

UNIVERSITAT DE BARCELONA

FACULTAT DE FARMÀCIA

RITMES D'ACTIVITAT MOTORA EN RATOLINS AÏLLATS

Memòria presentada per Trinitat
Cambras i Riu, per optar al grau
de llicenciatura en farmàcia.

Aquest treball ha estat dirigit
pel Professor Dr. Antonio Torralba
Rodríguez.

Barcelona, setembre del 1981.

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0701740898

Als meus pares



LABORATORIO DE FISILOGIA ANIMAL
FACULTAD DE FARMACIA
—
UNIVERSIDAD DE BARCELONA
BARCELONA-28
(ESPAÑA)

ANTONIO TORRALBA RODRIGUEZ, PROFESSOR CATEDRÀTIC DE FISILOGIA
ANIMAL DE LA FACULTAT DE FARMÀCIA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA,

CERTIFICO: Que la Tesi de llicenciatura titulada "RITMES D'ACTI-
VITAT MOTORA EN RATOLINS AÏLLATS" presentada per
Trinitat Cambras i Riu per optar al grau de Llicenciat
en Farmàcia, ha estat realitzada al Laboratori de la
Càtedra sota la meva direcció i, considerant-la conclo-
sa, autoritzo la seva presentació per ser jutjada pel
Tribunal corresponent.

I perquè en prengueu coneixement i tingui els efectes
que corresponguin, signo aquesta certificació.

Barcelona, 28 de setembre de 1981

Vull expressar el meu agraïment a tots aquells que, tant pel seu treball com pel seu alè , han contribuït a que aquest treball fos realitzat.

I molt especialment vull agrair,

-Al Dr.Antonio Torralba, la seva dedicació en la direcció de la tesina, i l'haver-me facilitat tots els mitjans necessaris per realitzar-la.

-A l'Antoni Díez i Noguera, la seva incalculable ajuda, així com l'interès i il.lusió en aquest treball, que m'ha arribat a transmetre.

-A en Josep M. Cervelló, bon coneixedor de l'idioma, que s'ha encarregat de la tasca de la correcció gramatical.

INDEXPàg.

<u>1.-INTRODUCCIÓ</u>	1
<u>1.1.-CLASSIFICACIÓ DELS RITMES BIOLOGICS</u>	4
1.1.1.-Segons el seu període	4
1.1.2.-Segons el seu origen	4
<u>1.2.-CARACTER ENDÒGEN DELS RITMES</u>	5
1.2.1.-SINCRONITZADORS	7
1.2.1.1.-Temperatura	7
1.2.1.2.-Accés al menjar	7
1.2.1.3.-Estimuls socials	8
1.2.1.4.-Hormones	9
1.2.1.5.-Llum	10
1.2.1.5.1.-Entrada de la llum per la retina	10
1.2.1.5.2.-Fotoreceptors extraretinals	12
1.2.2.-GENERACIÓ DELS RITMES	13
1.2.2.1.-Rítmes elèctrics del cervell	13
1.2.2.2.-Nucli supraquiasmàtic	13
1.2.2.3.-Altres regions del cervell	16
1.2.2.4.-Glàndula pineal	17
<u>1.3.-ACTIVITAT MOTORA</u>	21
1.3.1.-Factors que influeixen sobre l'activitat motora	21
1.3.1.1.-Infrasons	21
1.3.1.2.-Temperatura	21
1.3.2.-Factors que influeixen en el ritme d'acti- vitat motora	22

1.3.2.1.-Camps magnètics	22
1.3.2.2.-Condicions ambientals	22
1.3.2.3.-Hormones	22
<u>1.4.-EVOLUCIÓ DELS RITMES</u>	23
1.4.1.-Ritme de corticosterona plasmàtica ...	24
<u>1.5.-CARACTER HEREDITARI DELS RITMES</u>	26
<u>2.-PROPÒSIT I DISSENY</u>	28
<u>3.-MATERIAL I MÈTODES</u>	32
<u>3.1.-MATERIAL</u>	33
3.1.1.-Animals	33
3.1.2.-Condicions de manteniment	33
3.1.3.-Aparells	34
<u>3.2.-MÈTODE</u>	36
<u>3.3.-TRACTAMENT MATEMÀTIC I ESTADÍSTIC</u>	39
3.3.1.-ANÀLISI DE FOURIER	39
3.3.1.1.-Formació de $f(t)$ a partir dels seus harmònics	39
3.3.1.2.-Contingut de potència promig	41
3.3.1.3.-Espectres de potència promig. Teorema de PARSEVAL	42
3.3.1.4.-Evaluació dels coeficients de FOURIER	43
3.3.2.- <u>FUNCIÓ DISCRIMINANT</u>	46

3.3.2.1.-Càlcul dels coeficients discriminants .	47
3.3.2.2.-Significació estadística.	
Prova de HOTELLING	49
<u>3.3.3.-ANÀLISI DE LA VARIANÇA</u>	50
3.3.3.1.-Procediment matemàtic	51
3.3.3.2.-Variança residual	55
3.3.3.3.-Proves de significació.Prova de SNEDECOR	56
3.3.4.- <u>FUNCIÓ DE CORRELACIÓ</u>	59
3.3.4.1.-Canvis de variables	59
3.3.4.2.-Regressió linial	60
3.3.4.3.-Coeficient de correlació	61
<u>4.-RESULTATS</u>	64
4.1.-Dades diàries d'activitat motora	65
4.2.-Gràfiques individuals d'activitat motora .	66
4.3.-Gràfiques d'espectres individuals	66
4.4.-Mitjanes per famílies	66
4.5.-Mitjana total	67
4.6.-Suma dels continguts de potència dels harmònics 1,2,3 i 4,5,6, ...	67
4.7.-Discriminants	68
4.7.1.-Anàlisi de la variança dels discriminants	69
4.7.2.-Estudi de les capacitats discriminants dels diferents harmònics	69
4.8.-Anàlisi de la variança del contingut de potència de l'harmònic 1	70
4.9.-Anàlisi de la variança del contingut de potència de l'harmònic 4	71
4.10.-Evolució de l'harmònic 1.....	71

4.11.-Evolució de l'harmònic 4	72
5.- <u>DISCUSSIÓ</u>	137
5.1.-Diferenciació familiar	138
5.2.-Evolució del ritme d'activitat	140
6.- <u>CONCLUSIONS</u>	143
7.- <u>BIBLIOGRAFIA</u>	145

Índex de taules

	<u>Pàg.</u>
Taula I - Dades d'activitat motora total (dies 1-30) ..	75
Taula II - Dades d'activitat motora total (dies 31-56).	76
Taula III - Anàlisi de la varianza de les dades d'acti- vitat motora (global)	77
Taula IV - Anàlisi de la varianza de les dades d'acti- vitat motora (setmanes 1 i 2)	78
Taula v - Anàlisi de la varianza de les dades d'acti- vitat motora (setmanes 3 i 4)	79
Taula VI - Anàlisi de la varianza de les dades d'acti- vitat motor: (setmanes 5 i 6)	80
Taula VII - Anàlisi de la varianza de les dades d'acti- vitat motora (setmanes 7 i 8)	81
Taula VIII -Discriminants obtinguts amb els 15 primers harmònics (dies 1-29)	82
Taula IX - Discriminants obtinguts amb els 15 primers harmònics (dies 30-54)	83
Taula X - Coeficients discriminants i probabilitats per els 15 primers harmònics	84
Taula XI - Anàlisi de la varianza dels discriminants ..	85
Taula XII - Anàlisi de la varianza dels discriminants (dies 1-29 i 30-54)	86
Taula XIII- Capacitats discriminants	87
Taula XIV - Discriminants obtinguts amb els harmònics 1,4 i 7 (dies 1-29)	88
Taula XV - Discriminants obtinguts amb els harmònics 1,4 i 7 (dies 30-54)	89

Taula XVI -	Coeficients discriminants i probabilitats per els harmònics 1,4 i 7	90
Taula XVII -	Dades del contingut de potència de l'harmònic 1	91
Taula XVIII -	Dades del contingut de potència de l'harmònic 1 (dies 31-56)	92
Taula XIX -	Dades del contingut de potència de l'harmònic 4 (dies 1-30)	93
Taula XX -	Dades del contingut de potència de l'harmònic 4 (dies 31-56)	94
Taula XXI -	Anàlisi de la variança del contingut de potència de l'H. 1 (global)	95
Taula XXII -	Anàlisi de la variança del contingut de potència de l'H.1 (setmanes 1 i 2)	96
Taula XXIII -	Anàlisi de la variança del contingut de potència de l'H.1 (setmanes 3 i 4)	97
Taula XXIV -	Anàlisi de la variança del contingut de potència de l'H.1 (setmanes 5 i 6)	98
Taula XXV -	Anàlisi de la variança del contingut de potència de l'H.1 (setmanes 7 i 8)	99
Taula XXVI -	Anàlisi de la variança del contingut de potència de l'H.4 (global)	100
Taula XXVII -	Anàlisi de la variança del contingut de potència de l'H.4 (setmanes 1 i 2)	101
→ Taula XXVIII -	Anàlisi de la variança del contingut de potència de l'H.4 (setmanes 3 i 4)	102
Taula XXIX -	Anàlisi de la variança del contingut de potència de l'H.4 (setmanes 5 i 6)	103

Taula XXX - Anàlisi de la varianza del contingut de potència de l'H.4 (setmanes 7 i 8)	104
Taula XXXI - Anàlisi de la varianza del contingut de potència de l'H.4 (global, amb interaccions)	105
Taula XXXII - Coeficients de correlació per a l'harmònic 1	106
Taula XXXIII- Coeficients per la corba de regressió asimptòtica per a l'harmònic 1	107
Taula XXXIV - Anàlisi de la varianza del valor de les asímptotes	108
Taula XXXV - Coeficients de correlació per a l'harmònic 4	109

Index de figures

	<u>Pàg.</u>
Figura 1a.- Esquema de la via òptica	19
Figura 1b.- Esquema de les estructures relaciona- des amb la visió a la rata	20
Figura 2.- Esquema de la habitació aïllada	38
Figura 3.- Esquema del procés operatiu	31
Figura 4.- Activitat motora individual(dies 1-30)	110
Figura 5.- Activitat motora individual(dies 31-56)	111
Figura 6.- Espectres de potència individuals (dies 1-30)	112
Figura 7.- Espectres de potència individuals (dies 31-56)	113
Figura 8.- Activitat motora i espectres de potència agrupats per famílies (dies 1-30) ...	114
Figura 9.- Activitat motora i espectres de potència agrupats per famílies (dies 31-56) ...	115
Figura 10.- Activitat motora i espectres de potència mitjans (dies 1-30)	116
Figura 11.- Activitat motora i espectres de potència mitjans (dies 31-56)	117
Figura 12.- Suma dels continguts de potència dels harmònics 1,2,3 i 4,5,6 (família A)..	118
Figura 13.- Suma dels continguts de potència dels harmònics 1,2,3 i 4,5,6 (família B)..	119
Figura 14.- Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps(mitjana dels 6 ani- mals)	120
Figura 15.- Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps(mitjanes per famílies)	121

Figura 16.- Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps (ratolí 1).....	122
Figura 17.- Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps (ratolí 2).....	123
Figura 18.- Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps (ratolí 3).....	124
Figura 19.- Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps (ratolí 4).....	125
Figura 20.- Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps (ratolí 5).....	126
Figura 21.- Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps (ratolí 6).....	127
Figura 22.- Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (mitjana dels 6 ani- mals)	128
Figura 23.- Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (mitjana de la fami- lia A)	129
Figura 24.- Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (mitjana de la fami- lia B)	130
Figura 25.- Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (ratolí 1).....	131
Figura 26.- Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (ratolí 2).....	132
Figura 27.- Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (ratolí 3).....	133
Figura 28.- Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (ratolí 4)	134

Figura 29.- Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (ratolí 5).....	135
Figura 30.- Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (ratolí 6).....	136

1.-INTRODUCCIÓ

Tot l'univers ve regit per una sèrie de lleis físiques, que impliquen un moviment relatiu entre els diferents cossos. Això es reflexa en el nostre planeta, per la presència de gran diversitat de ritmes, tals com un ritme circanual de la terra al voltant del sol, un ritme llunar de 28 dies, un ritme circadiari de la terra girant sobre el seu eix, etc. Així doncs, tenint en compte que viure implica una adaptació a la terra i a les seves condicions de gravetat, atmosfera i temps, no serà gens estrany d'observar que la gran majoria d'organismes visquent en condicions naturals, manifestin una ritmicitat en la seva conducta, fisiologia i fins i tot bioquímica, com a conseqüència d'aquesta adaptació al medi extern.

Els ritmes biològics han estat coneguts des de fa molt temps sent acceptats com una propietat dels organismes vius, gràcies a treballs de fisiòlegs vegetals dels segles XVIII i XIX (14), però només han estat mesurats d'una manera científica d'ençà mitjans de segle amb el desenvolupament de noves tècniques de mesura i amb la utilització d'ordinadors per càlculs estadístics, creant-se així la ciència anomenada cronobiologia.

La cronobiologia estudia els canvis periòdics, o ritmes, dins dels organismes vius.

Durant molts anys, els cronobiòlegs han estat interessats en descobrir les bases fisiològiques de la ritmicitat i el pa-

per dels ritmes en la salut o malaltia. Així doncs, actualment va augmentant la importància i l'interès en el coneixement dels ritmes, creant-se nous camps d'estudi com la cronofarmacologia i la cronotoxicologia que introdueixen el factor temps a l'acció d'un tòxic o droga sobre l'organisme, buscant així quin serà el moment en el qual el cos serà més sensible a la droga.

Com exemples de l'associació de ritmes a una malaltia, son l'observació que el ritme de temperatura corporal es diferent en nens psicòtics que en nens normals, o bé, que els nens que neixen amb síndrome de dificultat respiratòria tenen retards en el començament d'activitats rítmiques(74) (20).

1.1.-CLASSIFICACIÓ DELS RITMES

Els ritmes biològics poden classificar-se:

1.1.1.-Com tots els fenòmens cíclics, atenent al seu període o freqüència, així tindrem:

Ritmes ultradiaris, de període inferior a 20 hores

Ritmes circadiaris, de període aproximat a 24 hores

Ritmes infradiaris, de període superior a 28 hores

Els més coneguts i estudiats són els ritmes circadiaris. Hi ha autors que sols consideren com a tals els ritmes amb període aproximat de 24 hores que es mantenen encara que les condicions ambientals restin constants, i no consideren circadiaris els ritmes de 24 hores que desapareixen en no variar les condicions externes(71).

1.1.2.-Segons el seu origen:

Ritmes exògens, que són els que la seva manifestació és depenent d'una periodicitat externa o exògena, com per exemple, el pols que augmenta en activitat i disminueix en repòs.

Ritmes endògens, que són els que persisteixen en absència d'influències externes. Son els més interessants per a l'estudi, ja que indiquen una ritmicitat inherent a cada organisme.

1.2.-CARACTER ENDOGEN DELS RITMES

El fet que molts ritmes persisteixin gairebé iguals en absència de fluctuacions periòdiques ambientals, indica que els organismes són capaços de generar per ells mateixos la oscil.lació. Això va portar la idea que els organismes haurien de tenir una mena de rellotge intern o oscil.lador.

La idea de rellotge biològic ja va ser apuntada per RICHTER a l'any 1922 (72) en observar la persistència dels ritmes d'activitat en mamífers (rata) sotmesos a foscor constant, o sigui sense estímuls externs de canvis de llum.

A l'any 1926 (38) JOHNSON va indicar que el ritme d'activitat no és depenent de les fluctuacions diàries de les condicions del medi, sinó que és l'expressió d'un ritme fisiològic intern.

La ritmicitat circadiana no sols s'ha observat en organismes multicel.lulars, sinó també en cèl.lules eucariotes (13) i en teixits aïllats (4) el que suggeria que dins dels organismes hi havia uns llocs que podien donar la iniciació dels ritmes.

HARKER (31) va indicar que en totes les cèl.lules hi havia un ritme de 24 hores bàsic i que cada cèl.lula o grup de cèl.lules podia constituir un rellotge circadian.

Aquests i altres fets han portat a la recerca de la localització i naturalesa d'aquest oscil.lador i a la investigació

de si els ritmes biològics són generats per un mateix oscil·lador o bé si cada ritme ve regit pel seu propi oscil·lador. Si es aquest segon cas cal veure si , a més, hi ha lligam i de quin tipus entre els diferents oscil·ladors.

Perquè un oscil·lador pugui ser considerat com a tal rellotge biològic cal que doni informació sobre el temps, tenir un dispositiu per posar-lo en funcionament si fos necessari i no ha de ser influenciat pels estímuls ambientals.

La localització dels oscil·ladors es veurà més endavant.

Per tal d'esbrinar el problema de si és un o varis oscil·ladors qui regulen els ritmes, s'ha considerat (34) que la desincronització de dos ritmes biològics diferents sota condicions externes constants, indica que els ritmes són controlats per diferents oscil·ladors.

Així , es va veure que els primats en aïllament, podien manifestar una desincronització de diferents ritmes circadianis, cosa que indicaria un sistema multioscil·lador (6) (50)

D'altra banda ,s'ha vist que mamífers petits sotmesos a llum constant, mantenien un angle de fase més o menys semblant entre diferents ritmes biològics tals com entre activitat motora i cicle de l'estro (22) o bé entre el ritme de corticosterona plasmàtica i el ritme de menjar (34). Aquest paral·lisme suggereix que aquests ritmes estan acoplats a un oscil·lador intern comú.

1.2.1.-SINCRONITZADORS

Els ritmes poden ser alterats per la influència d'agents externs anomenats sincronitzadors, definint-se com a tals les influències periòdiques que són dominants per determinar un ritme.

L'alteració d'un ritme es pot donar en el període o en l'amplitud.

Cal recordar que el període es el temps transcorregut fins que s'ha produït tot un cicle, sent el cicle la part més curta d'un ritme que es repeteix indefinidament, i que l'amplitud es el valor màxim de la magnitud oscil·lant.

En els mamífers el principal oscil·lador es el període llum-foscor.

Altres possibles oscil·ladors, o sincronitzadors, són:

1.2.1.1.-Temperatura

S'ha vist que les fluctuacions de temperatura ambiental influeixen en els ritmes circadianis d'animals ectotèrmes, encara que no influeix en els endotèrmes (70)

1.2.1.2.-Accés al menjar

S'ha vist que per canvis en els horaris del menjar, s'influeixen els ritmes de glucosa hepàtica i plasmàtica (63), al igual que hi ha canvis en el nivell de corticosterona plasmàtica i d'alguns enzims.

Aquest oscil·lador no afecta tots els ritmes del organisme, per exemple s'ha trobat que els ritmes de beguda i secreció urinària son afectats per els canvis en el ritme de menjar-

abstinència, mentre que no afecten el ritme de temperatura (91) , ni el d'activitat (61) que segueixen el ritme llum fosc.

Hi ha autors que han trobat(44) que rates amb accés al menjar i beguda només dues hores al dia i durant el període de llum, manifestaven un canvi de fase de 12 hores en els ritmes de corticosterona plasmàtica i temperatura corporal, havent-hi en aquest cas una major influència del factor menjar sobre el cicle de llum. Això indica que els ritmes varien segons els diferents factors i les condicions de cada factor.

1.2.1.3.-Estímul socials

La majoria d'autors no s'han posat d'acord en si els ritmes d'un animal són influenciats o no per altres animals que visquin a prop seu.

HALBERG (30), va indicar que les influències ambientals afecten als ritmes circadianis dels ratolins, demostrant que ratolins cecs de neixement mostraven un ritme circadiari d'acidòfils en sang segons el ritme llum-fosc , i en treure els ratolins normals que vivien en la mateixa gàbia , desapareixia aquest ritme dels animals cecs, veient així una sincronització.

També s'ha demostrat una sincronització de ritmes en l'activitat de ratolins cecs amb ratolins normals que vivien en la mateixa habitació , però en gàbies adjacents (71), sorgint la pregunta de si són sincronitzats pels ritmes de sorolls per algun component específic del soroll o per alguna feromona, cosa que demostraria la importància del sentit ol-

factori.

La ritmicitat en la conducta materna, observada en rates també sembla tenir una funció sincronitzant les cries amb les mares (1).

Per altra banda TAKAHASHI (92) va observar les influències socials sobre el ritme circadiari de secreció adrenocortical de rates cegues i normals sota diferents condicions de llum (en cicle llum-foscor i en llum constant), i va concloure que aquest ritme no era influenciat per les altres rates fins i tot quan vivien en la mateixa gàbia, i que la influència que pogués haver-hi era molt feble. Aquesta influència va ser suposada en observar que el desfasament del ritme de rates cegues visquent en rates normals, era lleugerament diferent al de rates cegues sense rates normals. Amb això el que podria deduir-se és que hi ha sincronització social, i que aquesta es mostra més o menys evident segons el tipus de ritme estudiat i segons les condicions d'estudi.

1.2.1.4.-Hormones

Els oscil·ladors circadianis semblaven ser independents de la regulació hormonal, quan RICHTER(73) va comprovar que l'estirpació de glàndules endocrines, com les adrenals, tiroïd o pàncreas, no tenia efecte sobre els ritmes.

Però estudis més recents han demostrat que el sistema circadiari sí que ve regulat per l'endocrí:

-El període d'activitat del ratolí augmenta després de la

castració (15) i la implantació de testosterona el torna a disminuir, mentre que això no té efecte en animals control.

-Amb hámsters femelles, en cicles llum-foscor, s'ha vist que el començament de l'activitat fluctuant es produeix abans, en els dies tres i quatre del cicle de l'estro (57) (58), coincidint aquesta fase amb un augment en la secreció d'estradiol.

-En ocells, s'ha vist que en tractar pardals amb melatonina, disminueix el ritme d'activitat en foscor constant (96)

-Les hormones de l'escorça adrenal influeixen en altres ritmes, així, en monos adrenalectomitzats, el cortisol influeix en el ritme de secreció de potasi (56)

1.2.1.5.-Llum

Si bé els ritmes endògens persisteixen sota condicions de llum constant, s'ha vist, que el tipus de condicions externes fa variar lleugerament el període del ritme, així, (5) el període d'activitat d'un animal sotmès a llum constant és diferent al d'un altre sotmès a foscor constant. Això implica que si bé existeix un oscil·lador intern, aquest és influenciat per impulsos sensorials.

S'ha estudiat el camí pel qual els impulsos sensorials influeixen en els oscil·ladors, encara que no està massa clar. En el cas de la llum s'ha postulat la entrada per la retina o per fotoreceptors extraoculars.

1.2.1.5.1.-Entrada per la retina

Per estudiar la influència dels impulsos procedents de la retina en el sistema nerviós, com que els axons de les cèl·lules ganglionars de la retina formen el nervi òptic, s'han estudiat les quatre vies que surten del quiasma, observant quins ritmes són abolits per la destrucció d'alguns d'aquests tractes.

Esquemàticament els tractes que surten del quiasma són:

- Tracte òptic primari (POT), que acaba en el colliculus superior i en el nucli geniculat lateral (LGN).

- Tracte òptic accessori superior (SAOT), que acaba en el tegument del cervell mig.

- Tracte òptic accessori inferior (IAOT), que acaba en el nucli medi terminal del cervell mig.

- Tracte retinohipotàlamic (RHT), que és una projecció bilateral que connecta directament la retina amb el nucli supraquiasmàtic (SCN) de l'hipotàlem.

Per veure la influència d'aquests tractes sobre els diferents ritmes, s'han realitzat varis experiments:

- S'ha vist que rates amb talls en el colliculus superior(2) mostraven encara ritmes d'activitat circadianis, però la proporció d'activitat entre les dues fases disminuïa apreciablement.

- Lesions en el nucli geniculat lateral poden modificar la sensibilitat de les cèl·lules del nucli supraquiasmàtic als estímuls lluminosos (80). No interfereix en el ritme de cortisona en rates (51), però sí que elimina els ritmes de beguda en rates sotmeses a un període de llum-fosc 12-12 hores (87)(89)

-La transecció bilateral del iaot, elimina la resposta de l'enzim pineal hidroxindol orto metil transferasa (HIOMT) a la llum. Aquesta resposta és un paràmetre que no segueix un veritable ritme circadiari, ja que varia amb el fotoperíode, però sí que ens dóna un índex de la entrada de llum a la pineal per la retina.

-Respecte el tracte retinohipotalàmic, sembla que és el principal responsable de la influència de la llum en els ritmes circadianis. Es va veure que la seva destrucció junt amb la del SCN, impedia la iniciació de ritmes al període llum-fosc (88)(52), encara que s'ha trobat que hamsters amb destrucció del SCN i del RHT, sincronitzaven també amb els ritmes de llum. (79)

1.2.1.5.2.-Entrada de la llum per receptors extraoculars

L'existència de fotoreceptors extraoculars no es coneix encara gairebé (11). En un principi es va pensar com a possibles receptors la capa de bastons, ja que a llum constant es produïa una degeneració d'aquesta capa (3), però es va veure que no ho eren ja que rates sense bastons també podien iniciar el ritme de corticosterona al ritme llum-fosc (18)

Alguns autors pensen que els fotoreceptors extraoculars, si existeixen, no tenen una funció significativa en la iniciació dels ritmes circadianis de mamífers (77), basant-se aquesta conclusió en el fracàs que mamífers cecs adults sincronitzessin amb els ritmes llum-fosc. (18)

Sí que s'ha demostrat que la llum incidint directament sobre l'hipotàlem de rates anucleades , aparentment és capaç de influir sobre el sistema endocrí i aixó és interessant perquè el teixit que respon , està localitzat , suposen, en el nucli supraquiasmàtic (47), que s'ha considerat com a un possible oscil·lador en rates i altres mamífers. Així doncs si aquesta regió del cervell tingués fotoreceptors extraoculars podria integrar impulsos fòtics provinents de fonts extraretinals o de la retina, ja que com hem dit el SCN està unit a la retina a través del RHT.

1.2.2.-GENERACIO DELS RITMES

1.2.2.1.-S'ha pensat com a origen dels ritmes la activitat elèctrica del cervell, així s'ha observat en mamífers inferiors , un ritme a l'hipocamp, ritme θ , que augmenta quan l'animal està en fase activa i desapareix quan està en fase de repòs (26), el que potser podria ser causa dels ritmes d'activitat. D'altra banda una sèrie d'estudis ,ja esmentats anteriorment, vanfer que es fixés l'atenció en el nucli supraquiasmàtic com a possible generador de ritmes i també en altres regions del cervell.

1.2.2.2.-Nucli supraquiasmàtic (SCN)

Són dos nuclis ovals, situats a la base del tercer ventricle de l'hipotàlem anterior, en posició ventrolateral, i a la part dorsal del quiasma òptic(29).

S'ha vist que les neurones del SCN tenen característiques especials:

-Els somes de les neurones són més petits d'allò que és normal i estan agrupats densament (28) (43) (90).

-El SCN també té una gran diversitat de sinapsi i vesícules sinàptiques de diferents mides i tipus, representant probablement una varietat de neurotransmisors (28) (48) (90)

-Les neurones del SCN contenen unes estructures de membrana especialitzades de funció encara no coneguda, i que s'han descrit també en el nucli arquejat (48)

SILVER (85), va indicar una gran correlació entre la pèrdua de ritmicitat en la conducta i el grau d'anormalitat estructural de les neurones del SCN.

S'han descrit estudis establint l'existència de connexions entre el SCN i altres estructures neurals, així com les eferències i aferències del SCN (25) (33) (54) (43).

Es va veure que la majoria d'unitats del SCN eren inhibides per la aplicació de monoamines (59) i que les unitats més sensibles als efectes inhibitoris eren les unitats excita- des per l'estimulació del nervi òptic.

Altres estudis mostren la influència d'activitat neural del SCN amb l'activitat d'altres parts del sistema nerviós, així l'estimulació elèctrica del SCN podia inhibir l'activitat neural en el tronc cervical superior, que és la part que inerva la glàndula pineal (60)

Respecte a la ritmicitat de les cèl.lules del SCN, s'ha vist:

-L'activitat espontània de les neurones del sistema nerviós de mamífers varia sistemàticament amb l'hora del dia (7)(41)(83), i per tant les respostes del teixit neural als diferents estímuls també varia (41)(83).

-L'activitat metabòlica general del SCN de la rata, fluctua amb un ritme circadiari veritable, mentre que les regions properes del cervell no tenen aquest ritme (84), que apareix als pocs dies del neixement (24). Això es coneix mesurant la utilització de glucosa que és més elevada durant la fase de llum.

-El SCN de rata també mostra una variació diària de serotonina, sent el pic màxim a prop de la fase de transició de llum a fosc (49).

La contribució del sistema nerviós en l'organització circadiana s'ha demostrat per què lesions en diferents parts del sistema nerviós influeixen en l'eliminació d'alguns ritmes, estudiats en rosegadors, així:

-Ritme de corticosterona.

Els nivells de corticosterona en sang són més elevats en el temps de transició de llum a fosc, havent-hi un ritme en rates cegues. Aquest ritme desapareix per lesions en la part posterior del quiasma (52).

-Ritme de la N-acetil transferasa pineal (NAT)

Aquest enzim és el que controla la producció de melatonina

en la glàndula pineal de la rata. El seu ritme , circadiari també, s'ha vist que elimina per talls posteriors al quiasma o per lesions en el SCN (53) (68).

-Ritme d'activitat

Per lesions en el nucli supraquiasmàtic disminueix l'activitat produint-se una nova redistribució en tot el cicle. No sol haver-hi pèrdua de ritmicitat però si un desenvolupament de ritmes ultradiaris, així doncs, s'ha vist l'aparició de ritmes de 8 hores en l'activitat d'hàsters amb el SCN lesionat (78) (79). Això podria indicar la presència d'un oscil.lador ultradiari o de varis circadiaris acoplats que persisteixen a la destrucció del SCN.

-Ritme de temperatura

S'ha vist que per lesions en el SCN s'aboleixen els ritmes de temperatura (45) (95), encara que algú hagi indicat que el pic de la fase fosca persisteixi després de lesions en el SCN (17)

-Per lesions en el SCN també varien els ritmes diaris de contingut de norepinefrina a l'hipocamp (55) i del ritme del cor (82).

1.2.2.3.-Altres regions del cervell postulades com a generadors de ritmes:

-Hipotàlem lateral

Lesions en aquesta àrea augmenten el caràcter nocturn dels ritmes de menjar i beguda en rates (76)

-Hipotàlem ventromedial i dorsomedial

Lesions en el VMH interfereixen en els ritmes de lipogènesi i lipolisi (39) (46). També disminueixen, encara que no eliminen, el ritme de beguda nocturn en rates (39).

