaketak nabarmenduko dira landarearen hostoetan
- Kutsadurak hostoen kolorea motelduko du, beraz, pigmentuetan eragina izango du.
- Estoma gehiago agertuko dira kutsadura handiko eremuko landarean, eta gainera, estomen egoeran eragina izango du.

2.3 Materialak

Laginak	Landareen hostoak, smartphona PlantNet aplikazioarekin
Estomak aztertzeko	Bisturia, portak (bat erregela batekin) eta estalkiak, guraizeak, mikroskopio optikoa (x10 okulare; x40 objektibo), matxardak, ura, smartphona mikroskopiarekin objektiboarekin lotzeko euskarria
Kolorea aztertzeko	Espektrofotometroa eraikitzeko: erregela, kartoizko kutxa, beltza, pintzelak, kartulina beltza, bistura, lanpara bonbilla goriduna, petri plaka, plastinina, difrakzio sarea, argazki kamera, tripode, ordenadorea (spyder aplikazioa erabiltzeko)
	Argazkiko koloreak neurtzeko: Ordenadorean phyton eta bi script (read-image-as-numpy-array.py eta plot-line-cut-image.py); kalkulu orria balioak grafikoetara pasatzeko
Datuak balidatzeko	SPAD 502 klorofila neurgailua. Lortutako balioen analisi eta fidagarritasuna zehazteko, excel orria eta horren Student-en T proba funtzioa
Tenperatura neurtzeko	Infragorri pistola
Biomasa nerutzeko	Laborategiko baskula, ordenadorea (azaleraren pixelak zenbatzeko python bidez)

2.4 Protokoloa

a) Landare egokia aukeratu.

Honako baldintza hauek bete behar ditu: ikstetxetik gertu, ugaria, hedapen zabala eta estomak ikusteko erraza (epidermisa erraz askatu behar da, eta estomak ongi identifikatu). Gelako ikasle guztien artean egin

- 1.1. Atera ikastetxetik gertuko zonaldera, hartu hainbat lagin eta banatu gelako talde ezberdinetan

- 1.2. Mikroskopia behatzeko prestakinak egin,
- 1.3. Behatu mikroekopia
- 1.4. Konparatu eta aukeratu egokiena.
- 1.5. Identifikatu landarea (PlantNet aplikazioa)

b) Estomak

- A) Kopurua:
- 2A.1. Hiria eta herriko bi lagin hiru gunez hartu ditugu
 - 2A.2. Mikroskopia behatzeko hostoen epitelioaren laginak prestatu.
 - 2A.3. Mikroskopia behatu, x10 objektiboarekin estoma dentsitate handiena duen eremua aukeratu eta x40ra pasa. Zenbatu estoma kopurua.
- B) Egoera:
- 2B.1. Atmosferaren egoerarekin zerikusia ez duten ahalik aldagai gehien eragina murriztearren, ikastetxe aparkalekuko berdegune batetik bina lagin hartu hiru egunez, goizez.
 - 2B.2. Epiteliaren laginak prestatu eta argi mikroskopioarekin behatu.
 - 2B.3. Argazkiak atera
 - 2B.4. Aztertutako egunetan aire kalitatearen neurgailuen datuak webgunetik hartu erlazioen bat dagoen aztertzeko.

Emaitzak kalkulu orri batean jaso

c) Temperatura

- 2.1. Egun ezberdinetan neurtu "in situ" hostoen azaleko temperatura herriko eta hiriko bina laginetan.
- 2.2. Hartu kanpoko (airea) temperatura
- 2.3. Jaso emaitzak kalkulu orri batean

d) Biomasa

- 4.1. Hiri eta herriko landareetatik hosto bana hartu, bietan landaretik handiena
- 4.2. Laborategiko baskulan neurtu masa
- 4.3. Kokatu lagina orri zuri baten gainean eta argazkiak atera, kamara euskarri batean jarrita, laginaren distantzia mantentzeko.
- 4.3. Beharrezkoa bada argazkiak editatu fondoarekiko kontrastea handitzearren.
- 4.4. Python programa erabiliz atera hostoak betetzen dituen pixel kopurua eta cm^2 -tara pasa erreferentzi azalera neurtuta.
- 4.5. Aurreko datuekin kalkulatu masa/aazlera erlazioa bi hostoetan.

