



**Universitat**  
de les Illes Balears

## **TREBALL DE FI DE GRAU**

# **ESTUDI PILOT: L'ENRIQUIMENT AMBIENTAL MODIFICA EL SON COMPORTAMENTAL DELS LÈMURS**

**Mateu Antich Sánchez**

**Grau de: Biologia**

**Facultat de: Ciències**

**Any acadèmic 2022-23**



# ESTUDI PILOT: L'ENRIQUIMENT AMBIENTAL MODIFICA EL SON COMPORTAMENTAL DELS LÈMURS

**Mateu Antich Sánchez**

**Treball de Fi de Grau**

**Facultat de: Ciències**

**Universitat de les Illes Balears**

**Any acadèmic 2022-23**

Paraules clau del treball:

enriquiment ambiental, son, benestar

*Nom del tutor / la tutora del treball Dra. María Cristina Nicolau Llobera*

*Nom del tutor / la tutora (si escau)*

Autoritz la Universitat a incloure aquest treball en el repositori institucional per consultar-lo en accés obert i difondre'l en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació

Autor/a		Tutor/a	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## ÍNDIX:

1. RESUM / “RESUMEN” / “ABSTRACT” .....	pàg. 1
2. INTRODUCCIÓ.....	pàg. 2 – 5
a. Contextualització dels lèmurs al seu medi natural.....	pàg. 2
b. Els lèmurs en captiveri.....	pàg. 2
c. Enriquiment ambiental com a impulsor del benestar animal.....	pàg. 3
d. El son com a avaluador del benestar.....	pàg. 4 – 5
3. HIPÒTESI I OBJECTIUS.....	pàg. 5
a. Hipòtesi.....	pàg. 5
b. Objectiu principal.....	pàg. 5
c. Objectius secundaris.....	pàg. 5
4. MATERIALS I MÈTODES.....	pàg. 6 – 15
a. Condicions ambientals i subjectes experimentals.....	pàg. 6
b. Instal·lacions dels lèmurs.....	pàg. 7
c. Col·locació de les càmeres i els botons tèrmics.....	pàg. 7
d. Disseny dels enriquiments.....	pàg. 8
e. Farratge.....	pàg. 9
f. Capses.....	pàg. 10
g. Equilibri.....	pàg. 11
h. Botelles.....	pàg. 12
i. Gelats.....	pàg. 12
j. Anàlisi de dades i tractament estadístic.....	pàg. 13 – 15
5. RESULTATS.....	pàg. 16 – 22
a. Consistència del son al pre i postenriquiment.....	pàg. 16 – 17
b. Temps de son pre i postenriquiment.....	pàg. 18 – 20
c. Relació entre el son i la interacció amb l'enriquiment.....	pàg. 21
d. Temperatures òptimes pel son.....	pàg. 22
6. DISCUSSIÓ.....	pàg. 23 – 26
a. L'eficàcia dels enriquiments.....	pàg. 23 – 24
b. Possibles limitacions.....	pàg. 25
c. Projeccions de futurs estudis.....	pàg. 26
7. CONCLUSIONS.....	pàg. 27
8. AGRAÏMENTS.....	pàg. 27
9. BIBLIOGRAFIA.....	pàg. 28 – 29
10. ANNEXOS.....	pàg. 30

**RESUM:** La situació dels lèmurs a l'illa de Madagascar suposa que siguin necessàries mesures de conservació *ex-situ*, el benestar és clau en aquesta conservació. En el present treball es dissenyaren cinc enriquiments ambientals i se n'aplicaren tres per a augmentar el benestar de dues espècies de lèmur al zoo de Natura Parc a Mallorca, *Lemur catta* i *Eulemur fulvus*. Tots els enriquiments ambientals aplicats foren gravats i analitzats. El temps de son comportamental i la consistència d'aquests foren els elements avaluadors emprats, així mateix es revisà el temps d'interacció directa amb l'enriquiment. Els resultats indicaren que s'aconseguí un augment significatiu del temps de son, però no s'establí correlació positiva entre el temps d'interacció amb l'enriquiment. En l'anàlisi particular dels animals els *Lemur catta* dormiren significativament més. Es concloué que l'enriquiment ambiental té un efecte positiu sobre els ritmes diaris de son dels lèmurs, encara que es recomana la realització de més treballs sobre el tema.

**“RESUMEN”:** “La situación de los lémures en Madagascar supone que las medidas de conservación *ex-situ* sean necesarias, el bienestar es clave en esta conservación. En el presente trabajo se diseñaron cinco enriquecimientos ambientales y tres de ellos se aplicaron para aumentar el bienestar de dos especies de lémures en el zoo de Natura Parc en Mallorca, *Lemur catta* y *Eulemur fulvus*. Todos los enriquecimientos fueron grabados y analizados. El tiempo de sueño comportamental y la consistencia de este fueron los elementos evaluadores usados, asimismo se revisó el tiempo de interacción con el enriquecimiento. Los resultados indicaron un aumento significativo del tiempo de sueño, pero no se obtuvieron correlaciones positivas en la interacción con el enriquecimiento. En el análisis particular de los animales, los *Lemur catta* durmieron significativamente más. Se concluyó que el enriquecimiento tiene un efecto positivo sobre los ritmos de sueño de los lémures, aunque se recomienda la realización de más estudios.”

**“ABSTRACT”:** The situation of lemurs on the island of Madagascar means that *ex-situ* conservation measures are necessary, their wellbeing is a key aspect. In the work, five enrichments were designed and three were applied to increase the well-being of two lemur species in the Natura Parc Zoo in Mallorca, *Lemur catta* and *Eulemur fulvus*. All applied enrichments were recorded and analyzed. The time of behavioral sleep and the consistency of these were the evaluation elements used, as well as the time of direct interaction with the enrichment were reviewed. The results of the study indicated that a significant increase in sleep time was achieved, but no positive correlation was established between interaction time and enrichment. In the analysis of the animals only the *Lemur catta* slept more. It was concluded that environmental enrichment has a positive effect on the daily sleep rhythms of lemurs, although further research on the subject is recommended.”

## INTRODUCCIÓ:

### Contextualització dels lèmurs al seu medi natural:

La situació dels lèmurs és, objectivament, preocupant. Aquests primats endèmics de l'illa de Madagascar (amb distribució de dos taxons a les illes Comores per introducció humana) són el grup de mamífers amb major risc de desaparèixer (Mittermeier *et al.*, 2010). Dels 112 taxons existents, entre espècies i subespècies, 106, és a dir, un 95%, estan en perill crític (CR), en perill (EN) o són vulnerables (VU) a l'extinció (IUCN 2022).

El context geopolític de Madagascar no afavoreix la conservació dels lèmurs. Hi ha dos principals factors que condicionen i condicionaran futurament la seva supervivència en llibertat. En primer lloc, la pobresa que afecta a més del 90% de la població humana de l'illa (UNICEF 2021). Aquest fet obliga a la pràctica agressiva d'artigatge per a obtenir nous terrenys per a cultivar, pràctica la qual suposa no només una pèrdua de massa forestal, sinó també un aïllament de les romanents (Styger *et al.*, 2007). Les zones protegides en forma de parc natural o reserva són poques i només suposen un 10% del territori (Corson, 2014). Aquest percentatge és molt baix si es té en consideració que el país malgaix és un dels països amb més biodiversitat del món (Williams, 2001) i a on el canvi climàtic tendrà major afectació, tant per la seva localització com per la pobresa dels seus habitants (Laville, 2022). La primera gran fam causada totalment pel canvi climàtic i les sequeres que se'n derivaren colpejà l'illa l'any 2021 (Baker, 2021). Aquesta situació genera un impacte directe sobre les poblacions de lèmurs, ja que moltes d'elles tenen un nínxol especialitzat que es veu destorbat per les pertorbacions climàtiques (Wright, 2007).

### Els lèmurs en captiveri:

Ambdós factors mencionats anteriorment i l'estat de conservació d'aquests primats, fan indispensable l'existència de poblacions en captiveri per assegurar-ne la conservació, així com la diversitat genètica mínima per a subsistir com a espècie (Prescott-Allen, 2023). Això es coneix com a conservació *ex-situ*; si es combina amb la conservació *in-situ* (parcs naturals, reserves...) les espècies tenen més probabilitat de perviure (Conde *et al.*, 2011).

El captiveri d'animals salvatges continua sent un tema polèmic, però necessari, sempre que les condicions del captiveri siguin dignes. En lèmurs, la conservació *ex-situ* té una especial rellevància a causa de la ràpida degradació dels seus hàbitats (Schwitzer *et al.*, 2013). Diverses associacions internacionals, com són l'*American Zoo and Aquarium Association* (AZA), l'*European Association of Zoos and Aquaria* (EAZA) i l'*Australasian Regional Association of Zoological Parks and Aquaria* (ARAZPA) controlen els esforços conservatius en captiveri dels lèmurs a 3 continents diferents (Zeeve & Porton, 1997). Totes aquestes associacions, a part de la conservació dels animals, pretenen assegurar el seu benestar (Mellor *et al.*, 2015).

**Enriquiment ambiental com a impulsor del benestar animal:**

És aquí on sorgeix un dels grans impulsors moderns del benestar animal, l'enriquiment ambiental (Young, 2013). Aquest concepte és ampli i variable d'acord amb la naturalesa del grup animal en què es vulgui aplicar.

La seva definició general indicaria que es tracta d'una pràctica que pretén aconseguir un correcte benestar psicològic i fisiològic dels animals, evitar les estereotípies i proporcionar un nivell d'estímul i estrès semblant al que es trobarien en una situació de llibertat (Shepherdson *et al.*, 1999).

Els lèmurs tenen àmplia distribució als zoològics arreu del món. Hi ha espècies que estan distribuïdes en major freqüència, com són les dels gèneres *Lemur* i *Varecia*, i d'altres que estan distribuïdes en menor freqüència, com són les dels gèneres *Prophithecus* i *Daubentonia* (Mittermeier *et al.*, 2010). Totes elles comparteixen les necessitats d'ambients ben enriquits per a un correcte compliment de les necessitats de l'espècie (Shapiro *et al.*, 2018). Així doncs, és necessari que es realitzin enriquiments ambientals per a poder assegurar que el nivell de vida dels lèmurs en captiveri és el millor possible.

El treball es dugué a terme Natura Parc (Santa Eugènia, Mallorca), un centre zoològic de més de 30 mil m<sup>2</sup> creat l'any 1998, el qual disposa de gran varietat d'aucells i menor varietat d'altres grups i manté unes instal·lacions de mida reduïda però completes i funcionals. Allà es disposa de dues espècies de lèmurs, *Lemur catta* (lèmur de coa anellada) i *Eulemur fulvus* (lèmur bru). Ambdues espècies són de la família *Lemuridae* i requereixen enriquiments ambientals semblants que potenciïn els seus sentits, sobretot l'olfacte, el sentit més important per la seva naturalesa, tant de *Lemur catta* com d'*Eulemur fulvus* (Palagi *et al.*, 2002).

Existeixen molts d'enriquiments que s'utilitzen per a estimular el captiveri dels lèmurs. La preparació d'enriquiments que tinguin un efecte positiu en aquests primats no requereix gran pressupost ni suposa gaires dificultats en la seva preparació (Dishman *et al.*, 2009).

El disseny de l'enriquiment per aquests animals sempre girar al voltant de la seva alimentació, motiu final que estimula a la solució de les problemàtiques plantejades per l'enriquiment, ja que l'alimentació és el gran impulsor de l'activitat diària dels primats (Mittermeier *et al.*, 2010). Això no implica poca diversitat en les activitats oferides, n'hi ha que estimulen la utilització de força, d'altres de precisió i d'altres d'equilibri (Shapiro *et al.*, 2018).

