



IKER
GAZTE
NAZIOARTEKO
IKERKETA EUSKARAZ

V. IKERGAZTE

NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2023ko maiatzaren 17, 18 eta 19a
Donostia, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)



Aitortu-PartekatuBerdin 3.0

ZIENTZIAK ETA NATURA ZIENTZIAK

Bitamina hidrosolubleak Euskal Herriko Mendiko Zaldia arrazako behorren esnean: Karakterizazioa eta edoskitzaroaren zeharreko eboluzioa

*Ana Blanco Doval,
Maria Ángeles Bustamante Gallego,
Luis Javier Rodríguez Barron
eta Noelia Aldai Elkoro-Iribe*

59-66 or.

<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.v.05.07>

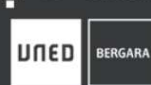
ANTOLATZAILEA:



BABESLEAK:



LAGUNTZAILEAK:



Bitamina hidrosolubleak Euskal Herriko Mendiko Zaldia arrazako behorren esnean: Karakterizazioa eta edoskitzaroaren zeharreko eboluzioa

Ana Blanco-Doval, Maria Ángeles Bustamante, Luis Javier R. Barron, Noelia Aldai
Laktiker Ikerketa Taldea, Farmazia Fakultatea, Euskal Herriko Unibertsitatea.
Unibertsitateko Pasalekua 7, 01006 Gasteiz (Araba)
ana.blancod@ehu.eus

Laburpena

Bitaminak giza osasunerako ezinbestekoak diren konposatu organikoak dira. Esnea bitamina hidrosolubleen iturri ona da baina behor esnean dauden bitamina hidrosolubleak oso gutxi ikertu dira. Ikerketa honetan, Euskal Herriko Mendiko Zaldia arrazako behor esnean dauden hamar bitamina hidrosoluble karakterizatu dira lehenengo aldiz. Aztertutako behor esnea C, B₃, B₅ eta B₁₂ bitaminetan da bereziki aberatsa. Edoskitzaroan zeharreko aldaketa esanguratsuak aurkitu dira B₃, B₅, B₆ eta B₁₂ bitaminen edukietan. Maneiu sistemak (ustiategiak) eragin esanguratsua dauka B₂ eta B₃ bitaminen edukietan. Honek Euskal Herriko Mendiko Zaldiaren esnearen kalitatea balioztatzen du.

Hitz gakoak: Esnea, Euskal Herriko Mendiko Zaldia, C bitamina, B taldeko bitaminak, edoskitzaroa.

Abstract

Vitamins are essential organic compounds for human wellbeing. Milk is known to be an adequate source of water-soluble vitamins, but their presence in mare milk has very poorly been studied. In this study, ten water-soluble vitamins in mare milk from the autochthonous breed Basque Mountain Horse have been characterized for the first time. The milk studied was particularly rich in vitamins C, B₃, B₅, and B₁₂. Lactation stage had a significant effect on the content of vitamins B₃, B₅, B₆ and B₁₂. Management system (farm) significantly affected vitamin B₂ and B₃ levels. These results show that Basque Mountain Horse breed can provide a high quality milk.

Keywords: Milk, Basque Mountain Horse, C vitamin, B group vitamins, lactation stage.

1. Sarrera eta motibazioa

Hego Euskal Herrian, Euskal Herriko Mendiko Zaldia izeneko ekido arraza autoktonoa erabiltzen da moxal haragia ekoizteko. Batez ere sistema estentsiboan hazten den zaldi arraza da, non abeltzainek baliabide naturalak aprobetxatzen dituzten animaliak elikatu eta hazteko. Maneiu sistema honek ingurunea eta landa eremuak mantentzen laguntzen du (Fleurance et al., 2012). Gainera, Euskal Herriko Mendiko Zaldia desagertzeko arriskuan dagoen ekido arraza autoktonoa izanik, bere ekoizpenak euskal kultura babesten laguntzen du. Arraza honen iraunkortasuna sustatze aldera, ikerketa honetan moxal haragiarekin batera behor esnearen ekoizpena eta komertzializazioa proposatzen dira dibertsifikazio aukera bezala. Horretarako, jatorri zehatz honetako behor esnearen konposizioa sakon karakterizatzea ezinbestekoa da, sekula ekoiztu eta ikertu ez den elikagaia baita.

Behor esnea Erdialdeko Asian kontsumitzen da gehien bat, nahiz eta azken urteetan Europara hedatu den, batez ere Frantzia, Belgika, Austria, Herbehereak eta Alemaniara (Sheng eta Fang, 2009). Gaur egun, Euskal Herrian ez da behor esnerik komertzializatzen, baina badira estatu mailan behor esne liofilizatuarekin prestatutako elikadura-osagarriak, behor esnearekin egindako produktu kosmetikoak eta behor esne izoztua saltzen duten bi enpresa txiki. Behorren errapeak txikiak direnez, esnearen ekoizpena mugatua da. Izan ere, behorrek egunean 12 L esne eman ditzakete gehienez, behiek 30 L baino gehiago eman ditzaketen bitartean (Doreau eta Martin-Rosset, 2022). Bestalde, behor esnea giza osasunarekin erlacionatutako elikagaia da, eta hainbat gaixotasun tratatzeko gaitasuna esleitzen zaio, hala nola, tuberkulosia, bihotz-gutxiegitasuna, ultzera peptikoak eta azaleko arazoak (Sheng eta Fang, 2009). Hau dela eta, behor esnea balio erantsi altuko produktuak egiteko erabili ohi da, esaterako, elikadura-osagarriak.