Lesions en les dues parts, VMH i DMH, eliminen les fluctuacions diàries en la concentració de corticosterona plasmàtica (8)

1.2.2.4.-Glàndula pineal

Es un òrgan de funció controvertida, situat a la cara dorsal del diencèfal. En alguns vertebrats sembla ser que funciona com un veritable rellotge biològic.

Les pineals de peixos, anfibis i rèptils són fotosensitives. En el curs de la evolució, la pineal s'ha transformat d'òrgan fotosensorial a endocrí (69), així en mamífers i aus no sembla ser fotoreceptor.

La glàndula pineal, com a transductor endocrí, converteix les senyals nervioses en hormonals. Transforma serotonina en melatonina a través dels enzims N-acetil transferasa i hidroxilindol ortometil transferasa (NAT i HIOMT).

S'ha vist que l'activitat de la NAT segueix un ritme circadiari, al igual que la HIOMT, encara que aquesta, en rates s'ha vist que respon al sincronitzador llum-fosc.

En ocells s'ha vist, que fent una pinealectomia en pardals (Passer domesticus) s'abolien els ritmes circadianis d'activitat motora i de temperatura corporal (96).

S'ha observat que és la melatonina produïda per la pineal, la que està implicada en el control fisiològic de la ritmi-

citat circadiària , ja que s'ha vist que en injectar melatonina a pardals, se'ls induïa a dormir, al mateix temps que disminuïa la seva temperatura.

Tanmateix, l'administració continuada de melatonina pot canviar el període normal d'aquests ritmes i fins i tot pot eliminar-los totalment (9).

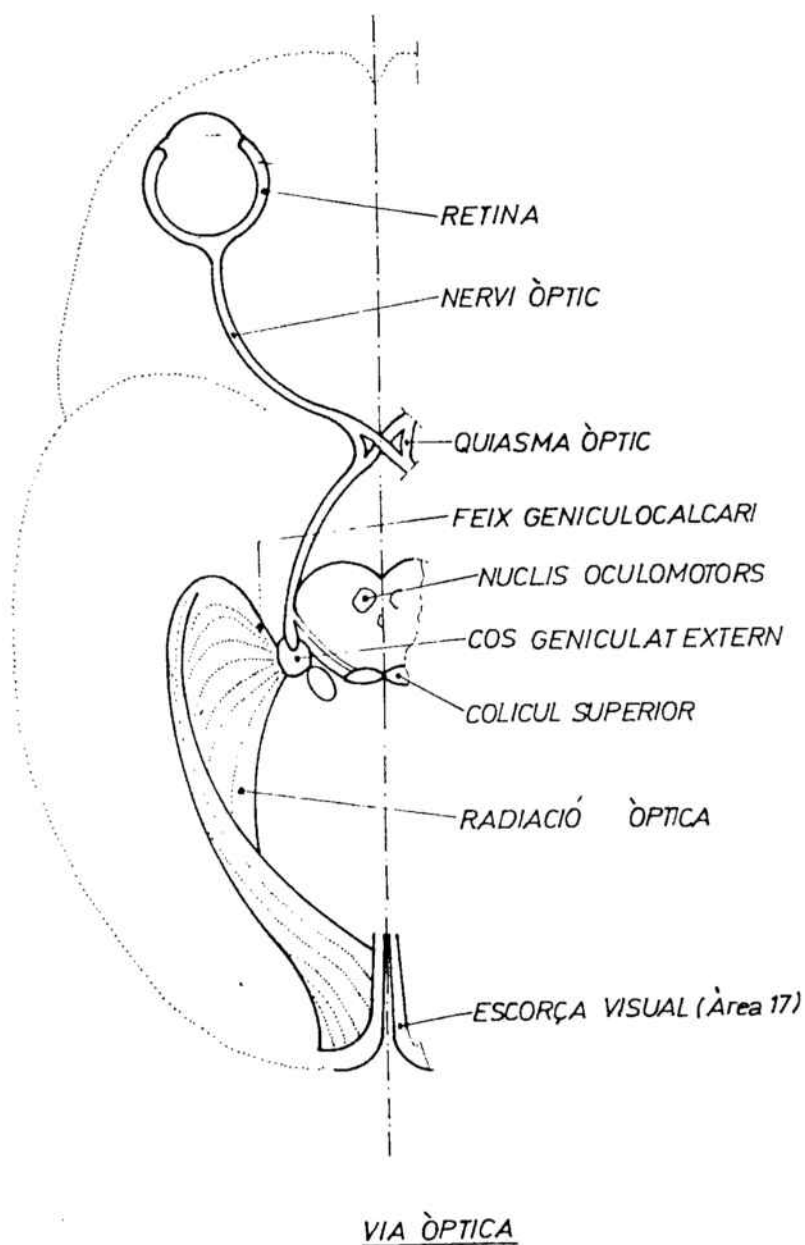


Figura 1a : Esquema de la via òptica

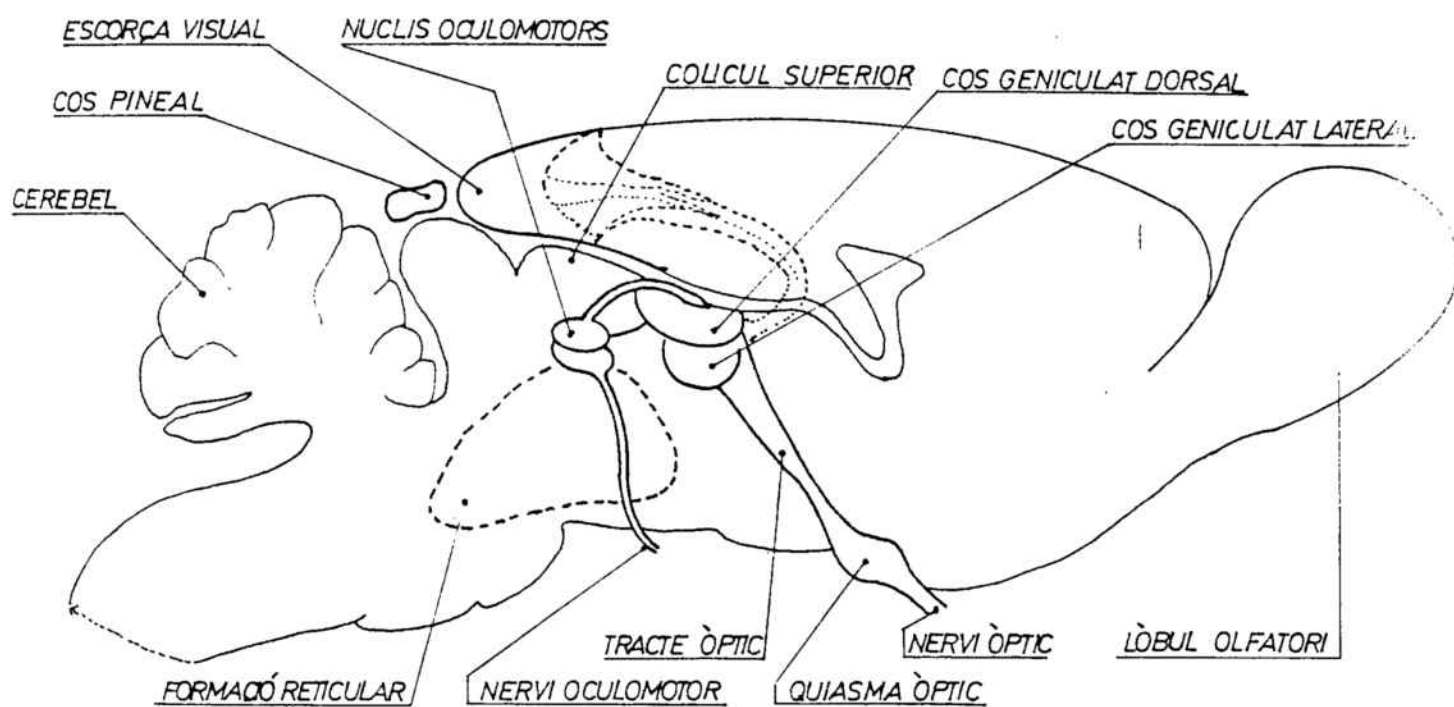


Figura 1b : Esquema de les estructures relacionades amb la visió a la rata

1.3.-ACTIVITAT MOTORA

L'activitat motora en ratolins , com en tots els animals nocturns, és superior en la fase fosca del període llum-foscor. Però s'ha comprovat que durant tot el període, es manifesten una sèrie de fluctuacions activitat-repòs, sent les fases de repòs més freqüents en el període lluminós. Això ens donarà un patró circadiari força característic, que ens podrà servir per a l'estudi.

Sobre l'activitat motora influeixen gran nombre de factors i considerarem per separat alguns factors que influeixen sobre l'activitat en si i sobre el ritme d'activitat.

1.3.1.-Sobre l'activitat

1.3.1.1.-Infrasons

S'ha vist que els infrasons influeixen decreixent els nivells d'activitat i conducta exploratòria en animals (62).

1.3.1.2.-Temperatura

Se sap que la temperatura influeix en els nivells d'activitat, però uns autors han trobat una relació inversa entre la temperatura i l'activitat (21), mentre que altres han trobat que en disminuir la temperatura també disminueix l'activitat en ratolins (23)

S'ha vist que la temperatura corporal augmenta junt amb l'activitat de l'animal, així en ratolins la temperatura seguirà unes fluctuacions amb valors més elevats en el pe-

ríode de foscó

1.3.2.-Sobre el ritme d'activitat

1.3.2.1.-Camps magnètics

S'ha observat en hámsters que es podia induir un període d'activitat de 26 hores, per la influència d'un camp magnètic i en cicles de 24 hores de llum foscó (12)

En pardals, l'activitat circadiana pot ser influenciada canviant l'intensitat del camp magnètic de la terra, però sembla que és un sincronitzador mes feble que la llum(10).

1.3.2.2.-Condicions ambientals

El període circadiani varia segons les condicions ambientals de llum o foscó constants.

1.3.2.3.-Hormones

Les hormones influeixen també en el ritme d'activitat, com ja ha estat esmentat anteriorment.

ES important el ritme de secreció de corticosterona que és també circadiani, amb valors més elevats a la nit que durant el dia, en rates, així doncs en la foscó augmenta tant l'activitat motora com la secreció de corticosterona (37). Altres estudis que mostren un paral·lelisme entre l'activitat motora i la secreció adrenal, és el fet que en ratescegues el ritme de corticosterona corra lliurament i es manté amb un desfasament constant amb el ritme d'activitat (27), encara que no sembla que hi hagi una interacció entre aquests dos ritmes clarament demostrada, sols s'ha trobat

que les hormones afectin l'activitat motora en animals amb lesions cerebrals i no en animals intactes.

1.4.-EVOLUCIÓ DELS RITMES

S'han realitzat estudis per tal d'esbrinar si les ritmicitats observades en l'estat adult es manifesten des del moment del neixement o bé si són conductes que evolucionen a mida que l'animal creix, sigui per factors innats a l'organisme o bé per factors adquirits gràcies a les condicions ambientals.

S'ha vist que en sers humans la majoria de les ritmicitats es manifesten dins del primer any de vida, per exemple, la temperatura corporal mostra el ritme d'adult cap als 5 o 9 mesos d'edat (32)

Altres experiments realitzats amb gossos, mostren l'aparició del ritme circadiari de temperatura en els cadells (40) cap al cinquè dia del neixement, havent-hi una evolució en l'amplitud del cicle des del cinquè fins al 60 dia aproximadament de vida de l'animal a on ja es mantenia l'amplitud característica d'adult constant.

En el nostre treball hem volgut mesurar l'evolució del ritme d'activitat motora, tema sobre el que hem trobat poques referències. El que si hem trobat és l'evolució del ritme de corticosterona plasmàtica, que com ja hem dit va correlacionat amb el ritme d'activitat motora, per la qual cosa ens

servira per la posterior comparació amb els nostres resultats.

1.4.1.-Evolució del ritme de corticosterona plasmàtica.

Els experiments de TAKAHASHI (93) per a observar l'evolució d'aquest ritme, van ser fets mesurant la concentració de corticosterona en sang, prenent mostres cada quatre hores i per períodes de 28 hores a rates joves sotmeses a un període de llum-foscor del 12-12 hores. Es va veure que :

- Les rates de dues setmanes d'edat tenien nivells basals de corticosterona baixos i no presentaven cap tipus de periodicitat.

- A la tercera setmana ja es manifestaven més pics de secreció durant el període de foscor que durant la fase de llum. En els diagrames d'espectres de potència s'indicava una predominança dels ritmes de 9 i 11 hores, el que indicava un ritme ultradiari manifest.

- A la quarta setmana s'observava ja, un ritme circadiari molt manifest, sent el seu màxim una mica abans del període de foscor.

- Fins a la cinquena setmana, el ritme creixia d'amplitud fins fer-se comparable al ritme típic de rates adultes.

Això ens indica que les rates neixen sense una ritmicitat específica i que aquesta s'adquireix durant el creixement : es veu una diferència entre el dia i la nit cap a les tres setmanes, encara que el ritme fos ultradiari en lloc de cir-

cadiari, i el ritme d'adult, circadiari, apareixia a les quatre setmanes.

Faltava per veure si aquest ritme era induït per la llum o bé, si tenia un caracter endògen.

Per veure això l'experiment que van realitzar va ser cegar a les rates dins de les primeres 24 hores del neixement i observar els ritmes.

Es va veure que cap a les setmanes 4-5 també es manifestava un ritme circadiari, encara que anava desfasat amb el de rates normals.

Això indica que el ritme circadiari és endògen i que el cicle llum-fosc no és essencial per al seu desenvolupament.

El que no se sap massa segur és si la mare té influència en la generació dels ritmes de les cries o bé, si és un caràcter hereditari, tal com ha estat suggerit per ASHOFF o HOEFMANN (94)

Pels experiments realitzats per TAKAHASHI, sembla ser que el ritme de la mare no influeix en el de les cries, ja que mares normals, que seguien el ritme llum-fosc visquent amb les cries cegues, aquestes últimes tenien el seu propi ritme. Igualment mares cegues, amb ritme lliure, tenien cries normals que seguien el ritme de la llum.

Aquests experiments venen afirmats per DEGUCHI(16), que va indicar que la manifestació del ritme d'activitat de la N-acetil transferasa en la glàndula pineal de rates joves, neixia i augmentava sota fosc constant, el que indicava

també que la llum no és necessària per al desenvolupament del ritme circadiari endògen.

1.5.- CARACTER HEREDITARI DELS RITMES

Fins ara hem vist que l'origen dels ritmes circadiaris és endògen, innat, d'origen nerviós i no és dependent d'influències externes.

El que cal establir és si el patró circadiari és propi de cada individu o bé si té una component hereditària. Aquest segon cas ens donaria lloc a ritmes característics per famílies, sent aquest l'enfocament del nostre treball.

Una afirmació del caràcter hereditari dels ritmes va ser donada per RICHTER (74), on deia que els ritmes circadiaris no són adquirits pels organismes durant el seu creixement, sinó que ja són heredats.

Altres experiments (19), estudiant el ritme circadiari d'activitat motora en quatre races diferents de ratolins, van deduir que hauria d'haver-hi una component genètica, deguda a la diferència en les ritmicitats de les quatre races.

Tanmateix experiments amb mosques (42) mostraven que els diferents mutants produïts per un agent químic, presentaven ritmes diferents, cosa que indicava la influència dels gens en la producció dels ritmes.

D'altra banda, podríem pressuposar un caràcter hereditari dels ritmes, pel fet que tenen origen neural, i altres ca-

ràcters d'origen també neural ,són possiblement hereditaris, com és per exemple l'agressivitat (97).

2.- PROPOSIT I DISSENY

El caracter endògen i possiblement hereditari dels oscil·ladors dels ritmes en els organismes, ens va portar a l'estudi dels ritmes d'activitat motora en dues famílies diferents de ratolins (famílies A i B), enfocat a trobar si la possible diferència entre elles és un factor suficientment significatiu com per afirmar que el ritme d'activitat és característic d'una o altra família.

Per realitzar l'estudi, el procés operatiu va ser el següent:

Els animals van ser aïllats individualment, mesurant-se la seva activitat motora mitjançant plaques sensores col·locades a sota les gabies de cada animal.

El nombre d'impulsos provinents de les plaques sensores, va ser registrat i imprès per una impressora. Això ens va donar el nombre de moviments, o activitat motora, de cada ratolí i per cada 15 minuts.

Posteriorment, les dades van ser agrupades per dies.

Aquestes dades, considerant un període de 24 hores, van ser sotmeses a una anàlisi de FOURIER mitjançant un computador obtenint així els harmònics que componen el ritme d'activitat diari i el contingut de potència de cada harmònic.

El nombre d'harmònics va ser de 49, degut a que el nombre d'harmònics que poden obtenir-se per una anàlisi de FOURIER es la meitat més 1 del nombre de dades que es fan servir, que en el nostre cas es de 96.

El tractament estadístic que vem seguir va ser el següent:

1-Càlcul de la funció discriminant i coeficients discriminants, per tal de diferenciar matemàticament les famílies A i B segons els seus components harmònics.

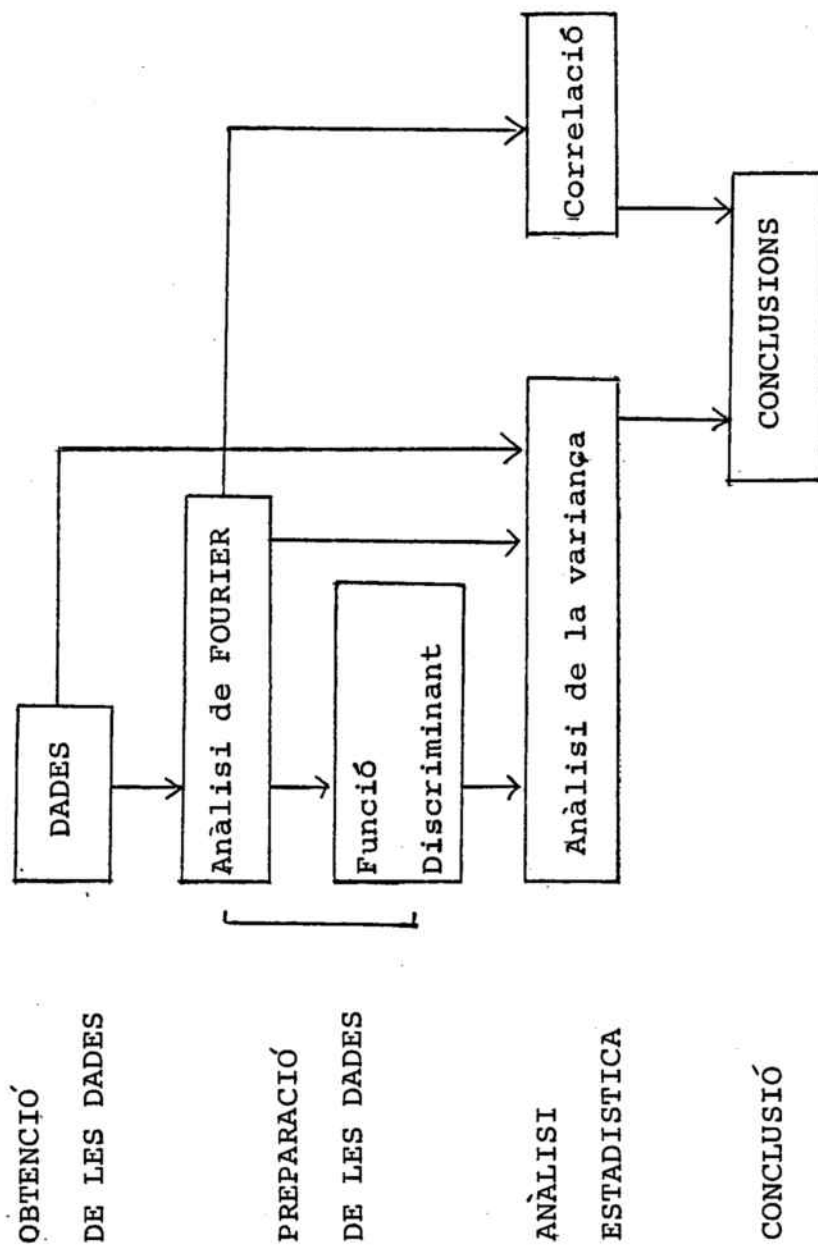
2-Anàlisi de la varianza. Va fer-se considerant com a variables independents el factor individual, el familiar i el temps transcorregut, cadascun amb els seus nivells corresponents. L'anàlisi de la varianza va fer-se amb:

- els discriminants
- l'activitat motora total dels ratolins
- el contingut de potència del primer harmònic

3-Estudi de la funció de correlació entre el contingut de potència del primer harmònic i el temps que va durar l'experiment, per tal d'observar l'evolució del ritme circadiari des de l'inici de l'aïllament.

El procés operatiu ve esquematitzat a la següent pàgina

Figura 3 : Procés operatiu



3.-MATERIAL I MÈTODES

3.1.-MATERIAL

3.1.1.-ANIMALS

Com a animals d'experimentació es van utilitzar 6 ratolins albins mascles (6D1-FFB) procedents de l'estabulari de la facultat.

3.1.2.-CONDICIONS DE MANTENIMENT

L'experiment va ser realitzat en una habitació que mesurava aproximadament 2,5 metres d'alçada, per 3 de llarg i 1,5 d'amplada. La habitació estava aïllada de possibles influències acústiques externes que poguéssin perturbar als animals.

La temperatura va ser de $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$, mantinguda mitjançant un radiador de 1000 W., controlat per un triac unit a un termòmetre de contacte, d'aquesta manera s'evitava la aparició d'interferències en els comptadors, degudes als paràsits elèctrics originats a l'interruptor.

La temperatura es controlava per un termòmetre de màxima i mínima.

La llum era donada per un tub fluorescent de 20 W. col·locat a uns 1,5 metres de les gàbies, i era regulada per un temporitzador a cicles llum-foscó diaris (12-12 hores)

El període de llum anava de les 9 a les 21 hores.

Els animals van disposar de dieta sòlida " PANLAB dieta completa rata ratón cria A.03" i líquida "ad libitum".

Aquestes condicions es van mantenir durant tot l'experiment

3.1.3.-APARELLS

Per a la detecció de l'activitat motora vam disposar de 6 plaques sensores PANLAB, damunt les quals es van col·locar les gàbies dels animals. Per aquest mètode el nombre de moviments dels animals es medeix per les variacions de freqüència en un circuit oscil·lant. Es a dir, l'animal en moure's dintre d'un camp magnètic fa variar la inducció d'una bobina, sobre la qual hi ha la gàbia d'observació. La bobina forma part d'un oscil·lador del que fa variar la freqüència d'oscil·lació. Aquests canvis es poden detectar per comparació amb la freqüència d'un oscil·lador patró i seran transformats en impulsos aptes ja per ser enregistrats per un comptador.

El nombre d'impulsos per a cada variació de freqüència és proporcional a la magnitud d'aquesta variació i per tant al moviment efectuat per l'animal.

El comptatge dels impulsos provinents de les plaques es va fer amb un comptador digital de 2 canals amb "display" PANLAB tipus PB 0602 i amb 2 comptadors més de 2 canals construïts per nosaltres mateixos amb circuits integrats de la família SN 74 Texas Instrument.

Tots els comptadors tenien la sortida TTL, numèrica codifica-

da en BCD.

Les 6 sortides BCD anaven cap a un multiplexor programable (PANLAB tipus 1099) conectat a una impressora mecànica (PB 0125) que imprimia les dades sobre una tira de paper .

El multiplexor es va programar per fer una impressió cada 15 minuts .

Cada impressió deixava altre vegada el comptador a zero.

3.2.- METODE

L'experiment va començar amb el registre de l'activitat motora de 6 femelles gràvides que van ser col·locades individualment en gàbies blanques i opaques, amb terra d'encenalls l'una al costat de l'altra, separades uns 12 cm.

Les 6 femelles van estar en aquesta situació des del cinquè dia abans del neixement de les cries fins el vintè dia després en que vam agafar les cries que ens serviren per l'estudi.

Vam triar 12 animals : 3 mascles i 3 femelles procedents d'una mateixa femella i 3 mascles i 3 femelles d'una altra femella, diferenciant així les dues famílies a estudiar.

Les famílies van ser anomenades A i B.

Els 6 mascles triats van ser col·locats individualment en 6 gàbies iguals que les de les mares i en idèntiques condicions de manteniment, a sobre de les plaques inductives.

Els vem numerar de l'1 al 6 segons l'ordre de col·locació sobre les plaques inductives, corresponent els tres primers a la família A i els altres tres a la família B.

Les femelles triades van ser col·locades en dos gàbies, en grups de tres, segons les dues famílies.

Les gàbies de les femelles van ser situades al costat de les dels respectius germans.

En conjunt els animals no podien veure's , però si sentir-se

i olorar-se.

L'activitat motora de les femelles no va ser enregistrada.

Per operacions de neteja de gàbies i d'alimentació dels animals, es va procurar entrar el menys possible ,i sense regularitat a l'habitació aïllada per tal de no crear una periodicitat d'entrades que pogués afectar al ritme de comportament dels animals.

Les entrades a l'habitació van correspondre als dies 18,38 i 59 de l'aïllament de les cries i es van fer uns 15 minuts aproximadament després del canvi de fosc a llum, moment que corresponia a un període de elevada activitat motora dels animals , i sempre durant el període de temps existent entre dues impressions.

Vam començar el registre de les dades ja des del primer dia de l'aïllament.

El període de temps estudiat va ser fins al dia 56.

3.3.-TRACTAMENT MATEMÀTIC I ESTADÍSTIC

En el nostre cas no podem pas aplicar directament els mètodes estadístics sobre els resultats experimentals, sinó que aquests han d'haver estat prèviament transformats en uns altres de naturalesa molt diferent dels inicials , que ens permetin de coneixer els trets fonamentals de la activitat motora considerada com a funció del temps.

Aquest estudi consisteix en la descomposició de la funció d'activitat motora en els seus harmònics, mitjançant l'anàlisi de FOURIER.

3.3.1.-ANÀLISI DE FOURIER

S'ha fet servir per l'estudi de les diferents formes que poden prendre les funcions depenents del temps i que presenten periodicitat.

Es basa en la descomposició de la funció estudiada en els harmònics que la componen.

Considerem per generalitzar, qualsevol fenomen que pugui ser mesurat al llarg del temps i que serà per tant una funció del temps: $Y=f(t)$ (1)

3.3.1.1.-Formació de $f(t)$ a partir dels seus harmònics

ES pot demostrar que tota funció periòdica és la suma d'infinítes funcions anomenades harmònics, sent cada harmònic una funció sinusoidal de període submultiple del que té la funció considerada.

Aquestes funcions sinusoidals tenen unes amplitudes i uns desfasaments diferents les unes de les altres , que venen determinades per la funció de la qual formen part.

Matemàticament:

$$f(t) = \sum_{n=0}^{\infty} C_n \sin(n\omega_0 t - \theta_n) \quad (2)$$

on n és un número sencer que ens indica l'harmònic considerat

C_n és l'amplitada de l'harmònic n

θ_n és el desfasament del mateix harmònic n

ω_0 és la freqüència angular fonamental , el seu valor es

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} \quad (3)$$

La freqüència de l'harmònic valdrà n , o sigui,

$$\omega_n = \frac{2\pi n}{T} \quad (4)$$

Interessa remarcar que els harmònics que més afecten el resultat final són els que tenen freqüències pròximes a la de la funció estudiada.

Pot dir-se de manera aproximada que l'amplitada de cada harmònic (C_n) és proporcional a l'importància d'aquest harmònic dintre de la funció estudiada. O sigui, l'harmònic més gran de tots els que componen una funció és el que indica la periodicitat més important de aquesta funció.

La representació d'amplitades o de desfasaments dels harmònics és funció de les seves freqüències angulars i s'anomenen espectre d'amplitades o de desfasaments, respectivament.

En el nostre cas, aquests espectres són discrets, doncs només

existeixen per a les freqüències que siguin múltiples sen-
cers de la freqüència fonamental.

3.3.1.2.-Contingut de potència promig

S'anomena potència promig d'una funció periòdica $f(t)$ en el
període T , al seu valor quadràtic mig

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T (f(t))^2 dt \quad (5)$$

com que nosaltres no tenim una funció contínua, sinó una fun-
ció discreta, ja que l'activitat es va mesurar cada 15 minuts

$$P = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (f(t_i))^2 \quad (6)$$

sent N el número de mesures que s'ha realitzat en el període
estudiat. Per altra banda, podem transformar $f(t)$ en una al-
tra funció $F(t)$ de manera que

$$F(t) = f(t) - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f(t_i) \quad (7)$$

amb aquesta transformació no s'afecta l'anàlisi dels harmò-
nics, excepte l'harmònic 0, ja que es tracta de restar a to-
ta la funció el valor mig de la mateixa, amb això :

$$P = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F(t_i))^2 \quad (8)$$

$$P = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(f(t_i) - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N f(t_j) \right)^2$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^N (f(t_i) - \overline{f(t)})^2}{N} \quad (9)$$

Es a dir , que P és la variança del procés.

3.3.1.3.-Espectres de potència promig.Teorema de PARSEVAL

El teorema de PARSEVAL diu que la suma de quadrats dels harmònics que componen una funció ,és la potència promig d'aquesta funció

$$P = \sum_{n=-\infty}^{\infty} (C_n)^2 = \frac{1}{T} \int_0^T f(t)^2 dt \quad (10)$$

Així doncs, P és la suma d'una sèrie de valors que constitueixen una funció de la freqüència angular, o sigui, a cada una de les freqüències dels harmònics li correspondrà el quadrat de l'amplada d'aquest harmònic

$$C_n^2 = f(\omega_n) \quad (11)$$

Aquesta funció de la freqüència angular (o dels períodes, doncs, $\nu = \frac{2\pi}{T}$) que sumada dóna el valor de P, ens indica com es distribueix aquesta potència en funció de les freqüències. Aquesta funció es l'anomenada espectre de potències, i es demostra que és la representació dels quadrats de les amplades

dels harmònics en funció de la seva freqüència.

Resumint, podem dir que en termes estadístics, l'espectre de potència no és més que una descomposició de la varianza total del procés estudiat en les variances dels harmònica que l'integren.

