



**EPS**

Escola Politècnica

**UdG**

Superior

## Projecte/Treball Fi de Carrera

**Estudi:** Eng. Tècn. Agrícola Explotacions Agropec. Pla 99

**Títol:** REPERCUSSIONS D'UN TRÀFIC FORÇAT O LLIURE  
SOBRE EL CONSUM I PAUTA D'INGESTIÓ DEL VAQUÍ LLETER  
AMB UN SISTEMA DE MUNYIDA ROBOTITZADA

**Document:** Memòria i Annexos

**Alumne:** M. Quar Molas i Fornell

**Director/Tutor:** Àlex Bach i Ariza / Lluís Bosch i Puig

**Departament:** Eng. Química, Agrària i Tecn. Agroalimentària

**Àrea:** Producció Animal

**Convocatòria** (mes/any): Maig 2008

# ÍNDIX

|   |    |
|---|----|
| ÍNDIX.....  | 1  |
| ÍNDIX DE FIGURES I TAULES.....  | 3  |
| RESUM.....  | 6  |
| AGRAÏMENTS.....   | 9  |
| PARAULES CLAU.....  | 10 |
| 1. INTRODUCCIÓ.....   | 11 |
| 1.1. LA SITUACIÓ ACTUAL DEL SECTOR LLETER.....                              | 11 |
| 1.1.1.- El sector lleter a nivell mundial.....                              | 11 |
| 1.1.2.- El sector lleter a nivell europeu.....                              | 12 |
| 1.1.3.- El sector lleter a Espanya.....                                     | 15 |
| 1.1.4.- El sector lleter a Catalunya.....                                   | 18 |
| 1.2.- LA VACA.....  | 21 |
| 1.2.1.- La raça Frisona.....  | 22 |
| 1.3.- LA LLET.....  | 24 |
| 1.3.1.- Cicle reproductiu i productiu de la vaca.....                       | 24 |
| 1.3.2.- Sistema mamari.....   | 24 |
| 1.3.3.- Composició de la llet.....  | 26 |
| 1.3.4.- Qualitat de la llet.....  | 27 |
| 1.4.- L'ALIMENTACIÓ DEL VAQUÍ DE LLET.....                                  | 29 |
| 1.4.1.- L'aparell digestiu dels remugants.....                              | 29 |
| 1.4.2.- Conceptes relacionats amb l'alimentació.....                        | 31 |
| 1.4.3.-El racionament.....  | 34 |
| 1.5.- COMPORTAMENT EN LES VAQUES DE LLET.....                               | 36 |
| 1.5.1.- El comportament alimentari.....                                     | 37 |
| 1.6.- LA GRANJA.....  | 39 |
| 1.6.1.- Tipus de granges i instal·lacions.....                              | 39 |
| 1.7.- LA MUNYIDA DEL VAQUÍ DE LLET.....                                     | 42 |
| 1.7.1.- Evolució dels sistemes de munyida.....                              | 43 |
| 1.7.2.- Aptitud de munyida.....   | 46 |
| 1.7.3.- Instal·lacions per a la munyida.....                                | 46 |
| 1.8.- GRANJA AMB SISTEMA DE MUNYIDA VOLUNTÀRIA / AUTOMÀTICA O<br>ROBOT..... | 54 |
| 1.8.1.-El tràfic dels animals dins la granja.....                           | 55 |
| 1.8.2.- L'adaptació dels animals.....                                       | 58 |

|   |     |
|---|-----|
| 1.8.3.- Capacitat d'un robot .....  | 59  |
| 1.8.4.- Comportament de munyida .....   | 60  |
| 1.9.- ANTECEDENTS DE L'ESTUDI.....  | 60  |
| 2. OBJECTIUS DE L'ESTUDI.....   | 63  |
| 3. MATERIALS I MÈTODES DE L'ESTUDI.....   | 64  |
| 3.1.- DISSENY DE L'ESTUDI.....  | 64  |
| 3.2.-SITUACIÓ DE LA GRANJA.....   | 65  |
| 3.3- L'ALLOTJAMENT .....  | 65  |
| 3.4.- ELS ANIMALS .....   | 72  |
| 3.5.- EL ROBOT DE MUNYIDA.....  | 72  |
| 3.6.-LA RACIÓ.....  | 76  |
| 3.7.- TEMPORALITZACIÓ DE L'ESTUDI.....  | 78  |
| 3.8.- VALORS OBTINGUTS DURANT L'ESTUDI.....   | 79  |
| 3.8.1.- Valors enregistrats durant l'estudi .....   | 79  |
| 3.8.2.- Càlculs i processament de dades.....  | 80  |
| 3.8.3.- Sistemes d' identificació de les vaques per a ser reconegudes pels sistemes informàtics ..... | 83  |
| 3.8.4.- Tractament estadístic de les dades .....  | 86  |
| 4.-RESULTATS I DISCUSSIÓ.....   | 88  |
| 5.- CONCLUSIONS .....   | 94  |
| 6.- BIBLIOGRAFIA.....   | 95  |
| 7.- ANNEXOS .....   | 105 |
| 7.1.- VALORS DE MEAL CRITERIA DE LES DIFERENTS VAQUES .....   | 106 |

# ÍNDIX DE FIGURES I TAULES

|  |    |
|--|----|
| Taula 1.1.- Producció en milions de tones de llet equivalent al món.....   | 12 |
| Figura 1.1.- Producció de llet a la UE.....  | 13 |
| Taula 1.2.- Cens de vaques de munyir a Europa a l'any 2006.....  | 14 |
| Figura 1.2.- Evolució del nombre d'explotacions a l'estat espanyol 1992-2005.....  | 16 |
| Taula 1.3.-Nombre d'explotacions i producció de les diferents comunitats autònomes.....  | 17 |
| Figura 1.3.- Mapa de Catalunya on s'indica el nombre de caps de vaquí de llet/comarca.....   | 19 |
| Figura 1.4.- Distribució de la quota lletera i dimensió de les explotacions.....   | 20 |
| Figura 1.5.- Evolució del sector lleter a Catalunya 1992 – 2005.....   | 20 |
| Figura 1.6.- Kg de llet per explotació i any 1996-2006.....  | 21 |
| Figura 1.7.- Vaca “tipus” de raça Frisona.....   | 23 |
| Taula 1.4.-Els diferents paràmetres que s'analitzen de la llet i la solució per a complir-los.....   | 28 |
| Figura 1.8.- Aparell digestiu dels remugants.....  | 30 |
| Taula 1.5.- Capacitat i funció de les diferents cavitats de l'estómac.....   | 30 |
| Figura 1.9.- Fotografia d'una ració unifeed (PMR).....   | 32 |
| Taula 1.6.- Distribució pressuposada del temps diari en vaques lleteres en lactació...37   |    |
| Figura 1.10.- Llotja individual en una explotació lletera.....   | 40 |
| Figura 1.11.- Zona d'exercici amb l'abeurador a la dreta de la imatge.....   | 41 |
| Figura 1.12.- Passadís d'alimentació amb balances i menjadores individualitzades....   | 41 |
| Figura 1.13.- Passadís d'alimentació “convencional”.....   | 42 |
| Figura 1.14.- Olla de munyir.....  | 45 |
| Figura 1.15.- Sala d'espera d'un robot.....  | 47 |
| Taula 3.1.- disseny <i>cross-over</i> pels dos patis.....  | 64 |
| Figura 3.1.- Mapa de situació.....   | 65 |
| Figura 3.2.- Plànol de l'estabulació de vaquí de llet de la granja Camps i Armet.....  | 67 |
| Figura 3.3.- Dimensions (en cm) d'una de les 28 menjadores + balança.....  | 68 |
| Figura 3.4.- Vaca a la menjadora, a dalt a la dreta, el lector de xips.....  | 69 |
| Figura 3.5.- Vista del passadís d'alimentació amb les menjadores i les balances situades a sota de cada una de les 28 existents en el pati 1 i 2 respectivament..... | 69 |
| Figura 3.6.- Abeurador del pati 1.....   | 70 |
| Figura 3.7.- Abeurador del pati 2 i de la sala d'espera del robot d'aquest pati.....   | 70 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 3.8.- Zona de descans dels dos patis (a l'esquerra pati 1, a la dreta pati 2).....  | 71 |
| Figura 3.9.- Vista d'una part dels patis en situació de tràfic lliure. D'esquerra a dreta, pati 1 i pati 2.....  | 71 |
| Figura 3.10.- Porta unidireccional. A la fotografia esquerra, aquesta porta vista des de la zona de descans i a la fotografia dreta, la mateixa porta vista des de la zona d'exercici..... | 72 |
| Figura 3.11.- Situació del robot de munyir dins del pati 1.....  | 73 |
| Figura 3.12.- Situació del robot de munyir dins del pati 2.....  | 73 |
| Figura 3.13.- Box del robot DeLaval, en primer terme el braç hidràulic.....  | 74 |
| Figura 3.14.- Càmera del braç del robot "buscant" un mugró.....  | 75 |
| Figura 3.15.- Robot en funcionament a la granja Camps i Armet.....   | 76 |
| Taula 3.2.- Ingredients de la PMR.....   | 77 |
| Taula 3.3.- Composició nutricional de la ració unifeed i del concentrat oferta a les vaques.....   | 78 |
| Figura 3.16.- Gràfic obtingut amb R d'una vaca amb un valor de meal criteria mitja (5.4 minuts).....   | 81 |
| Figura 3.17.- Gràfica obtinguda amb R d'una vaca amb un valor de meal criteria elevat (7.51minuts).....  | 82 |
| Figura 3.18.- Xip que és col·loca a les vaques perquè pugin ser identificades a la menjadora.....  | 84 |
| Figura 3.19.-Xip col·locat a l'orella dreta d'una vaca de la granja de Semega.....   | 85 |
| Figura 3.20.- Lector de xips/transponders col·locat en una menjadora.....  | 85 |
| Figura 3.21.-Collar d'una vaca amb el transponder penjat i el número de granja.....  | 86 |
| Taula 4.1.- Comportament alimentari a les menjadores de vaques munyides amb un sistema de munyida automàtica en una situació de tràfic lliure o tràfic forçat.....                         | 88 |
| Taula 4.2.- Consum de matèria seca de vaques munyides amb un sistema de munyida automàtica influenciat pel tipus de tràfic imposat a les vaques.....                                       | 90 |
| Taula 4.3.- Producció de llet de vaques munyides amb un sistema de munyida automàtica influenciada pel tipus de tràfic imposat a les vaques.....   | 91 |
| Taula 4.4.- Nombre de munyides diàries voluntàries, involuntàries i totals de vaques munyides amb un sistema automàtic de munyida, sota situació de tràfic lliure o forçat.....            | 93 |