En tots els treballs d'enriquiment en lèmurs s'utilitzen els mateixos mètodes d'avaluació de la funcionalitat de l'enriquiment. Aquestes avaluacions es fan mitjançant etogrames i mesures del temps dedicat a les activitats. Informació de la qual s'extreu un patró de conducta que permet valorar l'eficàcia de l'enriquiment.

Les mesures solen ser relatives al temps dedicat a l'activitat i al comportament previ, material que serveix per extreure percentatges relatius a la selecció que fan els animals dels enriquiments i els temps d'atenció a aquests (Fernandez & Timberlake, 2019).



### El son com a avaluador del benestar:

El son és un període d'inactivitat conductual i de reducció dels llindars sensorials de resposta als estímuls externs, la qual cosa fa que es converteixi en un estat vulnerable i perillós (Allison & Cicchetti, 1976). S'ha demostrat que el risc de depredació en el lloc del son és inversament proporcional a la duració, d'aquí que sigui important la qualitat i seguretat del lloc o s'adorm, repercutint en el benestar de l'animal (Fruth *et al.*, 2018).

El son es pot estudiar de forma poligràfica a partir dels registres d'Electroencefalograma (EEG), Electrooculografia (EOG) i Electromiografia (EGM) i de forma comportamental, definit amb 8 criteris (Siegel, 2008; Rial *et al.*, 2018): *i.* l'existència d'un repòs motor; *ii.* l'existència de llindars sensorials elevats; *iii.* una fàcil reversibilitat; *iv.* l'adopció d'una postura estereotipada; *v.* la utilització de llocs específics on dormir; *vi.* una organització cíclica circadiària; *vii.* un estat regulat amb efectes de privació i sacietat (Siegel, 2008); *viii.* un estat de plaer (Rial *et al.*, 2018).

S'ha demostrat que els entorns de son enriquits allarguen la duració del son dels lèmurs, encara que són pocs els estudis que hagin estudiat aquests vincles de forma experimental (Vining *et al.*, 2021). També s'ha de tenir en compte els patrons d'activitat prèvia i immediatament posterior a l'enriquiment com a mesura per a valorar l'eficàcia d'aquests (Evans, 2019). Però són pocs els estudis que relacionin la qualitat i quantitat de son amb l'exposició a enriquiment ambiental. Un dels propòsits d'aquest estudi és precisament incidir amb aquest aspecte. Esdevé d'interès comprovar, amb els lèmurs de Natura Parc, si l'exposició a simples enriquiments ambientals al llarg del dia pot augmentar la quantitat de son d'aquests primats.

Està demostrat que una major activitat diària i una major llargària del son podrien ser indicatius d'un millor benestar, ja que serien patrons més semblants als que tenen en estat salvatge (Reinhardt, 2020). Així mateix, la supressió o reducció del son té evidents efectes negatius en les habilitats i capacitats dels lèmurs (Samson *et al.*, 2019).

Si atenem els criteris de son comportamental descrits, en lèmurs són observables amb facilitat el repòs motor, la postura estereotipada molt característica on presenten la coa per damunt el cap i entre els seus braços per augmentar la calor corporal, la utilització de llocs específics així com el fet de dormir sempre acompanyat i amb la màxima proximitat amb el grup i l'organització cíclica circadiària (Mittermeier *et al.*, 2010).

Davant el complex que pot resultar analitzar el son poligràfic aquest s'estudia amb menys freqüència i el son en animals se sol quantificar mitjançant observacions conductuals, ja sigui amb observació per gravació de vídeo o a través del comptatge amb sensors d'actigrafia, que permet monitorar l'activitat. L'estudi del son comportamental permet destriar els cicles d'activitat-repòs equivalents a vigília-son (Jones *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2018; Esaki *et al.*, 2021).

Els estats d'activitat-repòs estan ben definits: repòs, com un estat natural i necessari de repòs motor on l'estat de la consciència està alterat i disminuït i el de vigília, on si bé pot existir un repòs motor més o menys evident, l'estat de la consciència no està alterat i es pot produir una resposta a l'entorn molt més immediata que en condicions de son (Kleitman, 1987).

## HIPÒTESI I OBJECTIUS:

### Hipòtesi:

Davant aquests antecedents, cal suposar que les espècies de *Lemur catta* i *Eulemur fulvus* allargaran els períodes de repòs i, per tant, milloraran la qualitat de son comportamental, després de simples enriquiments.

### Objectiu principal:

L'objectiu de l'estudi és analitzar si es modifica el cicle d'activitat-repòs de dues espècies de lèmurs en captivitat després de l'aplicació d'enriquiment ambiental i si aquesta modificació pot utilitzar-se com a mesura del benestar dels lèmurs en captiveri.

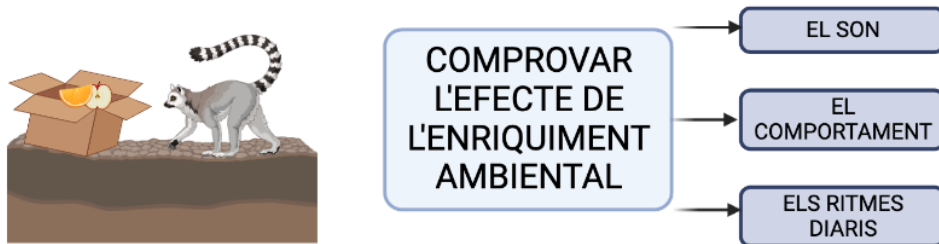


Figura 1. Representació esquemàtica dels pilars de l'objectiu del treball.

### Objectius secundaris:

- Dissenyar un total de 5 enriquiments amb recompensa d'aliments i que potenciïn la utilització de l'olfacte, per a 2 espècies de lèmurs en captivitat
- Aplicar 3 dels 5 enriquiments i mesurar el temps de son comportamental amb observació per gravació de vídeo, en condicions basals i després de l'aplicació dels enriquiments en les dues espècies de lèmurs en captivitat.
- Comparar l'eficàcia de cada un dels enriquiments aplicats amb relació a l'augment del temps de son i per tant de descans.
- Comprovar el temps d'interacció de cada un dels lèmurs amb els enriquiments i comprovar si existeix una correlació amb el son.
- Comprovar en quines condicions de temperatura ambiental el son comportamental és major.

**MATERIALS I MÈTODES:****Condicions ambientals i subjectes experimentals:**

Els subjectes experimentals foren 4 lèmurs, dos lèmurs de coa anellada (*Lemur catta*) i dos lèmurs bruns (*Eulemur fulvus*), establats a les instal·lacions de Natura Parc, un centre zoològic situat al km 15 de la Ma-3011, dins el municipi de Santa Eugènia, a Mallorca. Ambdues espècies no compartien instal·lacions entre elles, però cada una d'elles tenia un agutí d'anques negres (*Dasyprocta prymnolopha*) al seu recinte.

L'espècie *Lemur catta* és l'espècie de lèmur marcadament més diürna i terrestre de tots els lèmurs encara que, a vegades, dependent de les condicions ambientals, pugui presentar pautes de comportament catemeral. L'espècie *Eulemur fulvus* és marcadament catemeral i és un primat molt més arbori que no pas *Lemur catta* (Mittermeier *et al.*, 2010).

La distinció entre els 4 individus constà de diferents dificultats: fou relativament fàcil destriar entre els dos individus d'*Eulemur fulvus* a causa de les seves diferències evidents en el pelatge proper a la zona facial. Quant als *Lemur catta*, la distinció entre els dos individus es realitzà després d'una observació més llarga i s'aconseguí gràcies al fet que l'individu de la *Figura 3* té una petita taca davall l'ull esquerre, a més, és més gros i a la càmera s'aprecia. A mesura que avançà la realització del treball es pogueren conèixer les rutines i les diferències conductuals dels lèmurs, tant els de coa anellada com els bruns. Aquestes diferències foren útils i s'empraran per a accelerar el processament de les dades. Tots els individus reberen els següents noms i tenen el següent sexe (M equival a masculí i F equival a femení):



Figura 2. Mel, F (*L. catta*).



Figura 3. Tap, M (*L. catta*).



Figura 4. Ruc, F (*E. fulvus*).



Figura 5. Din, M (*E. fulvus*).

**Instal·lacions dels lèmurs:**

Les instal·lacions dels lèmurs estaven separades per espècie, els dos lèmurs de coa anellada per una banda i els dos lèmurs bruns per l'altra. Eren instal·lacions pràcticament equivalents per a les dues espècies, tenien una zona interior més petita i aïllada amb calefactors i una zona exterior més gran amb més superfícies per a la seva mobilitat. Tant les zones interiors com les exteriors tenien accés per als cuidadors mitjançant una doble porta, una de reixa i una altra de metall sense obertures. Els visitants tenien visió de totes les zones dels lèmurs mitjançant un vidre. A les zones interiors és on els lèmurs disposaven de la seva zona de descans, juntament amb altres plataformes i troncs útils com a nexes per arribar a totes elles. A les zones exteriors hi havia una gran quantitat de troncs i plataformes per permetre una major mobilitat dels lèmurs. Tant la porta de reixa com el sostre, també de reixa, suposaven una major possibilitat de motricitat dins la zona. Les zones interiors i exteriors estaven connectades mitjançant dues portes de metall que s'obrien des de fora dels recintes. Això permetia als cuidadors desplaçar i aïllar als lèmurs a una de les zones, ja bé sigui per alimentar-los o per realitzar el manteniment de la instal·lació.

**Col·locació de les càmeres i els botons tèrmics:**

S'utilitzaren 4 càmeres, dues a les zones interior i exterior, respectivament, dels lèmurs de coa anellada i dues més a les zones interior i exterior, respectivament, dels lèmurs bruns. Les càmeres es diferenciaven entre externes i internes: per a l'exterior 2 càmeres analògiques 4 en 1 *Bullet 2.8MM 22MPX* i per a interior 2 càmeres *Domo 4 en 1* tipus bolla òptica 3.6MM 1080P 12V. Les càmeres foren orientades de tal manera que captessin a l'interior les zones de son dels animals i a l'exterior tota la interacció amb l'enriquiment. La instal·lació es dugué a terme en l'ordre mencionat per una professional electricista. Totes les càmeres es connectaren amb una gravadora 5N1 *X-Security – 4 CH HDTV/ HDCVI/ AHD/ CVBS (5MPX) + 2 IP (6MPX)*. Aquesta gravadora, que estava situada a una habitació independent, serví per a l'obtenció de tot el registrat i per a observar els resultats amb un monitor. Tot el cablejat necessari per a la instal·lació de les càmeres fou situat a llocs on no molestàs als lèmurs i tengués el mínim impacte visual pel públic. Els procediments d'instal·lació es realitzaren en un dematí i no es requerí més temps de manteniment. Els cuidadors facilitaren tot el procés de col·locació aïllant als lèmurs a les diferents zones, sempre per tal d'evitar el contacte directe amb ells. Els animals reaccionaren amb molta naturalitat als objectes nous dins les seves instal·lacions. Com a mesura ambiental es va utilitzar el registre de la temperatura ambiental. Per això es van fer servir sensors iButton (Thermochron iButton, Maxim) que registra dades de temperatura cada 10 minuts i els emmagatzema. Foren disposats dins les instal·lacions dels lèmurs a les zones exteriors i interiors, situant-se a les parets més properes a aquestes, aferrats amb material adhesiu (Sternberg *et al.*, 2011).