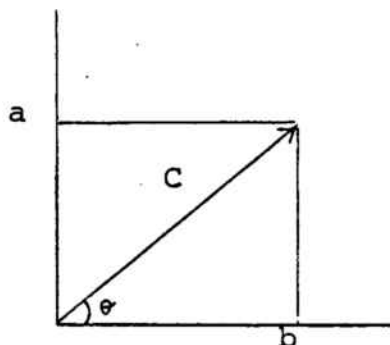
Els valors dels continguts de potència dels harmònics que formen l'espectre de potència, s'expressen normalment en tant per cent respecte al contingut de potència promig de la funció original.

3.3.1.4.-Evaluació dels coeficients de FOURIER

Tal com hem vist, cada harmòni ve definit pels coeficients C_n i n que donen lloc al component

$$C_n = \cos(n\omega_0 t + \theta_n) \quad (12)$$

aquesta component es pot descomposar igualment en les seves projeccions ortogonals, tal com es mostra en la figura



on

$$C_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2} \quad i \quad \tan \theta_n = \frac{b_n}{a_n} \quad (13)$$

aplicant a la fórmula (12), la fórmula del cosinus de la suma de dos angles

$$\cos (A + B) = \cos A \cos B + \sin A \sin B \quad (14)$$

tindrem

$$C_n \cos(n\omega_0 t + \theta_n) = C_n (\cos \theta_n \cos(n\omega_0 t) + \sin \theta_n \sin(n\omega_0 t))$$

$$= \sqrt{a_n^2 + b_n^2} \cdot \frac{a_n}{\sqrt{a_n^2 + b_n^2}} \cos(n\omega_0 t) + \frac{b_n}{\sqrt{a_n^2 + b_n^2}} \sin(n\omega_0 t)$$

$$= a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \sin(n\omega_0 t)$$

$$= a_n \cos(\omega_n t) + b_n \sin(n\omega_0 t) \quad (15)$$

per tant la funció $f(t)$ es podrà obtenir fent

$$f(t) = \sum_{n=0}^{\infty} (a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \sin(n\omega_0 t)) \quad (16)$$

on a_n i b_n són els coeficients de FOURIER. Es tractarà doncs de coneixer els valors d'aquests coeficients, i que es poden determinar mitjançant les formules de EULER

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos(n\omega_0 t) dt \quad (17)$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin(n\omega_0 t) dt \quad (18)$$

que en cas de funcions discretes , com es el nostre cas es transformen en

$$a_n = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N f(t_i) \cos(n\omega_0 t_i) \quad (19)$$

$$b_n = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N f(t_i) \sin(n\omega_0 t_i) \quad (20)$$

3.3.2.-FUNCIO DISCRIMINANT

La funció discriminant ens serveix per a l'estudi del grau en que dos poblacions divergeixen o s'apropen entre si.

L'hem utilitzat per tal de crear un mètode matemàtic que ens permeti classificar a un ratolí dins la seva família corresponent, basant-nos en el contingut de potència dels diferents harmònics.

Si considerem com a variables X els continguts de potència, del que es tracta és de trobar una sèrie de coeficients L, de manera que aplicant-los als harmònics corresponents a cada animal ens permetin obtenir una variable (discriminant) que segons el seu valor ens indiqui la família a la que pertany l'animal.

L'equació a obtenir és :

$$Y = L_1 X_1 + L_2 X_2 + \dots + L_k X_k = \sum_{i=1}^K L_i X_i \quad (21)$$

on Y es la funció discriminant

$L_1, L_2, \dots, L_k$ són els coeficients discriminants

$X_1, X_2, \dots, X_k$ són els continguts de potència dels diferents harmònics

Aquesta equació s'estableix de manera que si els continguts de potència són de la família A, Y ens dongui el valor + 1, mentre que si són de la família B, Y valgui -1, així:

$$(X_1 \dots X_k) \in A \Rightarrow Y = +1$$

$$(X_1 \dots X_k) \in B \Rightarrow Y = -1$$

3.3.2.1.-Càlcul dels coeficients discriminants

Es fa pel càlcul de l'equació de la recta de regressió múltiple de Y sobre X, pel mètode dels mínims quadrats:

1-càlcul de la suma de les desviacions

$$S = \sum (Y_e - Y_o)^2$$

sent

Y_e les Y explicades (discriminants)

Y_o les Y observades (dades experimentals)

Substituint els valors de Y_e :

$$S = \sum (L_1 X_1 + L_2 X_2 + \dots + L_k X_k - Y)^2 \quad (22)$$

2-derivar respecte als coeficients discriminants $L_1 \dots L_k$

$$\frac{\partial S}{\partial L_1} = 2 \sum (L_1 X_1 + \dots + L_k X_k - Y) X_1$$

$\vdots$

$$\frac{\partial S}{\partial L_k} = 2 \sum (L_1 X_1 + \dots + L_k X_k - Y) X_k$$

Com que el valor de la suma de les desviacions serà mínim

quan la derivada de S respecte de L valgui 0, igualem:

$$\begin{aligned} 0 &= \Sigma (L_1 X_1^2 + L_2 X_2 X_1 + \dots - Y X_1) \\ 0 &= \Sigma (L_1 X_1 X_2 + L_2 X_2^2 + \dots - Y X_2) \\ &\vdots \\ 0 &= \Sigma (L_1 X_1 X_k + L_2 X_2 X_k + \dots - Y X_k) \end{aligned}$$

desenvolupant els sumatoris i ordenant :

$$\begin{aligned} L_1 \Sigma X_1^2 + L_2 \Sigma X_1 X_2 + \dots + L_k \Sigma X_1 X_k &= Y X_1 \\ L_1 \Sigma X_1 X_2 + L_2 \Sigma X_2^2 + \dots + L_k \Sigma X_2 X_k &= Y X_2 \\ &\vdots \\ L_1 \Sigma X_k X_1 + L_2 \Sigma X_k X_2 + \dots + L_k \Sigma X_k^2 &= Y X_k \end{aligned}$$

Si tenim present que els valors de Y tan sols poden valdre
1 quan sigui la família A i -1 quan sigui la família B,
tal com hem establert anteriorment, podem fer :

$$\Sigma Y X_k = \Sigma X_{kA} - \Sigma X_{kB} \quad (23)$$

Així doncs, substituint:

$$\begin{aligned} L_1 \Sigma X_1^2 + L_2 \Sigma X_1 X_2 + \dots + L_k \Sigma X_1 X_k &= \Sigma X_{1A} - \Sigma X_{1B} \\ L_1 \Sigma X_1 X_2 + L_2 \Sigma X_2^2 + \dots + L_k \Sigma X_2 X_k &= \Sigma X_{2A} - \Sigma X_{2B} \\ &\vdots \\ L_1 \Sigma X_1 X_k + L_2 \Sigma X_2 X_k + \dots + L_k \Sigma X_k^2 &= \Sigma X_{kA} - \Sigma X_{kB} \end{aligned} \quad (24)$$

3- Resolució d'aquest sistema de equacions normals per

determinants (regla de CRAMER)

Les L_i obtingudes es substituiran a l'equació del discriminant per l'obtenció dels discriminants de cada animal

3.3.2.2.-Significació estadística. Prova de HOTELLING

Es pot demostrar que la probabilitat de fer una mala classificació per aquest mètode és igual a l'àrea sota la corba de la distribució normal entre l'infinit i $Z/2$, sent:

$$Z = \sqrt{(n_1 + n_2 - 2) \sum_{i=1}^K L_i (X_{iA} - X_{iB})^2} \quad (25)$$

Per trobar la significació estadística de la funció discriminant, es pot fer per la prova de HOTELLING(35), que consisteix en fer una anàlisi de la varianza dels discriminants entre els diferents grups i dins de cada grup .

Així , en forma resumida, es basa en el càlcul d'un valor F de SNEDECOR:

$$F = \frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - K - 1) \sum_{i=1}^K L_i (X_{iA} - X_{iB})^2}{K (n_1 + n_2)} \quad (26)$$

considerant com a graus de llibertat

$$v_1 = K$$

$$v_2 = n_1 + n_2 - K - 1$$

aquesta prova ens dóna idea de les diferències dels discriminants entre famílies, comparades amb la variabilitat dels individus dins de cada família. Si, com és el nostre cas $n_1 = n_2$, totes les equacions queden considerablement simplificades.

3.3.2.-ANALISI DE LA VARIANÇA

Hem volgut estudiar l'efecte que tenien sobre el ritme d'activitat motora diari dels ratolins, els següents factors:

-Factor individual, que presentava 6 nivells, pels 6 animals considerats.

-Factor familiar, que indicava la influència de la família a que pertany l'animal, amb 2 nivells, corresponents a la família A i a la família B.

-Temps transcorregut des de l'inici de l'aïllament, que considerant una setmana tindria 7 nivells, mentre que fent un estudi global el nombre de nivells seria igual al nombre de setmanes estudiades.

Per a fer aquest estudi vam recórrer a l'anàlisi de la variança, amb els experiments anomenats factorials, que ens permeten veure l'efecte de 2 o més variables independents, factors, sobre una resposta concreta, l'activitat motora en el nostre cas.

L'anàlisi de la variança és una tècnica estadística que ens permet comparar varies mitjanes observades de diferents tractaments, mostres, i veure si la variació entre aquests resultats és més gran que la variació esperada dels processos experimental. Se'n diu anàlisi de la variança, perquè la prova de comparació entre les mitjanes es basa en el càlcul de

la variança entre aquestes mitjanes.

Aquesta anàlisi planteja com a hipòtesi nula que les mitjanes procedeixen de poblacions amb igual mitjana i variança.

Per fer l'anàlisi, ens va caldre trobar, primer una variança total de totes les dades que teniem, considerant tots els factors, família, temps i individual. En segon lloc, quina part de la variança corresponia a cada factor i després trobar la variança residual, que és la variança no explicada per cap factor en concret.

També haguéssim pogut trobar les interaccions entre dos factors i la variança corresponent a aquesta interacció, però no vam fer-ho ja que els resultats que haguéssim obtingut no ens eren massa interessants, i no compensaven, en el nostre cas, les dificultats que requeria el seu càlcul.

3.3.3.1.-Procediment matemàtic

Cal recordar que la variança és una mesura de dispersió que surt en estudiar estadísticament una població i es defineix, com un índex de la variabilitat dels individus d'una població al voltant de la seva mitjana.

Com tot índex de dispersió es basa en la suma de les diferències $(X_i - X)$ sent X_i el valor per a cada individu i X la mitjana. Aquestes diferències seran més grans quan més allunyades estiguin les observacions de la mitjana.

Com a l'hora de sumar les diferències s'anul·larien entre si, ja que unes són negatives i les altres positives, les elevem al quadrat.

substituïm

$$\begin{aligned}
 Q_T &= \sum X^2 - 2 \frac{\sum X}{n} \sum X + n \frac{\sum^2 X}{n^2} \\
 &= \sum X^2 - \frac{2 \sum^2 X}{n} + \frac{\sum^2 X}{n} \\
 Q_T &= \sum X^2 - \frac{\sum^2 X}{n}
 \end{aligned} \tag{30}$$

$\frac{\sum^2 X}{n}$ és l'anomenat factor de correcció .

La variança total s'obté dividint la suma de quadrats total pel nombre de graus de llibertat.

$$V_T = \frac{Q_T}{N-1} \tag{31}$$

sent N el nombre total de determinacions.

A continuació cal buscar la variança per a cada factor, que es fa mitjançant la suma de quadrats per a cadascun d'ells.

Per trobar la suma de quadrats per a cada factor, se segueix el mateix procediment que per al càlcul de la suma de quadrats total:

$$Q_A = \sum (A_i - \bar{A})^2 ; \quad Q_B = \sum (B_j - \bar{B})^2 ; \quad Q_C = \sum (C_k - \bar{C})^2$$

Els valors A_i , B_j , C_k , resulten de la suma de les dades per un determinat nivell i per a cada factor en concret, així:

$$A_i = \frac{\sum_j \sum_k X_{ijk}}{b \ c} ; \quad B_j = \frac{\sum_i \sum_k X_{ijk}}{a \ c} ; \quad C_k = \frac{\sum_i \sum_j X_{ijk}}{a \ b}$$

Seguidament cal calcular les mitjanes per a cada grup.

Per definició de mitjana,

$$\bar{A} = \frac{\sum A_i}{a} ; \quad \bar{B} = \frac{\sum B_j}{b} ; \quad \bar{C} = \frac{\sum C_k}{c}$$

Substituint per les formules anteriors, resulta :

$$\bar{A} = \frac{\sum_i \frac{\sum_j \sum_k X_{ijk}}{b c}}{a} ; \quad \bar{B} = \frac{\sum_j \frac{\sum_i \sum_k X_{ijk}}{a c}}{b} ; \quad \bar{C} = \frac{\sum_k \frac{\sum_i \sum_j X_{ijk}}{a b}}{c}$$

operant en els tres casos , ens dóna el mateix resultat:

$$\bar{A} = \bar{B} = \bar{C} = \frac{\sum_i \sum_j \sum_k X_{ijk}}{a b c} = \frac{\sum X}{N} = \bar{X}$$

Aquest resultat com veiem ,coincideix amb la mitjana de tota la mostra.

Càlcul de la suma de quadrats :

La suma de quadrats per a cada factor, és la suma de les desviacions d'un valor qualsevol de cada factor a la seva mitjana.Així:

$$SQ_A = \sum_i d_{Ai}^2 ; \quad SQ_B = \sum_j d_{Bj}^2 ; \quad SQ_C = \sum_k d_{Ck}^2$$

$$d_{Ai} = A_i - \bar{A} ; \quad d_{Bj} = B_j - \bar{B} ; \quad d_{Ck} = C_k - \bar{C}$$

Pel que hem demostrat anteriorment, podem substituir la mitjana de cada grup per la mitjana total $\bar{X}$

$$SQ_A = \sum_i (A_i - \bar{X})^2 ; \quad SQ_B = \sum_j (B_j - \bar{X})^2 ; \quad SQ_C = \sum_k (C_k - \bar{X})^2$$

Analogament al que hem fet per la suma de quadrats total, es demostra que ,

$$SQ_A = \frac{\sum A_i^2}{a} - Fc \quad (32)$$

on Fc és el factor de correcció ja citat abans.

Un cop tenim la suma de quadrats per a cada factor, podem ja calcular la variança per a cadascun mitjançant els graus de llibertat corresponents

$$Va = \frac{Q_A}{a-1} ; \quad Vb = \frac{Q_B}{b-1} ; \quad Vc = \frac{Q_C}{c-1} \quad (33)$$

sent a, b, i c el nombre de nivells de cada factor.

3.3.3.2.-Variança residual

Les variàncies de cada factor , només ens expliquen una part de la variança total, però hi ha una altra part no explicada per cap factor en concret, que s'anomena variança residual.

Ens interessa conèixer la variança residual, perquè és amb la que s'aplica la prova de SNEDECOR, com veurem posteriorment.

Per al càlcul de la suma de quadrats de la variança residual es fa per diferència entre la suma de quadrats total i la suma de quadrats per a cada factor, així;

$$Q_r = Q_T - (Q_A + Q_B + Q_C)$$

sent Q_r la suma de quadrats de la variança residual.

Els graus de llibertat per a la variança residual, s'obtenen també per diferència:

$$\begin{aligned} G L \text{ residuals} &= G L \text{ total} - (G L_A + G L_B + G L_C) \\ &= N-1 - ((a-1) + (b-1) + (c-1)) \end{aligned}$$

Amb tot la variança residual serà:

$$V_r = \frac{Q_r}{G L_r} \quad (34)$$

3.3.3.3.-Proves de significació

Com hem dit abans, la comparació entre dues variances es fa a partir de la prova de SNEDECOR

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

La prova de significació per a cada factor es fa, considerant com a S_1 la variança del factor estudiat i com a S_2 la variança residual,

$$F_A = \frac{V_A}{V_r} \quad ; \quad F_B = \frac{V_B}{V_r} \quad ; \quad F_C = \frac{V_C}{V_r} \quad (35)$$

F, en poblacions de igual variança, oscil·la al voltant de 1 segons la llei de probabilitat de SNEDECOR, que depèn dels graus de llibertat de les variances que intervenen en el cocient, així,

Els graus de llibertat per a S1 seran $\nu_1 = n_1 - 1$

" " S2 " $\nu_2 = n_2 - 1$

A continuació es busca en taules els límits superiors $F(\nu_1, \nu_2, \alpha)$ de la llei de SNEDECOR per als diferents graus de llibertat i el risc α .

La prova consisteix en calcular la F i veure si supera o no el valor trobat en les taules.

Si la F trobada és:

$F < F(\nu_1, \nu_2, \alpha)$, res s'oposaa acceptar la hipòtesi nula que les poblacions d'origen tenen igual variança i per tant són iguals.

$F > F(\nu_1, \nu_2, \alpha)$, es rebutja la hipòtesi nula amb risc α .

En el nostre estudi hem aplicat l'anàlisi de la variança a:

- Les dades d'activitat motora diàries
- el contingut de potència de l'harmònic 1
- els discriminants.

Observem que en el nostre cas, el nombre de dades total és de 42, això podria semblar incorrecte en veure el nombre de nivells per a cada factor, ja que considerant una setmana el factor individual té 6 nivells, el familiar 2 i el temps 7, i per tant el producte dels tres dóna 84, però cal tenir present que l'anàlisi de la variança ens relaciona cada família amb els 6 nivells individuals, i per tant com cada família té només tres individus, hi haurà la meitat de llocs buits, ja que seràn dades inexistents.

Una segona manera de realitzar l'anàlisi de la varianza , en el nostre cas, consisteix en anular la significació del factor individual i considerar-lo com a repetició del factor familiar, amb tres nivells de repetició , de manera que cada individu de la mateixa família es considera repetició l'un de l'altre. Així, en calcular la F de SNEDECOR, es comparen les variacions entre les dues famílies, però ja tenint en compte les variacions individuals dins de cadascuna d'elles.

3.3.4.-FUNCIO DE CORRELACIO

L'estudi de la funció de correlació va ser aplicat per tal de trobar el tipus de relació existent entre el temps i el contingut de potència de l'harmònic 1.

En general podem dir que consisteix en correlacionar 2 variables X i Y a través de la recta de regressió de les dades experimentals.

Per a l'estudi de la relació existent entre les dues variables, hem fet una sèrie de transformacions prèvies d'aquestes, per tal de linealitzar la funció en estudi.

3.3.4.1.-Canvis de variables

f(X)	f(Y)	equació tipus	
X	Y	$Y = BX + A$	linial
X	$\ln Y$	$Y = A e^{BX}$	exponencial
$\ln X$	Y	$Y = B \ln X + A$	logarítmica
$\ln X$	$\ln Y$	$Y = A X^B$	potencial
X	Y^2	$Y^2 = AX + B$	paràbola
X	Y	$Y = AX^2 + BX + C$	paràbola
X	$1/Y$	$AXY + Y = B$	hipèrbola
$1/X$	Y	$AXY + X = B$	hipèrbola
$1/X$	$1/Y$	$AXY + BX + Y = 0$	hipèrbola
X	$\ln(C-Y)$	$Y = C - A e^{-BX}$	exponencial

3.3.4.2.-Regressió linial

Consisteix en trobar la recta que més s'ajusti al fenomen observat. Ve definida per l'equació

$$Y = aX + B \quad (36)$$

Per trobar la recta de regressió ens cal trobar els coeficients a i b per la qual cosa realitzarem les següents passes

- 1-Càlcul de la suma de quadrats de les desviacions, de les dades experimentals a la corba teòrica.

$$S = \sum (Y - aX + b)^2 \quad (37)$$

Aquesta suma serà mínima quan els valors observats coincideixin amb els esperats i el valor mínim vindrà donat quan les derivades parcials de S respecte els coeficients que busquem (a i b) valguin 0.

2- Derivar respecte els coeficients

$$\frac{\delta S}{\delta a} = \sum 2 (Y - aX + b) X = 0$$

$$\frac{\delta S}{\delta b} = \sum 2 (Y - aX + b) = 0$$

3-obtenir els sistemes d'equacions normals

Desenvolupant el sistema anterior :

$$\sum XY - a \sum X^2 + b \sum X = 0$$

$$\sum Y - a \sum X + b N = 0$$

$$\begin{aligned} a \sum X^2 - b \sum X &= \sum XY \\ a \sum X - b N &= \sum Y \end{aligned} \quad (38)$$

Aquest és el sistema d'equacions normals de la recta, que ja ens permet obtenir els dos coeficients buscats, sent aquestes les úniques incògnites.

b, és el pendent de la recta i també s'anomena coeficient de regressió, i es pot obtenir de la mateixa manera que a mitjançant les fórmules.

$$b = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{N}}{\sum X^2 - \frac{\sum^2 X}{N}} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{N \sum X^2 - \sum^2 X} \quad (39)$$

$$a = b \frac{\sum X}{N} - \frac{\sum Y}{N} = \frac{b \sum X - \sum Y}{N} \quad (40)$$

3.3.4.3. Càlcul del coeficient de correlació

La correlació es defineix com el grau de relació entre dues variables. Per a determinar quantitativament el grau d'ajust de les variables a la recta de regressió es defineix el coeficient de correlació r.

El valor de r varia de +1 a -1, i és independent de les unitats en les que es mesurin les variables.

Es calcula :

$$r = \pm \sqrt{\frac{\text{variació explicada, } V_e}{\text{variació total, } V_t}} \quad (41)$$

$$r = \pm \sqrt{\frac{\sum (Y_e - Y)^2}{\sum (Y_0 - Y)^2}}$$

sent Y_e , la Y esperada o teòrica

Y_0 , la Y observada o experimental

Una altra manera de expressar-ho, és mitjançant la variació no explicada V_n

$$V_t = V_e + V_n$$

$$r = \pm \sqrt{\frac{V_e}{V_t}} = \pm \sqrt{\frac{V_t - V_n}{V_t}} = \pm \sqrt{1 - \frac{V_n}{V_t}} =$$

$$= \pm \sqrt{1 - \frac{\sum (Y_0 - Y_e)^2}{\sum (Y_0 - \bar{Y})^2}} \quad (42)$$

El numerador d'aquest cocient $(Y_0 - Y_e)^2$, és l'anomenat error quadràtic que també pot utilitzar-se com a mesura de l'ajust entre els punts experimentals i els teòrics.

En el nostre cas, el valor de r es va obtenir a partir de l'equació :

$$r = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{N}}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N} \right) \left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N} \right)}} \quad (43)$$

La prova en general, ha consistit en obtenir un coeficient de correlació per a cadascuna de les rectes obtenides anteriorment prèvia transformació.

El coeficient més allunyat de 0, correspon al de l'equació que més s'apropa a la relació veritablement existent entre les dues variables.

4.-RESULTATS

Cal dir d'entrada que les anàlisis de la varianza han estat realitzats de les dues maneres exposades anteriorment en material i mètodes, però en aquest apartat de resultats sols consten els realitzats pel segon mètode. Això és perquè tot i que les anàlisis, segons el primer mètode, ens donaven una significació més elevada de tots els factors, creiem que és aquest segon mètode, que considera els individus de cada família com a repetició l'un de l'altre, el que més s'acosta al fet real, malgrat la pèrdua de significació estadística que suposa.

4.1.-Dades d'activitat motora diàries(taules I i II)

S'observa que hi ha individus amb un valor de l'activitat més elevat que en uns altres i que l'activitat és inferior en els primers dies de l'aïllament.

L'anàlisi de la varianza de l'activitat motora (taules III - VII), ens dona una significació elevada tant de la família com del factor temps en una anàlisi global, considerant només una dada de cada setmana. Fent una anàlisi diària, considerat per setmanes, s'observa una pèrdua de significació del factor temps, mentre que el factor familiar manté la seva significació, excepte en les setmanes 3 i 4. Cal dir que en aquestes dues setmanes hi ha menys dades de les degudes, la setmana 3 consta només de 4 dies i la 4 de 5 dies, degut al mal funcionament de la impressora, cosa que pot ser causa de la pèrdua de significació del factor família.

4.2.- Gràfiques individuals d'activitat motora (figures 4 i 5)

S'observa en els primers dies una distribució de moviments uniforme tot al llarg del dia. Mes tard els períodes d'activitat es van agrupant cap al centre de la gràfica, que correspon al període de fosc, agafant cada animal un tipus de gràfica característic.

La gràfica correspon al període diari de 13,30 a 13,15.

4.3.-Gràfiques d'espectres individuals (figures 6 i 7)

Representen el contingut de potència dels harmònics resultants de sotmetre les dades d'activitat a l'anàlisi de FOURIER en percentatge, sent el màxim de la gràfica el 30%. S'observa que durant els primers dies no hi ha cap harmònic gaire diferenciats dels demés. Es l'harmònic 1, que representa el període circadiari, el que anirà sobresortint dels demés harmònics. Veiem que uns ratolins agafen més aviat que els altres el component circadiari, així el ratolí 4 té predomini de l'harmònic 1 cap al quart dia, mentre que en el ratolí 1, l'harmònic 1 no sobresurt fins el dia 13

4.4.-Mitjanes familiars (figures 8 i 9)

A les gràfiques d'activitat, s'observa que la família B té una diferenciació més clara entre els períodes de activitat i no activitat que la família A. A nivell d'harmònics, la família B adquireix més aviat que la A el component circadiari

que no l'agafa fins el dia 15. La familia B té el període circadiari cap el dia 5. En B, s'observa que el contingut de potència dels primers harmònics, són els més importants, mentre que en A sempre hi ha un contingut de potència més o menys elevat dels harmònics alts.

4.5.-Mitjana total (figures 10 i 11)

La mitjana dels 6 animals és la que utilitzarem per a l'estudi del ritme d'activitat en general. Observem que ben igual que en les gràfiques individuals, els períodes d'activitat s'agrupen cap el període de fosc.

s'observa que el contingut de potència dels primers harmònics augmenta sobre els demés. El ritme circadiari apareix com a predominant cap al dia 5-6 de l'aïllament, fins aquest dia predominen ritmes ultradiaris. Sembla que el contingut de potència de l'harmònic 1 augmenta fins el dia 12 a partir del qual es mantindrà aproximadament constant.

4.6.-Suma dels continguts de potència dels harmònics 1,2,3 i dels 4,5,6 (figures 12 i 13)

Un primer intent de classificar les dues famílies va ser en veure que en A hi ha més importància dels harmònics alts que no pas en B, vam representar gràficament la suma dels continguts de potència dels harmònics 1,2 i 3 i la dels 4,5 i 6.

S'observa que B té un contingut de potència més elevat en els dos sumatoris que A. En els dos casos al principi predomina el

segon grup d'harmònics, però aquest és superat aviat pel primer grup. La superació d'harmònics es produeix abans en B que en A. La diferència del continguts de potència dels dos grups d'harmònics, es manté constant en B, mentre que va augmentant en A.

4.7.-Discriminants

A continuació vam obtenir la funció discriminant que ens donaria ja, una diferència matemàtica i per tant quantitativa i més exacta entre les dues famílies.

Els discriminants van ser obtinguts amb el càlcul previ de 15 coeficients discriminants . No vam obtenir els 49 coeficients possibles, en part degut a limitacions del computador i també perquè a partir de l'harmònic 15, ja són components molt petits com per no ser gaire importants en l'estudi que estem realitzant.

Els valors dels discriminants obtinguts , es mostren a les taules VIII i IX i els valors dels 15 coeficients, així com les probabilitats resultants d'aplicar la prova de HOTELLING(35) estan a la taula X.

Per comoditat en el càlcul hem trobat els discriminants en dues etapes, la primera del dia 1 al 29 i la segona del dia 30 al 54, per la qual cosa tindrem dues llistes de 15 coeficients.

Observem que la probabilitat de classificació és molt significativa en els dos casos , però ho és molt més a partir del dia 30.

Els graus de llibertat per trobar la significació de la F són 15 i 134.

4.7.1.-Anàlisi de la variança dels discriminants

En una anàlisi de la variança global d'un cop per setmana (taula XI), la família és un factor significatiu mentre que no ho és el temps.

L'anàlisi en les dues etapes anteriors (taula XII), ens dóna el factor família com a altament significatiu en els dos casos, però per el valor de la F, veiem que és encara molt més significatiu a partir del dia 30. El temps no és significatiu en cap dels dos casos, però ho és una mica més en la primera part de l'estudi.

4.7.2.-Estudi de les capacitats discriminants dels diferents harmònics (taula XIII)

A partir d'aquí, vam buscar quins eren els harmònics que donaven més la capacitat de discriminar. Per això vam aplicar la funció discriminant a cadascun dels 10 primers harmònics i vam trobar la significació per la prova de HOTELLING també i en aquest cas, per un sol coeficient discriminant, els graus de llibertat són 1 i 148.

S'observa que l'harmònic més significatiu, i en molt, és l'harmònic 4, seguit dels harmònics 7, 9 i 1.

Amb aquests resultats vam agrupar els harmònics 1, 4 i 7 i vam estudiar la significació de la seva capacitat discriminant conjunta, que ja intuïem que hauria de ser elevada. Els discriminats per aquests tres harmònics es mostren a les taules

XIV i XV i els coeficients i les significacions a la tau-
la XVI. Els graus de llibertat en aquest cas són 3 i 146.

Considerant com abans, les dues etapes de l'estudi dels
discriminants, observem una significació molt elevada en la
segona part de l'estudi ($P < 10^{-6}$), encara que la probabilitat
d'error sigui també més elevada que en considerar els 15 har-
mònics.

A continuació vam centrar l'estudi en els harmònics 1 i 4.
En el 4, per ser l'harmònic que tenia la capacitat discrimi-
nant més elevada i en l'1, per què encara que no tingui tan-
ta significació matemàtica sí que la té des d'un punt de
vista biològic, ja que marca el període circadiari.

En les taules XVII i XVIII es mostren els valors obtinguts
del contingut de potència de l'harmònic 1, i en les taules
XIX i XX els valors per l'harmònic 4.

4.8.-Anàlisi de la varianza del contingut de potència de l'harmònic 1 (taules XXI ÷ XXV)

En una anàlisi diària de cada setmana, s'observa una signifi-
cació important de la família, excepte en les 2 últimes set-
manes de l'estudi, (7 i 8). El temps no és significatiu en
cap cas.

En una anàlisi global, veiem que el temps sí que és signifi-
catiu i que la família té una significació més elevada que en
ser considerada per setmanes.

4.9.-Anàlisi de la varianza del contingut de potència de l'harmònic 4 (taules XXVI - XXX)

A l'anàlisi diària el temps no és significatiu en cap setmana i el familiar sols ho és a partir de la quarta setmana, mentre que no en les tres primeres.