|  |     |
|--|-----|
| Taula 7.1.- Valor de meal criteria obtingut en el període 1. Ordenat del valor més baix al més alt.....                                      | 106 |
| Taula 7.2.- Valors de meal criteria de les diferents vaques obtingut en el període 2. Els valors estan ordenats de més petit a més gran..... | 108 |

## RESUM

L'objectiu del present estudi ha estat avaluar l'efecte del tipus de tràfic imposat a les vaques lleteres en sistemes de munyida automàtica sobre la freqüència de munyida, les necessitats d'alimentació, el comportament alimentari i la producció i composició de la llet.

En la granja experimental de SEMEGA (Diputació de Girona) a Monells, dotada amb dos patis simètrics i dos robots de munyida (DeLaval, Sweden), la Unitat de Remugants de l'IRTA hi va portar a terme aquest estudi, on s'hi va aplicar un disseny en *cross-over*, per a dos períodes i dos tractaments:

- Tractament 1; Tràfic lliure
- Tractament 2: Tràfic forçat

Un total de 85 vaques lleteres Holstein ( 44 primíparas i 41 múltipares), distribuïdes equitativament entre els dos patis, varen formar part de l'estudi, que va durar 7 mesos, amb un període de 3 mesos per cada tractament i un mes per l'adaptació entre tractaments.

Diàriament s'enregistraven dades de cada vaca, al robot de munyida i a la menjadora. Els enregistraments es feien de manera individual però en l'estudi es presenten els resultats obtinguts a partir de les mitjanes de les dades individuals.

Les dades enregistrades a la menjadora feien referència a la ingesta, i eren les següents:

- moment del dia en que la vaca anava a la menjadora
- freqüència de les visites a la menjadora
- durada de la ingesta (en minuts)
- posició en l'estable on la vaca menjava (número de menjadora)
- quantitat de PMR (ració mixta parcial) consumida a cada visita. El valor enregistrat és en kg de MF (matèria fresca).

En el robot s'enregistraven dades referents a les visites a aquest i a la producció lletera, tals com:

- L'hora del dia (pauta) en que les vaques visiten el robot. Realitzant el recompte de visites/vaca es pot saber el nombre de vegades que una vaca es muny al dia.

- El nombre de vaques acompanyades al robot, així es determina la quantitat de munyides involuntàries que es donen en cada període.
- Quantitat de concentrat ingerit en cada visita.
- La producció individual de llet obtinguda a cada munyida.
- La composició de la llet (%proteïna i %greix) era determinada quinzenalment en un laboratori oficial (ALLIC, Cabriils).

A part de les dades enregistrades també hi ha un seguit de paràmetres obtinguts a partir de càlculs i processament de dades:

- Meal criteria: quantitat màxima de temps entre les visites a la menjadora per considerar una visita com part del mateix àpat. A partir d'aquest valor s'obté la durada mitjana dels àpats del ramat.
- Quantitat de PMR consumida diàriament (kg MS).
- Quantitat de concentrat ingerida diàriament (kg concentrat).
- Intervals entre munyides.
- Producció total de llet diària. (kg)
- Producció de llet corregida per l'energia (ECM): La producció de llet corregida per l'energia (ECM=Energy Corrected Milk) va ser calculada estandarditzant l'actual producció lletera a continguts de 3.5% de greix i 3.2% de proteïna.
- Eficiència làctica: És calcula com el quocient entre la llet corregida energètica (ECM) i el consum de matèria seca.

En els paràmetres referents a la ingesta on les diferències han estat significatives entre tractaments és en el nombre d'àpats diaris, la durada i la grandària d'aquests, ja que les vaques en tràfic lliure mengen més vegades al dia, però la durada dels seus àpats és més curta i la grandària d'aquests també és més petita. En la resta de paràmetres sobre comportament alimentari, tals com el temps diari emprat menjant, el ritme d'ingesta, la quantitat total de PMR ingerida, la quantitat diària de concentrat consumit i la quantitat de MS ingerida diàriament, no s'observen diferències significatives entre tractaments. Tot i que les vaques en tràfic forçat dediquen menys temps a menjar però el seu ritme d'ingesta és més gran, però al final del dia ingereixen menys kg de MS que les vaques en tràfic lliure. La quantitat de concentrat consumida és igual en els dos tractaments.



Pel que fa a la producció lletera, les vaques en tràfic lliure numèricament produeixen menys kg de llet i la seva eficiència làctica també és més baixa, però aquesta llet és més rica en proteïna i greix que la llet produïda per les vaques en tràfic forçat.

On és donen diferències significatives entre els dos tractaments és en la pauta de munyida, ja que en tràfic forçat el nombre de munyides voluntàries és molt elevat, essent el nombre de munyides involuntàries molt baix, per contra el nombre de munyides involuntàries en tràfic lliure creix notablement.

S'ha arribat a la conclusió que el tràfic forçat redueix notablement la necessitat d'acompanyar les vaques a munyir, però la producció lletera d'aquestes perd qualitat i la seva pauta alimentària es veu modificada, reduint-se el nombre d'àpats diaris i incrementant-se la durada i grandària d'aquests, però la quantitat de MS ingerida/diàriament també és més baixa.

A Girona, el 14 d'abril de 2008

L'alumna: M. Quar Molas i Fornell

# AGRAÏMENTS

Durant la realització d'aquest treball, he rebut l'ajuda i/o col·laboració de diferents persones, sense les quals aquest no hauria estat possible i voldria agrair-los la seva presència. Per aquest motiu, vull deixar constància del meu agraïment:

A en Lluís Bosch i Puig i a l'Àlex Bach i Ariza, tutor i director respectivament d'aquest treball, per la seva dedicació, les seves aportacions i el seu suport durant aquesta realització.

Al personal de la granja Camps i Armet de Monells, pel tracte amable rebut durant les meves visites i molt especialment a la Cristina Iglesias i Hidalgo pel temps dedicat.

A la meva família, pel recolzament rebut i pel suport mostrat al llarg de la realització d'aquest treball.

Als companys de feina, que tot sovint demanaven: Quan l'entregués? Com el portés?

Als amics i amigues, pel suport moral i informàtic, l'ajuda lingüística, la paciència i les vegades que m'heu animat al llarg d'aquests mesos. I molt especialment a la Maria de Ros per l'ajuda amb l'anglès. Moltes gràcies a totes!

## **PARAULES CLAU**

Vaca

Sistema automàtic de munyida (SAM)

Boví

Frisona

Comportament alimentari

Tràfic lliure

Tràfic forçat

Ingesta

Producció lletera

# 1. INTRODUCCIÓ

## 1.1. LA SITUACIÓ ACTUAL DEL SECTOR LLETER

La producció lletera mundial és molt dispersa i la tipologia d'explotació varia molt entre territoris. A Europa i a Amèrica del Nord es troben explotacions de dimensions considerables i amb un nivell de tecnificació elevat, que en els darrers deu anys s'ha vist incrementat. L'altre fet important que ha experimentat aquest sector en els darrers temps, ha estat un important treball de selecció genètica que ha permès obtenir els mateixos kg de llet, amb un nombre d'animals més baix.

A principis del segle XXI, el sector lleter ha reduït molt el nombre d'explotacions ramaderes destinades a la producció lletera, però les explotacions que segueixen, en general han augmentat les seves dimensions.

I hi ha nous productors i consumidors de productes làctics que fa pocs anys no existien. Ja que en els darrers anys, els països asiàtics, s'han anat convertint en productors i alhora importants importadors.