Behor esnearen konposizioa giza esneak duenaren oso antzekoa denez, jaioberri goiztiarrak elikatzeke ere erabili izan da (Doreau eta Martin-Rosset, 2002). Hala ere, behor esnearen konposizioa sakon ikertzeke dago oraindik. Konposizio orokorra (gantz, proteina, laktosa eta estraktu lehorraren edukiak) gehiago ikertu bada ere (Barreto et al., 2020; Doreau et al., 1990; Markiewicz-Kęszycka et al., 2013), beste konposatu espezifiko batzuen presentzia (mineralak,

bitaminak edo gantz-azidoak, esaterako) gutxi aztertu da gaurdaino, nahiz eta konposatu gako hauek esnearen propietate funtzionaletan parte hartu.

Bitaminak substantzia organiko esentzialak dira gizakiontzat, hau da, ezinbestekoak dira metabolismoaren funtzionamendurako baina giza gorputza ez da hauek sintetizatzeko gai. Hortaz, dieta da konposatu hauek lortzeko bide nagusia (Kamiloglu et al., 2021; Said, 2015). Bitaminak bi kategorietan sailkatu daitezke: hidrosolubleak edo uretan eta disolbatzaile polarretan disolbagarriak direnak, eta liposolubleak edo gantzetan eta disolbatzaile organikoetan disolbagarriak direnak. Bitamina hidrosolubleen artean, C bitamina (azido askorbikoa) eta B taldearen barruan sartzen diren hainbat bitamina daude. B bitamina taldean B₁ (tiamina), B₂ (erriboflabina), B₃ (niazina: azido nikotinikoa eta niazinamida formak biltzen dituen terminoa), B₅ (azido pantotenikoa), B₆ (piridoxina, piridoxala eta piridoxamina), B₇ (biotina), B₉ (azido folikoa) eta B₁₂ (kobalamina) bitaminak daude (Kamiloglu et al., 2021; Said, 2015). Bitamina bakoitzak funtzio espezifiko bat badauka ere, orokorrean, giza organismoaren funtzionamendurako eta hazkuntza eta garapenerako ezinbestekoak dira, hainbat prozesu metaboliko eta fisiologikoetan parte hartzen dutelako (European Food Safety Authority, 2017; Kamiloglu et al., 2021; Said, 2015). Funtzio hauetaz gain, gaixotasun kroniko espezifikoak prebenitzeko duten gaitasunagatik (Kamiloglu et al., 2021) eta daukaten ahalmen antioxidatzaileagatik (Sinbad et al., 2019) bitaminak konposatu bioaktiboak kontsideratu daitezke. Bitamina hidrosolubleen iturri onak barazkiak eta fruitak, haragia eta animalia organoak (gibela batez ere), lekaleak, zereal osoak, hurrak eta esnea eta esnekiak dira (Said, 2015). Kobalaminaren (B₁₂ bitamina) kasuan, animalia jatorriko produktuak bereziki garrantzitsuak dira, mikroorganismoak baino ez baitira gai bitamina hori sintetizatzeko (animalietan, digestio sistemaren mikroorganismoek sintetizatzen dute, eta ehunetara – haragia eta esnea – pasatu daiteke), landareetan daukan presentzia oso txikia izanik (Ball, 2004).

2. Arloko egoera eta ikerketaren helburuak

Jakina da esnea eta esnekiak bitamina hidrosolubleen iturri ona direla, baina behor esnean dauden bitamina hidrosolubleak kuantifikatu dituzten lan oso gutxi daude, bitamina gutxi batzuk aztertuz, eta batzuek teknika ez oso zehatzak (teknika mikrobiologikoak, adibidez) erabiliz. Gainera, Euskal Herriko Mendiko Zaldia arrazako esnea sekula ez da analizatu.

Aurretik aipatutako guztia kontuan hartuta, ikerketa honen helburua Euskal Herriko Mendiko Zaldia arrazako behor esnearen bitamina hidrosolubleen profila karakterizatzea da. Gainera, edoskitzaroak eta ustiatégian egindako erabilerak bitamina horien edukian izan dezaketan eragina ikertuko da. Behor esnean 10 bitamina aldi berean aztertu diren lehenengo aldia da, zehaztasun handiko teknika analitiko aurreratuak (HPLC) erabiliz.