En una anàlisi global, la família és significativa, però el temps no.

Vam voler veure si el temps era significatiu en relació amb la família i vam realitzar una altra anàlisi de la varianza considerant interaccions d'ordre 2 (taula XXXI) i els resultats van ser un augment de la significació i el temps, encara que aquest últim seguia sense ser significatiu.

4.10.-Evolució de l'harmònic 1

A les gràfiques 14 - 21 es mostra l'evolució de l'harmònic 1 respecte el temps i la seva corba de regressió.

A la taula XXXII es mostra les diferents funcions assajades per trobar la millor regressió i els coeficients de correlació resultants pels 6 animals, la mitjana de les famílies A i B i per la mitjana dels 6 animals, X.

Cal destacar que la millor regressió a la mitjana total és l'obtinguda per la transformació 9, al igual que a la mitjana de B. La mitjana de A dona com a millor transformació la 4, la logarítmica.

En ser la corba asimptòtica la millor per a la mitjana total

hem representat a la taula XXXIII els valors dels coeficients per aquesta transformació per a cada animal i mitjanes, així com el valor trobat de les asímtotes, que s'obtenen per l'inversa del coeficient A.

L'asímtota mitjana té un valor de 18,53% i s'obté aproximadament cap al dia 18 de l'aïllament.

Entre les dues famílies s'observa una diferència important del valor de les asímtotes, però l'anàlisi de la varianza (taula XXXIV) no ens ha donat significatiu.

De fet, la significació que ens dóna és d'un 90%, o sigui de probablement significatiu, i això es possiblement degut al baix nombre d'animals utilitzat, ja que un individu de la família B, el 5, té un valor d'asímtota dins del domini de l'altre família.

4.11.-Evolució de l'harmònic 4

A les gràfiques 22 - 30 es mostra l'evolució de l'harmònic 4 respecte el temps i la seva corba de regressió.

A la taula XXXV es mostren les diferents funcions assajades, així com els coeficients de correlació obtinguts.

Observem que a la mitjana total la millor transformació és l'asímtòtica, encara que l'estudi de la família A dongui com a millor la funció quadràtica seguida de la funció linial amb pendent negatiu. Per això i perquè els ratolins 1 i 2 tenien com a millor la funció linial, és pel que hem represen

tat la regressió linial sobre la gràfica de la família A. La família B donava com a millor regressió l'asimptòtica , això es compleix també en els ratolins 5 i 6, el 4 presentava una regressió logarítmica .

En general cal destacar que a la família A el contingut de potència de l'harmònic 4 disminueix respecte el temps, mentre que augmenta a la família B.

Cal tenir present que en representar les gràfiques d'evolució dels dos harmònics, que el màxim representat en ordenades per l'harmònic 4 és d'un 30%, i per l'harmònic 1 d'un 60%, això ho hem fet atenent al contingut de potència més elevat de l'harmònic 1.

Totes les operacions matemàtiques i càlculs estadístics han estat realitzades mitjançant un computador, Tektronix 4052, amb el següent procés operatiu:

Les dades diàries d'activitat motora provinents de la impressora van ser gravades manualment en una cinta magnètica.

Les dades gravades van ser sotmeses a l'anàlisi de FOURIER a través d'un programa realitzat per nosaltres mateixos (64). Els resultats obtinguts, contingut de potència dels harmònics, van ser gravats a la mateixa cinta.

El tractament estadístic, anàlisi de la variança, funció discriminant i funció de correlació, va ser aplicat a través d'uns altres programes (65) (66) (67).

Els resultats numèrics van ser agrupats en taules mitjançant una impressora, Tektronix 4641-1, connectada al computador.

Les gràfiques d'activitat i harmònics van ser fetes amb un "plotter" connectat també al computador i mitjançant els programes (66) i (67).

TAULA I : Dades d'activitat motora total (dies 1-30)

Ratolins	1	2	3	4	5	6
Dies						
1	32267	14307	18404	15678	17290	16406
2	45398	21077	23600	18573	17591	19989
3	44934	21771	26815	25444	23336	26880
4	59477	27945	25425	26446	29223	20236
5	64530	32122	22885	35919	25631	30258
6	54784	37859	28805	35538	27425	27366
7	57357	42596	26811	36543	33505	33834
8	70195	40118	35725	41089	35216	38431
9	67997	49329	29791	41524	30867	41032
10	67418	44784	32646	42256	30830	39012
11	59507	41104	34772	38895	35061	36439
12	60630	39289	40696	43964	34320	39178
13	60383	44784	39695	45279	40867	43944
14	66988	39766	36409	49779	38384	42224
15	68283	39997	38868	44745	36457	42146
16	67681	37632	32916	47468	37989	41594
17	75079	43071	40963	54404	41615	42267
18	69183	30732	22836	42845	27955	31982
22	70079	32463	38924	41206	34918	42153
23	72216	35375	31383	34060	38875	40863
24	69620	28902	33138	37740	39737	36044
26	68781	30206	31937	39577	40922	39437
27	69026	30118	41738	51935	39748	49118
28	66182	32466	33479	38810	42170	41515
29	62559	31977	35754	39810	38216	35103
30	63273	28401	41758	39422	36076	40289

TAULA II : Dades d'activitat motora total (dies 31-56)

Ratolins	1	2	3	4	5	6
Dies						
31	72738	33310	41425	36543	41818	42131
32	68840	31880	47013	37107	39970	38403
33	61385	32749	42428	33428	35201	40565
34	71381	28801	40794	36860	40828	45395
35	62587	31002	41829	34091	41875	43819
36	66436	29266	42523	37949	38130	38870
37	62751	31059	40100	30060	37442	36292
38	73426	36542	50416	43143	43614	44573
39	38807	27548	31747	28559	28748	29614
40	47296	26623	33142	29643	30752	31317
41	49938	28004	36257	32342	28249	30846
42	53280	29884	38893	40117	33710	35211
43	49987	32246	36823	28306	35623	29190
44	49846	29208	37643	34357	29514	31059
45	53617	37968	40782	37807	36687	30552
46	62131	35281	41375	35351	33446	40297
47	56510	31500	40481	30961	36109	39098
48	61566	36699	39999	37435	36615	39001
49	58816	36444	38307	33826	35252	41748
50	55538	38294	43410	39949	35107	38428
51	51987	41912	33877	38868	32854	41704
52	59194	37654	39452	39554	28057	40621
53	56086	42643	42918	40684	32407	39819
54	54481	46813	39459	47395	33065	41716
55	53574	47216	41214	33410	36353	44264
56	55478	49649	38396	48235	41042	46026

TAULA III : Anàlisi de la varianza de les dades d'activitat motora
(global)

ACT.MOT.TOTAL (setmanal)

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : SETMANES (9 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3.018E+009	3.773E+008	3.86	0.0016
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8.747E+008	8.747E+008	8.95	0.0043
RESIDUAL										44	4.298E+009	9.768E+007		
TOTAL										53	8.191E+009			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

ACTIVITAT, SET 1

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1.697E+009	2.828E+008	2.71	0.0292
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8.242E+008	8.242E+008	7.91	0.0081
RESIDUAL										34	3.544E+009	1.042E+008		
TOTAL										41	6.065E+009			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

ACTIVITAT, SET 2

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1.012E+008	1.687E+007	0.15	0.9879
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7.162E+008	7.162E+008	6.36	0.0165
RESIDUAL										34	3.830E+009	1.126E+008		
TOTAL										41	4.647E+009			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA IV : Anàlisi de la varianza de les dades d'activitat motora
(setmanes 1 i 2)

ACTIVITAT, SET 3

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (4 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4.395E+008	1.465E+008	0.78	0.5170
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.392E+008	2.392E+008	1.28	0.2717
RESIDUAL										19	3.546E+009	1.866E+008		
TOTAL										23	4.225E+009			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

ACTIVITAT, SET 4

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (6 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1.361E+008	2.721E+007	0.14	0.9807
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.112E+008	2.112E+008	1.11	0.3014
RESIDUAL										29	5.534E+009	1.908E+008		
TOTAL										35	5.881E+009			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA V: Anàlisi de la varianza de les dades d'activitat motora

(setmanes 3 i 4)

ACTIVITAT, SET 5

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REF (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	9.476E+007	1.579E+007	0.11	0.9946
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.715E+008	5.715E+008	4.01	0.0332
RESIDUAL										34	4.842E+009	1.424E+008		
TOTAL										41	5.508E+009			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

ACTIVITAT, SET 6

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REF (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1.332E+009	2.220E+008	2.63	0.0335
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4.989E+008	4.989E+008	5.90	0.0205
RESIDUAL										34	2.873E+009	8.451E+007		
TOTAL										41	4.704E+009			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA VI : Anàlisi de la variança de les dades d'activitat motora(setmanes 5 i 6)

ACTIVITAT, SET 7

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.649E+008	4.414E+007	0.72	0.6390
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7.291E+008	7.291E+008	11.83	0.0016
RESIDUAL										34	2.095E+009	6.162E+007		
TOTAL										41	3.089E+009			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

ACTIVITAT, SET 8

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1.580E+008	2.633E+007	0.59	0.7350
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5.335E+008	5.335E+008	11.98	0.0015
RESIDUAL										34	1.514E+009	4.454E+007		
TOTAL										41	2.206E+009			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA VII : Anàlisi de la varianza de les dades d'activitat motora
(setmanes 7 i 8)

DISCRIMINANTSTAULA VIII

DIES 1-29

Ratolins	1	2	3	4	5	6
Dies: 1	4,064	3,831	4,964	5,387	8,958	2,693
2	3,833	0,362	1,500	-0,082	6,414	7,188
3	4,845	1,280	2,337	-5,347	7,661	9,361
4	5,235	5,523	7,224	-5,591	3,558	8,933
5	8,704	-0,282	1,904	-12,208	-0,622	1,315
6	3,017	10,106	7,637	-16,644	8,497	-0,215
7	6,894	9,218	6,808	-20,061	-5,636	0,484
8	1,496	-1,699	0,591	-7,191	3,939	-1,890
9	2,681	11,995	7,523	2,683	-5,071	-6,675
10	6,498	2,919	-0,272	-5,747	-0,749	-3,323
11	4,418	-2,261	-6,081	-8,964	-2,555	-2,238
12	-3,207	-1,091	-0,161	-7,399	6,481	-4,855
13	-6,023	0,600	0,337	-9,183	-0,425	-10,688
14	-2,319	4,133	4,504	-14,616	-0,025	-2,236
15	-3,484	-1,129	4,063	-13,431	5,011	-1,172
16	0,123	-2,322	1,649	-16,320	-1,782	-3,315
17	3,557	3,468	5,623	-17,342	-11,362	0,876
18	11,481	1,715	3,128	-7,992	-9,539	-2,840
22	10,160	7,873	6,238	-13,005	-11,423	2,096
23	0,189	-1,605	-1,021	-5,020	-5,458	9,670
24	3,460	2,993	1,218	-2,301	-3,790	-0,386
26	-1,827	8,650	3,379	-7,074	-5,730	-3,856
27	6,101	9,946	3,610	-20,307	-6,007	-10,720
28	3,103	1,585	-2,501	-7,255	-7,462	-3,408
29	7,136	10,967	2,596	-4,871	1,850	-0,831

DISCRIMINANTS

TAULA IX

DIES 30-54

Ratolins	1	2	3	4	5	6
Dies: 30	8,342	-3,070	1,464	-8,488	-13,761	-2,634
31	8,179	10,143	0,387	-24,126	-4,236	-3,617
32	5,666	11,239	5,011	-13,704	-1,045	0,707
33	-1,552	5,515	4,991	-3,190	-2,315	-3,123
34	14,296	6,068	2,734	-12,281	-6,633	-6,404
35	5,060	12,960	1,035	-8,139	-6,759	-2,575
36	6,966	1,332	-5,332	-19,007	-21,137	-0,781
37	2,172	10,677	8,633	-13,281	6,724	-5,975
38	9,039	1,780	-12,336	-5,610	14,565	-3,179
39	10,726	11,801	9,355	-14,774	0,290	-4,953
40	8,822	7,656	-0,541	-8,253	6,666	-1,306
41	-0,441	6,533	1,513	-0,707	-6,384	-14,920
42	6,479	11,087	11,598	12,861	-11,205	-10,368
43	-1,959	14,065	-0,887	-3,941	-13,612	4,579
44	6,178	13,377	0,953	0,358	-0,513	-3,173
45	1,501	11,276	-3,910	-6,762	-5,248	-6,302
46	6,208	0,788	-3,868	-8,153	-9,852	-1,774
47	3,410	2,024.	9,811	-16,206	-23,132	-0,449
48	11,637	7,437	5,260	-18,177	-8,815	-1,745
49	6,816	6,112	-0,186	-12,412	-14,362	-1,672
50	9,107	4,405	-2,529	-13,106	-3,393	-8,329
51	8,235	18,411	-3,567	2,894	-11,025	-4,328
52	11,399	13,613	4,110	-6,992	-1,880	1,548
53	9,477	13,787	2,015	-12,149	5,611	3,867
54	3,845	0,149	3,259	-2,331	-13,357	-5,653

COEFICIENTS DISCRIMINANTSTAULA X

L(k)	DIES 1-29	DIES 30-54
L(1)	-0,00036304	-0,00008357
L(2)	0,00011321	-0,00024996
L(3)	-0,00047184	0,00047220
L(4)	0,00027336	-0,00108668
L(5)	-0,00040862	0,00029347
L(6)	0,00003938	0,00020945
L(7)	0,00028951	0,00056204
L(8)	-0,00005993	0,00031322
L(9)	0,00044235	0,00027736
L(10)	0,00028500	0,00026677
L(11)	-0,00007410	0,00090813
L(12)	0,00058292	-0,00036325
L(13)	0,00054889	-0,00012061
L(14)	-0,00021188	0,00042766
L(15)	0,00035515	0,00078714
d/s	0,99	1,29
P1	0,3108	0,2595
F	2,22	3,77
P2	0,008407	0,00002

DISCR. TOTAL(setmanal)

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : SETMANES	(8 NIVELLS)
2 : FAMILIA	(2 NIVELLS)
3 : REP	(3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	4.754E+002	6.792E+001	1.58	0.1702
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7.073E+002	7.073E+002	16.46	0.0002
RESIDUAL										39	1.676E+003	4.298E+001		
TOTAL										47	2.859E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XI: Anàlisi de la variança dels discriminants obtinguts amb
15 coeficients (total)

DISCR.15L,DIES 1-29

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (25 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO	G.L.	S.Q.	VAR.	F	F
1 - - - - -	24	9.152E+002	3.813E+001	1.17	0.2808
- 2 - - - - -	1	1.625E+003	1.625E+003	49.93	0.0000
RESIDUAL	124	4.035E+003	3.254E+001		
TOTAL	149	6.575E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

DISCR.15L,DIES 30-54

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (25 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO	G.L.	S.Q.	VAR.	F	F
1 - - - - -	24	1.001E+003	4.170E+001	0.94	0.5444
- 2 - - - - -	1	4.711E+003	4.711E+003	106.56	0.0000
RESIDUAL	124	5.482E+003	4.421E+001		
TOTAL	149	1.119E+004			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

Taula XII

TAULA XII: Anàlisi de la varianza dels discriminants obtinguts amb

1 15 coeficients (dies 1-29 i 30-54)

TAULA XIII

CAPACITATS DISCRIMINANTS DELS HARMONICS

HARMONIC	L	d/s	P1	F	P2
1	-0,00008910	0,26	0,4483	2,54	0,113
2	-0,00004670	0,10	0,4801	0,38	0,538
3	0,00003927	0,05	0,4900	0,09	0,765
4	-0,00005326	0,71	0,3673	18,90	0,00003
5	0,00011495	0,07	0,4860	0,18	0,672
6	-0,00017063	0,17	0,4661	1,08	0,300
7	0,00042618	0,33	0,4345	4,08	0,045
8	0,00013681	0,12	0,4761	0,54	0,464
9	0,00043240	0,28	0,4443	2,94	0,088
10	0,00033350	0,25	0,4503	2,34	0,128

DISCRIMINANTS PER ELS HARMONICS 1,4,7

TAULA XIV

DIES 1-29

Ratolins	1	2	3	4	5	6
Dies:1	-1,160	-1,102	1,643	-0,219	-0,567	0,249
2	-1,356	0,344	-0,578	-0,516	-0,644	0,360
3	0,934	-1,022	-2,749	1,355	-0,207	-0,674
4	0,142	-0,728	2,156	-0,805	-2,728	5,596
5	-2,850	0,642	2,438	-2,452	4,264	-1,257
6	-0,828	1,221	5,693	-6,293	1,836	3,043
7	-2,823	-0,187	5,468	-3,675	7,756	-0,529
8	-2,881	3,037	7,428	-3,682	4,169	5,899
9	-1,911	1,338	3,151	-6,263	4,406	5,764
10	-2,327	3,471	13,852	-12,346	10,900	-0,512
11	-0,236	6,131	13,138	-5,490	9,922	-2,324
12	-1,138	4,008	12,318	-8,643	3,503	-1,337
13	-3,237	1,876	9,082	-3,249	8,578	-2,751
14	-0,523	2,300	3,760	-4,008	8,228	-0,725
15	-6,456	2,713	3,041	-6,777	5,24	-2,924
16	-5,800	1,198	4,274	-11,099	11,938	2,644
17	3,217	1,431	4,174	-7,896	19,446	11,578
18	0,098	3,159	4,080	-10,304	12,749	7,944
22	1,478	-1,423	4,038	-15,388	5,665	-2,344
23	-1,952	1,397	-0,855	-11,425	-1,012	1,613
24	-7,611	-2,501	-2,036	-3,140	0,769	0,329
26	-10,075	3,043	6,055	-12,190	-6,702	5,513
27	-4,701	-1,743	8,353	-12,411	4,257	9,151
28	-0,829	3,319	3,629	-9,828	0,269	2,783
29	0,770	0,487	6,273	-10,256	2,040	5,081

DISCRIMINANTS PER ELS HARMÒNICS 1,4,7

TAULA XV

DIES 30-54

Ratolins	1	2	3	4	5	6
Dies:30	-1,046	4,896	-5,902	0,942	3,239	-14,055
31	-3,500	-3,909	2,802	0,053	4,170	-13,105
32	-3,321	0,848	-14,174	4,233	5,970	-10,909
33	0,927	0,135	-1,496	2,275	4,275	-12,238
34	-2,538	-2,768	-1,549	-1,923	4,577	-22,878
35	-1,251	0,550	-19,335	0,696	-1,955	-11,589
36	-1,806	0,262	-5,613	-6,581	9,815	-2,819
37	-1,871	3,177	-9,357	-5,324	13,050	-11,525
38	8,675	-2,898	-33,388	-1,082	10,163	-22,117
39	-0,289	6,295	5,002	4,838	7,861	-12,203
40	-2,200	2,322	-10,930	-6,775	4,050	-7,682
41	-4,003	11,200	-10,278	-3,556	0,931	-14,415
42	-0,196	0,827	-1,254	4,704	5,804	-13,727
43	-0,776	0,852	-7,090	1,971	-1,349	-11,717
44	-1,439	-0,771	0,998	-11,18	-2,933	-16,862
45	-3,343	-2,779	-0,954	10,152	14,215	2,719
46	-4,805	4,252	-12,355	-5,872	-1,954	-11,936
47	-0,899	0,251	0,515	1,874	-15,291	-16,436
48	-2,291	1,714	10,927	-0,093	6,241	-20,737
49	1,150	3,718	0,920	5,545	-4,365	-8,697
50	-2,347	-2,958	-9,395	0,167	-1,634	-12,674
51	-2,468	5,380	7,549	-1,619	10,466	-24,554
52	-0,532	-2,835	-8,333	9,354	1,683	-16,531
53	0,610	0,091	-9,129	1,907	-0,174	-13,051
54	-2,564	1,071	-5,293	1,513	8,563	-25,895

TAULA XVICOEFICIENTS DISCRIMINANTS

HARMONICS 1,4,7

L(k)	DIES 1-29	DIES 30,54
L(1)	-0,00041618	0,00002490
L(2)	0,00026563	-0,00082028
L(3)	0,00047502	0,00098029
d/s	0,67	1,00
P1	0,3689	0,3085
F	5,52	12,33
P2	0,001	< 0,000001

TAULA XVII : Contingut de potencia de l'harmonic 1 (dies 1-30)

Ratolins	1	2	3	4	5	6
Dies						
1	6.906	4.726	1.936	5.030	1.770	0.970
2	9.206	2.107	9.490	5.507	6.765	0.375
3	6.509	7.152	11.873	10.115	9.552	2.736
4	6.479	5.975	4.304	18.745	14.755	2.230
5	10.694	8.528	3.481	22.916	6.355	12.457
6	9.500	5.115	2.526	30.843	8.266	11.928
7	11.149	6.782	2.691	27.556	14.135	13.832
8	13.424	8.014	6.397	19.295	7.596	11.305
9	16.189	7.657	5.186	21.724	10.410	9.474
10	10.307	6.624	0.459	34.383	5.257	16.999
11	6.690	8.536	6.184	29.320	5.996	11.282
12	12.793	10.856	5.601	27.864	8.846	17.450
13	23.437	13.037	5.639	23.192	4.346	19.821
14	14.567	9.969	9.233	34.187	7.231	14.801
15	23.020	10.123	10.637	29.471	9.699	18.353
16	17.246	11.388	14.226	34.609	5.722	19.864
17	9.621	12.777	6.712	34.540	2.468	8.497
18	6.866	10.116	6.672	32.537	8.563	7.351
22	11.005	7.851	7.011	38.283	16.446	19.763
23	14.366	14.212	16.639	28.247	18.300	12.398
24	19.298	11.430	16.739	17.018	14.160	12.323
26	27.223	6.976	8.661	31.469	25.652	12.735
27	13.596	11.920	5.835	45.324	15.482	19.653
28	11.703	6.984	13.964	26.210	19.799	12.533
29	8.247	4.233	8.801	28.140	10.336	12.489
30	9.116	12.944	13.061	21.476	16.715	17.837

TAULA XVIII : Contingut de potència de l'harmonic 1(dies 31-56)

Ratolins	1	2	3	4	5	6
dies						
31	9.776	7.530	23.246	33.153	14.049	19.650
32	13.310	15.936	18.627	32.449	17.826	15.569
33	18.346	8.059	15.254	29.424	15.336	25.610
34	9.461	7.895	15.244	34.100	15.195	19.377
35	22.523	11.151	12.347	37.894	21.801	22.399
36	13.639	7.116	13.094	41.219	16.572	15.647
37	16.019	12.857	8.571	23.984	21.466	18.200
38	27.440	8.262	8.410	17.707	6.708	6.137
39	18.030	10.818	7.851	29.070	3.947	9.504
40	18.555	12.108	16.686	24.328	4.238	9.423
41	12.092	9.367	11.019	40.241	14.763	6.934
42	19.783	11.174	16.516	33.873	14.752	11.591
43	17.539	8.565	12.713	16.252	12.963	8.896
44	17.233	10.594	19.982	11.445	11.506	19.596
45	26.373	11.116	17.485	33.886	16.155	10.659
46	19.788	16.567	17.395	29.929	13.127	17.841
47	22.647	18.225	21.124	34.962	19.395	11.694
48	11.607	17.005	19.081	35.059	25.085	13.376
49	19.808	14.242	13.506	33.936	18.924	16.573
50	17.189	6.689	14.222	34.827	11.542	7.762
51	12.628	12.321	15.625	37.241	8.442	10.814
52	17.582	16.290	13.570	33.599	17.928	9.525
53	16.959	15.187	22.280	35.257	6.070	8.502
54	21.057	14.991	23.769	53.283	14.720	11.550
55	15.346	16.046	16.613	23.366	27.158	5.746
56	19.598	13.334	17.231	25.017	25.376	7.495

TAULA XIX : Contingut de potència de l'armònic 4 (dies 1-30)

Ratolins	1	2	3	4	5	6
Dies						
1	9.903	1.415	7.735	1.991	0.562	0.265
2	17.323	3.061	6.355	0.380	0.611	0.910
3	13.209	0.468	0.756	3.318	7.431	1.750
4	8.742	1.789	2.791	0.864	3.551	6.188
5	1.190	2.606	2.712	6.996	2.441	8.542
6	9.786	0.590	7.160	0.797	11.484	5.509
7	4.220	5.407	3.214	0.226	6.518	6.156
8	1.147	2.441	6.275	4.265	10.594	4.019
9	7.954	9.138	8.873	7.812	9.596	15.436
10	13.180	13.138	11.353	3.479	8.950	3.706
11	6.617	17.885	6.732	0.581	8.133	8.474
12	9.616	15.809	17.290	4.399	12.803	9.673
13	6.353	13.364	9.225	1.802	17.243	7.307
14	9.402	14.082	18.292	0.017	15.020	9.327
15	10.520	9.645	9.058	9.314	17.832	7.000
16	3.846	7.621	11.028	12.209	18.086	0.574
17	7.365	6.863	8.051	7.960	6.404	1.932
18	1.916	8.527	4.893	17.629	14.809	0.162
22	11.332	5.399	15.789	15.084	12.055	12.425
23	2.070	6.190	9.315	14.585	10.496	10.991
24	10.682	4.995	10.795	19.685	7.201	7.833
26	5.518	7.406	10.747	12.473	10.756	1.581
27	7.894	4.089	2.872	4.762	16.858	0.451
28	3.373	9.769	2.947	19.558	16.954	18.801
29	11.301	6.045	0.908	19.866	20.491	1.294
30	3.891	9.825	7.262	14.352	17.566	0.700

TAULA XX : Contingut de potència de l'harmònic 4 (dies 31-56)

Ratolins	1	2	3	4	5	6
Dies						
31	4.475	1.255	6.238	22.639	15.968	1.252
32	1.891	3.886	0.661	19.009	8.235	0.882
33	9.600	2.175	4.574	9.238	7.964	2.376
34	4.247	0.907	2.563	13.954	13.991	1.625
35	1.308	0.006	0.995	12.205	10.024	2.774
36	6.273	4.243	6.979	15.101	27.222	7.652
37	3.928	0.082	0.762	12.964	8.283	6.057
38	0.328	7.313	2.333	11.525	5.603	0.663
39	0.505	1.624	2.309	18.294	7.278	6.191
40	0.942	1.269	1.242	3.782	4.933	7.666
41	2.308	3.835	2.405	3.958	11.440	14.520
42	3.230	2.643	1.021	0.319	15.978	3.416
43	7.636	1.299	5.906	14.142	14.633	1.600
44	1.129	2.020	6.606	6.287	9.770	0.109
45	5.668	1.965	9.243	15.420	17.603	9.280
46	0.430	7.074	3.588	7.109	12.332	0.522
47	0.385	2.301	2.212	14.084	19.778	2.723
48	0.667	2.755	7.264	18.966	16.273	2.793
49	2.770	0.279	10.890	17.547	16.297	2.633
50	0.930	5.102	7.995	15.426	17.017	12.435
51	3.147	2.085	14.078	3.662	18.442	3.452
52	1.452	0.873	1.248	12.668	11.955	1.566
53	1.598	0.471	2.520	14.042	6.915	2.259
54	3.375	5.094	3.662	4.314	21.136	0.472
55	1.029	1.332	0.336	1.706	12.842	7.846
56	1.933	0.067	12.766	4.944	17.395	6.150

HARMONIC 1, TOTAL (setmanal)

ANALISI DE LA VARIANCA
FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : SETMANES	(9 NIVELLS)
2 : FAMILIA	(2 NIVELLS)
3 : REP	(3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO	G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1 - - - - -	8	1.110E+003	1.387E+002	2.35	0.0339
- 2 - - - - -	1	5.729E+002	5.729E+002	9.69	0.0032
RESIDUAL	44	2.601E+003	5.911E+001		
TOTAL	53	4.283E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XXI : Anàlisi de la varianza del contingut de potència de
l'harmoni 1 (global)

HARMONIC 1, SET 1

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	3.783E+002	6.306E+001	1.69	0.1534
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.961E+002	1.961E+002	5.26	0.0281
RESIDUAL										34	1.268E+003	3.730E+001		
TOTAL										41	1.843E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

HARMONIC 1, SET 2

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1.025E+002	1.708E+001	0.27	0.9466
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4.667E+002	4.667E+002	7.40	0.0102
RESIDUAL										34	2.145E+003	6.309E+001		
TOTAL										41	2.714E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XXII : Anàlisi de la variança del contingut de potència de
l'harmoni 1 (setmanes 1 i 2)

HARMONIC 1, SET 3

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (4 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.392E+002	4.639E+001	0.50	0.6861
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.175E+002	2.175E+002	2.35	0.1419
RESIDUAL										19	1.759E+003	9.260E+001		
TOTAL										23	2.116E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

HARMONIC 1, SET 4

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (6 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	7.620E+001	1.524E+001	0.23	0.9463
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7.145E+002	7.145E+002	10.79	0.0027
RESIDUAL										29	1.921E+003	6.623E+001		
TOTAL										35	2.711E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XXIII : Anàlisi de la variança del contingut de potència de
l'harmònic 1 (setmanes 3 i 4)

HARMONIC1,SET5

ANALISI DE LA VARIANCA
FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO	G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1 - - - - -	6	3.240E+002	5.399E+001	1.42	0.2360
- 2 - - - - -	1	8.213E+002	8.213E+002	21.59	0.0000
RESIDUAL	34	1.294E+003	3.805E+001		
TOTAL	41	2.439E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

HARMONIC1,SET6

ANALISI DE LA VARIANCA
FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO	G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1 - - - - -	6	1.786E+002	2.976E+001	0.36	0.8984
- 2 - - - - -	1	1.966E+002	1.966E+002	2.39	0.1317
RESIDUAL	34	2.803E+003	8.245E+001		
TOTAL	41	3.178E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XXIV : Anàlisi de la varianza del contingut de potència de
l'harmònic 1 (setmanes 5 i 6)

HARMONIC1,SET 7

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	3.438E+002	5.730E+001	1.17	0.3467
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8.764E+001	8.764E+001	1.78	0.1904
RESIDUAL										34	1.670E+003	4.910E+001		
TOTAL										41	2.101E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

HARMONIC1,SET 8

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.300E+002	3.833E+001	0.37	0.8941
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.401E+002	1.401E+002	1.34	0.2543
RESIDUAL										34	3.542E+003	1.042E+002		
TOTAL										41	3.912E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XXV : Anàlisi de la varianza del contingut de potència de
l'harmònic 1 (setmanes 7 i 8)