Les estratègies productives del sector, segueixen dos camins ben diferenciats:

1. Intensificació; el qual passaria per augmentar el nombre de vaques/explotació, augmentar la producció d'aquests animals, augmentar la freqüència de munyida o fins i tot automatitzar-la i amb l'especialització del bestiar.
2. Extensificació; que seria just el contrari, on es treballaria amb races locals o fins i tot d'aptitud mixta, amb una producció estacional, una alimentació bastant herbívora, lactacions llargues i reducció de la freqüència de munyida

### 1.1.1.- El sector lleter a nivell mundial

La producció mundial de llet (taula 1.1) es manté relativament estable, amb increments a Amèrica del sud, EUA i Àsia, mentre que a Oceania, la sequera podria afectar el desenvolupament d'Austràlia i Nova Zelanda.

**Taula 1.1.-** Producció en milions de tones de llet equivalent al món (FAO, 2006)

| <b>País</b>          | <b>Producció a l'any 2006 (Milions de Tn de llet)</b> |
|----------------------|---|
| ASIA                 | 226.0   |
| AFRICA               | 31.0  |
| AMÈRICA CENTRAL      | 16.1  |
| SUD AMÈRICA          | 52.9  |
| NORD AMÈRICA         | 90.3  |
| Canada               | 8.0   |
| Estats Units         | 82.3  |
| EUROPA               | 217.1   |
| Unió Europea (UE)    | 147.3   |
| Rússia               | 31.8  |
| OCEANIA              | 25.2  |
| <b>TOTAL MUNDIAL</b> | <b>658.7</b>  |

Els majors increments de la producció s'observen en els països en desenvolupament i especialment a Àsia, regió que s'ha transformat en la major productora del món. Alguns països continuen creixent a ritme sostenible i a taxes altes com l'Índia i Xina. En aquest darrer, s'estima un increment anual del 17%. Aquests països són també forts importadors absorbint bona part de la producció mundial. La demanda es manté ferma, fonamentalment en els països asiàtics i en els països productors de petroli, el que deriva en un balanç molt ajustat entre oferta i demanda que justifica el manteniment a un nivell alt dels preus internacionals.

### 1.1.2.- El sector lleter a nivell europeu

La producció lletera existeix en quasi totes les regions de tots els estats membres de la UE. En molts estats, la llet i els productes làctics suposen la major part del valor total de la producció agrària nacional (> 30%)

L'aplicació de la Reforma de la PAC amb la baixada de preus d'intervenció i l'ajuda desacoblada, així com els darrers temps de sequera, propiciaren un descens generalitzat de la producció lletera a la UE durant el 2006. Només sis estats membres sobrepassaren la quota assignada.

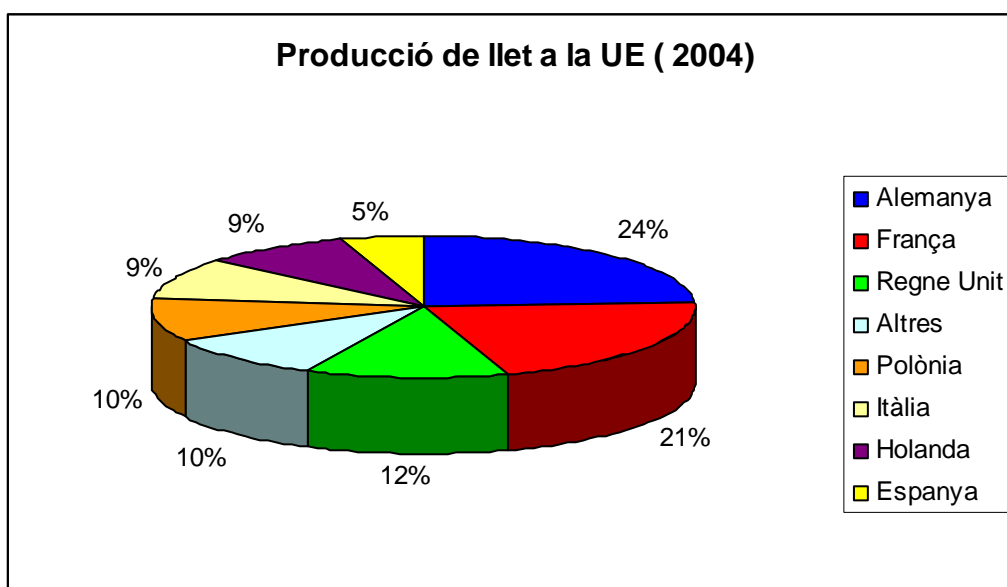
Tot i que al 2007 hi ha hagut una recuperació de la producció i la situació dels preus de la llet, és relativament favorable, hi ha molts ramaders que s'enfronten amb el problema del gran increment dels costos d'alimentació.

Al llarg dels darrers 30 anys l'evolució del sector lleter en l'àmbit comunitari ha estat marcada per dos paràmetres fonamentals:

1. nombre d'explotacions en actiu
2. quota mitja per explotació

La producció de llet a la UE, l'any 2005, va ser de 146.85 milions de tones, cosa que va suposar la superació de la quota en alguns estats membres.

El nombre d'explotacions a Europa, l'any 2005 era de 1.600.000. Tal com es pot observar en la figura 1.1, a Europa hi ha dos grans productors de llet, el 45% de la producció és alemanya i francesa i el cens de bestiar vaquí d'aquests països es el més elevat de la UE (Taula 1.2). Espanya és el 7è país en percentatge de producció.



**Figura 1.1.-** Producció de llet a la UE ( FAO, 2004 )

El passat 2007 va començar la revisió de la PAC, que definirà el futur del sector lleter europeu. Està pràcticament assumit el final del sistema de quotes lleteres més enllà del 2015.

Europa continua essent excedentària en llet, exporta un 10% i la mateixa quantitat es repartida mitjançant ajudes i aranzels.

Degut a aquesta situació, la cotització de la llet a Europa depèn de la evolució del mercat mundial. Els mercats agraris degut a l'augment dels preus dels cereals travessen un moment en que la major part dels equilibris existents s'han vist alterats, sense que sigui possible determinar quan finalitzarà aquest procés. En el món

existeixen sistemes de producció lletera on la dependència dels cereals és molt diferent, per tant, l'augment de preu dels cereals pot proporcionar avantatges competitives entre diferents zones, més que afectar a l'equilibri del sector.

**Taula 1.2.-** Cens de vaques de munyir a Europa a l'any 2006 ( MAPA, 2008 )

| <b>Països</b>      | <b>Vaques (mils d'animals)</b> |
|--------------------|--------------------------------|
| Bèlgica            | 531.91                         |
| República Txeca    | 417.30                         |
| Dinamarca          | 555.00                         |
| Alemanya           | 4029.80                        |
| Estònia            | 108.90                         |
| Grècia             | 167.75                         |
| Espanya            | 942.30                         |
| França             | 3799.00                        |
| Irlanda            | 1087.10                        |
| Itàlia             | 1813.70                        |
| Xipre              | 23.90                          |
| Letònia            | 182.40                         |
| Lituània           | 399.00                         |
| Luxemburg          | 46.20                          |
| Hongria            | 275.00                         |
| Malta              | 7.50                           |
| Holanda            | 1443.00                        |
| Àustria            | 527.40                         |
| Polònia            | 2637.00                        |
| Portugal           | 307.20                         |
| Eslovènia          | 112.50                         |
| República Eslovaca | 185.00                         |
| Finlàndia          | 309.40                         |
| Suècia             | 384.70                         |
| Regne Unit         | 2023.80                        |
| UE 15              | 17968.40                       |
| UE 25              | 22316.80                       |
| Bulgària           | 350.10                         |
| Romania            | 1639.40                        |

### 1.1.3- El sector lleter a Espanya

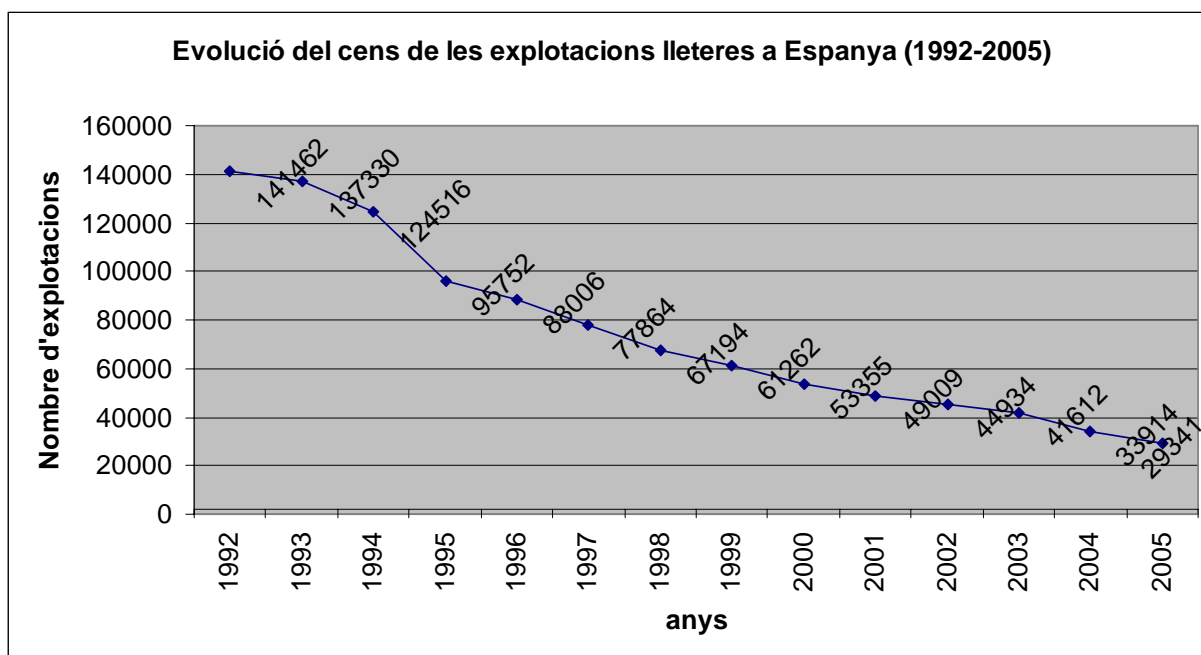
Al llarg dels darrers anys s'ha experimentat un marcat descens en el nombre d'explotacions, si bé acompanyat d'un progressiu augment en la dimensió i quota de producció, la professionalització i la rendibilitat econòmica de les mateixes.