### Disseny dels enriqueiments:

Es dissenyaren un total de 5 enriqueiments, tots amb recompensa d'aliments al final i que potenciaren la utilització de l'olfacte. Tant pel disseny com per l'aplicació va ser important comptar amb la col·laboració de l'equip que treballa de manera diària amb els animals. Tots els enriqueiments estan prou referenciats el que demostra la seva possible eficàcia

Els enriqueiments s'aplicaven els diumenges, separats temporalment per 2 diumenges el primer del segon i per 4 diumenges el segon del tercer, dels mesos de març, abril i maig del 2023. Dels 5 enriqueiments només les dades de tres d'ells foren emprades per una manca de temps en l'anàlisi de les gravacions.

Les gravacions únicament es feien a partir del migdia del dia anterior (dissabte) de l'aplicació de l'enriqueiment i fins al migdia del dia posterior a l'enriqueiment (dilluns), per a la limitació de memòria que ocupaven les gravacions (50 hores màxim de gravació). Les gravacions s'anaven revisant amb el visualitzador de la mateixa gravadora.

Això suposà al final de l'experiment una totalitat de 3 dies d'enriqueiment i 6 dies de no enriqueiment utilitzables per a analitzar el comportament de son-vigília en condicions bassals i després de l'enriqueiment. La separació de dues o més setmanes entre un enriqueiment i el següent es dugué a terme per tal d'evitar l'habitució dels primats i, al mateix temps, poder disposar d'un temps de preparació del següent enriqueiment i processament de les gravacions obtingudes.

El disseny dels enriqueiments fou original i pensat per tal d'afavorir uns nivells d'estrès òptim als animals, plantejant petits problemes a resoldre propers al que es poden trobar en estat salvatge.

L'alimentació és el factor més estimulant, com s'ha esmentat anteriorment, així doncs tots els 5 dissenys realitzats tenen com a objectiu final la consecució d'aliment (aliment conegut pels animals). És important esmentar que la capacitat de resolució de problemes dels animals s'ajusta a la necessitat que existeixi en el medi natural, així doncs, els enriqueiments dels lèmurs s'ajustaren a les seves capacitats de resoldre'ls, no impossibilitant cap situació a l'animal. En totes les ocasions el mateix enriqueiment fou ofert a les dues espècies.

MARÇ						
DLL	DMA	DME	DJO	DIV	DIS	DIU
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

ABRIL						
DLL	DMA	DME	DJO	DIV	DIS	DIU
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

MAIG						
DLL	DMA	DME	DJO	DIV	DIS	DIU
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Figura 6. Representació al calendari de la separació entre els dies d'enriqueiments.

**Farratge:**

El primer enriquiment dissenyat respongué de manera calcada a una activitat acomplerta per molts d'animals en estat de llibertat, però en poques ocasions a animals en captiveri, el farratge. La preparació fou senzilla, es disposà gran quantitat de palla a la zona de sòl de les instal·lacions i s'hi amaga tot l'aliment (*Figura 7.*). D'aquesta manera els animals hagueren de guiar-se per l'olfacte i trobar els aliments farratjant. La majoria dels aliments amagats per davall de la palla foren fruites diverses, de les que consumeixen sovint els lèmurs (raïm, pomes, plàtans) i verdures (diferents lletugues).

L'aplicació d'aquest enriquiment fou pensada per tal de no suposar una alteració molt sobtada a les rutines dels lèmurs, ja que era el primer de tots i és una activitat acomplerta de manera habitual pels lèmurs en estat salvatge. De fet, en l'alliberació d'animals que han estat prèviament en captiveri és de les activitats que primer es reprenen i més indiquen una rutina normal en el dia dels lèmurs (Keith-Lucas *et al.*, 1999).

Aquesta activitat tenia diferents enfocaments respecte a les dues espècies, ja que si bé l'espècie *Lemur catta* passa molt de temps al sòl de manera natural, *Eulemur fulvus* és marcadament més arbori. Per tant, tot i ser una idea d'enriquiment òptima per propiciar una activitat freqüentada en estat salvatge pels lèmurs, l'afectació podria ser major en una espècie que en l'altra (Keith-Lucas *et al.*, 1999).

Aquest enriquiment es dugué a terme entre el dia 18 de març entre dia 18 de març a les 12 del migdia i dia 20 de març a les 12 del migdia. L'enriquiment *per se* entre dia 19 a les 10:36 i les 8:03 de dia 20 a *L. catta* i entre dia 19 a les 10:38 i les 8:14 de dia 20 a *E. fulvus*.



*Figura 7.* En Tap farratjant. Fotografia d'així com s'aprecia mitjançant la gravadora.

**Capses:**

El segon enriquiment dissenyat foren unes capses de cartró amb aliment dins elles accessible mitjançant un forat (*Figura 8*). Foren disposades dues capses per instal·lació. Les capses es diferenciaven per la mida. Ambdues estaven pintades amb colors vistosos (pintura no tòxica) per oferir un primer estímul visual nou, mentre la capsa petita només oferia cabuda per un forat a les extremitats dels lèmurs, la gran oferia cabuda a la totalitat dels animals. La majoria dels aliments amagats dins les capses foren fruites diverses, de les que consumeixen sovint els lèmurs (raïm, pomes, plàtans) i verdures (diferents lletugues).

L'aplicació d'aquest enriquiment fou pensada per, com s'ha mencionat, suposar un estímul totalment nou a l'animal per exposar-lo a uns nivells d'estrès necessaris en la rutina diària de qualsevol animal en estat salvatge. Aquest problema proposat que ha de solucionar l'animal, pot suposar que augmenti la taxa d'activitat de manera diària de manera prou representativa per a modificar la despesa energètica durant la vigília i condicionar a un major son comportamental. S'ha demostrat que veritablement aquest enriquiment ocasiona un augment de l'activitat física sempre que les capses segueixin protocols de seguretat per a evitar qualsevol mena de possible intoxicació o la sensació d'opressió que impossibilités una fugida en qualsevol moment (Sommerfeld *et al.*, 2006)

Aquest enriquiment es dugué a terme entre dia 1 d'abril a les 12 del migdia i dia 3 d'abril a les 12 del migdia. L'enriquiment *per se* entre dia 1 a les 10:54 i les 8:02 de dia 3 a *L. catta* i entre dia 2 a les 10:55 i les 8:17 de dia 3 a *E. fulvus*.



*Figura 8.* En Din mirant l'enriquiment abans de botar damunt ell. Fotografia d'així com s'aprecia mitjançant la gravadora.

**Equilibri:**

El tercer enriquiment també es realitzà amb capses pintades amb aliments, encara que en aquesta ocasió es disposaren penjant d'una de les branques disposades a la instal·lació. D'aquesta manera s'afavorí l'equilibri dels animals per tal d'arribar a l'aliment. Les capses seleccionades eren d'un material resistent i estaven obertes de tal forma que quedassin com una plataforma damunt la qual pujar. La corda que els aguantava també era el prou resistent i estava disposada de tal manera que assegurava que els lèmurs no es podrien embullar amb ells i fer mal. La majoria dels aliments amagats dins les capses foren fruites diverses, de les que consumeixen sovint els lèmurs (raïm, pomes, plàtans) i verdures (diferents lletugues).

L'aplicació d'aquest enriquiment fou pensada per, després de l'aplicació dels dos anteriors, aconseguir el repte més gran possible pels lèmurs. Les complicacions afegides de ser un enriquiment disposat de manera arbòria foren evidents en la preparació i col·locació de l'enriquiment. Pel que fa a la interacció esperada per part dels lèmurs amb els objectes enlairats, la dificultat apareixia en el fet de trobar una manera d'equilibrar-se per tal d'accedir a l'interior de les capses i extreure'n l'aliment. Tenia la part positiva de no disposar de la interacció afegida de l'agutí. Aquests enriquiments són útils per a la comprovació de les preferències dels animals pel medi arbori envers el terrestre (Browning & Moro, 2006).

Aquest enriquiment es dugué a terme entre dia 29 d'abril a les 12 del migdia i dia 1 de maig a les 12 del migdia. L'enriquiment *per se* entre dia 29 a les 10:36 i les 8:18 de dia 1 a *L. catta* i entre dia 29 a les 10:39 i les 8:22 de dia 1 a *E. fulvus*.



Figura 9. En Tap i na Mel en equilibri investigant la capsa d'enriquiment. Fotografia d'així com s'aprecia mitjançant la gravadora.



**Botelles:**

El quart enriquiment dissenyat hauria consistit en una sèrie de botelles de plàstic transparent disposades en línia amb un pal que els travessava de tal manera que aquestes poguessin rotar.

Les botelles es donaven totes amb menjar i per treure'l aquesta havia de ser rotada completament. No hi havia taps ni cap altre element que pogués suposar cap mal a l'animal, la protecció de la salut sempre fou prioritària.

Aquests objectes d'enriquiment foren dissenyats, però no es van poder aplicar, ja que no es disposà del temps suficient per a fer-ho.

La pintura de l'estructura de la base emprada no era una pintura tòxica i les botelles a part de no tenir temps ni cap classe de plàstic fi tampoc tenien etiquetes, les quals haurien pogut ser ingerides involuntàriament pels animals.

En l'aplicació d'aquest enriquiment s'haurien seguit mesures de prevenció més estrictes per la naturalesa perillosa dels plàstics per a uns animals que no estan habituats a la interacció amb aquest tipus de material, s'hagués retirat el mateix dia de la seva instal·lació, un cop el torn dels treballadors hagués acabat.

S'haurien esperat uns bons resultats pel fet de suposar de manera molt evident el repte cognitiu més elevat proposat als animals.

L'equip tècnic del parc aprovava la posada en pràctica de l'enriquiment, tot i la reticència inicial per suposar, com s'ha mencionat, uns materials nous pels lèmurs, això no indica que aquests materials siguin sempre inviable en l'elaboració dels enriquiments, simplement, que impliquen una major cura en l'aplicació.

**Gelats:**

El cinquè i darrer enriquiment s'hauria realitzat en èpoques de major temperatura i condicions més caloroses, ja que hagués consistit en la preparació de fruita gelada penjada dintre de les instal·lacions.

La preparació d'aquest hauria consistit a preparar un poal gran ple de fruita i aigua amb una corda disposada en el seu centre per tal de deixar-ho al congelador. Aquest conjunt s'hauria gelat i s'hauria retirat el poal un pic aconseguit. Després s'instal·laria dins les gàbies dels lèmurs penjats de tal manera que necessitassin arribar-hi equilibrant-se.

L'estímul, tot i que molt plaent, no hagués estat nou per al grup de lèmurs amb els quals es treballa. Ara bé, per la solució tan evident que suposen aquests tipus d'enriquiments gelats la realització de l'enriquiment era necessari.

La falta de temps en aquesta ocasió, així com la impossibilitat per les condicions climàtiques existents, condicionà el retard d'aquest enriquiment i posteriorment, la seva anul·lació; tot i això, el disseny està realitzat i és aplicable.

**Anàlisi de dades i tractament estadístic:**

Com ja s'ha esmentat, els dies d'aplicació d'enriquiments foren gravats completament, així com ho foren els dissabtes just anteriors (des del migdia) i dilluns just posterior (fins al migdia). Les gravacions es revisaren amb el visualitzador de la mateixa gravadora connectat a un monitor.

El processament de les gravacions obtingudes, es realitzà amb la gravadora, es revisà amb una velocitat de reproducció accelerada i es comptabilitzaren tres comportaments amb una precisió de minuts: el son, el descans i la interacció directa amb l'enriquiment (determinada com a contacte físic, olfatiu o visual molt evident amb els enriquiments disposats).

Per a assegurar que fos considerat la totalitat del comportament directament relacionat amb l'enriquiment, se seguí el criteri d'incloure els moviments d'excitació dels lèmurs que es produïren de manera immediata a l'aplicació de l'enriquiment i tots aquells espais temporals en què els animals es disposaren al costat o al damunt dels objectes d'enriquiments, independentment de després haver estat inclosos també com a descans o son.