3. Ikerketaren muina

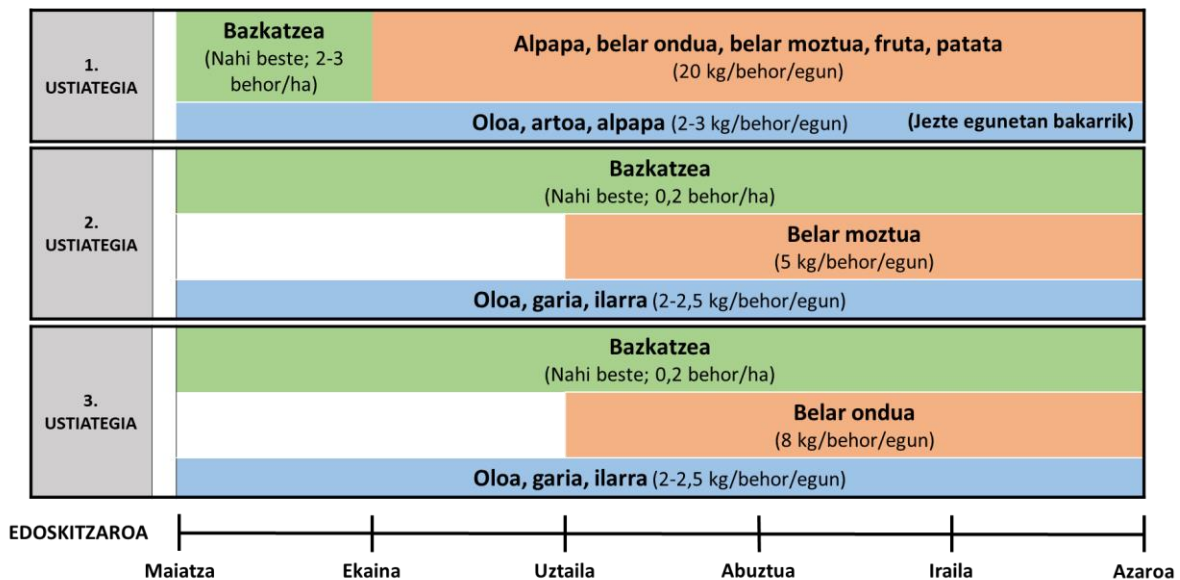
3.1 Materialak eta metodoak

Esne laginak Euskal Herriko Mendiko Zaldia hazten duten Arabako hiru abeltegietatik jaso ziren, 2021eko maiatza eta urri artean. Ikerketa honetarako 18 behor jetzi ziren, astean behin maiatzetik uztailetera, eta hamalau egunean behin abuztutik urrira, guztira 310 lagin jasoz. Jarraitutako animalien ekoizpen sistema eta elikadura ezberdina izan zen abeltegi bakoitzean (1. irudia). 1. ustiatégian, behorrek edoskitzaroaren lehenengo hilabeteetan baino ez zuten larrean bazkatu eta gero belar, fruta eta patata nahasketa batez elikatu ziren. Laginketa egunetan behorrek olo, arto eta alpapa nahasketa bat jan zuten jezte gelan. Abeltegi honetan jezte makina erabili zuten. Bestalde, 2. eta 3. ustiatégietan elikadura sistema estentsiboagoa jarraitu zuten edoskitzaro osoan zehar belarra bazkatuz. Hala ere, uztailetik aurrera, eskuragarri zegoen belar eskasiagatik, belar moztuarekin (2. ustiatégia) edo belar onduarekin (3. ustiatégia) osatu zuten animalien dieta. 1. abeltegiaren antzera, behorrek olo, gari eta ilar nahasketa bat jan zuten jezte gelan, baina kasu honetan, laginketa eguna izan ala ez, behorrek egunero pasatu ziren jezte gelatik (behorrak prozesu horretara ohitzen joateko). Bi ustiatégi hauetan behorrek eskuz jetzi ziren. Laginak hotzean mantendu ziren laborategira eraman arte. Gero, -80°C-tan kontserbatu ziren analisiak burutu arte.

Analisirako patroiaren artean, tiamina hidrokloruroa, erriboflabina eta nikotinamida Supelcon (St. Louis, EEBO) lortu ziren; kaltzio D-pantotenatoa, zianokobalamina, azido folikoa, azido L-askorbikoa, piridoxina hidrokloruroa, azido nikotinikoa eta piridoxal hidrokloruroa Sigma-Aldrichen (St. Louis, EEBO) lortu ziren.

Bitamina hidrosolubleen analisirako, Zafra-Gomez et al. (2006)-en metodoa jarraitu zen, aldaketa txiki batzuekin. Labor, esnea hauspeatze-soluzio batekin nahastu zen bitamina hidrosolubleak beste konposatu batzuetatik banantzeko. Zentrifugatu eta gero, bitamina hidrosolubleak zituen goiko fase urtsua jaso, nylonezko 0,2 µm-ko porositatea zuen filterotik iragazi eta HPLC bialekan sartu zen. Konposatuaren banaketa eta kuantifikaziorako, eraginkortasun altuko likido kromatografia, eta diodo ekorketa eta fluoreszentzia detektoreak (HPLC-FL-DAD) erabili ziren. Fluoreszentzia detektorearekin (FL) piridoxina eta piridoxala (B₆ bitamina, 290 nm-ko kitzikapen uhin-luzeran eta 410 nm-ko emisio uhin-luzeran), eta erriboflabina (B₂ bitamina, 400 nm-ko kitzikapen uhin-luzeran eta 520 nm-ko emisio uhin-luzeran) detektatu ziren. Diodo ekorketa detektorearekin (DAD) tiamina (B₁ bitamina, 245 nm-ko uhin-luzeran), niazina eta niazinamida (B₃ bitaminak, 261 nm-ko uhin-luzeran), azido pantotenikoa (B₅ bitamina, 195 nm-ko uhin-luzeran), azido folikoa eta azido askorbikoa (B₉ eta C bitaminak, hurrenez hurren, 282 nm-ko uhin-luzeran) eta zianokobalamina (B₁₂ bitamina, 370 nm-ko uhin-luzeran) kuantifikatu ziren.