A Espanya, cal diferenciar clarament la cornisa Cantàbrica de la resta de territori. En el primer cas, les explotacions són de petit tamany i l'alimentació està molt lligada a les produccions farratgeres pròpies, amb cert percentatge d'explotacions on les vaques encara pasturen. En canvi, a la resta de la Península, es molt més freqüent que el bestiar vaquí de llet no pasturi, amb alimentació a base de racions totalment barrejades, que inclouen fencs, ensitjats i subproductes obtinguts en bona part, fora de la pròpia explotació.

La producció de llet es realitza quasi en la seva totalitat mitjançant animals de raça frisona altament seleccionats i especialitzats. Això ha permès augmentar enormement els rendiments productius individuals. La necessitat d'adaptar-se a un mercat basat en un sistema de quotes de producció ha influït considerablement en la disminució del nombre d'animals dedicats a la producció lletera i en la reconversió zootècnica del bestiar cap a animals d'aptitud càrnica de manera quasi ininterrompuda des de l'entrada d'Espanya a la UE.

A Espanya s'ha produït una reducció generalitzada en el nombre d'explotacions dedicades a la producció de llet d'un 86%, en el període comprés entre els anys 1984 i 2005, passant de les 141.462 a les 29.341. Aquest descens tant bruscat experimentat en aquests vint-i-un anys és mostra a la figura 1.2.





**Figura 1.2.-** Evolució del nombre d'explotacions a l'estat espanyol 1992-2005 (COAG, 2006)

Actualment hi ha poc més de 29.000 explotacions lleteres. La quota assignada és de 6.116.950 kg . La distribució d'aquestes explotacions al llarg de totes les comunitats autònomes, així com les dades de producció, s'esmenten en la taula 1.3.

**Taula 1.3.-** Nombre d'explotacions i producció de les diferents comunitats autònomes (COAG, 2006)

| <b>Comunitat autonòma</b> | <b>Núm. explotacion</b> | <b>Tn.</b>       | <b>% explotacions</b> | <b>% quota</b> | <b>quota (kg.) /explotació</b> |
|---------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|
| Andalusia                 | 951                     | 450.663          | 3                     | 7              | 473.883.                       |
| Aragó                     | 118                     | 86.117           | 0                     | 1              | 729.802                        |
| Astúries                  | 3.850                   | 638.803          | 13                    | 11             | 165.923                        |
| Balears                   | 239                     | 81.459           | 1                     | 1              | 340.832                        |
| Cantabria                 | 2.366                   | 464.290          | 8                     | 8              | 196.234                        |
| Castella-la Manxa         | 371                     | 180.606          | 1                     | 3              | 486.807                        |
| Castella-Lleó             | 2.939                   | 807.916          | 10                    | 13             | 274.895                        |
| Catalunya                 | 992                     | 578.987          | 3                     | 10             | 583.656                        |
| Extremadura               | 179                     | 36.078           | 1                     | 1              | 201.554                        |
| Galícia                   | 16.119                  | 2.159.976        | 55                    | 36             | 134.002                        |
| Madrid                    | 112                     | 78.269           | 0                     | 1              | 698.831                        |
| Murcia                    | 28                      | 29.855           | 0                     | 0              | 1.066.249                      |
| Navarra                   | 308                     | 186.109          | 1                     | 3              | 604.250                        |
| Euskadi                   | 716                     | 226.172          | 2                     | 4              | 315.883                        |
| La Rioja                  | 22                      | 15.157           | 0                     | 0              | 688.935                        |
| País Valencia             | 31                      | 41.420           | 0                     | 1              | 1.336.133                      |
| <b>TOTAL</b>              | <b>29.341</b>           | <b>6.061.877</b> | <b>100</b>            | <b>100</b>     | <b>206.601</b>                 |

Analitzant la situació que travessen, en general, les explotacions dedicades al bestiar vaquí de llet, i molt especialment, en les que manegen V.L.A.P (vaques lleteres d'alta producció), i en elles, analitzant la munyida en particular, s'observa una conjuntura empresarial certament complexa, bàsicament per les següents quatre raons:

1. La creixent problemàtica de trobar mà d'obra directa qualificada. Moltes explotacions estant utilitzant mà d'obra forana que a més a més dels problemes propis de la seva manca de qualificació s'hi afegeixen els de l'idioma
2. Cost creixent de la mà d'obra qualificada.
3. Creixent pressió de les indústries sobre la qualitat de la llet.

4. Creixent pressió de la societat sobre el benestar animal i el medi ambient.

En un futur a mig termini (5-7 anys), és probable que en aquest sector tan sols quedin unes 27.000 explotacions, que s'agruparan en quatre tipus diferents.

Els tipus d'explotacions bovines de llet, serien aquests:

1. Explotacions familiars petites. Granges amb menys de 60 vaques. Les més petites seguiran amb la sala de munyir tradicional, a la qual li donaran una vida útil molt llarga i algunes de les més grans optaran pel robot de munyir.
2. Explotacions familiars de tipus mig. Granges que tindran entre 60-120 vaques. Que haurien d'optar per tenir un o dos robots, en funció de la mida, degut als problemes per trobar mà d'obra. El cost d'aquest sistema però seria el limitant i farà que moltes es mantinguin amb sala tradicional.
3. Explotacions de tipus mig. De 250-500 vaques. Les quals requeriran mà d'obra assalariada i optaran per una sala de munyir tradicional.
4. Explotacions grans. De més de 500-600 vaques. Es probable que un nombre significatiu de granges opti per les sales rotatives, algunes optaran per tenir 2-3 sales de munyir convencionals estratègicament situades dins l'explotació.

#### **1.1.4.- El sector lleter a Catalunya**

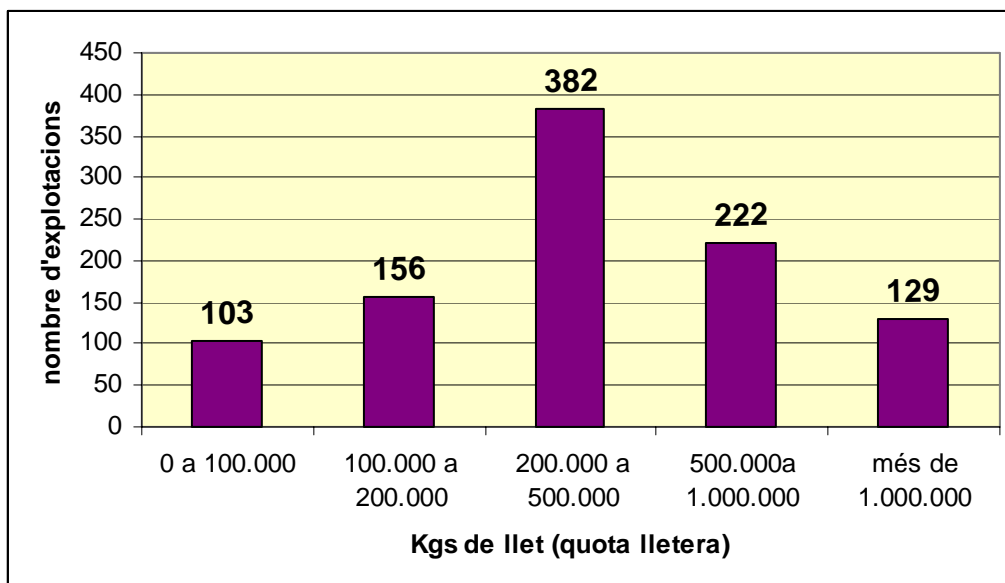
A Catalunya hi ha una elevada especialització comarcal. Sumant la producció de quatre comarques (Osona, Alt Urgell, Alt Empordà i Segrià ) es sobrepassa el 50% de la quota.

En la figura 1.3 s'observa com la comarca d'Osona és la que té el cens vaquí més elevat de Catalunya, seguida de l'Alt Empordà, l'Alt Urgell, la Cerdanya, la Garrotxa, el Gironès, el Segrià i el Vallès Oriental.