HARMONIC 4,TOTAL(setmanal)

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : SETMANES (9 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4.075E+002	5.093E+001	1.43	0.2105
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.056E+002	2.056E+002	5.78	0.0205
RESIDUAL										44	1.565E+003	3.558E+001		
TOTAL										53	2.179E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XXVI: Anàlisi de la varianza del contingut de potència de
l'harmònic 4 (global) (

HARMONIC 4, SET 1

ANALISI DE LA VARIANCA
FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1.919E+001	3.198E+000	0.18	0.9811
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.741E+001	2.741E+001	1.52	0.2237
RESIDUAL										34	6.120E+002	1.800E+001		
TOTAL										41	6.586E+002			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

HARMONIC 4, SET 2

ANALISI DE LA VARIANCA
FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1.806E+002	3.010E+001	1.38	0.2511
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7.345E+001	7.345E+001	3.36	0.0754
RESIDUAL										34	7.421E+002	2.183E+001		
TOTAL										41	9.962E+002			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XXVII : Anàlisi de la varianza del contingut de potència de
l'harmònic 4 (setmanes 1 i 2)

HARMONIC 4,SET 3

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (4 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5.373E+001	1.771E+001	0.66	0.5865
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.519E+001	2.519E+001	0.93	0.3472
RESIDUAL										19	5.153E+002	2.712E+001		
TOTAL										23	5.942E+002			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

HARMONIC 4,SET 4

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (6 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1.510E+002	3.020E+001	1.35	0.2726
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.802E+002	1.802E+002	8.04	0.0062
RESIDUAL										29	6.497E+002	2.240E+001		
TOTAL										35	9.809E+002			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XVIII : Anàlisi de la variança del contingut de potència de
l'harmoni 4 (setmanes 3 i 4)

HARMONIC 4, SET 5

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1.460E+002	2.433E+001	0.70	0.6477
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4.172E+002	4.172E+002	12.05	0.0014
RESIDUAL										34	1.178E+003	3.464E+001		
TOTAL										41	1.741E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

HARMONIC 4, SET 6

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
 2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
 3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.374E+002	3.957E+001	1.93	0.1034
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4.492E+002	4.492E+002	21.96	0.0000
RESIDUAL										34	6.955E+002	2.046E+001		
TOTAL										41	1.382E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XXIX : Anàlisi de la varianza del contingut de potència de
l'harmoni 4 (setmanes 5 i 6)

HARMONIC 4,SET 7

ANALISI DE LA VARIANCA
FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO	G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1 - - - - -	6	1.318E+002	2.196E+001	0.77	0.5979
- 2 - - - - -	1	4.521E+002	4.521E+002	15.88	0.0003
RESIDUAL	34	9.681E+002	2.847E+001		
TOTAL	41	1.552E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

HARMONIC 4,SET 8

ANALISI DE LA VARIANCA
FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : DIES (7 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO	G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1 - - - - -	6	1.393E+002	2.321E+001	0.81	0.5688
- 2 - - - - -	1	3.757E+002	3.757E+002	13.12	0.0009
RESIDUAL	34	9.734E+002	2.863E+001		
TOTAL	41	1.488E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XXX : Anàlisi de la varianza del contingut de potència de
l'harmoni 4 (setmanes 7 i 8)

HARMONIC 4, TOTAL

ANALISI DE LA VARIANCA

FACTORS DE VARIACIO (3) :

1 : SETMANES (9 NIVELLS)
2 : FAMILIA (2 NIVELLS)
3 : REF (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 2

CAUSES DE LA VARIACIO										G.L.	S.Q.	VAR.	F	F'
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4.075E+002	5.093E+001	1.48	0.1971
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.056E+002	2.056E+002	5.99	0.0194
1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3.304E+002	4.130E+001	1.20	0.3243
RESIDUAL										36	1.235E+003	3.431E+001		
TOTAL										53	2.179E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XXXI : Anàlisi de la variança del contingut de potència de
l'harmoni 4 (global, amb interaccions d'ordre 2)

COEFICIENTS DE CORRELACIÓ PER A L'HARMÒNIC 1

TAULA XXXII

$Y = BX + A$

funcions	1	2	3	4	5	6	A	B	X
X	Y	0,500569	0,617484	0,748090	0,306138	0,506324	0,083745	0,787267	0,433652 0,722831
Ln(X)	Y	0,529578	0,615887	0,680496	0,471334	0,486331	0,339064	0,767080	0,614001 0,822152
X	Ln(Y)	0,554181	0,594975	0,694472	0,329535	0,486027	0,266836	0,783349	0,444026 0,686023
Ln(X)	Ln(Y)	0,594718	0,654883	0,669593	0,563028	0,522188	0,563077	0,808652	0,689681 0,861239
X	Y^2	0,428682	0,606909	0,690162	0,292494	0,463583	0,006263	0,764841	0,400773 0,709068
X	SQR(Y)	0,530629	0,612948	0,750599	0,317070	0,505402	0,166747	0,789117	0,444801 0,713424
X	1/Y	0,577836	0,498322	0,358227	0,346007	0,400591	0,320711	0,747685	0,396158 0,575123
1/X	Y	0,410999	0,473582	0,423976	0,537339	0,360569	0,477452	0,542872	0,647616 0,719562
1/X	1/Y	0,527131	0,589275	0,227871	0,856380	0,640365	0,675213	0,703394	0,944337 0,969384
X	Ln(C-Y)	0,148751	0,268402	0,340733	0,236054	0,260377	0,036513	0,766334	0,422529 0,341490

TAULA XXXIIIREGRESSIÓ 1/X 1/Y , PER A L'HARMÒNIC 1

RATOLÍ	B	A	r	ASÍMPTOTA
1	0,109371	0,068056	0,527131	14,1694
2	0,243992	0,093350	0,589275	10,712
3	0,439356	0,120548	0,227871	8,296
4	0,182088	0,029079	0,856379	34,388
5	0,384907	0,078583	0,640365	12,725
6	1,658495	0,022968	0,675213	43,539
A	0,174556	0,077104	0,703394	12,969
B	0,328311	0,039891	0,944336	25,068
X	0,229692	0,054296	0,967533	18,53

ASIMPTOTES

ANALISI DE LA VARIANCA
FACTORS DE VARIACIO (2) :

1 : FAMILIA (2 NIVELLS)
2 : REP (3 NIVELLS)

INTERACCIONS FINS A LES D'ORDRE 1

CAUSES DE LA VARIACIO	G.L.	S.Q.	VAR.	F	P
1	1	5.506E+002	5.506E+002	4.25	0.1083
RESIDUAL	4	5.183E+002	1.296E+002		
TOTAL	5	1.069E+003			

(Significatiu si $P \leq 0.05$)

Fisiol. Anim. FAC.FAR.UNI.BARCELONA

TAULA XXXIV : Anàlisi de la varianza del valor de les asímtotes

COEFICIENTS DE CORRELACIÓ PER A L'HARMÒNIC 4

TAULA XXXV

Y = BX + A

funcions	1	2	3	4	5	6	A	B	X
X	Y	0,628826	0,412499	0,213192	0,363487	0,442795	0,114706	0,543664	0,401909 0,067845
Ln(X)	Y	0,615205	0,186509	0,125965	0,483323	0,546551	0,016975	0,398385	0,568341 0,152182
X	Ln(Y)	0,583859	0,336017	0,250657	0,398657	0,480593	0,079683	0,533581	0,469405 0,025837
Ln(X)	Ln(Y)	0,520655	0,170682	0,172835	0,468424	0,690629	0,013707	0,411252	0,708247 0,200079
X	Y ²	0,581315	0,391902	0,173488	0,294244	0,376953	0,091041	0,491159	0,306292 0,103189
X	SQR(Y)	0,623467	0,402934	0,235408	0,401319	0,474064	0,108273	0,550036	0,449289 0,047344
X	1/Y	0,421208	0,079668	0,245460	0,158211	0,393071	0,028790	0,445349	0,392985 0,016708
1/X	Y	0,454401	0,090447	0,022353	0,381911	0,513849	0,140573	0,161225	0,554381 0,300753
1/X	1/Y	0,212475	0,057516	0,078876	0,015080	0,898254	0,177558	0,189869	0,809876 0,394504
X	Ln(C-Y)	0,300658	0,206970	0,153029	0,081928	0,113454	0,024059	0,506552	0,352803 0,081418

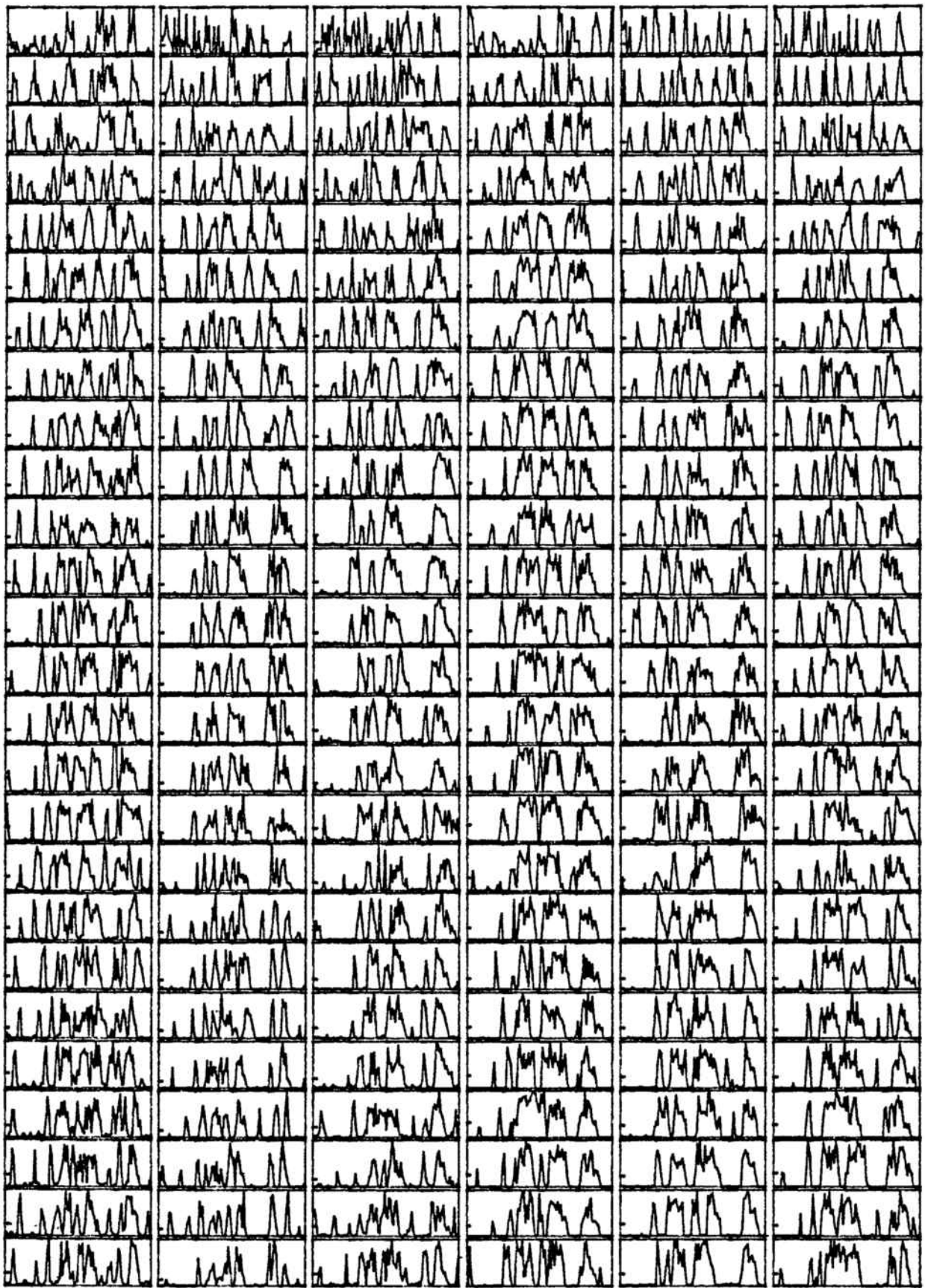


figura 4: Activitat motora individual (dies 1-30). Cada columna correspon a un ratolí començant per l'esquerra amb el nº 1. Cada fila correspon a un dia d'estudi començant per dalt amb el dia 1 (manquen els dies 19,20,21 i 25).Cada marca de l'eix horitzontal representa un període de 6 hores. Les marques del peu de la gràfica indiquen els períodes de fosc.



figura 5: Activitat motora individual (dies 31-56). Cada columna correspon a un ratolí començant amb el nº 1. Cada fila correspon a un dia de l'estudi començant per dalt amb el dia 31.

Cada marca de l'eix horitzontal representa un període de 6 hores.

Les ratlles del peu de la gràfica indiquen els períodes de foscor.

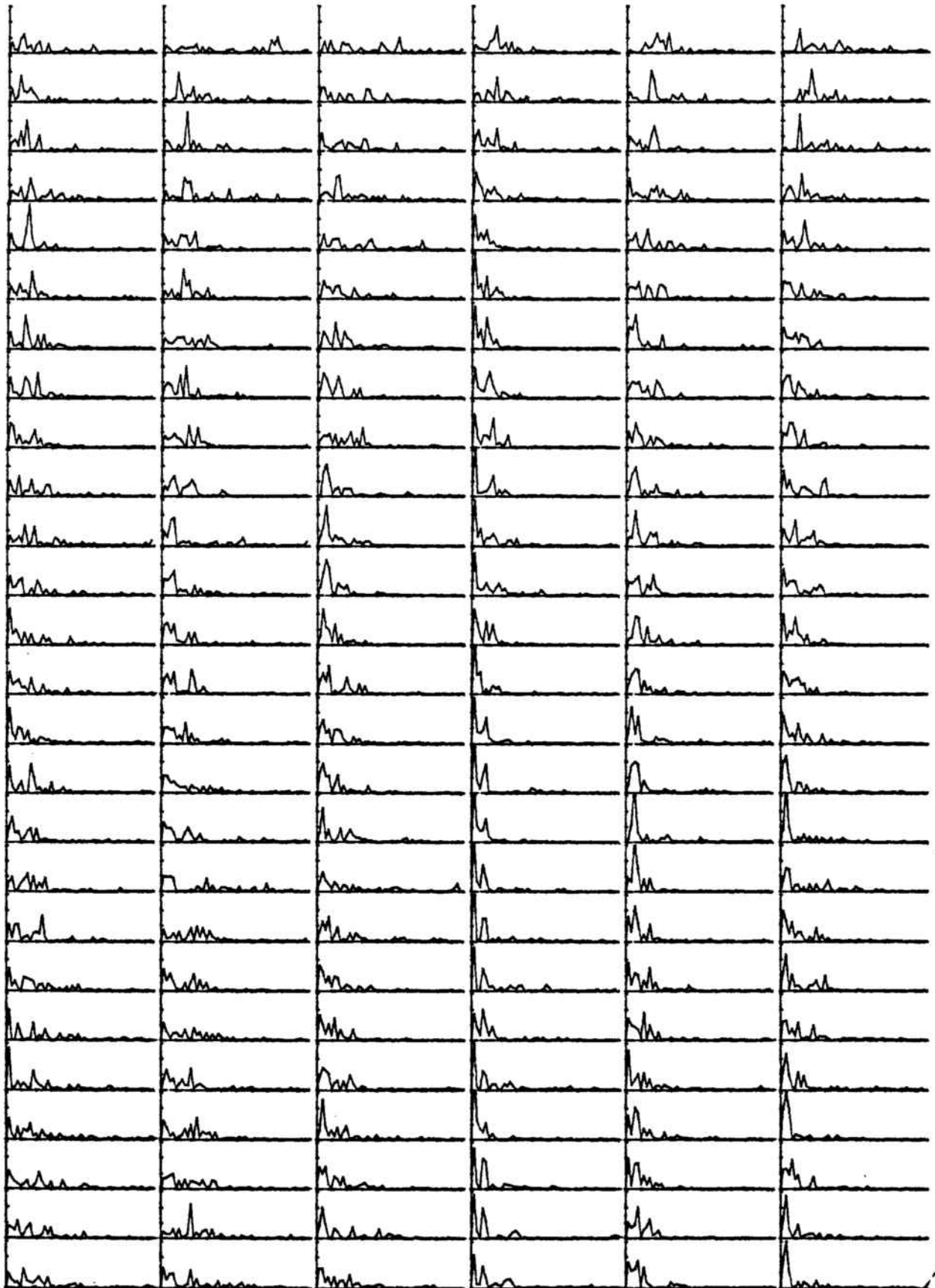


Figura 6 : Espectres de potència individuals (dies 1-30). Cada columna correspon a un ratolí començant per l'esquerra amb el nº 1. Cada fila correspon a un dia de l'estudi començant per dalt amb el dia 1 (manquen els dies 19,20, 21 i 25). Cada marca de l'eix horitzontal indica 5 harmònics i cada marca de l'eix vertical és un contingut de potència d'un 10% del total.

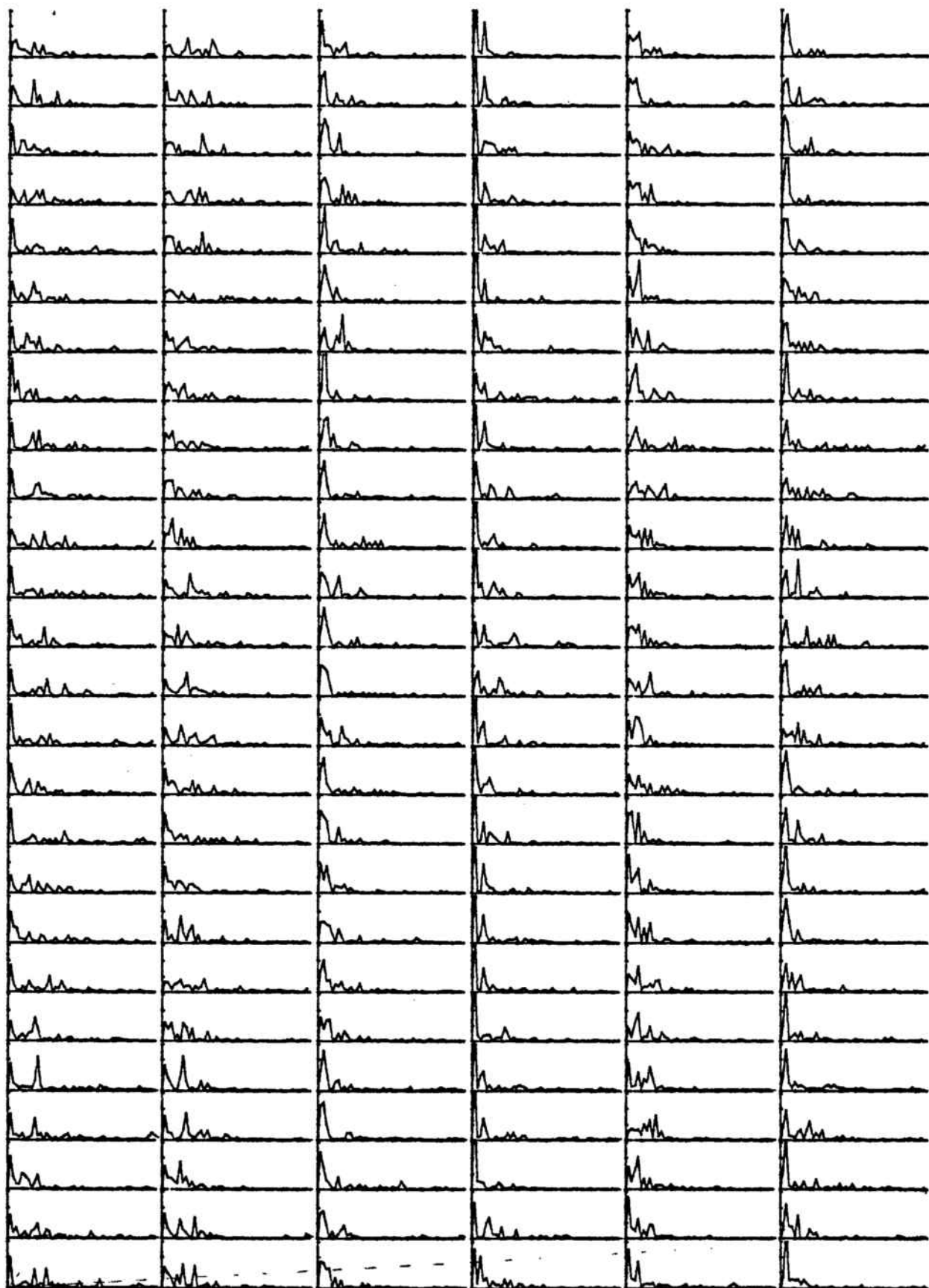


Figura 7 : Espectres de potència individuals (dies 31-56). Cada columna correspon a un ratolí , començant per l'esquerra amb el nº 1. Cada fila correspon a un dia de l'estudi començant per dalt amb el dia 31. Cada marca de l'eix horitzontal indica 5 harmònics i cada marca de l'eix vertical és un contingut de potència d'un 10% del total.

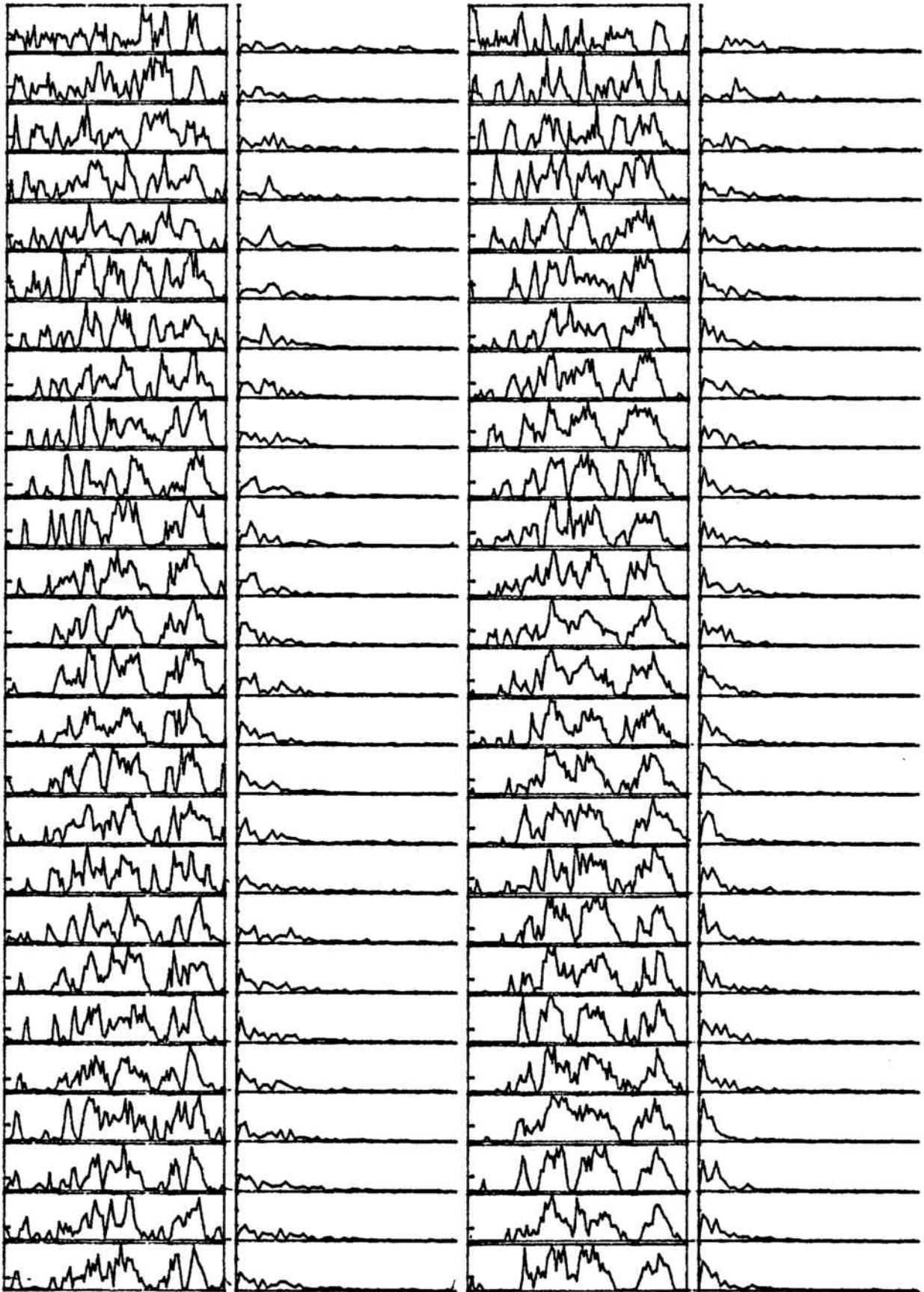


figura 8 : Activitat motora i espectres de potència agrupats per famílies
 (dies 1-30). Les dues primeres columnes corresponen a les mitjanes de la
 família A i les altres dues a les de la família B. Cada fila correspon a
 un dia de l'estudi començant per dalt amb el dia 1 (manquen els dies 19,
 20, 21 i 25).

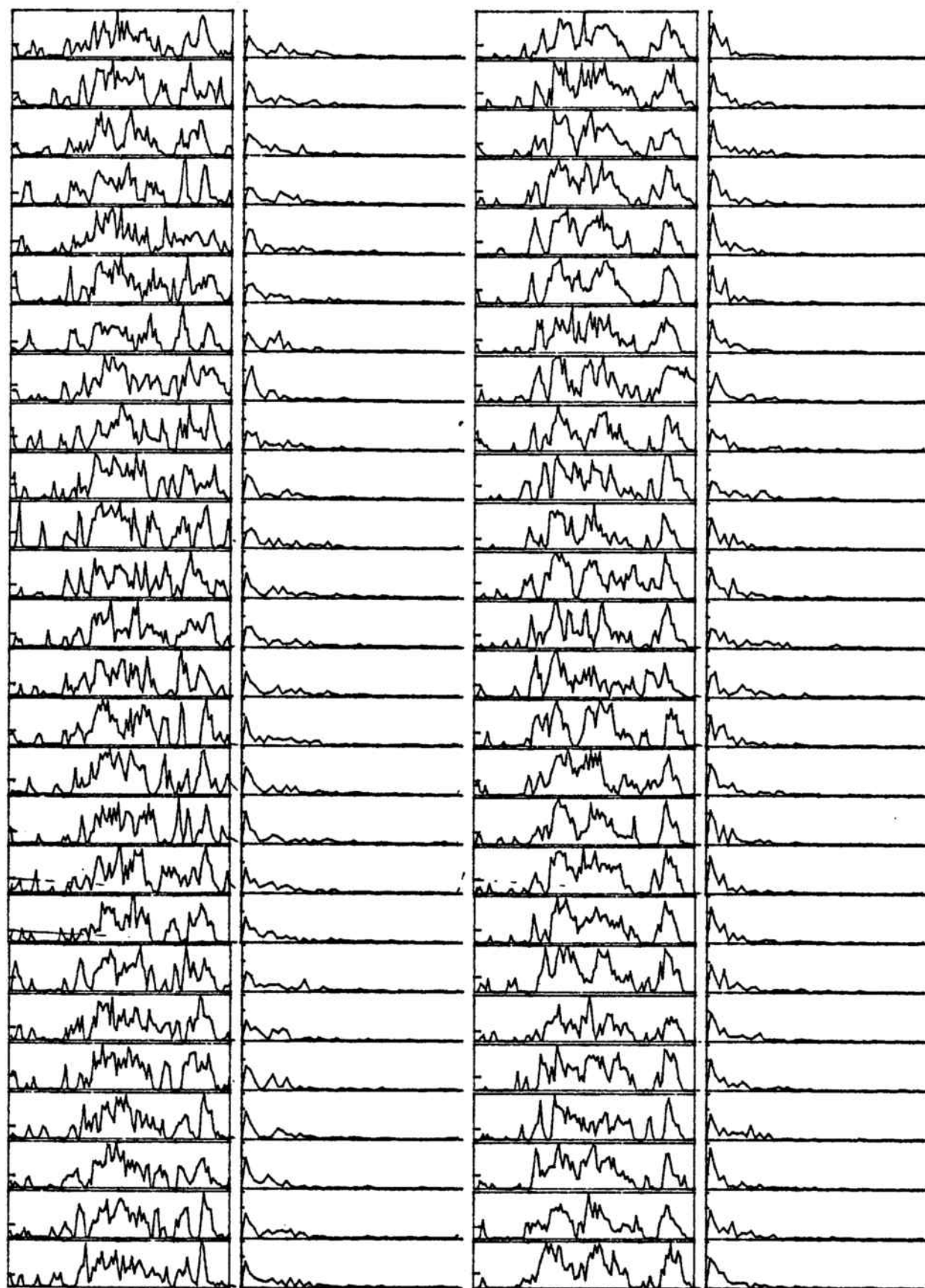


Figura 9 : Activitat motora i espectres de potència agrupats per famílies (dies 31-56). Les dues primeres columnes corresponen a les mitjanes de la família A i les altres dues a les de la família B. Cada fila correspon a un dia de l'estudi començant per dalt amb el dia 31.