Si es produïren damunt l'enriquiment, foren considerats com a interacció directa amb l'enriquiment.

La distinció entre son i descans es determinà per la llargària total del temps de mobilitat i d'immobilitat. Però a més, les postures en què els lèmurs es disposaren eren esclaridores per a separar l'estat de descans (definit com a vigília passiva) respecte al temps de repòs profund. Quan s'enrevolten la coa per damunt el cap i es disposen en parelles era indicatiu de l'inici d'un temps de repòs profund i per tant de son. En canvi, quan la immobilitat no fou total i estaven disposats separats o junts duent a terme qualche activitat manual sense moviment, fou considerat temps de descans.

La catemeralitat dels animals fou útil en la distinció de certs comportaments entre son i descans. Ambdues pautes comportamentals foren contrastades amb les d'interacció directa amb l'enriquiment a partir de l'anàlisi estadística duita a terme al final.

Es va comparar estadísticament la duració dels temps de son i descans dels dies amb enriquiment i dels dies sense enriquiment. Això es féu tant de manera individualitzada per a cada lèmur, de manera individualitzada per a cada enriquiment i de manera general.

També es va comprovar si existia una relació directa entre el temps dedicat a la interacció directa i la quantitat de son i descans dels dies d'enriquiment, això es féu de manera individualitzada per a cada enriquiment i també de manera general.

La temperatura ambiental enregistrada amb els sensors es van processar amb el programari iButton Viewer 32., obtenint els valors mitjans de les temperatures al llarg dels dies sense i amb enriquiment, comparant també el temps de son entre els dies més freds i els més càlids (*Figura 10.*).

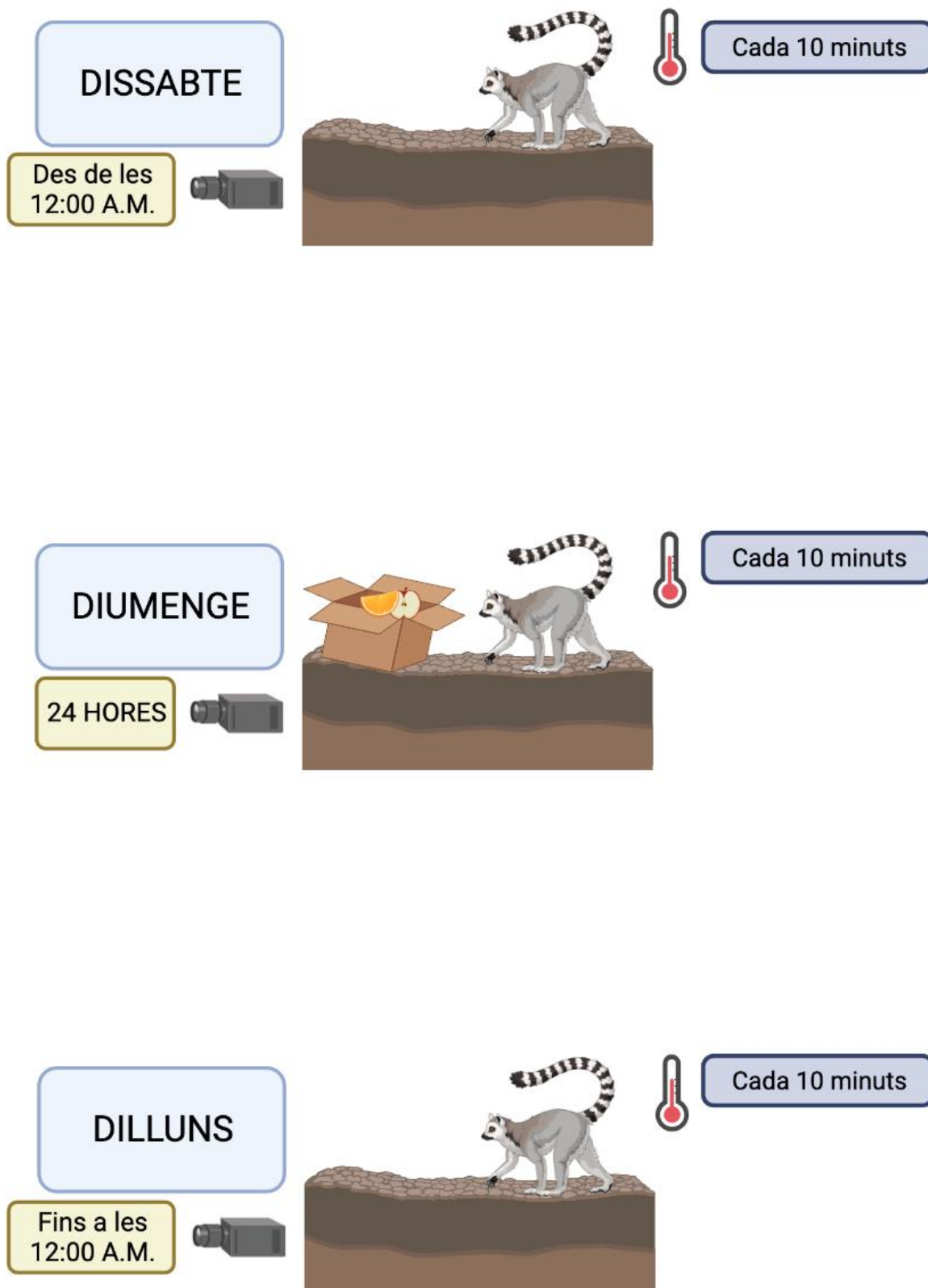


Figura 10. Esquema de les hores de gravacions i les recollides de temperatura.

Per a l'anàlisi estadística s'emprà l'entorn de desenvolupament integrat *RStudio* o *IBM SPSS Statistics*. Per a l'estudi de correlació entre la interacció directa amb l'enriquiment i les hores de son els dies d'enriquiment es calculà el coeficient de correlació de Pearson.

Per a la resta d'estudis existirien dues possibilitats de tests a aplicar, l'aplicació d'uns o dels altres anà en funció de la normalitat i variància de les dades a analitzar.

Primer de tot, es comprovà si les mitjanes dels valors de cada lèmur o enriquiment seguien una distribució normal amb les proves de Shapiro-Wilk, en cas que això fos cert, es comprovava si la variància dels dos grups de mitjanes que es contrastava era la mateixa amb un test de Fisher, en cas afirmatiu, es procedí a la realització del test estadístic, el test de t de Student.

Si qualcuna de les dues primeres qüestions no donava la resposta cercada, s'hagué d'aplicar un test no paramètric, un test de Wilcoxon (*Figura 11*).

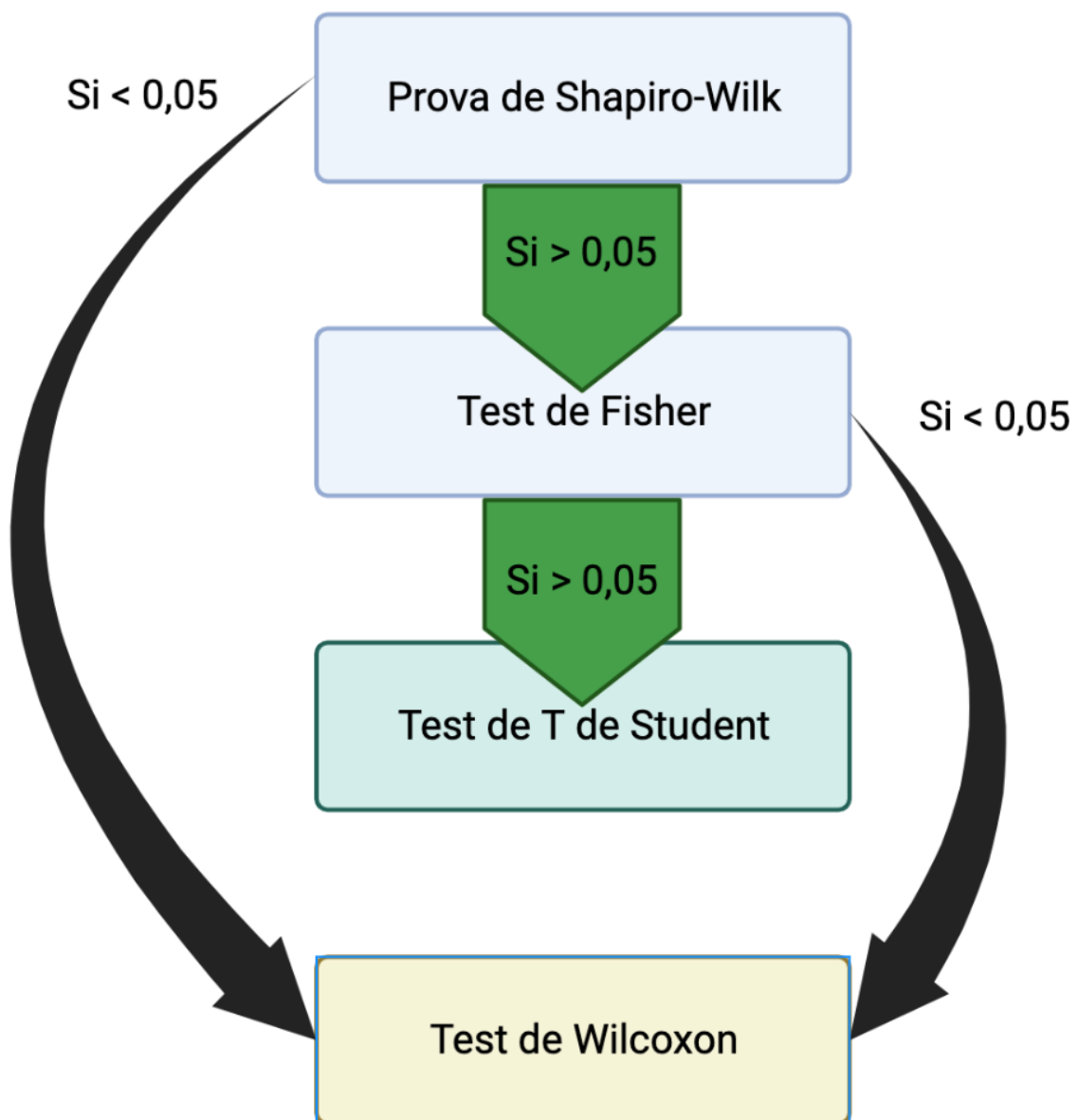


Figura 11. Passes a realitzar en l'anàlisi estadística.