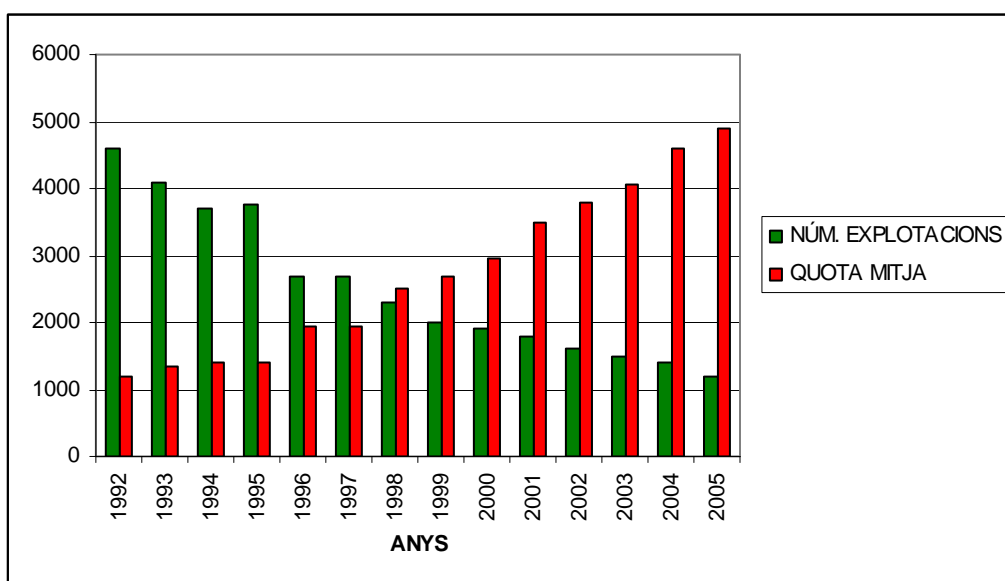
**Figura 1.3.-** Mapa de Catalunya on s'indica el nombre de caps de vaquí de llet/comarca (Torres, 2006)

A l'any 2006, el cens de boví de llet a Catalunya, ascendia a 90.600 vaques, dividides en 992 explotacions. La quota lletera ascendia a 579.070 Tn de llet. La dimensió mitjana de les explotacions era de 91 vaques i 538.749 Kg de quota. A Catalunya, la dimensió mitjana de les explotacions, en relació a la Unió Europea, és una de les més elevades. En la figura 1.4, es pot observar la distribució de quota lletera (kg de llet) per explotació i es constata que el 75% de les explotacions disposa de més de 200.000 kg de quota lletera.

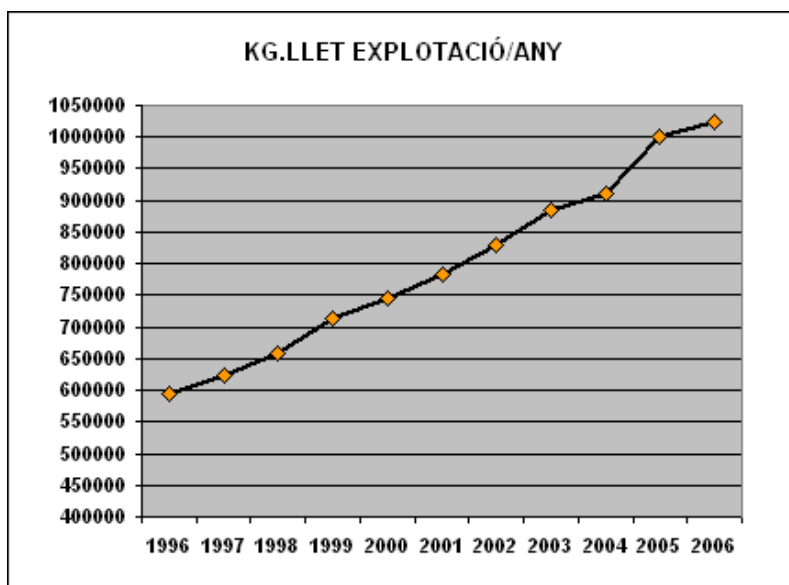


**Figura 1.4.-** Distribució de la quota lletera i dimensió de les explotacions (Torres, 2006)

L'evolució del sector lleter en la darrera dècada, ha estat marcada per la disminució del nombre d'explotacions i l'augment de quota lletera de les explotacions existents. El que indica un creixement d'aquestes. A la vegada, en aquest període de temps, hi ha hagut una important millora genètica, que ha fet augmentar la producció mitjana de les vaques. En les dues figures següents (figures 1.5 i 1.6) es pot veure el descens del nombre d'explotacions que ha tingut lloc a Catalunya els darrers anys i també l'augment dels quilos de llet/explotació experimentat.



**Figura 1.5.-** Evolució del sector lleter a Catalunya 1992 - 2005 ( Torres, 2006 )



**Figura 1.6-** Kg de llet per explotació i any 1996-2006 ( FEFRIC, 2006)

## 1.2.- LA VACA

Dins el regne animal, la vaca, respon a la següent classificació;

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>REGNE</b>     | Animal                                  |
| <b>TIPUS</b>     | Cordata (amb columna vertebral )        |
| <b>CLASSE</b>    | Mamífers                                |
| <b>SUBCLASSE</b> | Ungulata ( amb peül·la )                |
| <b>ORDRE</b>     | Artiodactyla (amb els dits parells )    |
| <b>SUBORDRE</b>  | Ruminantia ( animals que fan la rumia ) |
| <b>FAMÍLIA</b>   | Bovidae                                 |
| <b>GÈNERE</b>    | Bos                                     |
| <b>ESPÈCIE</b>   | Taurus                                  |

La vaca és un animal remugant. Els remugants (Ruminantia) són un subordre dels mamífers, es caracteritzen per digerir l'aliment en dues etapes, en la primera de les quals mengen l'aliment cru i el regurgiten en una forma semidigerida anomenada bol, i que després remuguen (mastegen per segona vegada) per tal de digerir el bol. És a dir, els remugants primer pasturen els vegetals activament i després, pausadament, els digereixen.

Els remugants posseeixen un aparell digestiu que es caracteritza per tenir varies divisions. En el cas dels bovins, quatre. Les quatre cavitats d'aquests animals són:

1. El rumen o panxa
2. El reticle.
3. El llibret.
4. El quall o estómac veritable.

### 1.2.1.- La raça Frisona

- **RAÇA:** Conjunt d'animals pertanyent a una mateixa espècie que posseeixen un cert nombre de caràcters ja siguin morfològics, fisiològics o genètics en comú i tenen certa facultat per transmetre'ls als seus descendents. També s'anomena raça a la població resultant, per aïllament geogràfic o per selecció, de la subdivisió d'una mateixa espècie animal.

Els exemplars pertanyents a una mateixa raça presenten característiques comunes que es transmeten de generació en generació. Es diu que un animal és de raça pura quan prové de dos progenitors de la mateixa raça i a més a més, presenta característiques comunes.

Les races bovines, es poden classificar en tres grans grups, segons les aptituds que presentin:

1. Aptitud làctica; molt bona producció lletera (ex.: Frisona)
2. Aptitud càrnica; carn de gran qualitat i en quantitat (ex.: Limousin, Charolais)
3. Aptitud mixta; bona pel treball, llet i carn (ex.:Maonesa, Bruna dels Pirineus)

La vaca lletera per excel·lència, essent actualment la raça més comuna en tot el món, en granges destinades a la producció lletera, és la vaca frisona (figura 1.7), també anomenada Holstein, és una raça bovina procedent de la regió de Frisia, als Països Baixos, i que destaca per la seva alta producció lletera i la seva bona adaptabilitat. Aquestes característiques varen portar-la a ser adoptada en les ramaderies de nombrosos països. La raça Frisona, actualment ja està classificada entre les races espanyoles, perquè representa més de la meitat del bestiar boví nacional.

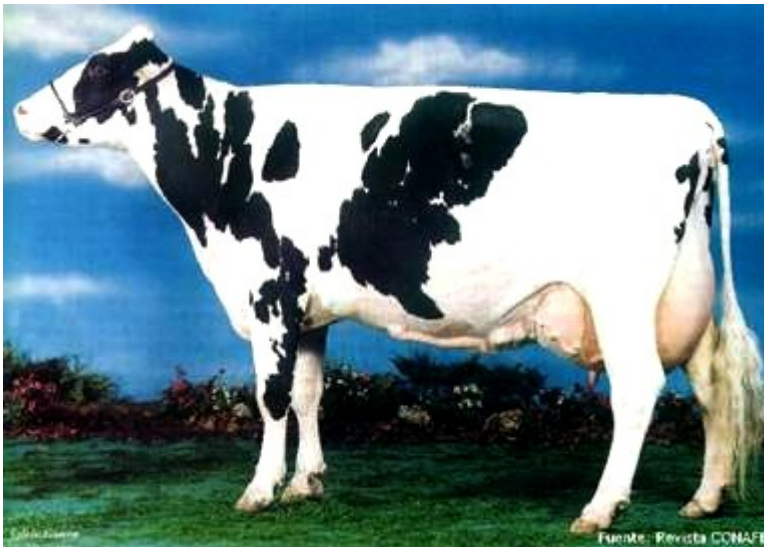
Existeixen diferents associacions a nivell mundial, que a part de portar registres de controls lleters de les diferents vaques, també fan classificacions morfològiques per tal d'anar avançant en la millora genètica de la raça, a Espanya dita associació és

CONAFE (Confederación de Asociaciones de Frisona Espanyola). Els trets descriptius són avaluats seguint una escala d'extrems biològics, que pot variar de l'1 al 9, on els animals són classificats comparant-los amb el "tipus ideal" de la vaca, tenint en compte l'edat i el nombre de lactacions.