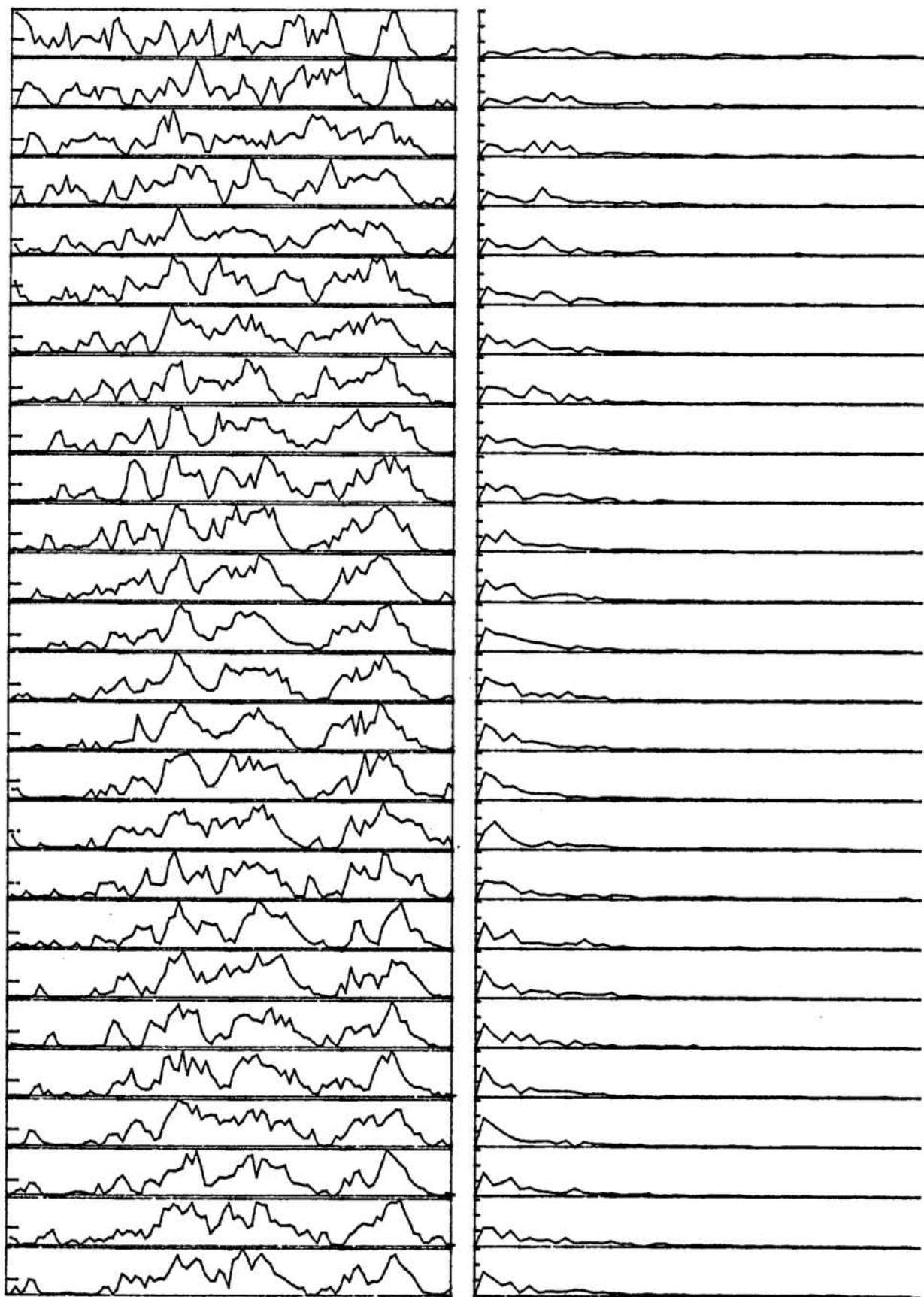


Figura 10 : Activitat motora i espectres de potència mitjans (dies 1-30).
 Cada fila és un dia de l'estudi començant pel dia 1. Cada senyal de l'eix horitzontal en les gràfiques d'activitat correspon a un període de 6 hores. En els espectres , cada senyal de l'eix horitzontal indica 5 harmònics i cada senyal de l'eix vertical un contingut de potència del 10% del total

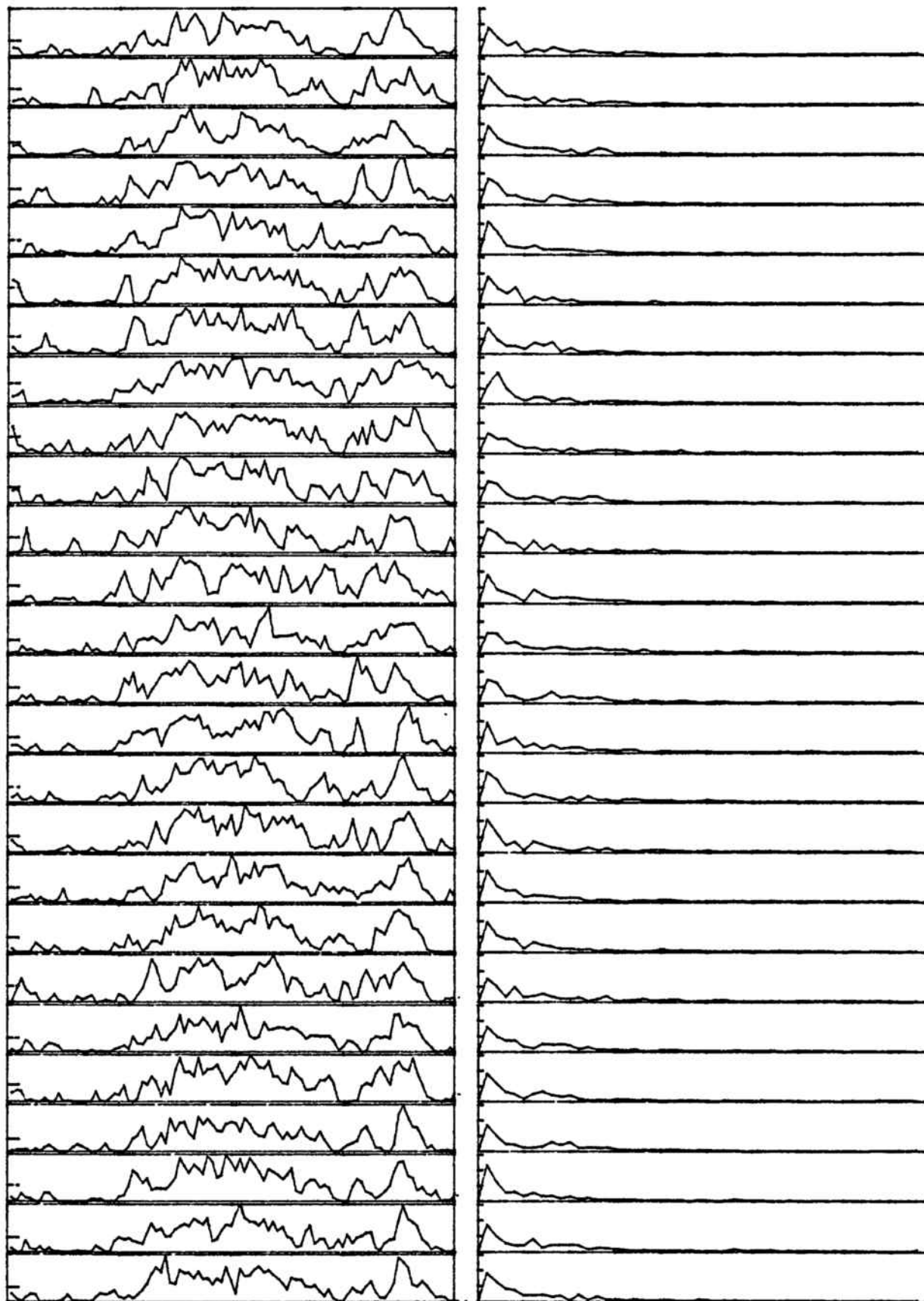


Figura 11 : Activitat motora i espectres de potència mitjans (dies 31-56).
 Cada fila és un dia de l'estudi començant pel dia 31. Cada senyal de l'eix horitzontal en les gràfiques d'activitat correspon a un període de 6 hores. En els espectres de potència cada senyal de l'eix horitzontal indica 5 harmònics, i cada senyal de l'eix vertical un contingut de potència del 10% del total.

Figura 12 : Suma dels continguts de potència dels harmònics 1+2+3 i 4+5+6
respecte al temps(família A) (capítol 4.6.)

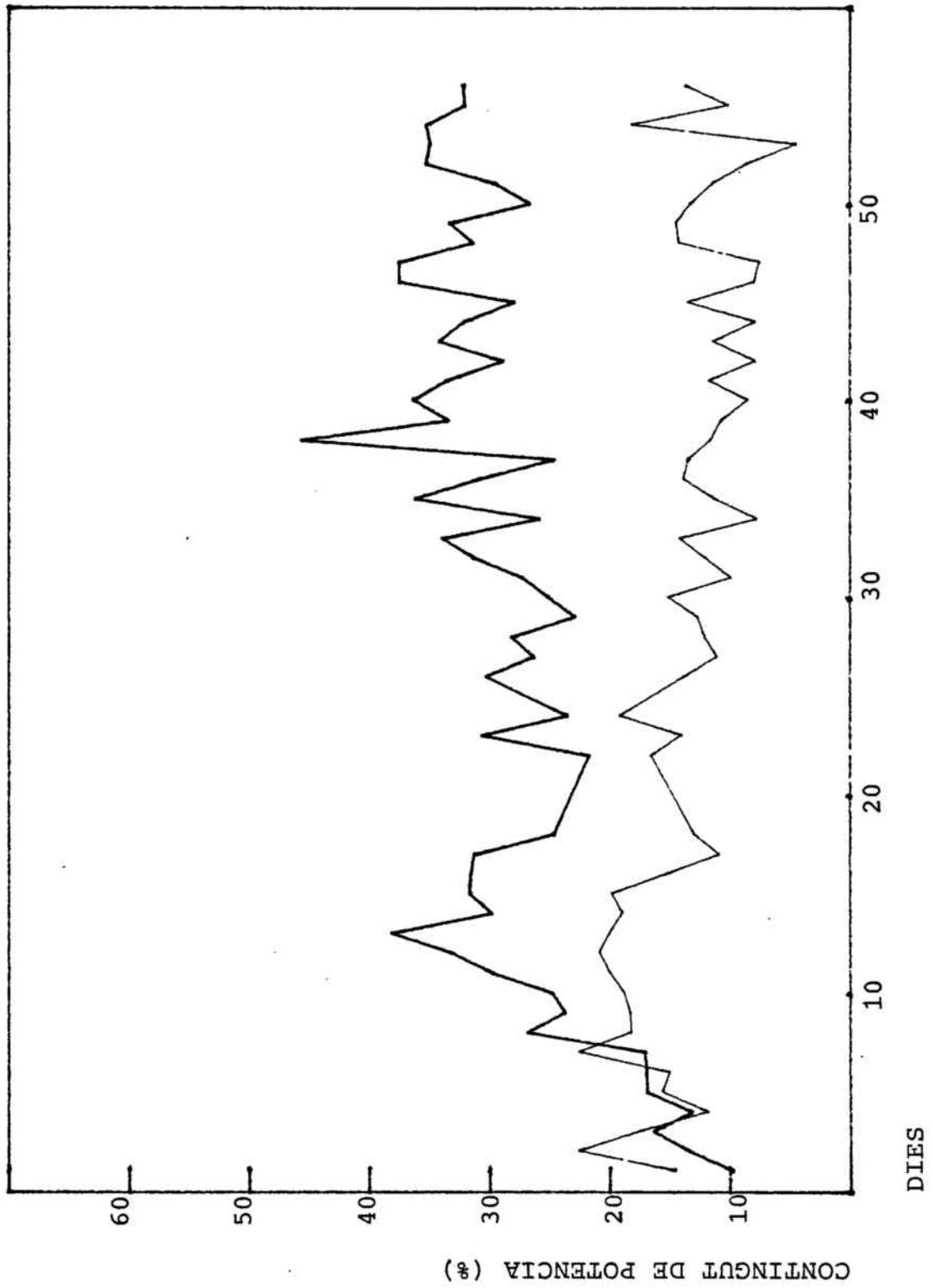
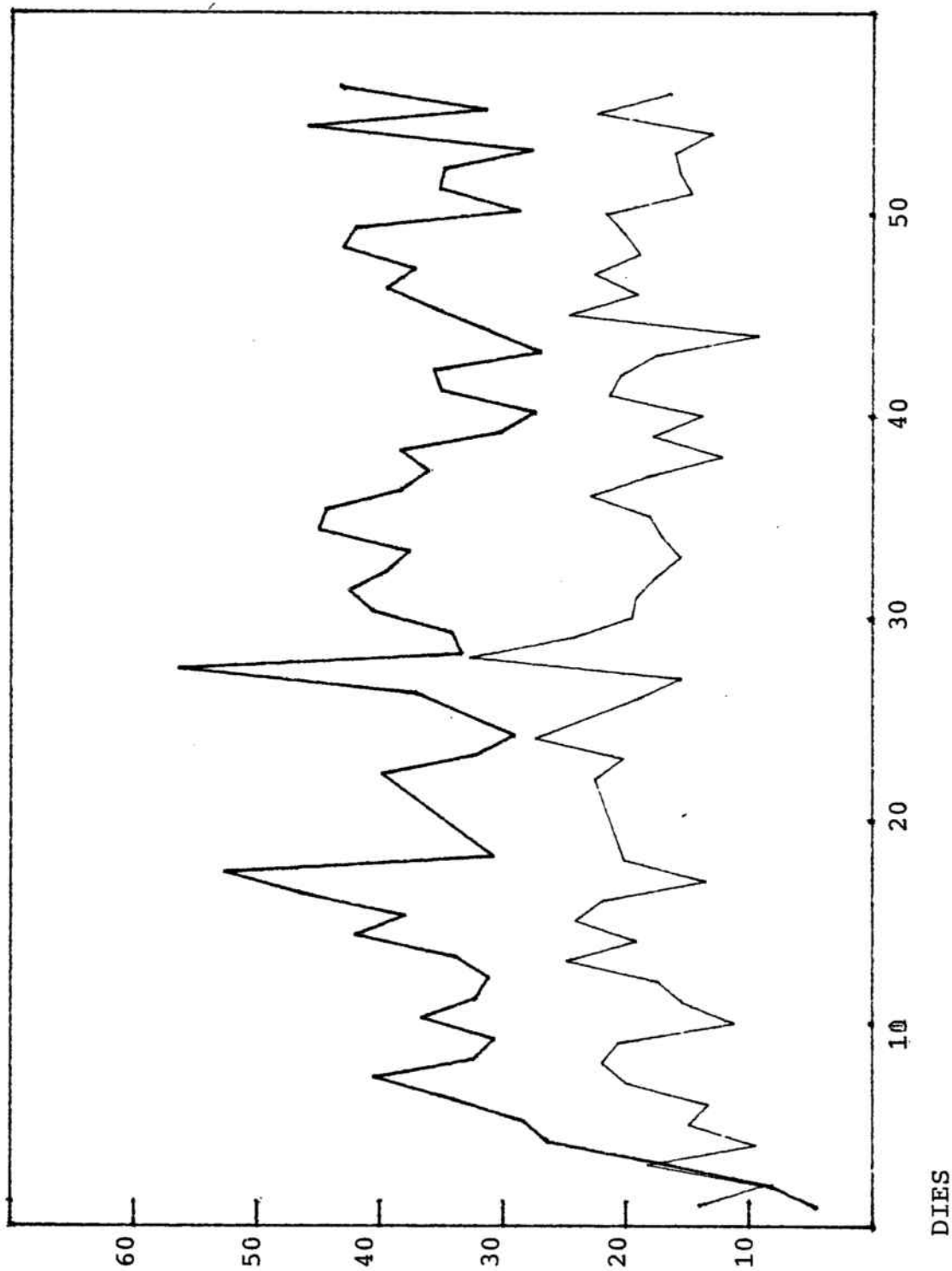


Figura 13 : Suma dels continguts de potència dels harmònics 1+2+3 i 4+5+6
respecte al temps (família B) (capítol 4.6.)



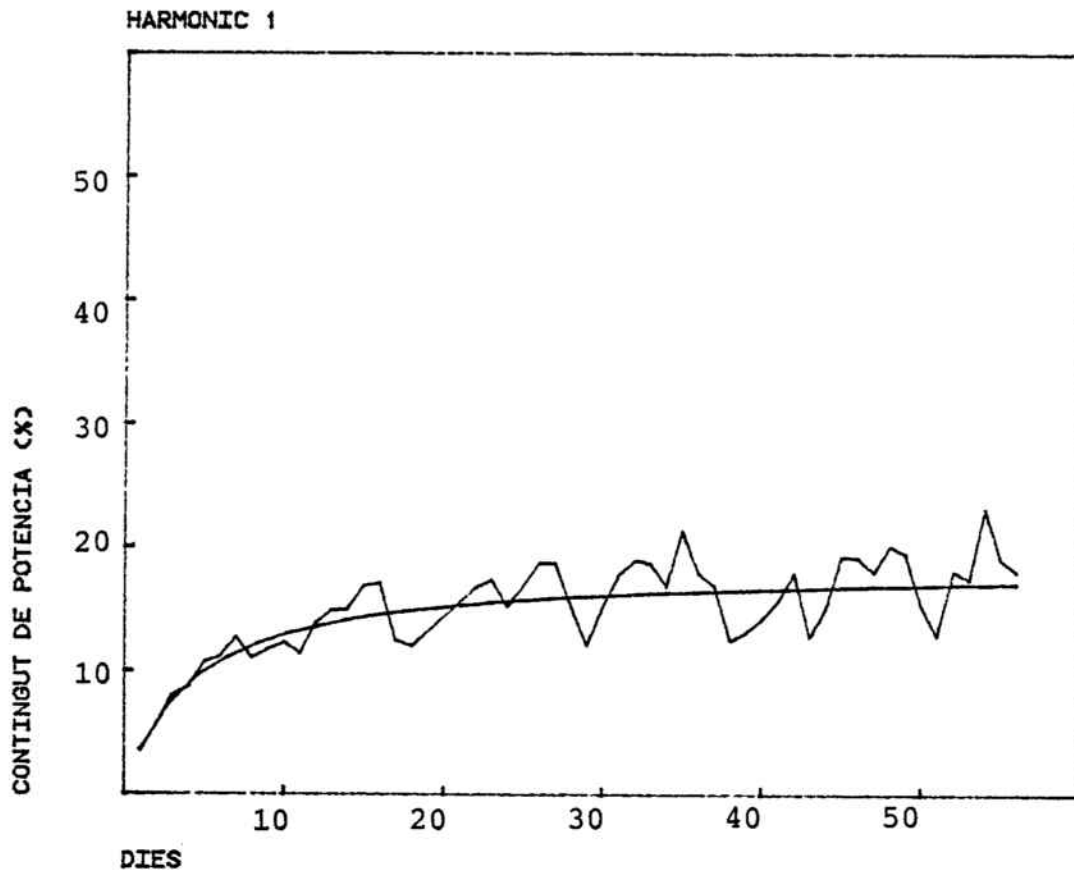


Figura 14 : Contingut de potència de l'harmoni 1
respecte al temps (mitjana dels 6 animals)
i la seva corba de regressió asimptòtica.

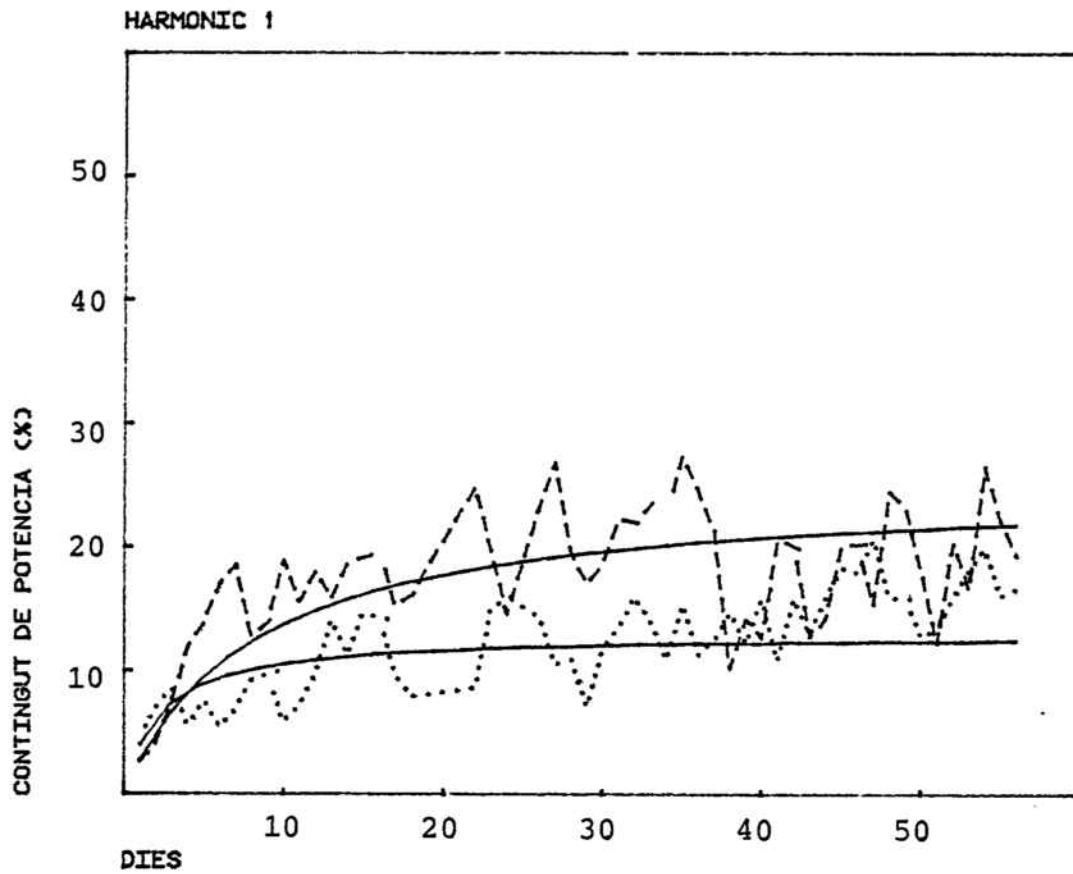


Figura 15 : Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps (mitjanes de les 2 famílies i la seva corba de regressió asimptòtica.

Traçat a ratlles = família B

Traçat puntejat = família A

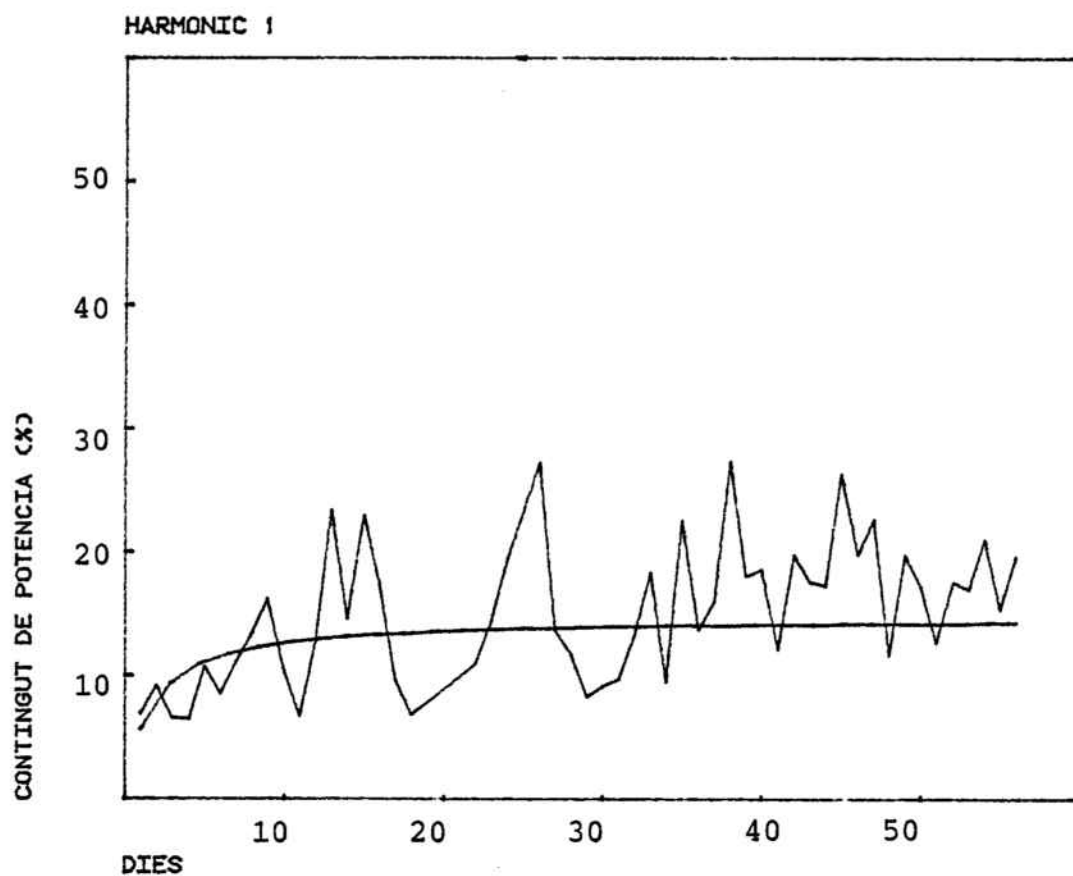


Figura 16 : Contingut de potència de l'harmoni 1 respecte al temps (ratolí 1) i la seva corba de regressió asimptòtica.

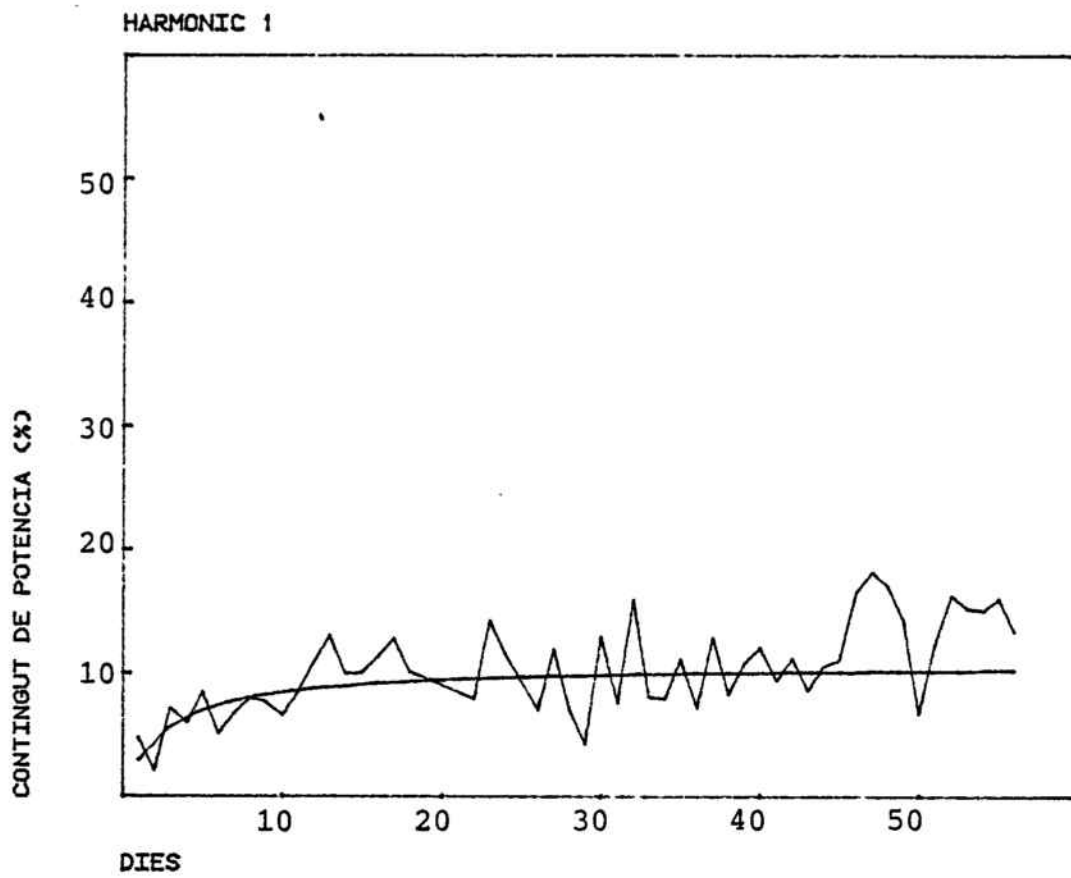


Figura 17: Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps (ratolí 2) i la seva corba de regressió asimptòtica.

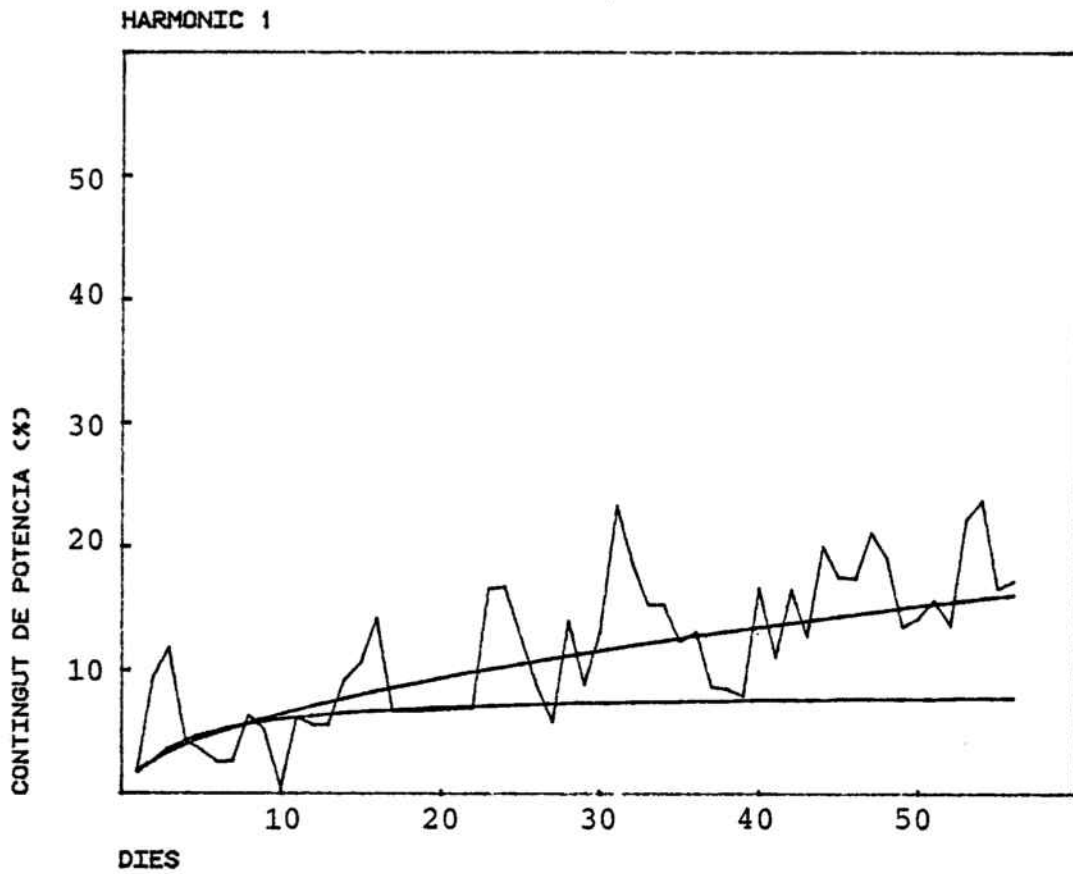


Figura 18 : Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps (ratolí 3) , la seva corba de regressió i la regressió asimptòtica.