**RESULTATS:**

**Consistència del son al pre i postenriquiment:**

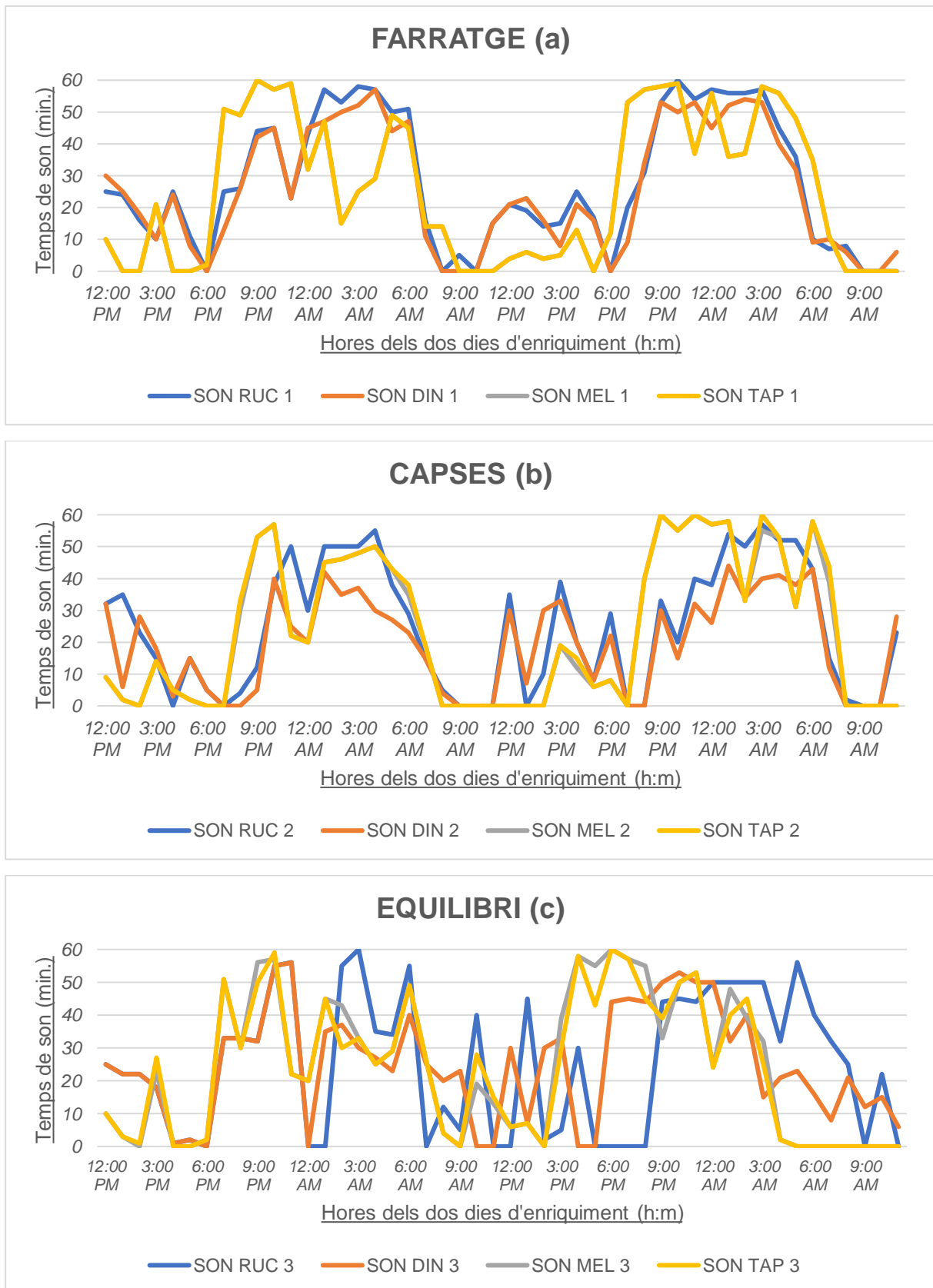


Figura 12 (a, b i c). Gràfiques dels minuts dormits durant els dies d'enriquiment.

A la *Figura 12.* es presenten els resultats de la consistència del son al llarg del temps en els períodes pre i postenriquiment. Observant els resultats del primer enriquiment (*Figura 12a.*) s'aprecien dos períodes de son més allargats, un que comença a les 18 del primer dia i acaba aproximadament a les 9 del segon dia i un que comença a les 18 del segon dia i acaba a les 9 del tercer dia. El moment de donar l'enriquiment fou entre les 10:30 i les 11:00 del dia 2, per tant, a partir d'aquesta hora podria considerar-se període de son comportamental condicionada a l'enriquiment. Destaquen els moments de son posteriors al migdia entre les 12 i les 18, amb variàncies entre individus molt marcades. El temps de son del segon dia presenta una major consistència, ja que cap dels animals dorm menys de 30 minuts, contràriament al que sí que passa el primer dia. El lèmur que presenta una major irregularitat en els seus patrons de son al llarg d'aquests primers dies d'enriquiment és en Tap, amb hores de vigília durant la primera nit i major variació temporal al llarg de la segona nit.

En la representació del segon enriquiment (*Figura 12b.*) s'aprecien dos períodes de son més allargats, pràcticament igual que en el cas anterior. Un que comença a les 18 del primer dia i acaba aproximadament a les 9 del segon dia i un que comença a les 18 del segon dia i acaba a les 9 del tercer dia. El moment de donar l'enriquiment fou entre les 10:30 i les 11:00 del dia 2, per tant, a partir d'aquesta hora podria considerar-se període de son comportamental condicionada a l'enriquiment. Destaquen els moments de son posteriors al migdia entre les 12 i les 18, amb variàncies entre individus molt marcades. El temps de son del segon dia presenta una major consistència, ja que cap dels individus dorm menys de 30 minuts, contràriament al que sí que passa el primer dia. Els lèmurs que presenta una major irregularitat en els seus patrons de son al llarg d'aquests primers dies d'enriquiment són en Tap i en Din, amb hores de vigília al llarg de la segona nit.

En la representació del tercer enriquiment (*Figura 12c.*) no s'aprecien períodes de son més allargats i es presenten moltes diferències entre els períodes entre individus. En la primera nit existeix un punt on el son de tots els individus es veu molt reduït, gairebé en estat de vigília tot el temps amb períodes de son molt curts i amb una duració de gairebé una hora. El moment de donar l'enriquiment fou entre les 10:30 i les 11:00 del dia 2, per tant, a partir d'aquesta hora podria considerar-se període de son comportamental condicionada a l'enriquiment, encara que els patrons de son esdevenen molt irregulars i diferents entre els diferents animals, encara que consistents per lèmur. El temps de son del segon dia presenta una major consistència, encara va baixant gradualment i la vigília augmenta per hores de manera individual a cada lèmur. Els patrons de son desencaixen respecte als anteriors.

En resum, en el primer enriquiment, es van observar dos períodes de son allargats amb variàncies entre individus. El segon va mostrar més consistència en el temps de son, mentre que en Tap i en Din van presentar irregularitats durant la segona nit. En el tercer enriquiment, es van veure diferències significatives en els patrons de son entre els individus.

**Temps de son pre i postenriquiment:**

*Taula 1.* Temps total de son de tots els lèmurs després dels dies sense enriquiment (S.E.) i temps total de son de tots els lèmurs després dels dies amb enriquiment (A.E.).

GENERAL	S.E.	A.E.
	664	676
	574	597
	572	619
	623	620
	438	505
	574	624
	579	641
	500	644
	528	650
	579	641
	506	657
	516	627

La *Taula 1.* mostra els valors amb relació al temps total de son (minuts) de cada un dels animals corresponents als períodes sense i amb enriquiment, un total de 12 valors de nits sense enriquiment i 12 valors de nits amb enriquiment, si es té en compte que es realitzaren 3 enriquiments i eren 4 animals. Es pot observar com els valors després de l'enriquiment ja són més elevats que els valors d'abans. Indica un augment del temps de son significatiu que passa a ser d'entre 8 i 10 hores diari, a sobrepassar les 10 hores diàries en la majoria dels casos. Les comparacions després de l'anàlisi no paramètric per Mann–Whitney–Wilcoxon test (ja que les distribucions dels valors no s'ajustava a la normalitat), demostrà que l'augment de son en el període pots enriquiment és significatiu (p-valor 0,00226) (*Taula 2.*).

*Taula 2.* Resultats de l'anàlisi no-paramètric del temps de son en relació amb els dies sense i amb enriquiment (t-Wilcoxon).

N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
12	554,42	60,324	438	664
12	625,08	43,036	505	676

Estadísticos de prueba	
	A.E - S.E
Z	-2,982 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	0,0026
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

A la *Figura 13.* es representa la comparació del temps total de son (min.) durant els períodes pre i post enriquiment separat per a cada animal.

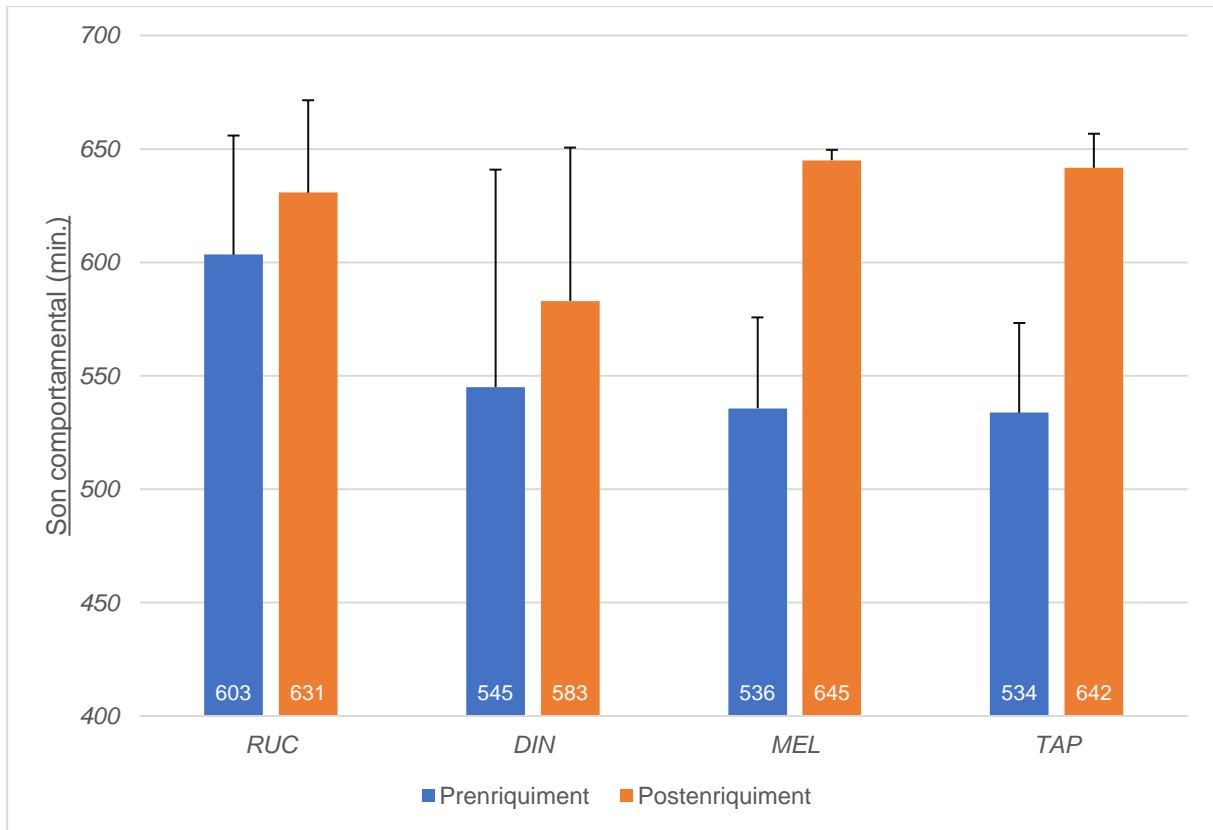


Figura 13. Temps total de son (min.) de cada un dels lèmurs durant els dos períodes pre i postenriquiment. (Mitjana ± DS, desviació estàndard).

Les comparacions dels temps total de son pre i postenriquiment entre cada animal després de t-Student es presenten a la Taula 3. Als animals Ruc i Din les diferències no són significatives encara que sí que s'observa una tendència a favor de l'augment de son en el període post enriquiment. En canvi, als animals Mel i Tap les comparacions entre ambdós períodes sí són significatives en el mateix sentit.

Taula 3. Resultats de l'anàlisi amb T-Students (SE, sense enriquiment; AE, amb enriquiment; (DS, desviació estàndard, Inf., inferior; Sup., superior; gl, graus de llibertat).