La classificació final, representa el grau de perfecció morfològica de l'animal segons les seves regions corporals i ve expressada amb un número, corresponent a les següents categories:

- Excel·lent > 89 punts
- Molt Bona 85-89 punts
- Més que Bona 80-84 punts
- Bona 75-79 punts
- Regular 70-74 punts
- Insuficient < 69 punts

Per tal d'avaluar morfològicament aquesta raça es va crear un prototip racial que detalla com ha de ser cada part del cos i el moviment dels animals.



**Figura 1.7.-** Vaca "tipus" de raça Frisona ( CONAFE, 2008 )

La característica més important d'aquesta raça, és la seva gran aptitud làctica. Amb unes lactacions que ronden els 305 dies, amb una producció mitja de 30.3kg de llet/dia en lactació, amb un percentatge de greix del 3.57 i el de proteïna, de 3.20%. (FEFRIC, 2006). La mitjana de producció de llet de les vaques catalanes, per lactacions de 305 dies, ha estat de 9444kg llet (CONAFE, 2006).



## 1.3.- LA LLET

Per tal que el braguer d'una vaca comenci a produir llet, cal que hi hagi hagut una gestació i un part.

En tots els mamífers superiors, la producció de llet és, bàsicament, el resultat de dos processos de naturalesa fisiològica i biològica, consecutius i interaccionats:

1. La síntesis de la llet i la seva segregació en els alvèols de la glàndula mamària.
2. L'obtenció de la llet de dita glàndula.

### 1.3.1.- Cicle reproductiu i productiu de la vaca

La gestació d'una vaca dura 9 mesos. El període de lactació de les vaques té una durada mitjana de 305 dies. Entre un part i l'altre, és aconsellable que transcorri un any. Aquest període de temps va des dels 365 dies als 390, si aquest període s'allarga molt, augmenta el nombre mig de dies en lactació. L'assecatge de les vaques es sol fer en el setè mes de gestació. És en aquest període, en que el braguer fa una involució, per tornar-se a desenvolupar a finals de la gestació i inicis de la nova lactació. La durada òptima d'aquest període sec pot variar entre 40 i 70 dies. Una durada superior d'aquest període produeix una disminució en la producció de llet en la lactació actual però la producció augmenta en la lactació següent. Si el període sec dura menys de 40 dies, la vaca no té el temps suficient perquè la seva glàndula mamària es recuperi i això repercuteix en un menor desenvolupament mamari en la propera lactació.

### 1.3.2.- Sistema mamari

Aquest sistema està dissenyat per usar els nutrients enviats a través de la sang des del tracte digestiu i per mobilitzar les reserves corporals i posteriorment convertir aquests nutrients en llet. La llet al sortir de la glàndula mamària, té una temperatura de 37°C.

El sistema mamari d'una bona vaca lletera en plena producció ha de ser voluminós, amb un bon sistema de suspensió, que el mantingui adherit al cos i ben equilibrat. Un grup de lligaments i teixit connectiu mantenen al braguer, (format per les quatre

glàndules mamàries dites quarts o quarterons, les cisternes i les tetines) a prop de la paret corporal, el qual es troba suspès, i no està fixat per cap estructura òssia. En les vaques lleteres actuals, el braguer pot arribar a pesar més de 50kg, degut a la gran quantitat de teixit secretor i de la llet que s'acumula entre munyides, podent arribar o fins i tot a sobrepassar els 20kg de llet per munyida en vaques d'alta producció

Cada quarter és una unitat funcional en si mateixa que opera independentment i drena la llet per mitjà del seu propi canal. El braguer es troba dividit en dues meitats, dreta i esquerra, mitjançant un solc intermamari profund. Els quarterons pertanyents a cada mig braguer no estan clarament delimitats, però sí que existeix una independència fisiològica i patològica entre els quarts. Generalment, els quarterons posteriors estan més desenvolupats i produeixen més llet (60%) que els quarterons anteriors (40%).

És convenient aplicar un sellador després de la munyida, per evitar l'entrada de bacteris a través del canal del mugró. La mida del mugró varia enormement, de 3 a 14cm de longitud i de 2 a 4 cm de diàmetre.

El sistema mamari és un sistema molt irrigat, ja que per tal de produir un litre de llet, cal que uns 450-500 kg de sang passin pel braguer. A més a més, la sang transporta les hormones que controlen el desenvolupament del braguer, la síntesis de llet i la regeneració de cèl·lules secretores entre les lactacions.

El braguer es coneix com a una glàndula exocrina, degut a que la llet és sintetitzada en cèl·lules especialitzades anomenades lactòcits, agrupades en alvèols i aquests en lòbuls i després excretada fora del cos, per mitjà d'un sistema de conductes.

La secreció de la llet per mitjà de les cèl·lules secretores és un procés continu. Així que es recomana que les vaques d'alta producció siguin munyides en un interval de 12 hores, com més ajustat millor.

El període de secatge és una etapa fonamental en el cicle productiu del bestiar vaquí de llet. Es troba entre dues funcions fisiològiques determinants de l'èxit en el sistema productiu; la reproducció i la lactació. En aquest període, la vaca lletera sofreix una sèrie de processos hormonals, morfològics i fisiològics que li permeten fer front a la següent lactació.

En la glàndula mamària, durant el període de secatge, es donen una sèrie de profundes modificacions en el seu volum, segregacions, estructures i en el funcionament dels seus teixits. Però en aquesta etapa, moltes altres funcions metabòliques i fisiològiques es modifiquen: canvis en l'estructura i tamany del rumen,

variació de les necessitats nutritives i diferent utilització dels nutrients en relació al període de lactació.

### 1.3.3.- Composició de la llet

El producte que s'obté de la muniada de la vaca és la llet. Segons el CAE (Codi Alimentari Espanyol), la llet és el producte íntegre, no alterat ni adulterat i sense calostre, obtingut per una muniada higiènica, regular, completa i ininterrompuda de les femelles mamífers domèstiques sanes i ben alimentades.

La llet és un producte nutritiu complex que posseeix més de 100 substàncies que es troben ja sigui en solució, suspensió o emulsió en aigua.

#### LA COMPOSICIÓ DE LA LLET:

**Aigua constituent:** 86.5%. Part líquida de la llet i on es troben dissolts la resta de components.

**Extracte sec total:** Part més important de la llet , és on es troben tots els components útils d'aquesta.

**Lactosa:** 5%. És un carbohidrat, font d'energia.

**Greixos:** < 4%.

**Minerals i vitamines:** 1%. Com es sabut, la llet és rica en calci (uns 120 mil·ligrams per cada 100 grams). També conté fòsfor, magnesi, sodi, potassi i oligoelements. Les vitamines més abundants són l'A, la B2 i la B12.

**Proteïnes:** 3.2%. La més abundant és la caseïna. Forma uns glòbuls anomenats micel·les que dispersen la llum; això és el que dóna color blanc a la llet.

La concentració de proteïna i la del greix a la llet estan molt lligades a l'alimentació, la genètica i la producció lletera de la vaca. Una manca de farratges a la dieta provoca una disminució del contingut gras, dèficits en l'alimentació i períodes de balanç negatiu en la condició corporal dels animals, condicionen una disminució de proteïna en la llet.

A més a més dels constituents descrits en les línies anteriors, la llet pot tenir un contingut més o menys important, de **substàncies indesitjables**, dins les quals s'hi poden trobar:

**Cèl·lules somàtiques:** provinents del propi organisme, per descamació del teixit mamari o per alguna infecció de les glàndules mamàries. La justificació dels industrials és que amb 300.000 c/ml es produeix un canvi en la composició de la llet (davallada de lactosa, caseïna i pujada dels clorurs ). Pels ramaders, es considera que a partir de 400.000 c/ml es perden aproximadament 540kg de llet/lactació.

**Gèrmens:** generalment bacteries provinents de la pròpia glàndula mamària (processos infecciosos), del sistema de munyida o del sistema de refredament.

**Inhibidors:** són aquelles substàncies que impedeixen el creixement de microorganismes que de forma natural formen part de la llet crua; principalment residus d'antibiòtics, de detergents o desinfectants utilitzats a la sala de munyir o en la neteja dels braguers.

La vigilància dels productors en seguir les instruccions en l'ús dels productes de neteja, així com una bona munyida, neteja i emmagatzematge dels productes, no només és essencial pel seu propi èxit sinó també per l'èxit de la indústria làctia en general.

**Aigua no constituent:** era un frau bastant estès l'afegir aigua a la llet; aquest frau es detecta mesurant el punt crioscòpic de la llet ( $< -0.520^{\circ}\text{C}$ ), ja que és una de les constants més estables de la llet crua.

**Brutícia visible:** pèls, palla, fems, mosques... Amb una bona neteja del braguer abans de la munyida, amb una correcta desinfecció de la zona de munyida i filtrant la llet abans de l'entrada al tanc, es redueix molt la brutícia.