1. irudia. Hiru ustiatgeietako behorren elikadura edoskitzaroan zehar.



Analisi estatistikoa ANOVA Modelo Linear Mixtoarekin egin zen, IBM-SPSS software estatistikoa erabilita (28. bertsioa, New York, EEBO), non animalia bakoitza subjektu, ustiatgeia faktore finko eta edoskitzaroa errepikatutako neurketa faktore gisa kontsideratu ziren. Tratamendu estatistikorako, edoskitzaro osoa 14 egunetako tartetan banandu zen, garai goiztiarrena erditu ondorengo 3-4 asteak eta beranduena erditu ondorengo 25-26 asteak kontsideratuz.

3.2 Emaitzak eta eztabaida

Behor esnean aurkitutako bitamina hidrosolubleen laborpena eta literaturatik ateratako behi eta giza esneen edukiekin konparaketa 1. taulan jaso dira. Behi eta giza esneetan bezala, behor esnean bitamina hidrosoluble ugariena azido askorbikoa (C bitamina) da. Behi eta behor esneetako C bitamina kopurua antzekoa da, baina giza esnean dagoena baino nabarmen baxuagoa. Edalontzi bat behor esnek (~250 mL) helduen eguneko beharren (HEB) % 6 ase egingo luke, eta behi esne edalontzi batek % 4, batez beste. Bigarren bitamina ugariena (hiru esne motetan) azido pantotenikoa (B₅ bitamina) da. Kasu honetan ere, behi eta behor esneetan dagoen kopurua antzekoa da, baina giza esnean dagoena baino altuagoa. Behor esne edalontzi batekin B₅ bitaminaren HEB-en % 17 beteko litzateke, eta behi esne edalontzi batekin % 19. Behor esnean, B₃ eta B₆ (piridoxala batik bat) bitaminen edukia nabarmena da, baina behi eta giza esneak bi bitamina hauetan aberatsagoak dira. Ikerketa honetako emaitzak kontuan hartuta, behor esne

edalontzi batek B₃ eta B₆ bitaminen HEB-en % 72 eta % 3,4 beteko luke, hurrenez hurren; behi esnearenak, aldiz, % 213 eta % 10, hurrenez hurren. Azkenik, behor esnean dauden bitamina hidrosoluble gutxiengoak erriboflabina (B₂ bitamina) eta kobalamina (B₁₂ bitamina) dira, giza esnean bezala; behi esnean, aldiz, erriboflabina kopurua niazinarena baino handiagoa da. Behor esnean, B₂ bitamina edukia oso baxua da behi eta giza esneekin alderatuta. B₁₂ bitamina edukia, ordea, nabarmen altuagoa da behor esnean (behi esnean baino 3 aldiz eta giza esnean baino 41 aldiz altuagoa). Behor esne edalontzi batek B₂ bitaminaren HEB-en % 0,3 asetzen duen bitartean, behi esneak % 31 asetzen du; baina B₁₂ bitaminaren HEB-ak kontsideratuz gero, behor esneak % 103 asetzen du eta behi esneak aldiz % 30 bakarrik. Tiamina (B₁ bitamina) eta azido folikoa (B₉ bitamina) ez ziren behor esnean aurkitu. Behi eta giza esnearekin alderatuta eta HEB-ak kontuan izanda, behor esnea azido askorbikoan (C bitamina), niazinan (B₃ bitamina), azido pantotenikoan (B₅ bitamina) eta kobalaminan (B₁₂ bitamina) aberatsa da.

1. taula. Behor esnean dauden bitamina hidrosolubleen edukia (µg/100 g esne), eta ustiategia, edoskitzaroa eta bien arteko interakzioaren eragina. Konparaketarako behi eta giza esnea (µg/100 mL esne) eta helduentzako eguneko bitamina beharrak (µg) ere jaso dira.

BITAMINA	BEHOR ESNEA	ERAGINAREN ESANGURA			BEHI ESNEA	GIZA ESNEA	HEB
		UST.	EDOSK.	UxE			
B ₂ (erriboflabina)	1,36 ± 0,92 (0,127-5,46)	*	EA	EA	116-202	20-60	1300
B ₃ (azido nikotinikoa)	11,0 ± 2,9 (8,54-27,8)	EA	*	EA	50-120 ^A	147-178 ^A	100 ^{A,C}
B ₃ (niazinamida)	17,6 ± 11,8 (16,2-76,8)	**	***	EA			
B ₅ (azido pantotenikoa)	334 ± 264 (11,1-168·10 ¹)	EA	***	EA	260-490	184-270	5000
B ₆ (piridoxala)	12,7 ± 5,4 (3,07-27,9)	EA	***	*	30-70 ^B	11-14 ^B	1300 ^B
B ₆ (piridoxina)	4,73 ± 2,09 (2,83-25,8)	EA	EA	*			
B ₁₂ (kobalamina)	1,65 ± 0,19 (1,16-2,30)	EA	**	EA	0,27-0,70	0,03-0,05	4
C (azido askorbikoa)	177·10 ¹ ± 663 (918-464·10 ¹)	EA	EA	EA	300-2.300	3.500-10.000	80.000

Behor esnearen balioak batuz bestekoa ± desbiderapen estandarra bezala daude adierazita. Parentesi artean balio maximoa eta minimoa adierazi dira. Behi eta giza esneen balioak minimoa eta maximoaren arteko tartea bezala daude adierazita.