e) Pigmentazioa

- 5.1. Eraiki espektrofotometroa, kartoizko "kamera ilun" bat erabiliz. Argia sartzeko zirrikitu bat ireki alde batean eta kontrakoan zulotxo bat argazki kameraren objektiboa akoplatzeko. Barnean eta argiaren zirrikituaren aurrean hostoa eusteko euskarri garden bat eta atzetik, difrakzio sarrea beste euskarri batean kokapen finkoan mantentzeko. Horrela laginak argia eta difrakzio sarearen artean kokatuko dira, beti tarte berdinak utzita. Euskarriak erraz hartu eta uzteko moduan egiteko plastilina erabili.
- 5.2. Frogatu eraikitako espektrofotometroaren funtzionamendua. Argia, hau da, bombilla goriaren filamentua zirrikituarekin modu paraleloan kokatuta, objektibotik barneko difrakzio sareruntz begirata, argia hiru koloretako (urdina, berdea, gorria) bandetan deskonposatua ikusi behar da,
- 5.3. Espektrofotometroaren funtzionamendua ziurtatu ondoren, hirian trafiko zirkulazio handia duen zonalde bat aukeratu bitxilore landare bat hartu eta ondoren beste bat hiritik gertuko herrixka batetik, trafiko zirkulazio txikikoa. Laginen jasoketa ahalik eta denbora laburrenean egin.
- 5.4. Moztu hostoak eta espektrofotometroaren euskarrian muntatu, hostoak argia sartzeko zirrikitu osoa estaltzen ez duela ziurtatuta, argi zuria erreferentzia bezala erabiliko dugu eta .
- 5.5. Argazki kameraren parametro egokiak (ISO, kamararen lentearen irakidura, obturadora-abiadura) aukeratu, tripodean euskarrituta argazkia atera, lehendabizi hosto bat eta jarraian bigarrenarena, kamararen parametroak aldatu gabe.
- 5.6. Igo ateratako argazkiak ordenadorea, abiarazi Spyder, markatu lerro zuzen bat azgi zuritik hasita alde batera hostoa zeharkatzen duen argia amaitzen den arte. Programak informazioa prozesatu eta puntu bakoitzeko zenbakizko balioak aterako ditu, espektroaren hiru koloreetako, gorria, berdea eta urdina. Excel orrian datu horiek grafiko egiteko erabili. Grafikoa garbiago izateko, puntu asko direnez hirutik bat ezabatu.
- 5.7. Emaitzak balidatu edota ezeztatzeko klorofila kolorimetro profesional batekin egin 20ren bat laginen neruketa eta aztertu emaitzak

f) Lanaren banaketa:

- 6.1. Ikasle guztiak lau taldetan banatu
- 6.2. Landarearen aukeraketa gelako ikasle guztien artean egingo da.
- 6.3. Talde bakoitzak bi parametro aukeratu eta horien inguruko ikerketa egingo du.
- 6.4. Txostena denon artean osatuko da, talde bakoitzak egokitu zaion atalarena.

6.5. Bi taldek kartel bana prestatuko dute eta beste bik bideo bana.

3. Emaitzak (emaitzen taula eta ondorioa)

3.1 Aukeratutako landarea

Landare belarkar bat aukeratzea erabaki da, hainbatekin frogatu ondoren ikerketarako "Bellis perennis" (bitxilorea) erabaki da