Les femtes són el principal vector de les espores.

### 1.3.4.- Qualitat de la llet

La llet de qualitat és aquella que prové de vaques sanes, és rica en matèries útils i pobre en agents contaminants.

La producció d'una llet de qualitat comença amb el maneig i l'explotació del bestiar, en el seu més ampli sentit, implicant des de la qualitat de l'alimentació fins a la higiene de l'allotjament.

La higiene, considerada en el seu sentit més ampli, és un factor que té una incidència fonamental a l'hora de produir llet de bona qualitat.

La qualitat de la llet no sols està influïda pel nivell granja, cal afegir-hi el nivell indústria i el nivell distribució.

La composició de la llet varia considerablement amb la raça de la vaca, l'estat de lactació, època de l'any i molts altres factors. Encara així, algunes de les relacions entre els components són molt estables i poden ser usades per indicar si ha tingut lloc alguna adulteració en la composició de la llet. En la taula 1.4 s'indiquen els diferents paràmetres que s'analitzen de la llet i la solució per a respectar la normativa, ja que complir aquests paràmetres va lligat a la marca de salubritat i a una lliure circulació per la UE, en cas contrari, la llet no és apte pel consum.

**Taula 1.4.-** Els diferents paràmetres que s'analitzen de la llet i la solució per a complir-los ( Pallissera, 2004 )

| Paràmetre            | Norma                  | Solució   |
|----------------------|------------------------|---|
| Punt crioscòpic      | -0.52                  | Evitar aigua afegida  |
| Bacteris totals      | <100.000               | Refrigerar a 4°C en menys de 2h.  |
| Espores              | <1.000 e/l             | Bona higiene. Conservació dels ensitjats.   |
| Inhibidors           | L.M.R. <sup>1</sup> =0 | Identificació animals tractats. Separació.  |
| Lipòlisi             | <0.18g/100g            | Higiene. Maneig circuit de la llet.   |
| Greix                | 3.7%                   | Alimentació. Genètica.  |
| Proteïna             | 3.1%                   | Genètica. Alimentació (en menor grau).  |
| Cèl·lules somàtiques | <400.000 c/ml          | Identificació dels patògens, Tractar i eliminar. Identificar vaques conflictives. |

La qualitat de la llet, la podríem dividir en dues vessants:

1. Qualitat higiènica – sanitària (bacteris totals, cèl·lules somàtiques i inhibidors)
2. Qualitat nutritiva (%greix, %proteïna i aigualiment o punt crioscòpic)

La UE dicta un seguit de normes sobre la qualitat de la llet crua, que les indústries apliquen sobre els productors i que marquen la qualitat del producte i en definitiva el

<sup>1</sup> L.M.R. = Límit màxim de residus

preu de la llet produïda a les granges. El compliment d'aquests requisits marcats per la UE pot representar una bonificació o una penalització sobre el preu base de la llet.

Els nivells mínims en grassa (3.7%) i en proteïna (3.1%) tenen una importància molt gran per al productor, ja que les indústries làctiques penalitzen el preu de la llet amb uns valors inferiors, mentre que incentiven els continguts superiors amb un sobrepreu.

### 1.4.- L'ALIMENTACIÓ DEL VAQUÍ DE LLET

La dieta de les vaques està formada per tres grans tipus de "plats":

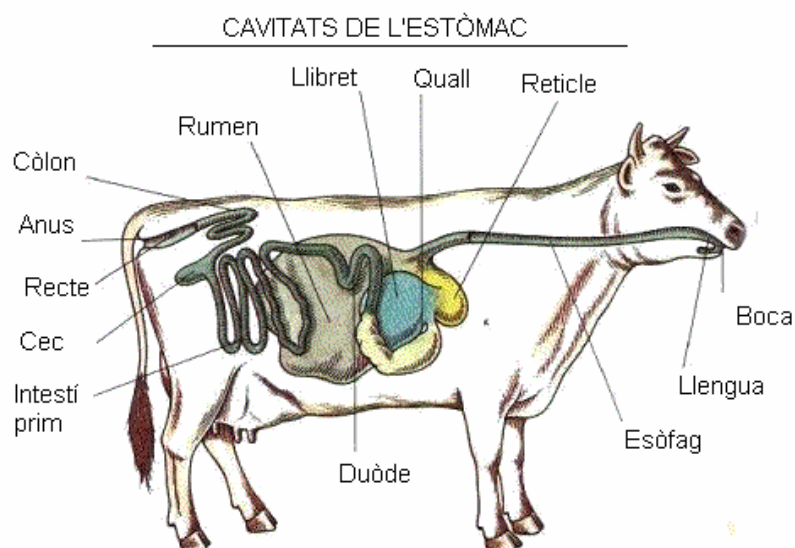
- **Farratge sec:** alfals, blat de moro, fenc, herba, palla de cereals, etc.
- **Ensitjat:** és farratge verd que es tritura i es guarda a la granja tapat per un plàstic, on va fermentant. També hi ha l'opció de fer bales d'ensitjat, on es dalla el farratge verd, s'embala i s'embolica amb plàstic i fermenta, és poden embolicar les bales individualment o en files.
- **Pinso o concentrat:** és una barreja de cereals, cotó, blat de moro, sals minerals, etc. i també additius, que es tritura fins a formar grànuls o bé és mòlt i se n'obté farina. Els fabricants en venen a sacs o en fórmules a granel ja preparades, però cada vegada més es prepara a la mida de cada granja, seguint una fórmula que determina el veterinari d'acord amb les necessitats dietètiques de les vaques. A la Unió Europea es poden posar antibiòtics i altres medicaments als pinsos per a animals, si bé els últims anys s'han establert regulacions que en limiten l'ús. El pinso és el que fa incrementar més la producció lletera de les vaques.

#### 1.4.1.- L'aparell digestiu dels remugants

L'estómac o aparell digestiu dels remugants (figura 1.8) està dividit en quatre cavitats:

- El rumen
- El reticle
- El llibret
- El quall o estómac real.

Aquest darrer compartiment pot ésser considerat l'autèntic estómac, puix és l'únic que té tots els tipus de teixit epitelial típics de l'estómac dels mamífers.



**Figura 1.8.-** Aparell digestiu dels remugants (La vaca, 2008 )

**Taula 1.5.-** Capacitat i funció de les diferents cavitats de l'estómac.

| CAVITAT      | CAPACITAT         | FUNCIÓ  |
|--------------|-------------------|---|
| Rumen        | 120 litres        | El líquid ruminal estova les fibres de l'aliment grosser. Després d'1-1.5h el bol torna enrere per ser remugat. |
| Reticle      | 7.5 litres        | Després del remugament es completa el treball del rumen: divisió i preparació de l'aliment per a l'absorció     |
| Llibret      | 10.5 litres       |   |
| Quall        | 12 litres         | Com l'estómac dels monogàstrics, els sucg gàstrics (àcids) ataquen tots els aliments                            |
| <b>Total</b> | <b>150 litres</b> |   |

Al rumen i al reticle, que conformen un sol compartiment, el menjar es barreja amb saliva i es separa entre capes de líquid i sòlid (que formarà el bol) i és fermentat per microorganismes anaeròbics que poden usar la fibra (especialment la cel·lulosa) per obtenir energia. La fibra (especialment cel·lulosa) és despolimeritzada a glucosa gràcies a l'acció de microorganismes (bacteris, protozous i fongs) anaeròbics i passa

al llibret, on després de continuar la digestió passa al quall, on la digestió és similar a la dels monogàstrics, i posteriorment als intestins, on s'absorbeixen els nutrients. La major part de la glucosa és utilitzada per les bactèries generant àcids grassos volàtils que són la principal font d'energia dels remugants.

Una característica anatòmica del rumen, present sols en les primeres setmanes de vida dels animals que la posseeixen, és l'existència de la gotera esofàgica, la qual es descriu com un plec funcional de la mucosa, que permet una comunicació directa de l'esòfag amb el reticle perquè els líquids que ingereix, especialment llet materna, puguin evadir l'acció bacteriana del compartiment ruminal. Un cop l'animal és deslletat, es perd l'importància d'aquesta estructura.

La rumia té dues funcions principals (Manteca, 2006):

1. Augmentar l'aprofitament dels nutrients
2. Permetre la producció de grans quantitats de saliva que contribueixen a amortir el pH del rumen, per tant, a disminuir l'acidosi.

De la mateixa manera que en la ingesta d'aliments, la conducta de la rumia és molt sensible a les situacions d'estrès. En efecte, en la vaca i en els remugants en general existeix una relació inversa entre el temps dedicat a la rumia i el temps dedicat a dormir, a més a més, durant els episodis de rumia, la vaca sol mostrar un estat de somnolència. Així doncs, és molt probable que la rumia comparteixi algunes de les característiques del son i així s'explicaria que sigui tant sensible a situacions estressants o incòmodes. (Ruckebush i Bueno, 1970)

### 1.4.2.- Conceptes relacionats amb l'alimentació

- **TMR o alimentació única o ració unifeed:** sistema d'alimentació basat en l'aportació de la ració en forma de barreja integral amb ajuda del remolc unifeed. En aquesta barreja integral hi ha ensitjats, fenc, concentrats, subproductes, etc. i com que està tot tallat en porcions petites, es fa molt difícil que la vaca esculli i s'aprofita millor la ració i es garanteix que ha menjat tot el que ha de menjar.
- **PMR o ració parcial mesclada** (figura 1.9): sistema d'alimentació en el qual l'aportació de la ració es fa de manera fraccionada. Per una banda, els animals reben la ració unifeed a l'estable i en un altre punt (el robot de munyida o sistemes d'alimentació automàtics) se'ls dispensa una quantitat concreta de concentrat (pinso).