UST.: Ustiategia; **EDOSK.:** Edoskitzaroa; **UxE:** Ustiategiaren eta edoskitzaroaren arteko interakzioa; **HEB.:** Helduen eguneko beharrak; **EA.:** Ez adierazgarria ($P > 0,05$). * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

^A Azido nikotinikoa + niazinamida.

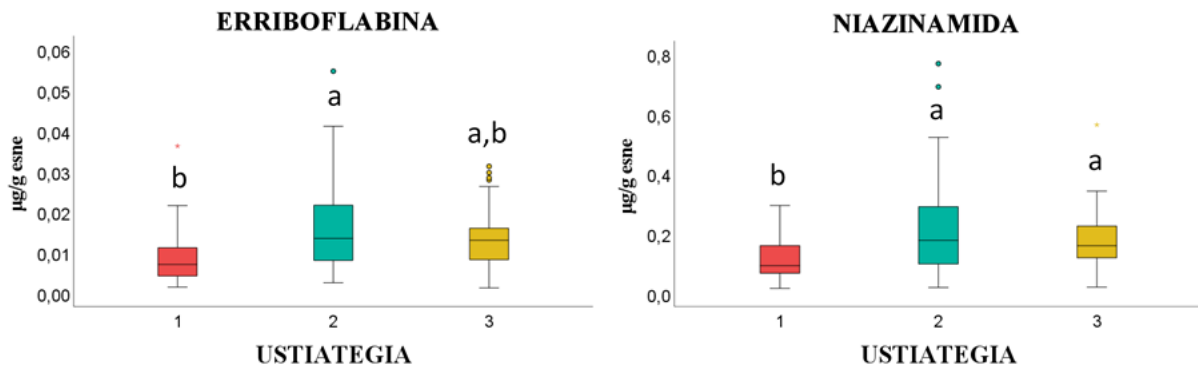
^B Piridoxala + piridoxina.

^C Eguneko beharrak 1,3 mg/MJ dira. Eguneko behar energetikoa 11,9 MJ/egun dela kontsideratu da (European Food Safety Authority, 2013).

Behi eta giza esneen bitamina edukia Claeys et al. (2014)-tik hartu dira. Helduentzako eguneko beharren balioak EFSA-ko (European Food Safety Authority) bilatzaile interaktibotik (Webpage on a website references, d. g.) atera dira.

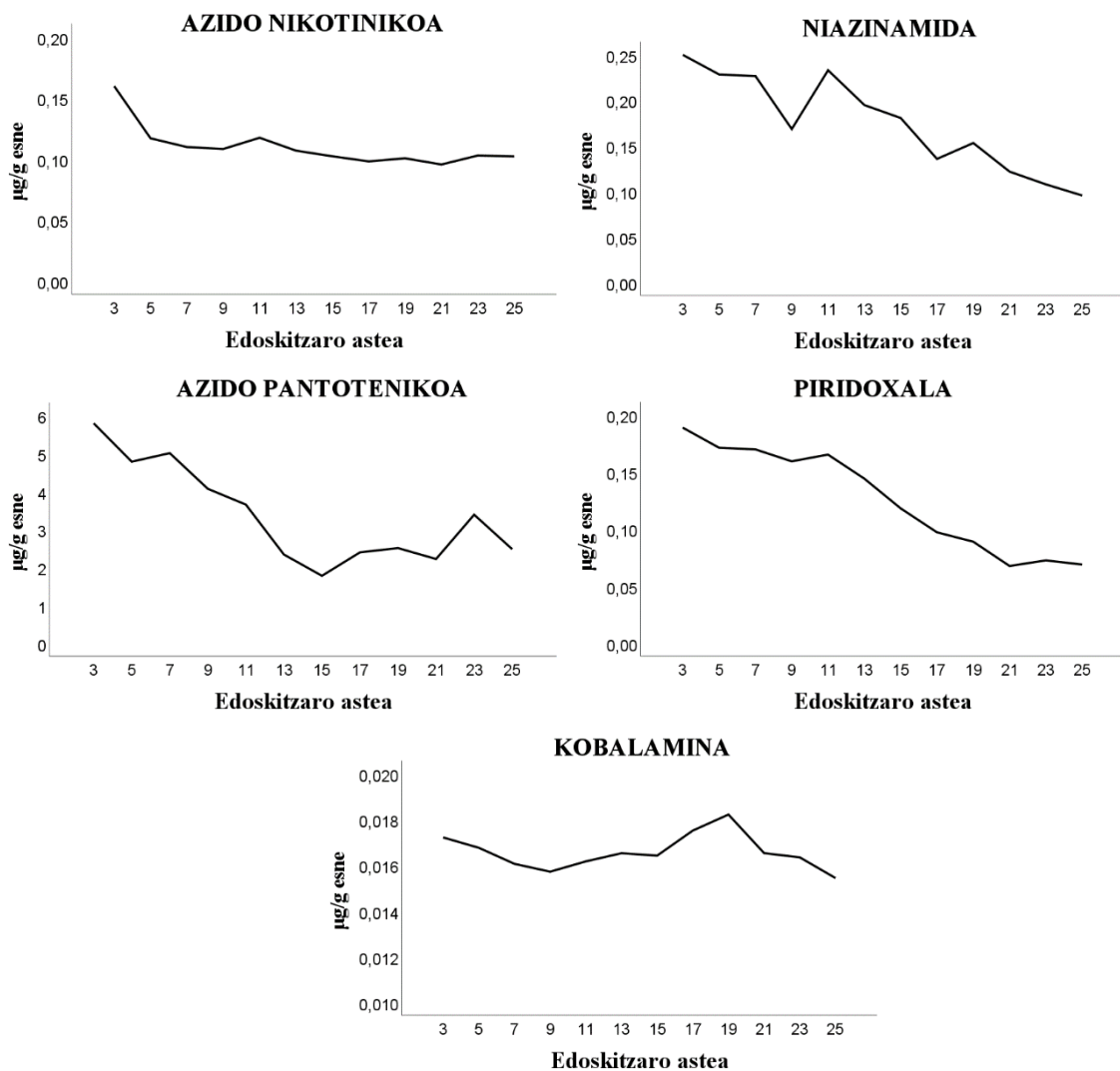
Ustiategiak eta edoskitzaroak behor esnearen bitamina hidrosolubleen edukian eragin esanguratsua dute. Zehazki, ustiategiak erriboflabina (B₂ bitamina) eta niazinamida (B₃ bitamina) edukietan dauka eragina, eta edoskitzaroak berriz azido nikotiniko eta niazinamidari (B₃ bitamina), azido pantotenikoan (B₅ bitamina), piridoxalean (B₆ bitamina) eta kobalaminan (B₁₂ bitamina). Ustiategiaren eraginari dagokionez (2. irudia), larretan bazkatze denbora laburrena (1 hilabete) izan zuen abeltegiko (1. ustiategia) esneak bazkatze denbora luzea (edoskitzaro osoa) izandako abeltegien (2. eta 3. ustiategiak) esneak baino B₃ bitamina gutxiago dauka. B₂ bitamina kantitatea ere txikiagoa da bazkatze denbora laburreko ustiategiko (1. ustiategia) esnean bazkatze denbora luzea eta belar moztua erabili zuen abeltegiko (2. ustiategia) esnean baino.