3.2 Estomak

A) Kopurua

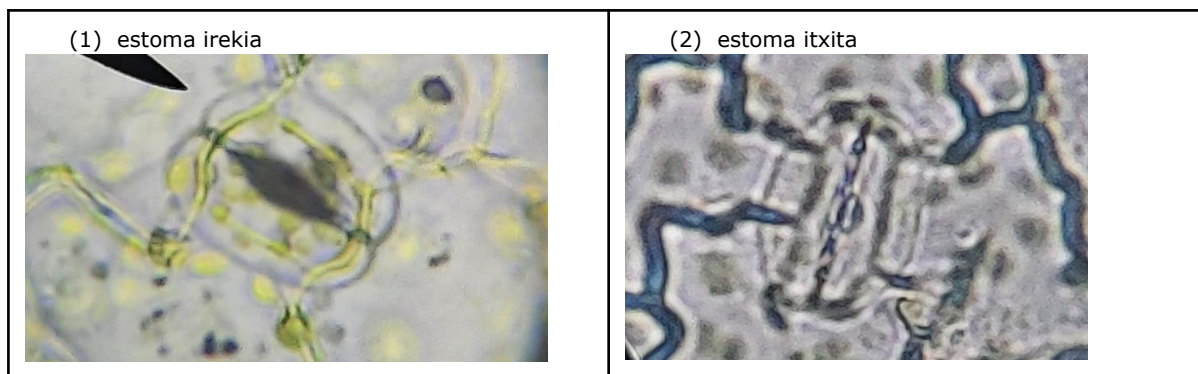
Hiriko toki bezala, hau da, kutsadura gehiagoko toki bezala ikastetxeko parkineko berdegune bat aukeratu dugu eta kutadura gutxiagokoa bezala Bidaurreta herria (ikasle baten herria).

EMAITZAK			ONDORIOA			
Aztertutako epitelio azalera lagin bakoitzean: 1590,345 µm ²			Badirudi herriko hostoetan estoma kopurua txikiagoa dela, baina T proba 0,05 baina askoz handiagoa denez ez da adierazgarria. Ezin da gauza handirik atera.			
	Estoma kopurua		NO	NO ₂	NOx	PM10
	Donibane	Bidaurreta				
1. eguna	24	18	1,9	15,1	18,0	16,7
	38	17				
2. eguna	18	20	1,1	10,1	11,9	52,3
	10	21				
3. eguna	26	16	5,1	30,1	38,1	31,3
	20					
Bataz bestekoa	22'6	19				
errore estandarra	3,94	0,65				
T proba	0,6427					

B) Egoera

			Rotxapeako aire kalitatearen neurgaiuak jasotako balioen batazbestekoa (*)			
data	estomen egoera	Hezetasun erlatiboa: iturria	NO	NO ₂	NOx	PM10
22/03/11	Irekiak (1)	72	1,9	15,1	18,0	16,7
	Irekiak (1)					
22/03/15	Itxiak (2)	58,6	1,1	10,1	11,9	52,3
	Itxiak (2)					
22/03/16	Irekiak (1)	77,8	5,1	30,1	38,1	31,3
	Irekiak (1)					

(*) Iruñean hiru aire kalitatearen neurgailu daude. Ikastetxetik gertuen dagoena Errotxapeakoa da, datu horiek <https://www.gobiernoabierto.navarra.es/es/open-data/datos/calidad-del-aire-navarra-ultimos-60-dias> webgunean argitaratuta daude, orduka. Guk goizeko 9:00etatik 15:00etara jasotako balioen batazbestekoa atera dugu.



ONDORIOAK:

Estomak itxita agertu ziren martxoaren 15ean. Egun horretan Saharako kalimaren eragina oso nabaria izan zen Iruñean, hautsaz gain haize bero eta lehorra ekarri zuen. Horrekin lotzen dugu kutsatzaileen neurgailuak egun horretan jasotako **hezetasun erlatiboaren jaitsiera eta partikula solido esekien igoera**, estomen itxita ikusitako egunean modu adierazgarrian aldatu ziren indize bakarrak. Literatura zientifikoan temperatura erlatiboaren eragina jasota dago. Bestalde, badakigu landareek estomak ixten dituztela arratsaldeetan, argi gutxiago dutelako. Partikula esekiek efektu bera izan dezakete, hau da, landareei iristen zaien argi kantitatea murriztea (Javier Armentiak, Iruñeko planetarioaren zuzendariak, honetaz ohartarazi zigun). Ondorioz pentsatzen dugu bi faktoreek eragin dutela estomen itxieran. Estomen irekiaren erregulazioan eragiten duten beste faktoreak, temperatura, CO₂ kontzentrazioa, uraren ur kantitatea, hostoen adina dira, baina lagin guztiak toki berdinetik eta goizez hartu ditugu, aldagai horiek ahalik eta iraunkorren mantentzeko ahalegindu gara. Gainontzeko gas kutsatzaileen efektua ezin dugu ondorioztatu.