	Prueba de muestras emparejadas							Significación	
	Diferencias emparejadas					t	gl		
	Media	DS	ES	95% interv conf					
				Inf	Sup				
RUC SE - RUC AE	-27,33	17,90	10,33	-71,8	17,1	-2,6	2,0	0,1	0,118
DIN SE - DIN AE	-38,00	36,51	21,08	-128,7	52,7	-1,8	2,0	0,1	0,213
MEL SE - MEL AE	-109,33	42,44	24,50	-214,8	-3,9	-4,5	2,0	0,0	0,027
TAP SE - TAP AE	-108,00	44,58	25,74	-218,7	2,7	-4,2	2,0	0,0	0,009



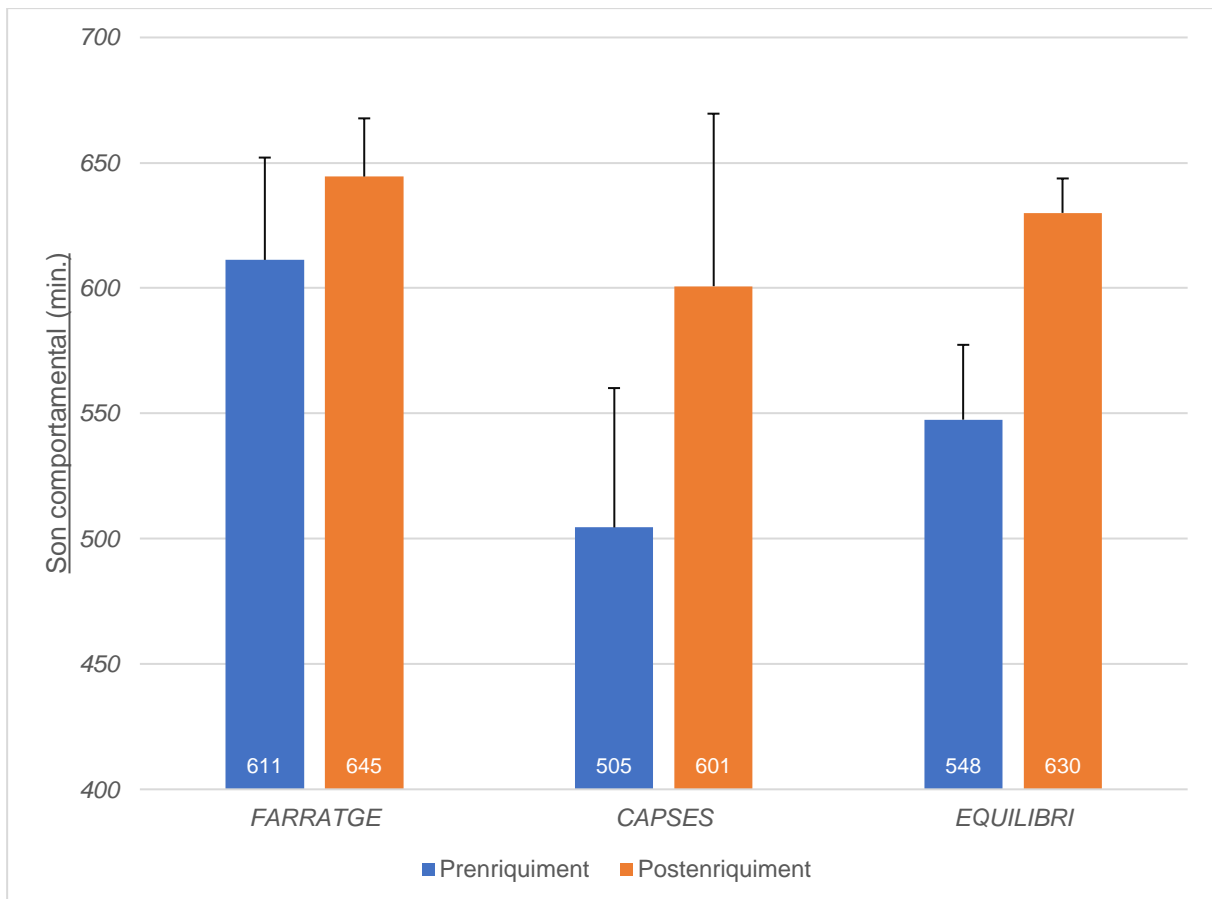


Figura 14. Comparacions entre el temps total de son (min.) pre i postenriquiment en relació amb el tipus d'enriquiment (Mitjana  $\pm$  Ds).

Es pot observar com era d'esperar, que els tres tipus d'enriquiment varen produir un augment del temps total de son. Els resultats foren significatius (t-Student) respecte al segon i tercer enriquiment (capses i equilibri), però no respecte al primer tipus d'enriquiment o farratge. Els resultats poden considerar-se a la *Taula 4*.

Taula 4. Resultats de l'anàlisi amb T-Students (SE, sense enriquiment; AE, amb enriquiment; (DS, desviació estàndard, Inf., inferior; Sup., superior; gl, graus de llibertat)

		Diferencias emparejadas					t	gl	Significación	
		Media	DE	ES	95% interv.conf.				P de un factor	P de dos factores
					Inf	Sup				
Farratge	AE-DE	-33,25	33,76	16,88	-86,97	20,47	-1,97	3	0,072	0,109
Capses	AE-DE	-96,25	61,91	30,96	-194,76	2,26	-3,11	3	0,026	0,033
Equilibri	AE-DE	-82,50	39,53	19,77	-145,41	-19,59	-4,17	3	0,013	0,004

Segons resultats es pot afirmar que els enriquiments de major complexitat i amb una dosi d'estrès més elevada són els que impliquen un augment de son significativament més intens.

**Relació entre el son i la interacció amb l'enriquiment:**

Fou interessant comprovar si hi ha relació entre el temps que l'animal interactuava amb els objectes que formen part de l'enriquiment i el temps de son posterior.

Taula 5. Representació dels valors del temps (min.) que els animals interactuaven amb els objectes dels enriquiments i dels temps de son posterior (min.).

<b>FARRATGE</b>	<i>Interacció directa amb l'enriquiment</i>	<i>Son postenriquiment</i>
RUC	57	676
DIN	77	620
MEL	78	641
TAP	78	641
<b>CAPSES</b>	<i>Interacció directa amb l'enriquiment</i>	<i>Son postenriquiment</i>
RUC	76	597
DIN	104	505
MEL	107	644
TAP	98	657
<b>EQUILIBRI</b>	<i>Interacció directa amb l'enriquiment</i>	<i>Son postenriquiment</i>
RUC	92	619
DIN	107	624
MEL	113	650
TAP	108	627

La Taula 6. mostra els resultats després d'anàlisi de correlacions.

Taula 6. Correlacions (coeficient de Pearson) entre el temps d'interacció amb l'enriquiment i el temps de son posterior (IDE, interacció amb l'enriquiment; Sonpost, temps de son posterior).

<b>Correlaciones</b>				
		SONPOST-FARRATGE	SONPOST-CAPSES	SONPOST-EQUILIBRI
IDE-FARRATGE	Corr. Pearson	-0,88		
	Sig. (bilateral)	0,12		
	N	4,00		
IDE-CAPSES	Corr. Pearson		-0,04	
	Sig. (bilateral)		0,96	
	N		4,00	
IDE-EQUILIBRI	Corr. Pearson			0,75
	Sig. (bilateral)			0,24
	N			4,00

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

### Temperatures òptimes pel son:

A partir dels registres obtinguts amb els sensors de temperatura col·locats a les zones corresponents de la instal·lació (com s'ha descrit a la introducció), de cada un dels animals diferenciant entre exterior i interior, es va analitzar la temperatura ambiental òptima amb relació al temps de son

En primer lloc, de tots els valors obtinguts es varen triar les temperatures més baixes i més elevades diferenciant entre les zones exteriors i interiors i els 4 animals (*Taula 7.*) i es va analitzar els temps totals de son (min.) de cada animal dels dies més extrems de temperatura segons la taula anterior. Els resultats es mostren a la *Taula 8.*

*Taula 7.* Mitjanes de Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) dels dies més extrems de temperatura (baixes i elevades), La columna esquerra indica la instal·lació de cada animal on es mesurà la temperatura. *Eulemur* instal·lació exterior (E.E.), *Eulemur* instal·lació interior (E.I.), *Lemur* instal·lació exterior (L.E.) i *Lemur* instal·lació interior (L.I.).

	<u>T<sup>a</sup> més baixes</u>	<u>T<sup>a</sup> més elevades</u>
E.E.	16,5 <sup>a</sup> C	21,0 <sup>c</sup> C
E.I.	16,8 <sup>c</sup> C	23,1 <sup>c</sup> C
L.E.	16,5 <sup>a</sup> C	22,2 <sup>c</sup> C
L.I.	16,9 <sup>c</sup> C	23,1 <sup>c</sup> C

*Taula 8.* Valors del temps total de son (min.) dels dies més extrems de temperatura per lèmur.

	<u>Dia més fred</u>	<u>Dia més calorós</u>
RUC	1340	1217
DIN	1243	1204
MEL	1224	1178
TAP	1224	1143

Les comparacions de les temperatures extremes per t-Student va mostrar diferències significatives ( $p$ -valor, 0,0014), com era d'esperar. Fou interessant comprovar si la comparació entre els temps de son (min.) i les temperatures extremes, de cada un dels animals, era significativa (*Taula 9.*).

*Taula 9.* Resultats de l'anàlisi no-paramètric del temps de son dels animals durant els dies amb temperatures més extremes ( t-Wilconson).

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desvia	Mínimo	Máximo
Fred	4	1257,75	55,56003	1224	1340
Calor	4	1185,5	32,64455	1143	1217

### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	Fred - Calor
Z	-1,826 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	0,014

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Es pot observar com en els dies més freds el temps total de son era significativament més elevat.

## DISCUSSIÓ:

### L'eficàcia dels enriquiments:

Els resultats del son comportamental mostrà en general un augment de la quantitat de son després de l'aplicació dels enriquiments (*Figura 12. i Taula 2.*).

Pel que fa a l'anàlisi es fa amb relació als animals per separat, es pot observar que els lèmurs de coa anellada, *L. catta* (MEL i TAP) allargaren significativament el temps de son (*Figura 13 i Taula 3.*).

No es varen obtenir resultats significatius en el cas dels lèmurs bruns, *E. fulvus* (RUC i DIN), però en els dos casos la tendència també fou en el mateix sentit, allargar el període de son després de l'enriquiment.

Una possible interpretació a les diferències entre les dues espècies pot partir de la catemeralitat de *E. fulvus*, que és molt més marcada que no pas la de *L. catta*, animal molt més diürn (Mittermeier *et al.*, 2010).

Si una espècie és més nocturna i els enriquiments els hi són disposats durant el dia, així com totes les dosis d'estrès a les que es pugui veure exposat diàriament es donen durant el dia (pel règim de visites del parc), és normal que la irregularitat en els patrons de son sigui major i l'afectació positiva dels enriquiments ambientals sigui més difícil de determinar (Tattersall, 1987).

Així mateix, *L. catta* és molt més present a centres zoològics que no pas a *E. fulvus*, també és una espècie marcadament més generalista pel que fa a les condicions de temperatura i alimentació, d'aquí el seu èxit en les instal·lacions en captiveri (Mittermeier *et al.*, 2010).

A més, l'efectivitat en la utilització dels enriquiments és quelcom comprovat amb els lèmurs de coa anellada de manera més freqüent que en els lèmurs bruns (Evans, 2019). Així i tot, l'allargament del son també es presentà (*Taula 3.*).

Els resultats entorn de l'eficàcia de cada enriquiment per separat (*Figura 14. i Taula 4.*) va donar resultats significatius en el cas del segon i tercer enriquiment, encara que, semblant al cas anterior, la tendència del primer enriquiment, o farratge, també fou allargar el temps de son (*Taula 4.*).