2. irudia. Behor esneko erriboflabina (B₂ bitamina) eta niazinamida (B₃ bitamina) edukiak hiru ustiategietan.



a, b, a,b: Abeltgien arteko ezberdintasun esanguratsuak ($P \leq 0,05$).

3. irudia. Behor esneko bost bitamina hidrosolubleen eboluzioa edoskitzaroan zehar.



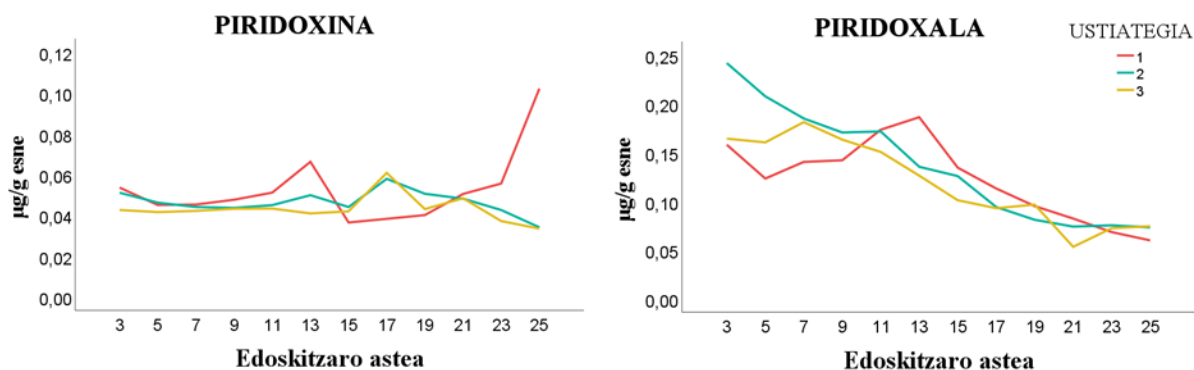
Edoskitzaroan zehar era esanguratsuan ($P \leq 0,05$; 1. taula) aldatu diren bitaminak 3. irudian jaso dira. Orokorrean, B₃, B₅ eta B₆ bitamina edukien jaitsiera ikusi da; B₁₂ bitaminak, aldiz, bilakaera gorabeheratsua dauka. B₃ bitaminari dagokionez, bi formek (azido nikotinkoa eta niazinamida) eboluzio oso antzekoa dute, hala ere, niazinamidaren galera azido nikotinkoarena baino handiagoa da. B₅ bitaminaren galera 15. astera arte ematen da batez ere, eta gero edukiak egonkortzen dira.

B₆ bitaminaren bi formen kasuan (piridoxala eta piridoxina) aztertutako faktoreen arteko interakzioa estatistikoki esanguratsua da ($P \leq 0,05$; 1. taula). Izan ere, 1. ustiategiak eboluzio

ezberdina aurkezten du 2. eta 3. ustiategiekin alderatuta (4. irudia). Ustiategien arteko animalia elikadurak kontuan izanda eta lan honen diseinu esperimentalagatik egiaztatu ezin bada ere, baliteke manei sistema bi forma bitaminiko hauen eboluzioan eragitea.