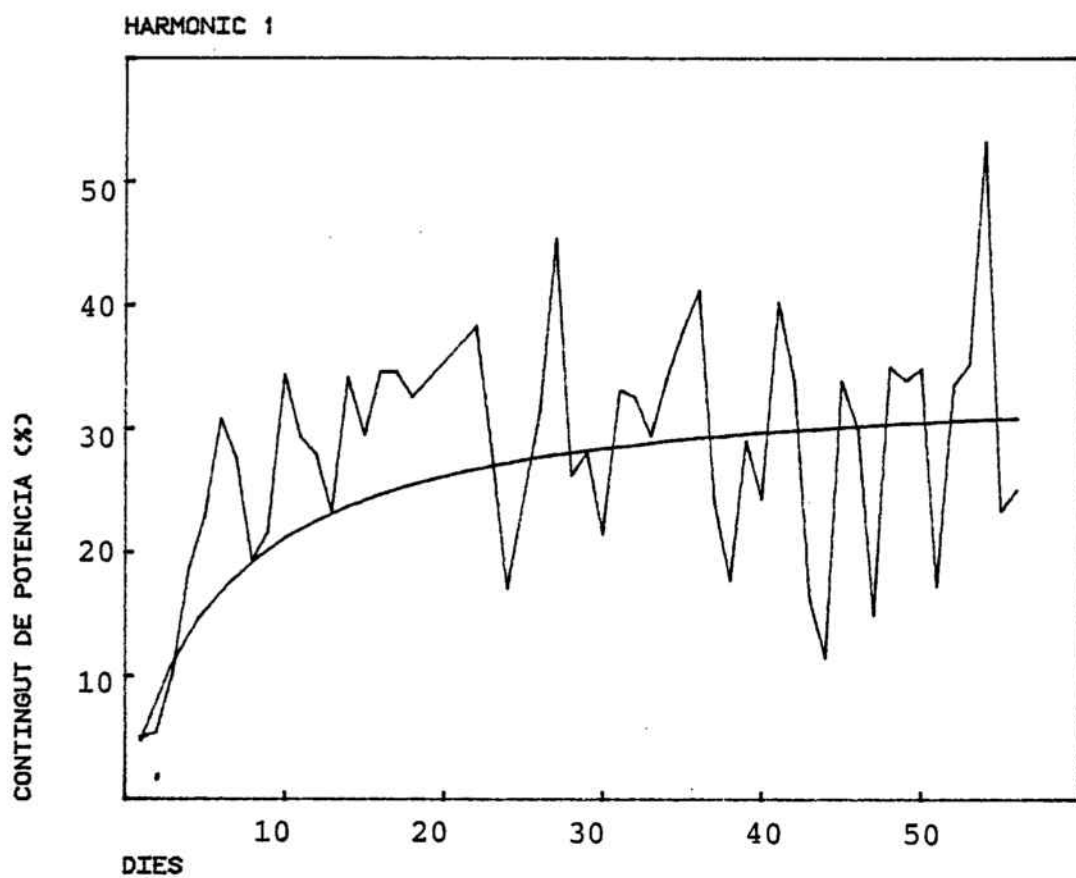


Figura 19 : Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps (ratolí 4) i la seva corba de regressió asimptòtica.

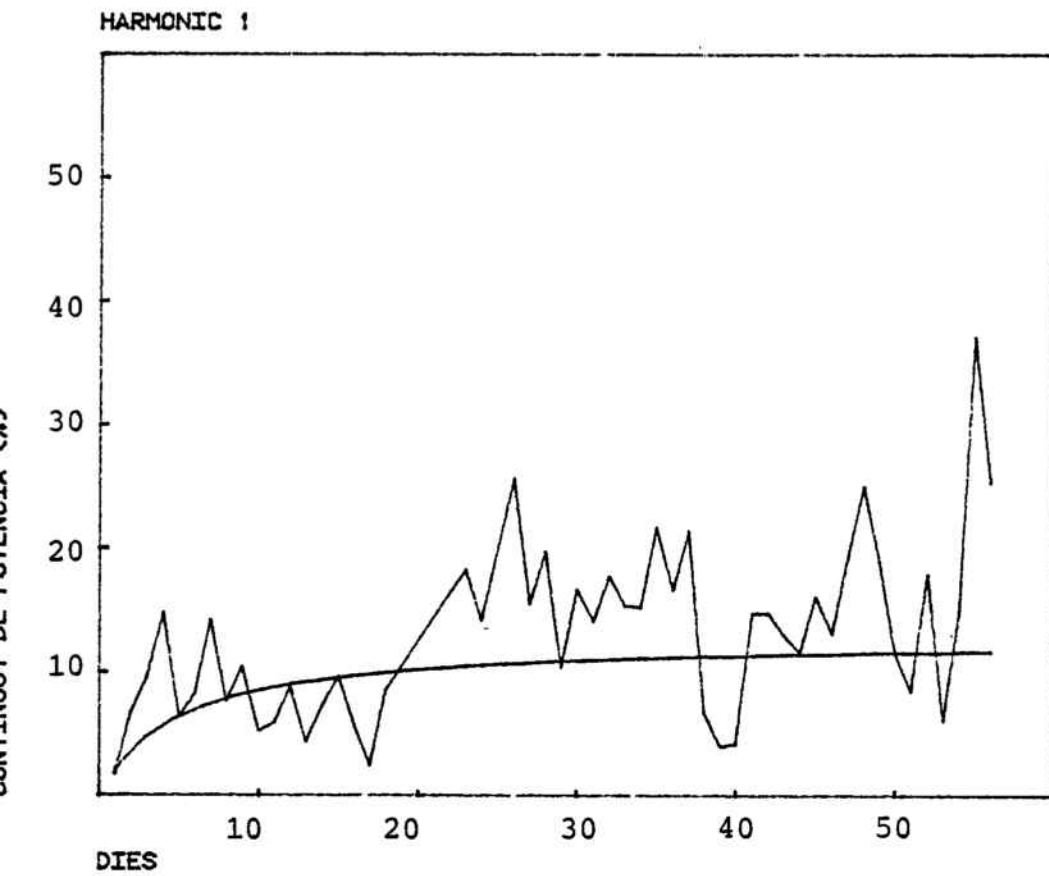


Figura 20 : Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps (ratolí 5) i la seva corba de regressió asimptòtica.

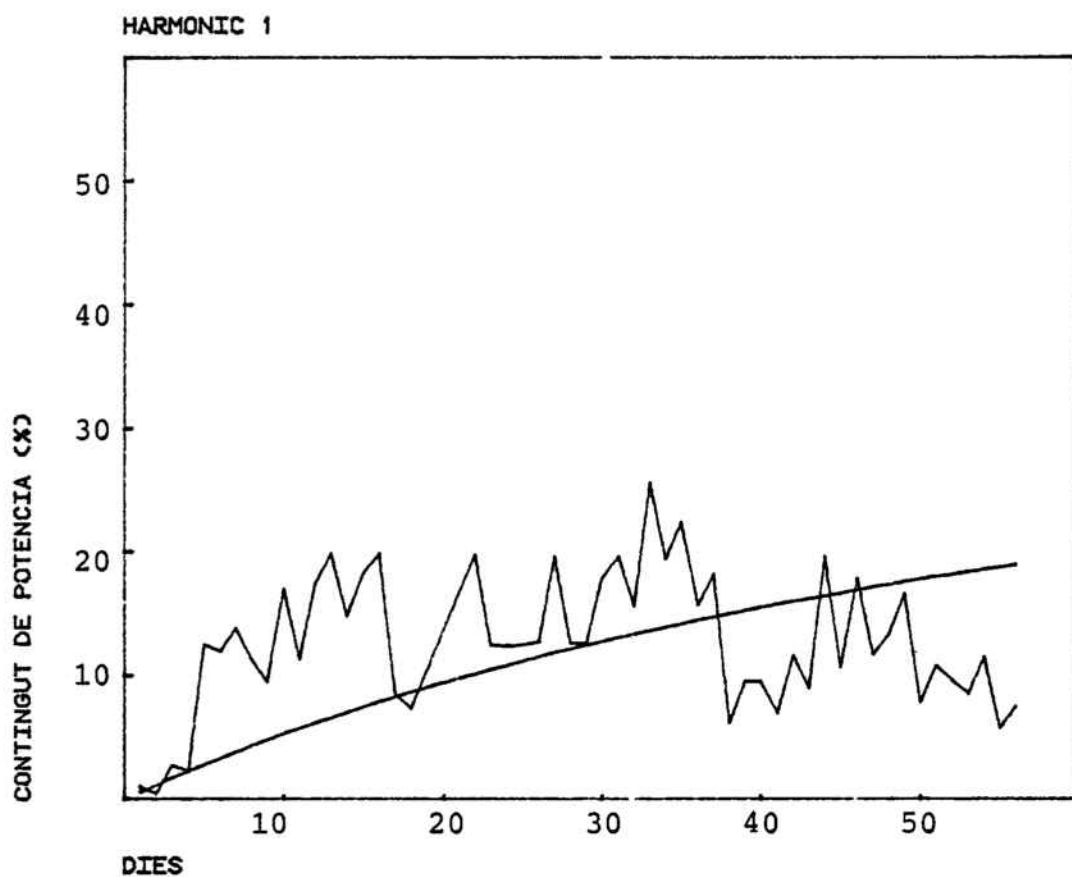


Figura 21 : Contingut de potència de l'harmònic 1 respecte al temps (ratolí 6) i la seva corba de regressió asimptòtica.

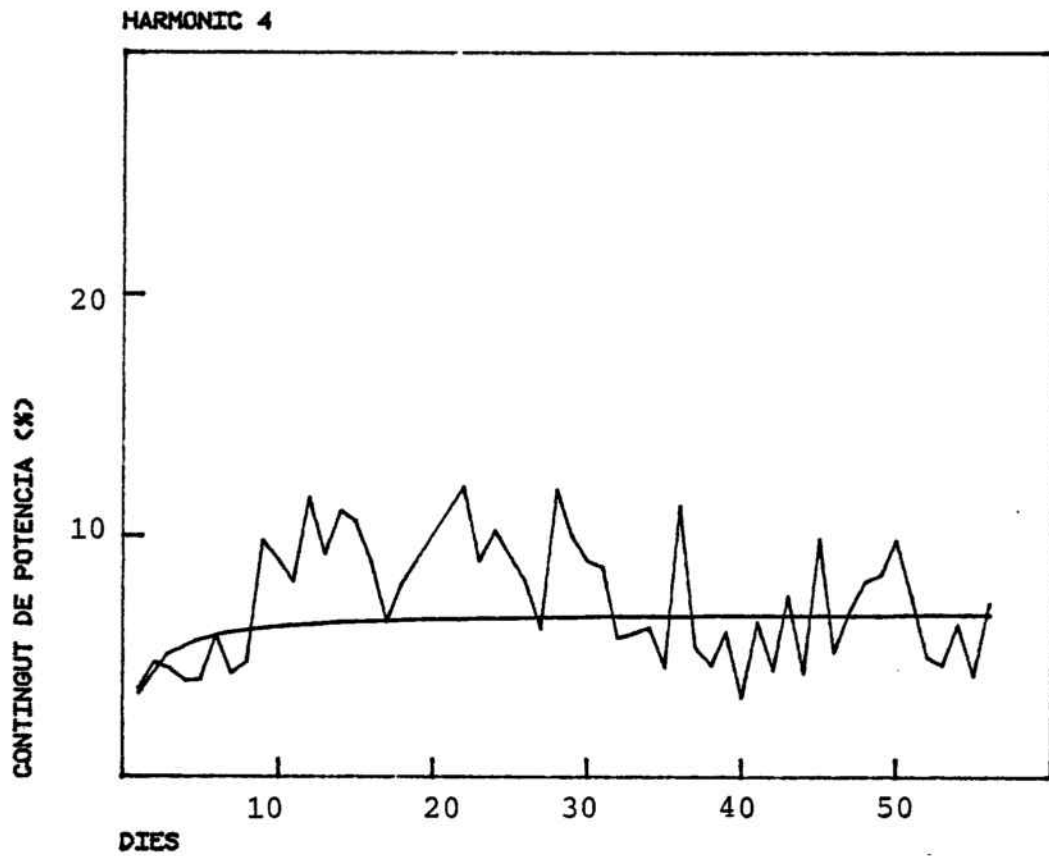


Figura 22 : Contingut de potència de l'harmonic 4 respecte al temps (mitjana dels 6 animals) i la seva corba de regressió asimptòtica.

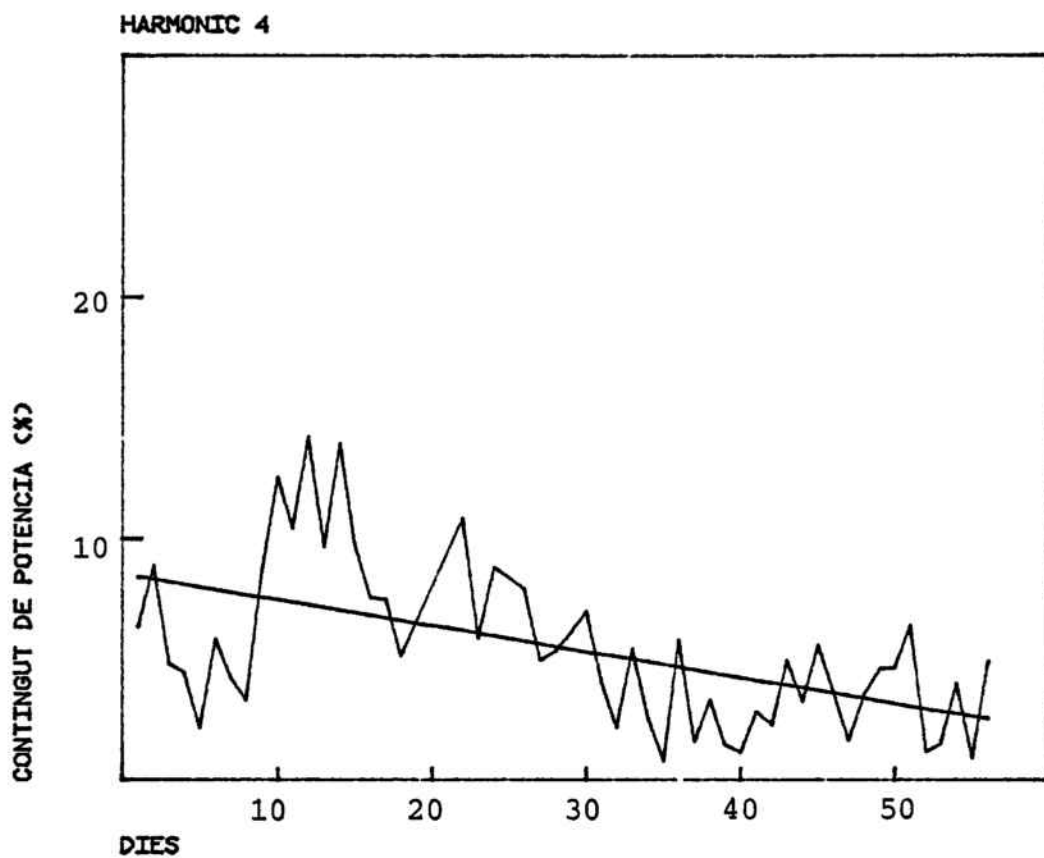


Figura 23: Contingut de potència de l'harmoni 4 respecte al temps (mitjana de la família A) i la seva corba de regressió lineal.

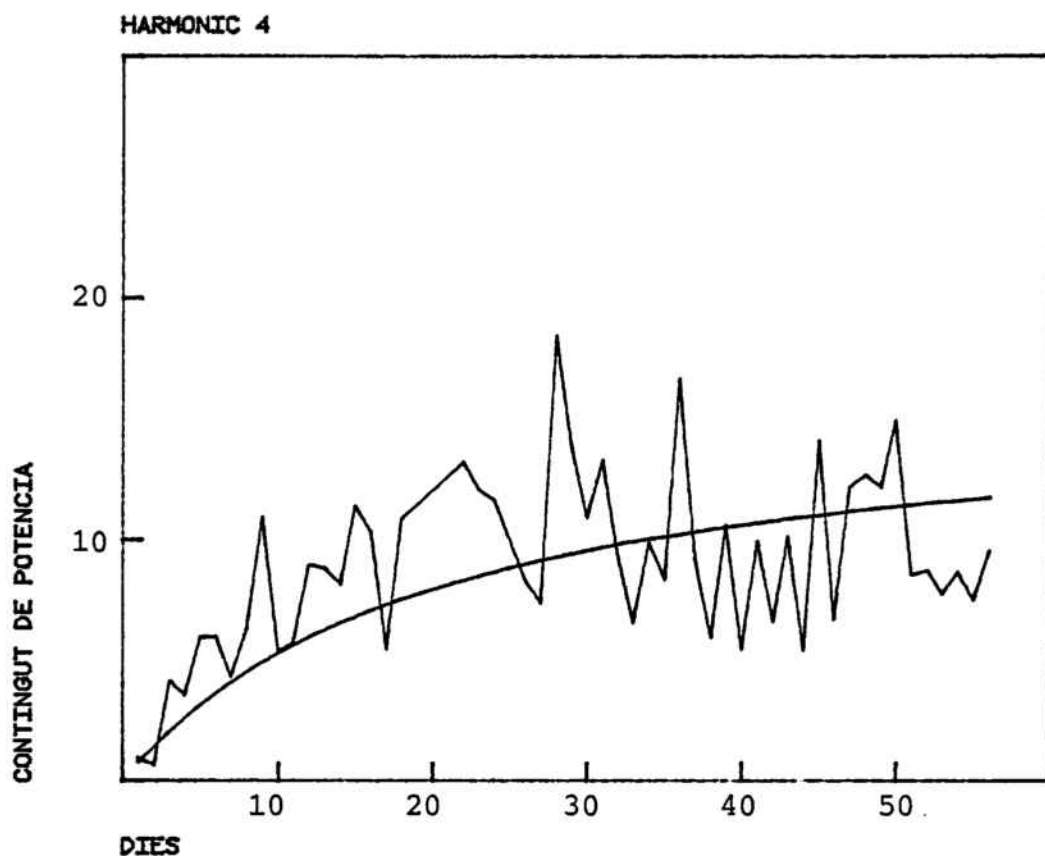


Figura 24 : Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (mitjana de la família B) i la seva corba de regressió asimptòtica.

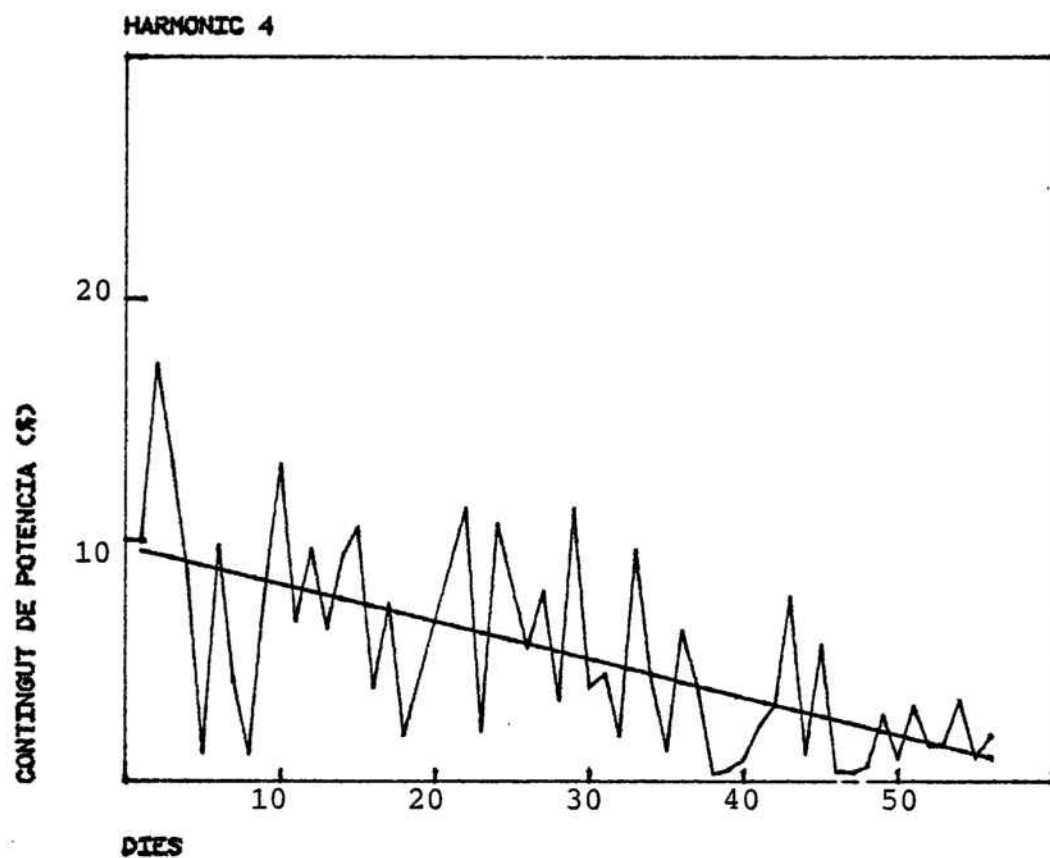


Figura 25 : Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (ratolí 1) i la seva corba de regressió linial.

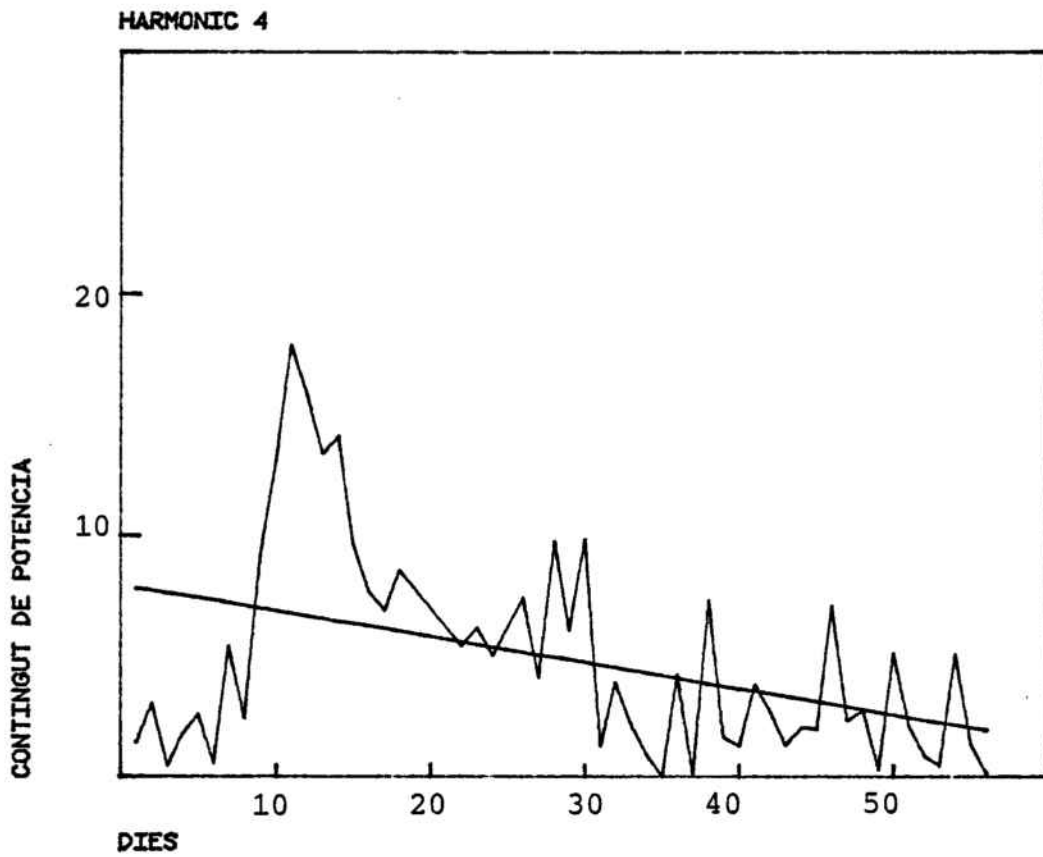


Figura 26 : Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (ratolí 2) i la seva corba de regressió linial.

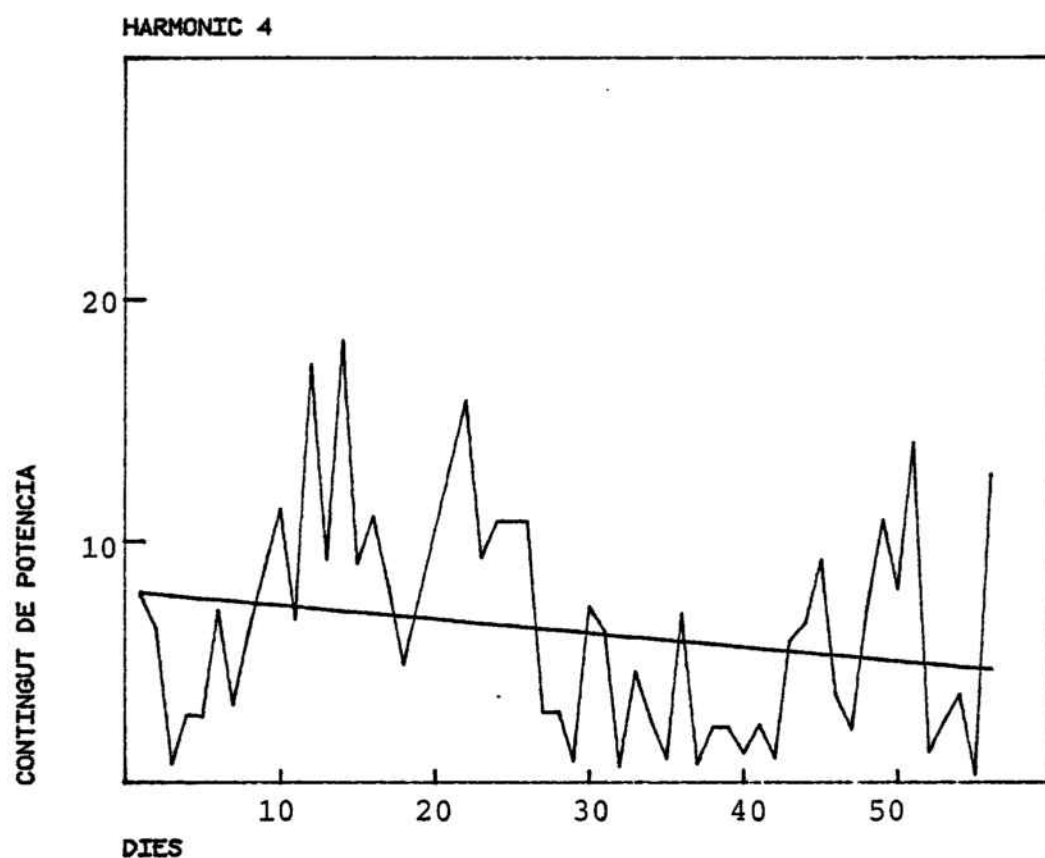


Figura 27: Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (ratolí 3) i la seva corba de regressió linial.

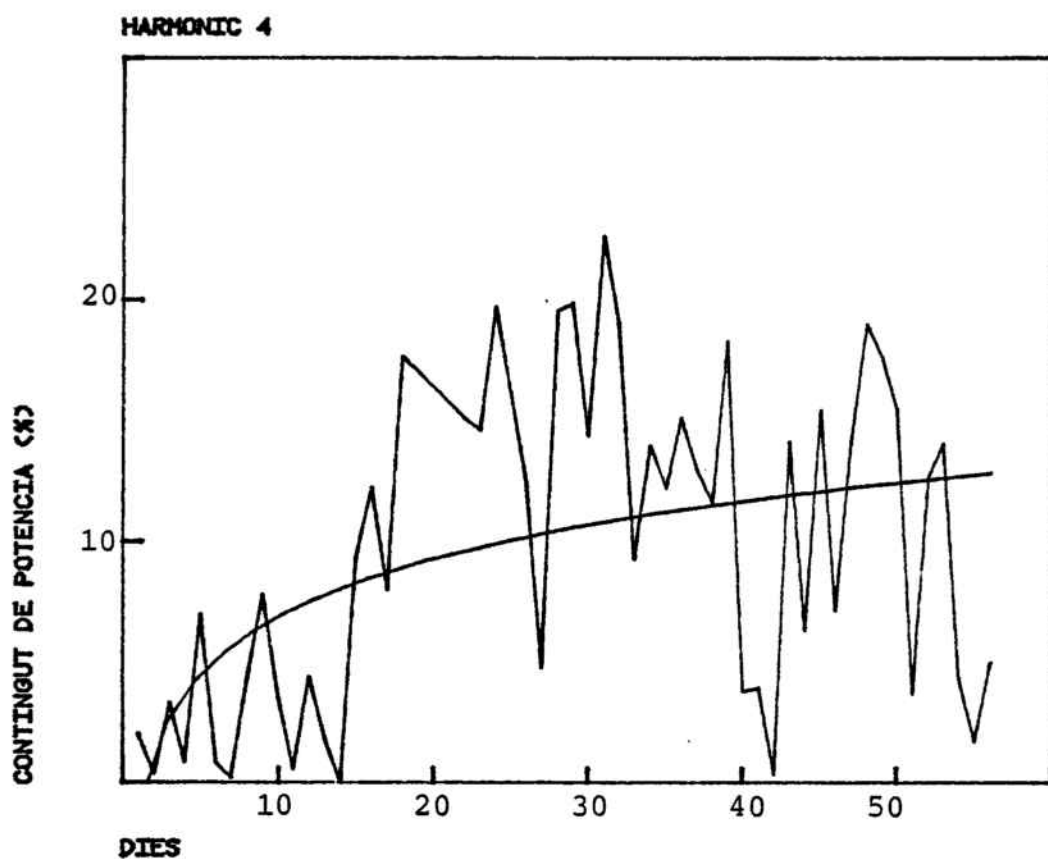


Figura 28 : Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (ratolí 4) i la seva corba de regressió asimptòtica.