Una possible explicació potser la composició dels enriquiments. El farratge és un enriquiment més familiar pels animals.

Aquests lèmurs ja farratgen sobre el terra independentment de la disposició d'un enriquiment que els hi compliqui la feina, a més, és una activitat que ambdues espècies realitzen de manera rutinària en estat salvatge, *Lemur catta* sobretot (Keith-Lucas *et al.*, 1999). Per la qual cosa el primer enriquiment pot haver suposat un estímul menys nou que no pas els dos duts a terme amb capses (Sommerfeld *et al.*, 2006).

En el cas de l'enriquiment, amb capsels els animals s'enfrontaren a una situació nova. Les capsels cridaneres eren un estímul diferent, nou i tal volta més atractiu, capsels amb forats dels quals s'emetia una olor d'atracció. El processament mental necessari per a la solució del problema i la superació de la por inicial ben segur elevaren els rangs d'activitat molt (Dishman *et al.*, 2009).

Exactament, el mateix es donà amb les capsels elevades, o equilibri, ja que si bé ja havien conegut el que era un enriquiment amb capsels, aquest darrer enriquiment suposà una manera totalment innovadora d'enfrontar la problemàtica.

En una possible explicació de si és la interacció entre els objectes de l'enriquiment la possible explicació de l'allargament del temps de son, es varen analitzar les correlacions entre el temps d'interacció directa i el temps de son. Els resultats no foren en aquest sentit. De fet, com es pot observar a la *Taula 6.*, la interacció fou inversa, a més interacció menys temps de son, excepte al tercer enriquiment, però en aquest cas no fou significatiu. Com s'ha mencionat anteriorment, els enriquiments són excitadors pels lèmurs, aconseguen augmentar la seva activitat molt durant la vigília (Dishman *et al.*, 2009). Això implica que més enllà del que fou recollit com interacció directa amb l'enriquiment, es produïren comportaments d'activitat exagerada de corregudes i bots per les instal·lacions fruit de la tensió a la qual s'exposaren els animals quan es trobaren davant una situació nova per ells, es produïren més jocs entre els lèmurs, causats per l'excitació inicial, i també, més comportaments afiliatius entre els individus, per a assolir calma la tensió soferta inicialment (Lutz & Novak, 2005). Això fou observat, però no recollit per les complicacions en la interpretació i en el temps disponible. Aquest augment d'activitat a la vegada que d'ansietat i tensió (que tal volta també interfereix amb el son), fa que no es pugui afirmar que la interacció directa sigui la responsable de l'allargament del període de son comportamental. En aquest punt és interessant hipotetitzar pel que fa als possibles resultats dels dos enriquiments que es dissenyaren, però no s'aplicaren. Respecte al de les botelles, la complexitat d'aquest i el corresponent esforç més gran pels lèmurs potser hauria comportat un resultat més favorable cap a la relació entre els dos fets. Respecte al dels gelats, el fet d'estar exposat a un enriquiment refrescant en condicions de temperatures elevades, potser hauria també comportat una correlació major. En tot cas, en la recerca dels responsables dels resultats caldrien més estudis. Com s'esmenten a les limitacions de l'estudi, ja que caldria haver fet una anàlisi més detallada del temps de vigília que hagués pogut recollir l'estat dels animals enfront dels enriquiments.

Així i tot, és innegable que s'ha produït un augment del son en gairebé tots els animals i després de gairebé tots els enriquiments (encara que en alguns casos no foren significatius, sí que anaven a favor de la hipòtesi plantejada). Aquest augment de son comporta possiblement un augment del benestar (com s'ha esmentat a la introducció), la qual cosa fa necessària la seva aplicació a qualsevol centre zoològic per a aquests animals.

**Possibles limitacions:**

És innegable que aquest treball presenta un llistat de limitacions llarg.

En primer lloc, la mida mostral, ha comportat la principal problemàtica. En la majoria d'estudis d'enriquiment realitzats en primats les mostres són molt més elevades, es tenen molts més individus de lèmurs i s'analitzen els seus comportaments durant períodes temporals molt més elevats (Vining, 2021). Això fou totalment inviable per òbvies limitacions, a les instal·lacions de Natura Parc hi havia just 10 lèmurs, 8 *Lemur catta* i 2 *Eulemur fulvus*, dels quals 6 *Lemur catta* estaven a una instal·lació de major mida on la col·locació de càmeres hagués estat massa complexa. A més, el pressupost de partida disponible per a la compra de material hauria fet inviable la instal·lació de més de 4 càmeres que foren les emprades.

En segon lloc, la problemàtica en l'anàlisi de dades fou evident, revisar gravacions requereix una dedicació temporal molt elevada, per a la revisió d'un enriquiment gairebé fou necessària una setmana d'observació i anotació. Aquesta raó expandí el temps entre enriqueiments i feu inviable la instal·lació de més enriqueiments tot i que haguessin estat ja dissenyats. També cal afegir les condicions tècniques del material disponible, la gravadora tenia certes limitacions condicionades no només per capacitat, sinó també per antiguitat. Pel primer factor, només es podia recollir d'un cop un màxim de 50 hores i en cas d'excedir-se d'aquesta limitació temporal, la gravació es produïa sobre el ja gravat. Pel segon factor, no es trobaren formats compatibles per extreure i guardar les gravacions de la gravadora en un ordinador, disc dur o a un llapis de memòria. Per tant, després de cada un dels enriqueiments fou necessària la desinstal·lació de la gravadora i emportar-se-la per tal de revisar les gravacions a un monitor des d'un lloc més còmode i òptim. A més, la inexperiència d'hom en la revisió de gravacions i l'elaboració d'un etograma podria haver condicionat a uns requisits temporals més elevats dels estrictament necessaris per a aquesta feina. El treball conjunt de més persones en l'anàlisi de les imatges hauria agilitzat de manera molt evident el procés i hauria alhora assegurat una fiabilitat major dels resultats obtinguts. Això també va repercutir en el fet de no poder gravar els moments de vigília enfront dels enriqueiments (com ja s'ha esmentat als resultats).

Finalment, la limitació més gran de tot l'estudi fou la impossibilitat de recollir la temperatura corporal dels animals, si bé s'instal·laren iButtons per la recol·lecció de les temperatures ambientals a les parets dels recintes, hagués estat ideal poder aconseguir la temperatura corporal de l'animal amb la utilització d'aquests elements. Les limitacions al respecte es trobaven en el fet que, fos quin fos el mètode seleccionat, el temps era insuficient. O bé s'optava per una instal·lació subcutània dels botons tèrmics, la qual per a un projecte tan curt i per tots els rics que suposava era inviable, o bé per posar collars als lèmurs per tal que captin la temperatura, la qual cosa hauria requerit molt de temps d'habituaent, del qual tampoc es disposava (Schmid & Ganzhorn, 2009; Praga, 2011).

**Projeccions de futurs estudis:**

L'estat actual de la fauna en general implica una necessitat evident dels projectes de conservació *ex-situ* per a assegurar el futur de moltes espècies. Així doncs, el captiveri ha de tenir les condicions necessàries per a assegurar el benestar dels animals.

El son dels animals està molt estudiat, però no tant en animals com en humans, i si s'ha demostrat un lligam estret entre el benestar animal i la qualitat de son, és indispensable assegurar que tots els animals en captiveri dormin el millor possible i en les millors condicions possibles.

El son juga un paper transcendental en els primats (National Research Council, 1998), i així, en part, ho hem demostrat en aquest estudi. La despesa energètica intensa que reporta els patrons de vigília dels primats fa que els requisits de son siguin molt elevats (Reinhardt, 2020).

Assegurar que aquest son sigui semblant al dels animals en llibertat pot representar un benestar major.

A l'hora de projectar futurs estudis, s'ha d'aconseguir que els primats dormin bé en captiveri. Per tant, cal fer el plantejament, no només d'assegurar uns patrons d'activitat ideals durant la vigília amb l'enriquiment, que tan indispensable és, sinó també que el son sigui consistent i llarg. Així mateix, pel que fa a les instal·lacions i menjar, cal que els primats es vegin exposats a una dosi d'estrès estimulant i reforçadora, que és el que ofereix l'enriquiment ambiental.

Si s'assegura com en el cas dels humans que el son és un bon indicador del benestar dels éssers, en els estudis és necessària una bona avaluació d'aquest (Barros *et al.*, 2019). Així, en els dissenys de nous estudis és recomanable una mostra major d'animals i una major quantitat de medis de registres o de mesures, com podria ser l'ús d'activímetres per al registre de la vigília, d'íButtons o la instal·lació de càmeres tèrmiques per controlar totes les variacions de les temperatures corporals dels animals o en un context ideal, fer un estudi poligràfic del son.

Tots aquests estudis plausibles serien més complicats, però podrien oferir informació de gran interès respecte a l'estat de tots els primats en captiveri i, al mateix temps, oferir informació important respecte al nostre propi son.

Els lligams evolutius són molt fàcilment interpretables, no hi ha misteri en la definició de l'espècie humana com a un primat més, però conèixer del son dels primats no humans en llibertat i en captiveri pot esdevenir útil per a conèixer si la pauta i rutina de son de l'espècie humana és evolutivament coherent, si és una espècie a la qual li pertocaria un son monofàsic com a primat antropoide i no pas un polifàsic i, finalment, conèixer quin paper hi juga una vigília amb despesa energètica en el nostre son i, per tant, el nostre benestar (Capellini *et al.*, 2008; Llorente, 2019).

## CONCLUSIONS:

Les conclusions del treball són les següents:

- Es pot concloure que els enriquiments han aconseguit augmentar el temps de son comportamental dels lèmurs estudiats. Així i tot, la intensitat significativa de l'augment ha estat diferent segons l'animal.
- Es pot concloure que a major complexitat dels enriquiments major és l'afectació d'aquests sobre el temps de son comportamental dels animals i sobre els patrons d'activitat durant la vigília.
- Es pot concloure que la major part de l'augment en l'activitat dels lèmurs no depèn exclusivament de la interacció directa amb els objectes exposats, sinó de tots els canvis en el seu comportament: més excitació, més joc i més conductes afiliatives.
- Es pot concloure que els lèmurs dormen més com més fred fa, ja que en les condicions més extremes de fred mostraren un augment significatiu del temps de son comportamental.
- Es pot concloure que si s'estableix una relació entre el temps de son comportamental i el benestar de l'animal, s'ha aconseguit un augment del benestar general dels lèmurs de Natura Parc, els quals ja es trobaven en bones condicions.

## AGRAÏMENTS:

M'agradaria agrair, primerament, a la meva tutora, a la Dra. María Cristina Nicolau Llobera, per la seva predisposició a acollir aquelles propostes que m'il·lusionassis i ajudar-me al llarg del desenvolupament del treball. Així mateix, a tot el seu grup d'investigació, especialment al Dr. Mourad Akaarir El Ghourri i al Dr. Rubén Víctor Rial Planas per tot el suport i idees aportades. També m'és de menester agrair a tota la gent de Natura Parc, per deixar-me treballar a les seves instal·lacions i estar completament oberts a les propostes dels enriquiments. Aida, Aina i Felipe, gràcies. Finalment, en el terreny més personal, m'agradaria agrair a tota aquella gent important, família i amics, tant als de sempre com a tots aquells nous vincles formats. Gràcies, mamà, per l'ajuda amb els enriquiments. També a la que ha estat la meva parella durant gairebé tota la carrera, per haver estat incondicional, gràcies, floreta.



Figura 15. Fotografia de na Mel damunt un dels enriquiments.