Behor esnean dauden bitamina hidrosolubleak kuantifikatu dituzten lanak oso gutxi dira, hortaz, arlo nahiko ezezaguna da. Beste zaldi arrazen behor esnean egindako ikerketetan lan honetan baino B₂ bitamina (10-25 µg/100 mL esne) eta B₆ bitamina (piridoxina; 20-39 µg/100 mL esne) eduki altuagoak aurkitu dira (Navrátilová et al., 2020; Teichert et al., 2021). Aitzitik, C bitaminaren (1.720-1.909 µg/100 mL edo g esne; Csapó et al., 1995; Teichert et al., 2021) eta B₁₂ bitaminaren (2 µg/100 mL esne; Teichert et al., 2021) balio antzekoak deskribatu dira. Ikerketa honetan ez bezala, beste autore batzuek B₁ bitamina kuantifikatu dute behor esnean (Navrátilová et al., 2020). Guk dakigula, ikerketa bat baino ez dago edoskitzaroan zehar bitamina hidrosoluble batzuen (B₁, B₂ eta B₆ bitaminak) jarraipena egin duena (Navrátilová et al., 2020). Aipatutako ikerketa horretan, autoreek edoskitzaroan zehar B₆ bitaminan (piridoxina) aldaketa esanguratsua aurkitu zuten (balio altuenak edoskitzaro erdialdean). Euskal Herriko Mendiko Zaldia arrazako behor esnean, piridoxinan izan beharrean, piridoxal edukian aurkitu zen aldaketa esanguratsua (edukiaren murrizketa), 11. astetik aurrera beherakada nabariarekin. Lan honekin, behor esnean dauden bitamina hidrosolubleen edukia edoskitzaroarekin batera murrizten dela frogatu da lehenengo aldiz. Hau bat dator gantz, proteina eta mineral edukietan gertatzen den murrizketarekin (Doreau eta Martin-Rosset, 2022; Summer et al., 2004).

4. irudia. Behor esneko B₆ bitaminaren (bi formen) eboluzioa edoskitzaroan zehar eta ustiategiaren arabera.



Egun, animaliaen dietak esnearen bitamina hidrosolubleen profilean daukan eragina ez da oso ezaguna. Hala ere, badaude behi esnean egindako ikerketa gutxi batzuk dietak esnearen B₂ eta B₃ (niazinamida) bitaminen edukian eragina daukala frogatu dutenak. Magan et al. (2020)-ek B₃ bitamina eduki altuagoak eta B₂ bitamina eduki baxuagoak aurkitu zituzten pentsuekin elikatutako behi esnean belarrarekin elikatutako behi esnean baino; erriboflabinan aurkitutako ezberdintasun horiek lan honekin bat datoz. Bestalde, Shingfield et al. (2005)-ek B₂ bitamina gutxiago aurkitu zuten belar moztuarekin elikatutako behien esnean pentsu edo belar onduarekin elikatutako behien esnean baino. Behor esnean egindako antzeko ikerketarik ez da aurkitu, baina lan honetako abeltegiko komertzial bakoitzaren maneiua kontutan hartuta, argi geratu da behorren elikadurak eragin zuzena izan duela bitamina hidrosolubleen profilean.

4. Ondorioak

Euskal Herriko Mendiko Zaldia arrazako behor esnea azido askorbikoan (C bitamina), niazinan (B₃ bitamina), azido pantotenikoan (B₅ bitamina) eta kobalaminan (B₁₂ bitamina) aberatsa da, giza osasunerako kalitatezko produktua dela aditzera emanez. Edoskitzaroarekin batera, bitaminen edukian aldaketa esanguratsua gertatzen dira, murrizketa orokorra hain zuzen. Gainera, jatorrizko ustiategiaren maneiua sistemak eragin esanguratsua dauka erriboflabina (B₂ bitamina) eta niazinamida (B₃ bitamina) edukietan.

Honekin guztiarekin, maneiua (erdi-)estentsiboan oinarritutako Euskal Herriko Mendiko Zaldiaren ekoizpenaren dibertsifikazioa interesgarria izan daitekeela ondorioztatu daiteke, bai arraza autoktonoaren bai Euskal Herriko abeltzaintza estentsiboaren iraunkortasunari lagunduz.

5. Etorkizunerako planteatzen den norabidea

Esnearen kalitatea ebaluatzeko ezinbestekoa da bere konposizioa sakon ezagutzea. Gainera, funtzio biologikoa daukaten konposatuak identifikatuz gero, esneak giza osasunean dauzkan onurak ezagutzea eta zientifikoki demostratzea ahalbidetuko da. Horregatik, lan honetatik abiatuta, Euskal Herriko Mendiko Zaldia arrazako esnearen karakterizazio sakona egin eta bere propietate funtzionalak frogatu behar dira, elikagai honen balioespena sustatzeko. Hau da, hain zuzen, lan hau barne hartzen duen Doktorego Tesiaren helburu nagusia.