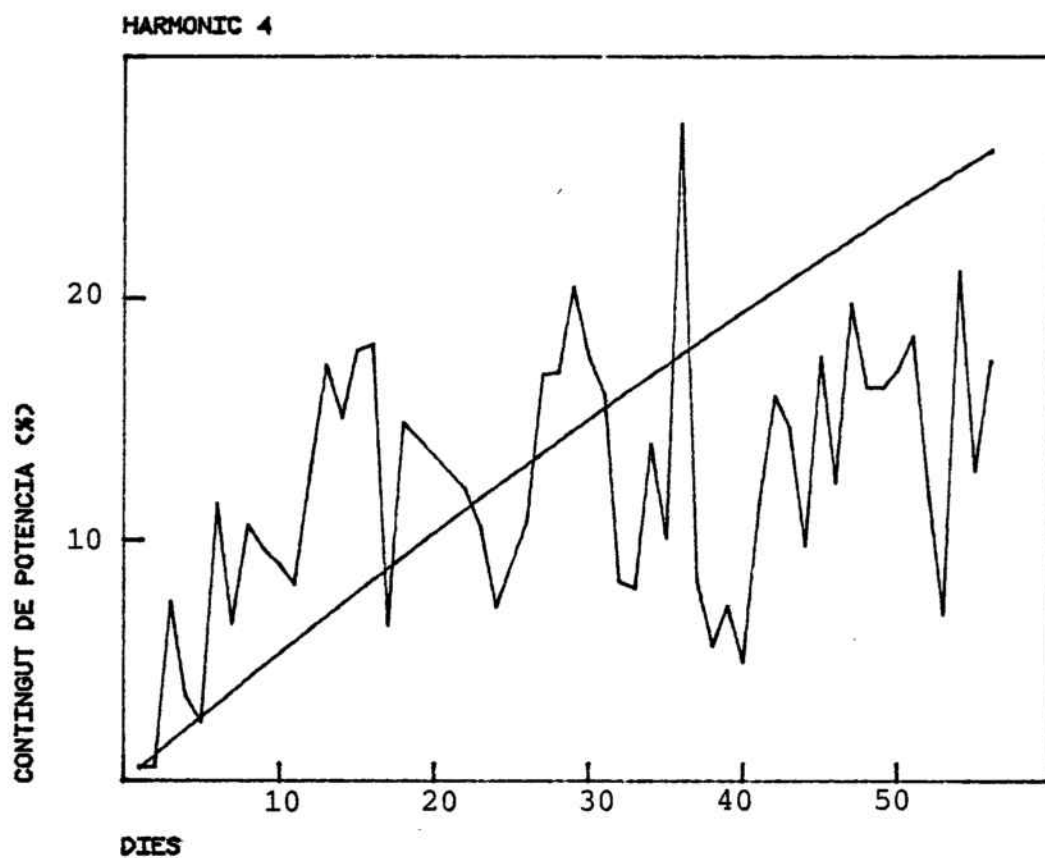


Figura 29 : Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (ratolí 5) i la seva corba de regressió asimptòtica.

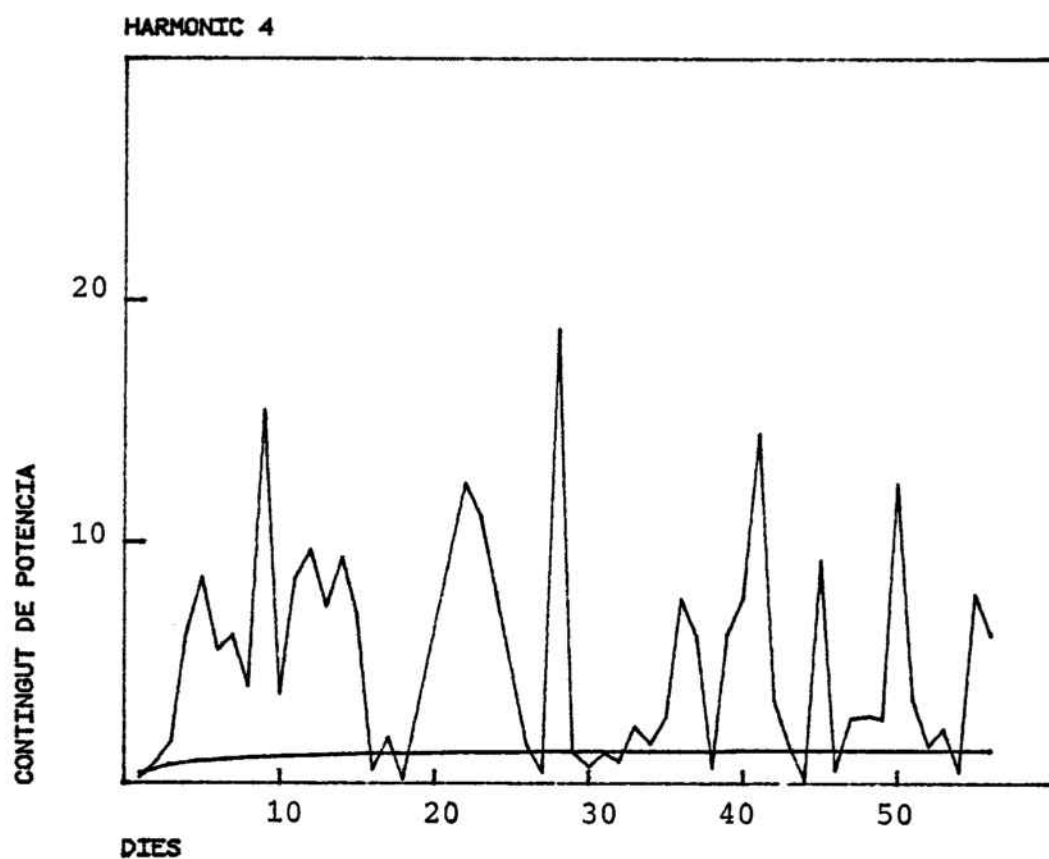


Figura 30 : Contingut de potència de l'harmònic 4 respecte al temps (ratolí 6) i la seva corba de regressió asimptòtica.

5.-DISCUSSIÓ

Pels resultats obtinguts veiem que les dues famílies queden caracteritzades pel contingut de potència i l'evolució en el temps dels harmònics que formen el seu ritme d'activitat, el que indica un possible caràcter genètic o hereditari d'aquest ritme.

Anem a considerar per separat les dues parts que han estat objecte del nostre treball.

5.1.-Diferenciació familiar

Respecte les dades d'activitat motora, en observar la significació tant del factor familiar com del temps en l'anàlisi de la varianza, cal tenir present que en el mètode utilitzat per nosaltres per a la seva determinació, influeix el pes de l'animal, per la qual cosa la significació de la família pot ser deguda no al grau d'activitat, sinó al diferent pes dels individus entre les dues famílies. Aquest fet que si bé no afecta al ritme en si, però sí al contingut d'activitat motora total, ens pot suggerir també, que la significació del temps sigui deguda a l'augment de pes de l'animal a mida que creix.

D'altra banda s'ha vist que l'aïllament afecta el caràcter agressiu de l'animal i aquest en l'activitat motora (97) cosa que indicaria que l'estat d'aïllament dels nostres animals potser podria influir en la significació del factor temps sobre el contingut d'activitat diària. Però altrament això sols sembla ser cert en animals aïllats d'adults i no en

aïllats des del neixement tal com era el nostre cas.

Tot i així, si l'aïllament afecta o no al ritme d'activitat no sabem que estigui demostrat, encara que en el temps que ha durat el nostre estudi no sembla pas que hagi influït.

Com hem dit abans a l'introducció, pot ser possible una sincronització dels ritmes d'activitat entre animals visquent en gàbies adjacents tant pels sorolls com per feromones. Els nostres animals no han semblat mostrar cap mena de sincronització en els ritmes d'activitat ni en l'adquisició del ritme circadiari. Tot i així, si hi ha hagut sincronització, aquesta ha sigut molt feble com per influir en la ritmicitat intrínseca de cada animal.

Cal dir que en l'obtenció dels discriminants amb 15 coeficients el fet d'haver-los obtingut en 2 etapes, pot ser que siguin lleugerament diferents a si els haguessim obtingut d'una sola etapa. Aquest fet, si bé no variarà gaire les significacions obtingudes, ja que sempre hem treballat en les 2 etapes per separat, potser sí que influeix en la realització de l'anàlisi de la varianza global.

L'elevada significació dels discriminants a partir del dia 30, en comparació amb l'obtinguda en els dies de l'1 al 29, tant en considerar el càlcul amb 15 L, com en considerar els harmònics 1,4 i 7, suposem que és deguda a que en el primer període, hi ha una evolució dels harmònics que s'estabilitzen a partir del dia 30. Això ve confirmat pels resultats de l'anà

lisi de la variança amb els discriminants, on el temps és lleugerament més significatiu en la primera part de l'estudi, i la família és molt significativa en la segona part, que és quan ja cada família té els harmònics estabilitzats i característics.

5.2.-Evolució del ritme d'activitat

A l'anàlisi de la variança per l'harmònic 1, hem trobat que el temps no era significatiu en una anàlisi diària, mentre que sí que ho era en una anàlisi global. Això indica que l'harmònic 1 evoluciona amb el temps però lentament, només observable en considerar tot el període de temps en conjunt.

El fet de que a la família A la millor regressió per l'evolució de l'harmònic 1, sigui la funció logarítmica en lloc de l'assimptòtica, tal com sortia en una mitjana total o en la família B, pot suggerir que el temps estudiat és un període massa curt per a l'estudi d'aquesta família, ja que podria ser el primer període de la funció asimptòtica, això també seria lògic de pensar en veure la tardança d'aquesta família en l'adquisició del ritme circadiari.

Cal dir també, que l'asímtota mitjana dels 6 ratolins s'ha obtingut a partir d'una funció creada amb les dades dels de l'harmònic 1 dels 6 animals i per tant el seu valor no té per què coincidir amb la mitjana de les 6 asímtotes.

Respecte l'evolució del ritme circadiari, cal pensar que el període llum-foscor pot haver-hi influït, ja que com hem dit és un bon sincronitzador, però cal recordar que els animals han estat sempre sotmesos a aquest cicle de llum, per la qual cosa el fet que, mentre estavem amb les mares i al principi de l'aïllament, mostressin ritmes ultradiaris, indica que la llum, encara que pugui influenciar, no modifica la manifestació dels ritmes intrínsecs dels ratolins.

Relacionant els resultats que hem obtingut amb els resultats obtinguts per TAKAHASHI, sobre el ritme de corticosterona en rates, esmentats a l'introducció, hem vist que:

En el nostre cas, el ritme d'activitat és en un principi ultradiari i evoluciona cap a un sistema circadiari. L'evolució segueix una corba asimptòtica el que indica una aparició del ritme, un creixement i una estabilització.

Segons TAKAHASHI, el ritme de corticosterona, primer ultradiari, adquireix un caràcter circadiari cap a la quarta setmana després del neixement i evoluciona fins a la cinquena setmana a on ja s'estabilitza l'amplitud de l'harmònic circadiari.

Nosaltres hem trobat que el període circadiari d'activitat motora apareix cap al dia 5-6 de l'aïllament, que equival al dia 25 del neixement, o sigui cap a la quarta setmana de vida de l'animal. L'estabilització de l'harmònic 1, s'observa per l'aproximació a l'asímtota que és cap el dia 18 de

l'aïllament o sigui passada la cinquena setmana , coincidint també amb els experiments de TAKAHASHI.

Cal remarcar que els experiments de TAKAHASHI, van ser realitzats amb rates, mentre que nosaltres ho hem fet amb ratolins, cosa per la qual potser no és exactament igual, encara que les dues espècies d'animals tinguin un període evolutiu aproximadament semblant.

La coincidència d'experiments suggereix que el ritme de corticosterona i el d'activitat poden estar regits per un mateix oscil·lador , que els ritmes circadianis evolucionen els dos a l'hora i que l'estabilització d'aquests representa que els animals han adquirit ja l'estat d'adult. Aquesta última suposició ve confirmada pel fet que els animals es consideren adults quan han assolit la maduresa sexual, i això es dona en ratolins cap a la quarta setmana.

6.- CONCLUSIONS

A la vista dels resultats obtinguts en el nostre treball, podem treure les següents conclusions.

6.1.-Els ritmes d'activitat motora són característics per a cada família , el que indica un possible caràcter genètic o hereditari.

6.2.-El ritme d'activitat evoluciona amb el temps.

6.3.-L'evolució del ritme d'activitat es caracteritza pel pas d'una prevalença de ritmes ultradiaris a una del ritme circadiari, i això és cap el dia 25 del neixement.

6.4.-L'evolució de l'harmònic 1, que representa el període circadiari, es produeix segons una corba asimptòtica creixent

6.5.-L'asímtota s'assoleix quan l'harmònic 1, arriba a un contingut de potència de 18,53%.

6.6.-L'aproximació a l'asímtota indica que possiblement l'animal ha arribat a l'estat d'adult.

6.7.-El temps en adquirir el període circadiari depèn de cada família .

6.8.-En el ritme d'activitat hi ha components ultradiaris característics de cada família, sent un dels més característics l'harmònic 4.

7.-BIBLIOGRAFIA

1. ADER, R., i L.J.GROTA. Rhythmicity in the maternal behaviour of *rattus norvegicus*. *Anim.Behav.* 18:144-150, 1970
2. ATLMAN, J. Diurnal activity rhythm of rats with lesions of superior colliculus and visual cortex. *Am.J.Physiol.* 202:1205-1207, 1962
3. ANDERSON, K.V. i W.K.O'STEEN. Black-white and pattern discrimination in rats without photoreceptors. *Exp.Neurol.* 34:446-454, 1972
4. ANDREWS, R.V. i G.E.FOLK. Circadian metabolic patterns in cultured hamster adrenal glands. *Comp.Biochem.Physiol.* 11:393-409 , 1964
5. ASCHOFF, J. Circadian rhythms: Influences of internal and external factors on the period measured in constant conditions. *Z.Tierpsychol.* 49:225-249, 1979
6. ASCHOFF, J., V.GERECKE i R.WEVER. Desynchronization of human circadian rhythms. *Japan.J.Physiol.* 17:450-457, 1967
7. BARNES, C.A., B.L.McNAUGHTON, G.V.GODDARD, R.M.DOUGLAS i R.ADAMEC. Circadian rhythm of synaptic excitability in rat and monkey central nervous system. *Science* 197:91-92, 1977

8. BELLINGER, L.L., L.L. BERNARDIS i V.E. MENDEL. Effect of medial and dorsomedial hypothalamic lesions on circadian corticosterone rhythms. *Neuroendocrinology* 22:216-225, 1976
9. BINKLEY, S. Un enzima de la glandula pineal que controla el tiempo. *Investigacion y ciencia*, 33: 20-27, 1979
10. BLISS, V.L. i F.H. HEPPNER. Circadian activity rhythm influenced by near zero magnetic field. *Nature* 261:411-412, 1976
11. BLOCK, G.D. i T.L. PAGE. Circadian pacemakers in the nervous system. *Ann. Rev. Neurosci.* 1:19-34, 1978
12. BROWN, F.A. i K.M. SCOW. Magnetic induction of a circadian cycle in hamsters. *J. interdiscipl. Cycle Res.* 2:137-145 1978
13. BRUCE, V.G. i C.S. PITTENDRIGH. Temperature independence in a unicellular clock. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 42:676-82, 1956
14. BUNNING, E. *The physiological clock*, 3rd ed, New York, Springer, 1973
15. DAAN, S., D. DAMASSA, C.S. PITTENDRIGH i E.R. SMITH. An effect of castration and testosterone replacement on a circadian pacemaker in mice (*mus musculus*). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 72:3744-3747, 1975

16. DEGUCHI, T. Ontogenesis of a biological clock for serotonin:acetyl coenzyme A N-acetyltransferase activity in pineal gland of rat. Proc.Natl.Acad.Sci. 72:2814, 1975
17. DUNN, J.D., A.J.CASTRO, i J.A.McNULTY. Effect of supra-chiasmatic ablation on the daily temperature rhythm. Neurosci.Lett. 6:345-348, 1977
18. DUNN, J., R.DYER, i M.BENNETT. Diurnal variation in plasma corticosterone following long term exposure to continuous illumination. Endocrinology 90:1660-63, 1972
19. EBIHARA, S., K.TSUJI i K.KONDO. Strain differences of the mouse's free-running circadian rhythm in continuous darkness. Physiol.Behav. 20:795-799, 1978
20. FIELD, T., G.TING, i H.H.SHUMAN. The onset of rhythmic activities in normal and high-risk infants. Developmental Psychobiology. 12:97-100, 1979
21. FINGER, F.W. Relation of general activity in rats to environmental temperature. Perceptual and motor skills 43:875-890, 1976
22. FITZGERALD, K.M. i L.ZUCKER. Circadian organization of the estrous cycle of the golden hamster. Proc.Natl.Acad. Sci. USA 73:2923-27, 1976

23. FREGLY, M.J., N.B. MARSHALL i J. MAYER. Effect of changes in ambient temperature on spontaneous activity, food intake and body weight of goldthioglucoase-obese and non-obese mice. Am.J.Physiol, 188:435-438, 1957
24. FUCHS, J.L. i R.Y. MOORE. Ontogeny of C¹⁴2-deoxyglucose uptake in the rat brain with special reference to day-night differences in the suprachiasmatic nucleus. Soc. Neurosci. Abstr., 4:112, 1978
25. FUXE, K. The distribution of monoamine terminals in the central nervous system. Acta Physiol. Scand. 64; Suppl. 247:37-85, 1965
26. GARCIA AUSTT, E. i W. BUNO. Ritmos electricos del cerebro e integracion sensoriomotriz. Investigacion y ciencia 38:150-162, 1979
27. GIBBS, F.P. Correlation of plasma corticosterone level with running activity in the blinded rat. Am.J.Physiol. 231:817-821, 1976
28. GULDNER, F.H. Synaptology of the rat suprachiasmatic nucleus. Cell.Tissue Res. 165:509-544, 1976
29. GURDJIAN, E.S. The diencephalon of the albino rat. J. Comp.Neurol., 43:1-144, 1927

30. HALBERG, F., M. B. VISSCHER i J. J. BITTNER. Relation of visual factors to eosinophil rhythm in mice. Am. J. Physiol. 179:229-235, 1954
31. HARKER, J. E. Diurnal rhythms in the animal kingdom. Biol. Rev., 33:1-48, 1958
32. HELLBRUGGE, R., L. J. EHRENGUT, J. RUTENFRANZ, i K. STEHR
Circadian periodicity of physiological functions in different stages of infancy and childhood. Ann. N. Y. Acad. Sci. 117:36-373, 1964
33. HENDRICKSON, A. R., N. WAGONER i W. H. COWAN. An autoradiographic and electron microscopic study of retino-hypothalamic connections. Z. Zellforsch 135:1-26, 1972
34. HONNA, K., i T. HIROSHIGE. Internal synchronization among several circadian rhythms in rats under constant light. Am. J. Physiol., 235:R243-R249, 1978
35. HOTELLING, H. Ann. Math. Statist., 11:271, 1940
36. HSU, H. P. Analisis de Fourier. Fondo educativo interamericano S. A. New York, 1973 .
37. IUVONE, P. M. i C. V. HARTESVELDT. Diurnal locomotor activity in rats: Effects of hippocampal ablation and adrenalectomy. Behavioral Biology, 19:228-237, 1977

38. JOHNSON,M.S. Activity and distribution of certain wild mice in relation to biotic communities. J.Mammal, 7: 245-277, 1926
39. KAKOLEWSKI,J.W.,E.DEAUX,J.CHRISTENSEN i B.CASE. Diurnal patterns in water and food intake and body weight changes in rats with hypothalamic lesions. Am.J.Physiol. 221:711-718, 1971
40. KANNO,Y. Experimental studies on body temperature rhythm in dogs.Development of circadian rhythm after birth. Jap.J.Vet.Sci.,40:591-602, 1978
41. KOIZUMI,K. i H.NISHINO. Circadian and other rhythmic activity of neurones in the ventromedial nuclei and lateral hypothalamic area. J.Physiol.London 263:331-356, 1976
42. KONOPKA,R.J.i S.BENZER. Clock mutants of drosophila melanogaster. Proc. Natl.Acad.Sci.USA, 68:2112-2116, 1971
43. KRIEG,W.J. The hypothalamus of the albino rat. J.Comp. Neurol 55:19-89, 1932
44. KRIEGER,D.T. Food and water restriction shifts corticosterone,temperature,activity and brain amine periodicity Endocrinology, 95:1195-1201, 1974

45. KRIEGER, D.T., H. HAUSER i L.C. KREY. Suprachiasmatic nuclear lesions do not abolish food-shifted circadian adrenal and temperature rhythmicity. *Science*, 197:398-399, 1977
46. LeMAGNEN, J., M. DEVOS, J.P. GAUDILLIERE, J. LOUIS-SYLVESTRE i S. TALLON. Role of a lipostatic mechanism in regulation by feeding of energy balance in rats. *J.Comp.Physiol.Psychol.* 84:1-23, 1973
47. LISK, R.D. i L.R. KANNWISCHER. Light: evidence for its direct effect on hypothalamic neurons. *Science*, 146:272-273, 1964
48. MADARASZ, B., M.E. STOEKEL, C. HINDELANGGERTNER, A. PORTE, i F. STUTINSKY. Observations ultrastructures sur les noyaux suprachiasmatiques de rats normaux, castrés et colchicinés *Acad.Sci.Ser.*, D278:1253-1256, 1974
49. MEYER, D.C. i W.B. QUAY. Hypothalamic and suprachiasmatic uptake of serotonin in vitro: Twenty four changes in male and proestrous female rats. *Endocrinology*, 98:1160-65, 1976
50. MILLS, J.N., D.S. MINORS, i J.M. WATERHOUSE. The circadian rhythms of human subjects without timepieces or indication of the alteration of day and night. *J.Physiol.London*, 240: 567-594, 1974

51. MOORE,R.Y. Central neural control of circadian rhythms
Frontiers in neuroendocrinology,ed.W.F.GANONG and L.
MARTINI, New York : Raven, vol.5 : 185-206,1978
52. MOORE,R.Y.i V.B.EICHLER. Loss of a circadian adrenal
corticosterone rhythm following suprachiasmatic lesions
in the rat. Brain Res, 42:201-206, 1972
53. MOORE,R.Y. i D.C.KLEIN. Visual pathways and the central
neural control of a circadian rhythm in pineal serotonin
N-acetyltransferase activity. Brain Res.,71:17-33, 1974
54. MOORE,R.Y.i N.J.LENN. A retinohypothalamic projection in
the rat. J.Comp.Neurol.,146:1-14, 1972
55. MOORE,R.Y. i M.E.TRAYNOR. Diurnal rhythms in pineal N-ace-
tyltransferase and hippocampal norepinephrine effects of
water deprivation,blinding and hypothalamic lesions.
Neuroendocrinology 20:250-259, 1976
56. MOORE-EDE,M.C.,W.S.SCHMELZER,D.A.KASS i J.A.HERD. Inter-
nal organization of the circadian timing system in multi-
cellular animals. Federation Proc.,35:2333-38, 1976
57. MORIN,L.P.,K.M.FITZGERALD,B.RUSAK i I.ZUCKER. Circadian
organization and neural mediation of hamster reproductive
rhythms. Psychoneuroendocrinology, 2:73-98, 1977

58. MORIN, L.P., K.M. FITZGERALD i I. ZUCKER. Estradiol shortens the period of hamster circadian rhythms. Science, 196: 305-307, 1977
59. NISHINO, H. i K. KOIZUMI. Responses of neurons in the suprachiasmatic nuclei of the hypothalamus to putative transmitters. Brain Res., 120:167-172, 1977
60. NISHINO, H., K. KOIZUMI i C.M. BROOKS. The role of suprachiasmatic nuclei of the hypothalamus in the production of circadian rhythms' Brain Res., 112:45-59, 1976
61. PANKSEPP, J. i K. KROST. Modification of diurnal feeding patterns by palatability. Physiol. Behav., 15:673-677, 1975
62. PETOUNIS, A., C. SPYRAKIS i D. VARONOS. Effects of infrasound on activity levels of rats. Physiol. Behav., 18:153-155 1977
63. PHILIPENS, K.M., H. VON MAYERSBACH i L.E. SCHEVING. Effects of the scheduling of meal-feeding at different phases of the circadian system in rats. J. Nutr., 107:176-193 1977
64. PROGRAMA F.A.7/2, Anàlisi de FOURIER. Catedra Fisiol. Anim. Fac. Farm. Univ. Barcelona
65. PROGRAMA F.A.7/6, Anàlisi de la variància. Catedra Fisiol. Anim. Fac. Farm. Univ, Barcelona

66. PROGRAMA F.A.7/3. Funció discriminant. Catedra Fisiol. Anim. Fac.Farm.Univ.Barcelona
67. PROGRAMA F.A.7/9. Grafiques. Catedra Fisiol.Anim. Fac. Farm. Univ.Barcelona
68. RAISMAN,G. i K.BROWN-GRANT. The suprachiasmatic syndrome endocrine and behavioural abnormalities following lesions of the suprachiasmatic nuclei in the female rat. Proc.R. Soc.London Ser.,B198:297-314, 1977
69. RALPH,C.L. The pineal complex: A retrospective view. Am. Zool.,15,Suppl. 1:105-116, 1975
70. RAWSON, K.S. Effects of tissue temperature on mammalian activity rhythms. Cold.Spring Harbor Symp.Quant.Biol.,25: 105-113, 1960
71. REGAL,P.J. i M.S.CONNOLLY. Social influences on biological rhythms. Behaviour, 72:3-4, 1980
72. RICHTER,C.P. A behavioristic study of the activity of the rat. Comp.Psychol.Monogr.,1, 1922
73. RICHTER,C.P. Biological clocks in medicine and psychiatry Springfield, IL:Thomas, 1965

74. RICHTER, C.P. Inborn nature of the rat's 24-hour clock.
J.Comp.Physiol.Psychol., 75:1-4, 1971
75. ROMANCZYK, R.G., W.C.GORDON, D.B.CRIMMINS, Z.M.WENZEL i J.A.
KISTNEN. Childhood psychosis and 24-h rhythms: A behavioral
and physiological analysis. Chronobiologia, 7, 1, 1980
76. ROWLAND, N. Circadian rhythms and partial recovery of re-
gulatory drinking in rats after lateral hypothalamic lesions
J.Comp.Physiol.Psychol., 90:382-393, 1976
77. RUSAK, B. i I.ZUCKER. Biological rhythms and animal beha-
vior. Ann.Rev.Psychol., 26:137-171, 1975
78. RUSAK, B. Neural control of circadian rhythms in behavior
of the golden hamster, *Mesocricetus auratus*. (Ph.D.Thesis)
Berkeley: University of California, 1975
79. RUSAK, B. The role of the suprachiasmatic nuclei in the
generation of circadian rhythms in the golden hamster.
J.Comp.Physiol., 118:145-164, 1977
80. RUSAK, B. Neural mechanisms for entrainment and generation
of mammalian circadian rhythms. Federation Proc., 38:2589-
2594, 1979
81. RUSAK, B. Neural regulation of circadian rhythms. Physio-
logical Reviews, 59:449-526, 1979

82. SALEH,M.A. i C.M.WINGET.Effect of suprachiasmatic lesions on diurnal heart rate rhythm in the rat. *Physiol.Behav.*, 19:561-564, 1977
83. SCHMITH,M. Circadian rhythmicity in responses of cells in the lateral hypothalamus. *Am.J.Physiol.*,225:1096-1101,1973
84. SCHWARTZ,W.J. i H.GAINER. Suprachiasmatic nucleus:Use of ¹⁴C-labeled deoxyglucose uptake as a functional marker. *Science*,197:1089-1091, 1977
85. SILVER,J. Abnormal development of the suprachiasmatic nuclei of the hypothalamus in a strain of genetically anophthalmic mice. *J.Comp.Neurol.*,176:589-606, 1977
86. SNEDECOR,G.W. i W.G.COCHRAN. *Metodos estadisticos*, Compania editorial continental, SA, Mexic, 1964
87. STEPHAN,F.K. i I.ZUCKER. Rat drinking rhythms:central visual pathways and endocrine factors mediating responsiveness to environmental illumination. *Physiol.Behav.*,8:315-26,1972
88. STEPHAN,F.K. i I.ZUCKER.Circadian rhythms in drinking behavior and locomotor activity of rats are eliminated by hypothalamic lesions. *Proc.Natl.Acad.Sci.USA*, 69:1583-86 1972

89. STEPHAN, F.K. i I. ZUCKER. Endocrine and neural mediation of the effects of constant light on water intake of rats. *Neuroendocrinology*, 14:44-60, 1974
90. SUBURO, A.M. i A. PELLEGRINO DE IRALDI. An ultrastructural study of the rat's suprachiasmatic nucleus. *J. Anat.*, 105: 439-446, 1969
91. SULZMAN, F.M., C.A. FULLER, L.G. HILES i M.C. MOORE-EDE. Circadian rhythm dissociation in an environment with conflicting temporal information. *Am. J. Physiol.*, 235:R175-R181, 1978
92. TAKAHASHI, K., K. INOUE, K. KOBAYASHI, C. HAYAFUJI, Y. NAKAMURA i Y. TAKAHASHI. Mutual influence of rats having different circadian rhythm of adrenocortical activity. *Am. J. Physiol.*, 234:E515-E520, 1978
93. TAKAHASHI, K., K. HANADA, K. KOBAYASHI, C. HAYAFUJI, S. OTANI i Y. TAKAHASHI. Development of the circadian adrenocortical rhythm in rats: Studied by determination of 24-or 48-hour patterns of blood corticosterone levels in individual pups. *Endocrinology*, 104:954-961, 1979
94. TAKAHASHI, K., K. HANADA i Y. TAKAHASHI. Factors setting the phase of the circadian adrenocortical rhythm in rats, *dins de: Biological rhythms and their central mechanism, The Naito Foundation*, 1979

95. TAPP,N.,D.C.BIRD i F.A.HOLLOWAY. SEparate oscillators govern ultradian activity, feeding and drinking rhythms after suprachiasmatic nucleus lesions. Soc.Neurosci.Abstr.,4: 181, 1978
96. TUREK,F.W.,J.P.McMILLAN i M.MENAKER. Melatonin : Effects on the circadian locomotor rhythm of sparrows. Science, 194:1441-43, 1976
97. VALZELLI,L. Human and animal studies on the neurophysiology of aggression. Prog.Neuro-Psychopharmacol.,2:591-610, 1978