**BIBLIOGRAFIA:**

- Allison, T., & Cicchetti, D. V. (1976). Sleep in mammals: ecological and constitutional correlates. *Science*, 194(4266), 732-734.
- Baker, A. (2021, July 20). *Climate, Not Conflict. Madagascar's Famine is the First in Modern History to be Solely Caused by Global Warming*. Time. <https://time.com/6081919/famine-climate-change-madagascar/>
- Barros, M. B. D. A., Lima, M. G., Ceolim, M. F., Zancanella, E., & Cardoso, T. A. M. D. O. (2019). Quality of sleep, health and well-being in a population-based study. *Revista de saude publica*, 53.
- Browning, H., & Moro, L. (2006). A multi-sensory enrichment program for ring-tailed lemurs (*Lemur catta*) at Auckland Zoo, including a novel feeding device.
- Capellini, I., Nunn, C. L., McNamara, P., Preston, B. T., & Barton, R. A. (2008). Energetic constraints, not predation, influence the evolution of sleep patterning in mammals. *Functional ecology*, 22(5), 847-853.
- Conde, D. A., Flesness, N., Colchero, F., Jones, O. R., & Scheuerlein, A. (2011). An emerging role of zoos to conserve biodiversity. *Science*, 331(6023), 1390-1391.
- Corson, C. (2014). Conservation politics in Madagascar: The expansion of protected areas. In *Conservation and environmental management in Madagascar* (pp. 217-239). Routledge.
- Dishman, D. L., Thomson, D. M., & Karnovsky, N. J. (2009). Does simple feeding enrichment raise activity levels of captive ring-tailed lemurs (*Lemur catta*)?. *Applied Animal Behaviour Science*, 116(1), 88-95.
- Esaki, S., Nakayama, M., Arima, S., & Sato, S. (2021). Use of Actigraphy for a Rat Behavioural Sleep Study. *Clocks & Sleep*, 3(3), 409-414.
- Evans, M. T. (2019). Effects of Enrichment on Captive Ring-tailed Lemurs.
- Fernandez, E. J., & Timberlake, W. (2019). Selecting and testing environmental enrichment in lemurs. *Frontiers in Psychology*, 10, 2119.
- Fruth, B., Tagg, N., & Stewart, F. (2018). Sleep and nesting behavior in primates: A review. *American Journal of Physical Anthropology*, 166(3), 499-509.
- IUCN (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. Retrieved February 8, 2023, from <https://www.iucnredlist.org>
- Jones, S. G., Paletz, E. M., Obermeyer, W. H., Hannan, C. T., & Benca, R. M. (2010). Seasonal influences on sleep and executive function in the migratory White-crowned Sparrow (*Zonotrichia leucophrys gambelii*). *Bmc Neuroscience*, 11(1), 1-19.
- Keith-Lucas, T., White, F. J., Keith-Lucas, L., & Vick, L. G. (1999). Changes in behavior in free-ranging *Lemur catta* following release in a natural habitat. *American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists*, 47(1), 15-28.
- Kleitman, N. (1987). *Sleep and wakefulness*. University of Chicago Press.
- Laville, S. (2022, July 13). *Climate adaptation bill for African countries to dwarf health spending*. The Guardian.
- Li, J., Vitiello, M. V., & Gooneratne, N. S. (2018). Sleep in normal aging. *Sleep medicine clinics*, 13(1), 1-11.
- Lutz, C. K., & Novak, M. A. (2005). Environmental enrichment for nonhuman primates: theory and application. *Illar Journal*, 46(2), 178-191.
- Llorente, M. (2019). *Primates: biología, comportamiento y evolución*. Lynx Edicions.
- Mellor, D. J., Hunt, S., & Gusset, M. (2015). Caring for wildlife: The world zoo and aquarium animal welfare strategy. *WAZA Executive Office: Gland, Switzerland*, 1-87.
- Mittermeier, R. A., Louis Jr, E. E., Richardson, M. J., Schwitzer, C., Langrand, O., Rylands, A. B., Hawkins, F., Rajaobelina, S., Ratsimbazafy, J., Rasoloarison, R., Roos, C., Kappeler, P. M., & MacKinnon, J. (2010). *Lemurs of madagascar*. Conservation International.
- National Research Council. (1998). The psychological well-being of nonhuman primates.

- Palagi, E., Gregorace, A., & Tarli, B. (2002). Development of olfactory behavior in captive ring-tailed lemurs (*Lemur catta*). *International Journal of Primatology*, 23(3), 587.
- Parga, J. A. (2011). Nocturnal ranging by a diurnal primate: are ring-tailed lemurs (*Lemur catta*) cathemeral?. *Primates*, 52(3), 201-205.
- Prescott-Allen, R. (2023). ■ Conservation of Wild Genetic Resources. *The Earthscan Reader in Sustainable Development*, 40-48.
- Reinhardt, K. D. (2020). Wild primate sleep: Understanding sleep in an ecological context. *Current Opinion in Physiology*, 15, 238-244.
- Rial, R. V., Canellas, F., Gamundí, A., Akaârir, M., & Nicolau, M. C. (2018). Pleasure: the missing link in the regulation of sleep. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 88, 141-154.
- Samson, D. R., Vining, A., & Nunn, C. L. (2019). Sleep influences cognitive performance in lemurs. *Animal Cognition*, 22, 697-706.
- Schmid, J., & Ganzhorn, J. U. (2009). Optional strategies for reduced metabolism in gray mouse lemurs. *Naturwissenschaften*, 96, 737-741.
- Schwitzer, C., King, T., Robsomanitrاندrasana, E., Chamberlan, C., & Rasolofoharivelo, T. (2013). Integrating ex situ and in situ conservation of lemurs. *Lemurs of Madagascar: A strategy for their conservation, 2016*, 146-152.
- Shapiro, M. E., Shapiro, H. G., & Ehmke, E. E. (2018). Behavioral responses of three lemur species to different food enrichment devices. *Zoo biology*, 37(3), 146-155.
- Shepherdson, D. J., Mellen, J. D., & Hutchins, M. (Eds.). (1999). *Second nature: Environmental enrichment for captive animals*. Smithsonian Institution.
- Siegel, J. M. (2008). Do all animals sleep?. *Trends in neurosciences*, 31(4), 208-213.
- Sommerfeld, R., Bauert, M., Hillmann, E., & Stauffacher, M. (2006). Feeding enrichment by self-operated food boxes for white-fronted lemurs (*Eulemur fulvus albifrons*) in the Masoala exhibit of the Zurich Zoo. *Zoo Biology: Published in affiliation with the American Zoo and Aquarium Association*, 25(2), 145-154.
- Sternberg, T., Viles, H., & Cathersides, A. (2011). Evaluating the role of ivy (*Hedera helix*) in moderating wall surface microclimates and contributing to the bioprotection of historic buildings. *Building and Environment*, 46(2), 293-297.
- Styger, E., Rakotondramasy, H. M., Pfeffer, M. J., Fernandes, E. C., & Bates, D. M. (2007). Influence of slash-and-burn farming practices on fallow succession and land degradation in the rainforest region of Madagascar. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 119(3-4), 257-269.
- Tattersall, I. (1987). Cathemeral activity in primates: a definition. *Folia primatologica*, 49(3-4), 200-202.
- UNICEF (2021). *Social policy: for every child, a fair chance in life*. UNICEF for Every Child. Madagascar. Retrieved February 8, 2023, from <https://www.unicef.org/madagascar/en/programme/pse>
- Vining, A. Q., Nunn, C. L., & Samson, D. R. (2021). Enriched sleep environments lengthen lemur sleep duration. *Plos one*, 16(11), e0253251.
- Williams, J. (2001). *Biodiversity Theme Report*. Internet Archive. Wayback Machine. Retrieved February 8, 2023, from <https://web.archive.org/web/20081208141905/http://www.environment.gov.au/soe/2001/publications/the-me-reports/biodiversity/biodiversity01-3.html>
- Wright, P. C. (2007). Considering climate change effects in lemur ecology and conservation. *Lemurs: Ecology and adaptation*, 385-401.
- Young, R. J. (2013). *Environmental enrichment for captive animals*. John Wiley & Sons.
- Zeeve, S., & Porton, I. (1997). Zoo-based conservation of Malagasy prosimians. *Primate Conservation: The Role of Zoological Parks*, 83-95.

**ANNEXOS:**

Tots els annexos donats són referències directes al material utilitzat i als càlculs realitzats. Malauradament, gairebé totes les gravacions s'eliminaren per l'espai limitat de memòria de la gravadora i l'impossibilitat de transferir-les a cap altre dispositiu per culpa del format desfasat que tenia. De totes maneres, es van mantenir 5 gravacions importants de cada un dels enriquiments:

*PRIMER ENRIQUIMENT:*

<https://drive.google.com/drive/folders/1rFkETd4U5n6eA2N6GHV-x1GpaXjT9gfA?usp=sharing>

*SEGON ENRIQUIMENT:*

<https://drive.google.com/drive/folders/15mGozMmlnNyRfb5Mnwphv7-4mMA5CEZr?usp=sharing>

*TERCER ENRIQUIMENT:*

[https://drive.google.com/drive/folders/1VoDlwCk2jNmaSRPa5BIG8L52tr6V7B\\_T?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1VoDlwCk2jNmaSRPa5BIG8L52tr6V7B_T?usp=sharing)

Així mateix, és necessari adjuntar tot el material recollit, és a dir, totes les taules d'Excel emprades tant pel recompte de minuts com per les temperatures recollides pels botons tèrmics, d'aquest document és de menester conèixer que I.D. vol dir interacció directa, A.E. vol dir amb enriquiment, S.E. sense enriquiment, E.E. fa referència a la instal·lació exterior dels *Eulemur*, E.I. fa referència a la instal·lació interior dels *Eulemur*, L.E. fa referència a la instal·lació exterior dels *Lemur* i L.I. fa referència a la instal·lació interior dels *Lemur*.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1bCt6WL5nA9zvdE1bRzdipvXFxPSZPGK/edit?usp=sharing&ouid=113442749899877943608&rtpof=true&sd=true>

Totes les dades de temperatura així com es van obtenir sense processar-les són les següents, amb la seva corresponent distinció per instal·lació:

[https://drive.google.com/drive/folders/1VdYh\\_6ZJIHkbP5A\\_QQ0MNynrsgOgYr5A?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1VdYh_6ZJIHkbP5A_QQ0MNynrsgOgYr5A?usp=sharing)

Els codis de *RStudio* emprats foren els següents:

*GENERAL:*

<https://drive.google.com/drive/folders/15nlxxcF-ht1ZUx9P80L560iQoLnJbqTE?usp=sharing>

*PER LÈMUR:*

[https://drive.google.com/drive/folders/1U7w-fIL77kEtyKqn7d\\_j7kpmsvFirEQP?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1U7w-fIL77kEtyKqn7d_j7kpmsvFirEQP?usp=sharing)

*PER ENRIQUIMENT:*

<https://drive.google.com/drive/folders/1htEHRqOWf-QJiUuC2pOE90VHgAO7gKHG?usp=sharing>

*INTERACCIÓ:*

<https://drive.google.com/drive/folders/1aYBSv10nOICw8TH28F3dsL18DOC8hGX5?usp=sharing>

*TEMPERATURA:*

<https://drive.google.com/drive/folders/1lI0uoaeuCPuCc0nP7X5tamJZ0yIngEyY?usp=sharing>

Finalment, per acabar amb el material annexat afegesc un recull fotogràfic dels qui han estat protagonistes del Treball de Fi de Grau, els quals per ventura són pocs, però són interessants. Aquí adjunt fotografies de na Ruc, en Din, en Tap i na Mel:

<https://drive.google.com/drive/folders/14DJT1dSlqAuYd-1d5VKA5Mqf5Yr6JO5l?usp=sharing>