3.3 Temperatura

Lortutako datuak hauek dira:

	1.Eguna			2. Eguna			3. Eguna		
	GT	LT	LT/GT	GT	LT	LT/GT	GT	LT	LT/GT
Sanduzelai	17 °C	17,5°C	1,03	12°C	15,4°C	1,28	9°C	11,5°C	1,28
Bidaurreta	7,5°C	9,6°C	1,28	9°C	8,4 °C	0,93	-		

GT= giro temperatura; LT= laginaren temperatura; LT/GT= laginen eta giro temperaturaren arteko erlazioa

ONDORIOAK:

Ezin dugu ondorioz atera, baina konturatu gara, temperatura baxuetan landareak kanpoko temperatura baino 2-3 gradu gehiago dituela, eta kanpoko temperatura gora joan ahala, landare eta ingurumenaren arteko temperaturaren ezberdintasuna txikitzen joaten da. Badirudi herrian erlazioa txikiagoa dela, baina ikerketa gehio egin beharko lirateke ondorio bat egiaztatzeko.

3.4 Biomasa

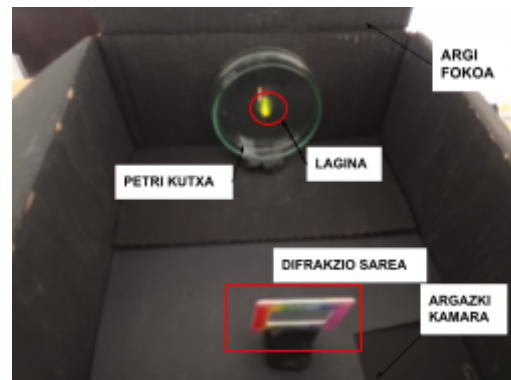
Mugikorrekin ateratako argazkiak editatu genituen, hauei kolorea kenduz eta argia gehituz. Honi esker, hostoa eta orriaren kolorearen arteko desberdintasuna nabariagoa izatea lortu genuen.

Pythonek pixel zurien balioa ematen du. Pixel totalen eta pixel zurien arteko kenketa eginda berdeena kalkulatu genuen. Balioa azalera unitatean emateko hostoaren argazkia ateratzeko erabili genuen petri plakaren azalera neurtu genuen: 6,5x8,2=53,3cm². Beraz, kontuan izanda 53,3cm² argazkiaren azalera totala dela, horren pixelak 1 izango dira. Hortik pixel berdeen azalera lortu dugu, Azkenik, gramoen eta azalaren arteko zatiketak egin ditugu.

EMAITZAK			ONDORIOA
	Donibane (hiria)	Bidaurreta (herria)	Herriko eta hiriko landareen artean ezin dugu biomasa diferentziarik dagoen esan. Izan ere, guk lortutako datuetan oinarrituz, bien arteko desberdintasuna minimoa da (0,0021 g/cm ²).
Pisua (masa)	0,1g	0,2g	
Pixelak	0,029 berde/totala	0,06 berde/totala	
Azalera	1,54 cm ²	3,198cm ²	
Biomasa	0,0646 g/cm²	0,0625 g/cm²	

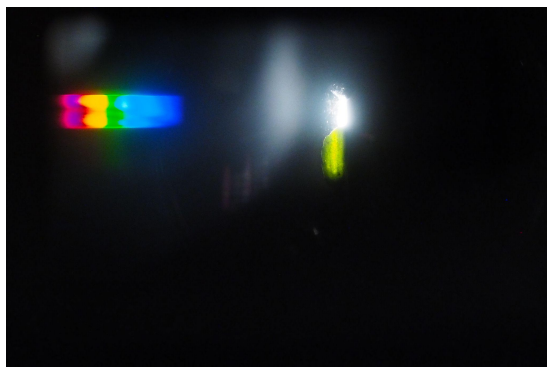
3.5 Pigmentazioa

eraiki dugun espektrografoa



Lortutako argazkiak

SANDUZELAI



Argazki honetan distira bat dago, oztopatzen ez duen toki batean kokatu dugu, kolore espektro eta argi zuriaren arten