6. Erreferentziak

- Ball, G. F. (2004): *Vitamins: Their role in the human body*, Blackwell Publishing, Oxford, Erresuma Batua.
- Barreto, Í M., Urbano, S. A., Oliveira, C. A., Macêdo, C. S., Borba, L. H., Chags, B. M., & Rangel, A. H. (2020). Chemical composition and lipid profile of mare colostrum and milk of the quarter horse breed. *PLOS One*, 15(9), e0238921.
- Claeys, W. L., Verraes, C., Cardoen, S., De Block, J., Huyghebaert, A., Raes, K., Dewettinck, K., & Herman, L. (2014). Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control*, 42(1), 188-201.
- Csapó, J., Stefler, J., Martin, T. G., Makray, S., & Csapó-Kiss, Z. (1995). Composition of mares' colostrum and milk. Fat content, fatty acid composition and vitamin content. *International Dairy Journal*, 5(4), 393-402.
- Doreau, M., & Martin-Rosset, W. (2002). Dairy animals: Horse. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Academic Press, Londres, Erresuma Batua.
- Doreau, M., Boulot, S., Barlet, J., & Patureau-Mirand, P. (1990). Yield and composition of milk from lactating mares: Effect of lactation stage and individual differences. *Journal of Dairy Research*, 57(4), 449-454.
- European Food Safety Authority. (2013). Scientific opinion on dietary reference values for energy. *EFSA Journal*, 11(1), 3005 artikulua.
- European Food Safety Authority. (2017). Dietary reference values for nutrients Summary Report. *EFSA supporting publication*, 14(12), e15121.
- Fleurance, G., Edouard, N., Collas, C., Duncan, P., Farruggia, A., Baumont, R., Lecomte, T., & Dumont, B. (2012). How do horses graze pastures and affect the diversity of grassland ecosystems? In: *Forages and Grazing in Horse Nutrition*, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Herbehereak.
- Kamiloglu, S., Tomas, M., Ozdal, T., Yolci-Omeroglu, P., & Capanoglu, E. (2021). Bioactive component analysis. In: *Innovative food analysis*, Academic Press, Londres, Erresuma Batua.
- Magan, J. B., O'Callaghan, T. F., Zheng, J., Zhang, L., Mandal, R., Hennessy, D., Fenelon, M. A., Wishart, D. S., Kelly, A. L., & McCarthy, N. A. (2020). Effect of diet on the vitamin B profile of bovine milk-based protein ingredients. *Foods*, 9(5), 578 artikulua.
- Markiewicz-Kęszycka, M., Wójtowski, J., Kuczyńska, B., Puppel, K., Czyżak-Runowska, G., Bagnicka, E., Strzałkowska, N., Józwick, A., & Krzyżewski, J. (2013). Chemical composition and whey protein fraction of late lactation mares' milk. *International Dairy Journal*, 31(2), 62-64.
- Navrátilová, P., Borkovcová, I., Kaniová, L., Dluhošová, S., & Zachovalová, H. (2020). The content of selected vitamins and iodine in mare's milk. *Acta Veterinaria Brno*, 88(4), 473-480.
- Said, H. M. (2015). Water-soluble vitamins. In: *Nutrition for the Primary Care Provider*, Karger Publishers, Basilea, Suitza.
- Sheng, Q., & Fang, X. (2009). Bioactive components in mare milk. In: *Bioactive components in milk and dairy products*, Wiley-Blackwell, Iowa, EEBB.
- Shingfield, K. J., Salo-Väänänen, P., Pahkala, E., Toivonen, V., Jaakkola, S., Piironen, V., & Huhtanen, P. (2005). Effect of forage conservation method, concentrate level and propylene glycol on the fatty acid composition and vitamin content of cows' milk. *Journal of Dairy Research*, 72(3), 349-361.
- Sinbad, O. O., Folorunsho, A. A., Olabisi, O. L., Ayoola, O. A., & Temitope, E. J. (2019). Vitamins as antioxidants. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 2(3), 214-235.

- Summer, A., Sabbioni, A., Formaggioni, P., & Mariani, P. (2004). Trend in ash and mineral element content of milk from Haflinger nursing mares throughout six lactation months. *Livestock Production Science*, 88(1-2), 55-62.
- Teichert, J., Cais-Sokolińska, D., Bielska, P., Danków, R., Chudy, S., Kaczyński, Ł K., & Biegalski, J. (2021). Milk fermentation affects amino acid and fatty acid profile of mare milk from Polish Coldblood mares. *International Dairy Journal*, 121(1), 105137.
- Webpage on a website references. (d. g.). <https://multimedia.efsa.europa.eu>. Berreskuratua 2023ko urtarrilaren 1ean, <https://multimedia.efsa.europa.eu/drvs/index.htm-tik>
- Zafra-Gómez, A., Garballo, A., Morales, J. C., & García-Ayuso, L. E. (2006). Simultaneous determination of eight water-soluble vitamins in supplemented foods by liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(13), 4531-4536.

7. Eskerrak eta oharrak

Autoreek Eusko Jaurlaritza eskertzen dute proiektu (KK-2019/00034 BIOTASMA; 00015-COO2019-30 BEHOR ESNE) eta ikerketa-talde kontsolidatuen (IT944-16 eta IT1568-22) bidezko finantzaketatik. A. Blanco-Doval-ek Eusko Jaurlaritzako Hezkuntza Saila eskertzen du doktoretza aurreko dirulaguntzatik. Lan hau A. Blanco-Doval-en doktorego tesiaren parte da.