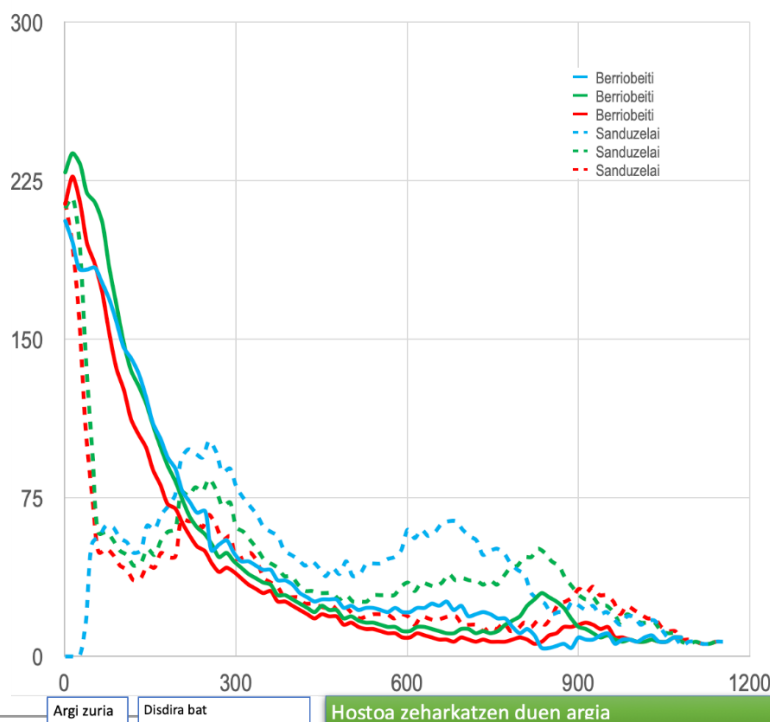
BERRIOBEITI



argazki kamaran aukeratutako parametroak: ISO 1600 6 F 3,5 (-3,0)

Spyder programan lerro horizontala markatu genuen hostoa eta argi fokoa zeharkatzen duen zonaldeetik hasita beste muturrera. Lerro horren puntuen argi intentsitatearen grafikoa, gorrian berdean eta urdinean itzuli digu, grafiko moduan. Bi argazkien grafikoa bateratu ditugu Konparaketan laguntzeko.

Espektografoaren funtzionamenduaren oinarria: barnean dagoen difrakzio sareak argia hiru koloretan deskonposatu ditu: urdina (B), berdea (G) eta gorria (R). Neurtu nahi izan duguna laginen hostoetatik zeharkatzen den argia da. Horretarako, difrakzio sareaz baliatu gara, izan ere, argi fokoa igorritako argi zuria bertatik igaro ostean, koloreak deskonposatzen ditu. Ateratako datuekin sorturiko grafikoaren ezker aldean erreferentzia bezala erabilitako argi zuria islatzen da, argazkian eskuinaldean agertzen dena. Grafikoen ezker aldean agertzen diren eskala bertikalak, argi mota ezberdinen intentsitatea adierazten du, baina kalibratuta ez dagoenez, neurketa unitate estandarrik ez dugu erabili.



	Balio maximoak kolore ezbedinetan	Berriobeiti	Sanduzelai	Ezberdintasuna
B (urdina)	670	25,61	63,75	38,14
G (berdea)	840	29,33	49,17	19,84
R (gorria)	925	15,04	33,00	17,96

EMAITZAK	ONDORIOAK
Hiru koloretako lerro jarraiek intentsitate balio baxuagoek adierazten dute argi gutxiago pasatzen utzi duela herriko landarearen hostoak. Beraz, hiriko (Sanduzelai) hostok argi gehiago pasatzen uzten du, gardentasuna altuagoa du	Bi arrazoiengatik izan daiteke: Sanduzeliko hostoa meheagoa da, zelula geruza gutxiago izango duelako edo pigmentu gutxiago ditu. Biomasaaren inguruan egin ditugun neurketek ez digute erakutsi diferentziarik dagoen, beraz arrazoa pigmentazioan behar du izan. Azpimarratu daiteke argi uhinen zurgapenean hiriko eta herriko laginen arteko ezberdintasun hori nabariagoa dela argi urdinean.

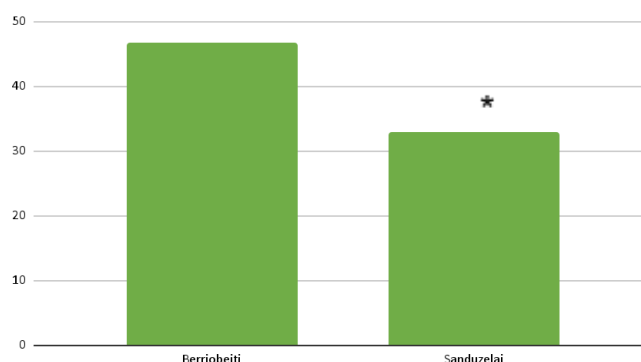
DATUEN BALIDAZIOA

Gure espektrofotometroarekin soilik bi lagin aztertu ditugu. Ez du balio estatistikorik. Alde batetik balio estatistikoa emateko eta bestetik gure espektrografoaren fidagarritasuna frogatzeko Esther Gonzalezek proposatu zigun



bere neurgailu profesionala (Spad 503) erabiltzea, kopuru handiagoa denbora laburrean neurtzeko eta horrela egin genuen, Berriobeitiko 20 lagin eta

KLOROFILA (SPAD unitateak)



Sanduzelaiko 18 neurtu genituen. Emaitzek baieztatzen dute gure behaketa.

T proban $p \leq 0,05$ denean estatistikoki esanguratsua da

Batazbestea	46,76	32,99
Errore estandarra	1,69	1,29
T proba	0,00000023	

ONDORIOA: Spad 503 klorofila neurgailuaren bitartez egindako neurketekin, herriko hostoek hirikoek baino klorofila gehiago dutela baieztatu dugu, modu adierazgarrian. Argi urdinean adierazgarriagoa da bi hostoen arteko aldea, hirikoak oraindik gutxiago zurgatzen duelako herrikoak baino. Arloko liburu eta iturrien arabera, klorofila b-k urdinean du zurgapen maximoa eta a-k gorrian, baina ezin dugu ondorioztatu klorofila motarekin loturaren bat izangoduen. Beraz, gure behaketari balio estatistikoa ematen diogu

Esan dezakegu beraz, **aire kutsadura gutxiko tokiko** (Berriobeiti) **bitxilore hostoek klorofila gehiago dute kutsadura handiagokoak** (Sanduzelai) **baino, modu adierazgarrian.**

4. Bibliografia

Azcón-Bieto, J., & Talón, M. (2008). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Madrid: McGraw-Hill.

Hay, R. (1999). Physiological control of growth and yield in wheat: analysis and synthesis. In "Crop yield, Physiology and Process". SpringerVerlag, 1-38.

Joshi, P., & Abishek, S. (2009). Air pollution induced changes in the photosynthetic pigments of selected plant species.

Marin Peira, J., Yousfi, S., Rincón de la Horra, G., Masaguer Rodríguez, A., & Mauri Ablanque, P. V. (2020). Remote sensing tools and sensors: Key methods for sustainable maintenance of ornamental and sports lawns.

Reynolds MP, van Ginkel M, Ribaut JM (2000) Avenues for genetic modification of radiation use efficiency in wheat. *Journal of Experimental Botany* 51: 459-473.

Tamussi, E.A (2005). Fotosíntesis, fotoprotección, productividad y estrés abiótico: algunos casos de estudio

5. Eskerrak

Proiektu guzti hau ez litzateke posible izango jaso dugun laguntza gabe:

Esther Gonzalez, landare-fisiologiako katedratikoa, landare-fisiologiako eta agrobiologiako taldeko ikertzailea. Zientza gradu eta ingurumen-agrobiologiako masterreko arduraduna NUP-en. Aztertu ahal genituen parametroen inguruan aholkatu digu. Proiektuan izan ditugun aurrerapenetan lagundu digu, Espektrofotometroarekin atera ditugun ondorioak balidatzeko ezinbesteko laguntza eman digu.



Mar González, Sormen dokumentalean masterra. Bideoak egiten lagundu digu.

Juanjo Iturregi Abad, ingeniero mekanikoa. Simulazio mekaniko proiektuetan FORVIA-Faurecia-ko lehen taldeko fabrikatzailea. Espektrometroa nola eraiki azaldu digu eta bertatik datuak ateratzeko ezinbesteko laguntza eman digu.