**Figura 1.9.-** Fotografia d'una ració unifeed (PMR)

- **Capacitat d'ingesta:** és la quantitat d'aliment que pot menjar una vaca al llarg d'un dia. Aquesta depèn en gran manera de la producció lletera de l'animal i del seu moment de gestació i augmenta amb la mida de l'animal. Hi ha diferents factors que influeixen en la capacitat d'ingesta de matèria seca (MS) del vaquí de llet i totes aquests factors es veuran reflectits en la producció de llet i en la salut de la vaca, ja que al principi tindrà poca gana. Alguns d'aquests factors serien que l'aliment ofert sigui "vell", brutícia a la menjadora, accessibilitat al menjar, canvis bruscs en la ració, etc. Les restriccions d'aigua redueixen d'immediat l'ingesta d'aliments.
- **Gana:** estat fisiològic resultant d'una falta d'aliment i queda anul·lada amb la ingesta d'aliments.
- **Desig de menjar (Profit):** quantitat d'aliment menjada per l'animal, aquesta dada es pren com a mesura del desig de l'animal pel citat aliment.
- **Sacietat:** pèrdua del desig de menjar.

Aquests tres darrers conceptes són factors que afecten a la motivació per alimentar-se.

La definició de **sacietat**, segons Le Magnen (1985) indica que és un estat durant el qual, des del final d'un àpat fins al següent, un animal no menja, és a dir, no està estimulat a menjar. Això significa que la sacietat és un estat passiu de no tenir gana. El procés de "saciar" és el mecanisme que condueix a la sacietat. La sacietat es produeix quan es mastega i s'empassa el menjar, quan aquest s'acumula a l'estomac i passa a través de l'intestí. Un animal normalment para de menjar molt abans que la concentració de nutrients a la sang hagi arribat al nivell màxim i abans que les

necessitats del teixit s'hagin satisfet. D'aquesta manera, la sacietat és una funció d'informació a diversos nivells; oral, gàstric i post-ingestiu (Toates, 1986).

L'acció sensorial del menjar passant per la boca, no pot provocar sacietat, cosa que s'ha demostrat simulant l'alimentació de rates, gossos i mones (Kraly et al., 1978). Aquest fenomen també s'ha demostrat en vaques lleteres (Baile & Della-Fera, 1981). Les vaques a les quals se'ls va treure el bolus ruminal, van continuar menjant durant més temps i van consumir més quantitat d'aliment que durant una alimentació normal. D'això, els autors conclouen que és poc probable que l'esgotament de les glàndules salivals o la fatiga dels músculs de la barra limitin o actuïn com a control de la ingestió de menjar.

Un altre mètode que s'ha emprat és el d'introduir el menjar directament a l'estomac sense passar per la boca/gola. Això fa possible separar els efectes de l'estimulació a la regió de la boca/gola dels efectes de canvi al contingut de l'estomac. Amb aquest mètode s'ha demostrat que els factors orals participen en la cessació d'alimentació (Hinde, 1970) i que tant els factors orals com gàstrics en els gossos operen i co-operen per regular la ingestió d'aliments durant un àpat (Janowitz & Grossman, 1949).

Les condicions més òbvies que estimulen la gana i el fet de menjar, segons (Le Magnen, 1985) són:

1. El dèficit d'energia
2. La pèrdua de pes provocat per la necessitat d'aliments

El fet de menjar s'inicia mitjançant una combinació d'una estimulació sistemàtica o metabòlica i una estimulació sensorial, és a dir, la palatabilitat dels aliments. El fet de menjar condueix a canvis en nivells post-absortius, però abans no es donen aquests canvis, l'ompliment durant l'àpat arriba a sacietat a causa d'una reacció negativa que contraresta la realimentació positiva inicial de la palatabilitat depenent de la gana. Es coneix que la palatabilitat té una gran influència en la ingestió d'aliments en els remugants, i que el sentit del gust està altament desenvolupat en el bestiar boví (Albright, 1993).

Hi ha moltes proves que evidencien que la homeòstasis i el nivell d'utilització de glucosa participen a l'hora de generar el senyal de la gana (Le Magnen, 1985). Nombrosos estudis amb rates alimentades ad libitum han demostrat que l'alimentació està vinculada al mecanisme complex que controla el subministrament de glucosa als teixits i manté la glucosa de la sang a un nivell constant. No obstant això, la glucosa

com a alimentació metabòlica de control és vàlida per mono gàstrics, però segons Dowden & Jacobson (1960), Simkins et al. (1965), Baile & Mayer (1970), i Baile & Della-Fera (1981), hi ha un petit indici que la concentració de glucosa o el nivell d'utilització té un paper significant a l'hora de controlar l'alimentació dels remugants.

Un altre factor que afecta a la motivació per alimentar-se és l'**aprenentatge**. I aquest concepte es refereix al procés de canvi permanent en el comportament com a conseqüència d'una experiència (Lindström, 2000).

És sabut que els animals utilitzen la vista, l'olfacte i el gust per identificar els aliments adequats (Forbes, 1998) i que aprenen de cada un d'ells i de la seva pròpia experiència el què han de menjar (Provenza i Balph, 1987). Els animals també tenen l'habilitat d'associar les propietats sensorials dels aliments amb les conseqüències metabòliques que comporta menjar aquests aliments (Forbes, 1995). Si un aliment és molt tòxic, l'animal guarda un record de les propietats sensorials de l'aliment durant tota la vida i l'evita, però els aliments amb efectes metabòlics més suaus només els recorden durant curts períodes, cosa que permet que l'animal torni a aprendre els efectes metabòlics d'aquest aliment (Forbes i Kyriazakis, 1995). També s'indica que els animals poden seleccionar una dieta apropiada per a les seves necessitats metabòliques en cas que els aliments siguin clarament diferents pel que fa al gust o color, i que els animals tenen la oportunitat d'aprendre la diferència nutricional entre aliments (Forbes i Kyriazakis, 1995; Provenza i Balph, 1987). Quan hi ha una absència de qualsevol senyal sensorial directe, molts animals poden utilitzar la memòria espacial per localitzar les fonts del menjar, o per escollir entre aliments. També es coneix que els animals poden recordar la posició espacial semblant dels aliments adequats basant-se en l'experiència prèvia (Forbes, 1998). Aquí hi ha implicats els processos de:

1. Formar una memòria del menjar ingerit recentment
2. Controlar les conseqüències de la ingestió
3. La modulació de resposta del valor incentiu (Toates, 1986).

### **1.4.3.-El racionament**

Les necessitats d'un animal en producció es divideixen en:

- Necessitats de manteniment: són les necessitats que té l'animal per mantenir el seu pes viu i les seves reserves corporals, malgrat no produir, aquest animal

tindrà unes necessitats fisiològiques específiques d'aigua, energia, proteïnes, minerals i vitamines.

- **Necessitats de producció:** són les necessitats fisiològiques en aigua, energia, proteïnes, minerals i vitamines que té l'animal per a augmentar el seu pes i produir. Aquestes necessitats s'afegeixen a les de manteniment. La relació entre les necessitats totals i les de manteniment determina el nivell de producció de l'animal, aquesta relació es té en compte sobretot respecte a l'energia. La relació pren el valor de 1 quan l'animal està en conservació i va augmentant a mesura que s'incrementa la producció.

La ració ha de contenir aliments amb un balanç ENERGIA/PROTEÏNA equilibrat.

- **Energia:** suficient pel manteniment, creixement i producció. Els rumugants la reben en diferents formes: fibra digerible, midons, sucre, greix i proteïna.
- **Proteïna:** soluble, insoluble, digerible, degradable a nivell ruminal, no-degradable o by pass. Les proteïnes estan compostes per una sèrie de pèptids, els quals estan formats per aminoàcids (AA). Aquests AA són els que fixen les produccions, n'hi ha que es formen dins l'organisme animal i altres que s'han d'aportar amb la dieta, n'hi ha que són essencials. La proteïna representa el 15-20% del pes corporal.
- **Aigua:** és un factor limitant en la producció de llet. Per cada litre de llet, les vaques necessiten beure uns 5 litres d'aigua. Les vaques es passen aproximadament 15-20 minuts al dia bevent aigua. Beuen una mitjana de 13 a 15 vegades al dia. De mitjana, una vaca en lactació consumirà 95 litres d'aigua cada dia. L'aigua suposa entre el 56 i el 81% del pes corporal.  
L'aigua és una part fonamental de la dieta de qualsevol ésser viu i més en la d'una vaca lletera. El seu gran pes viu i la seva producció de llet, poden fer que arribi a beure 180l/dia. Una disminució de l'aigua ingerida determina un descens en la llet munyida major que el produït per la manca de qualsevol altre nutrient.
- **Macro-minerals:** Calci, Fòsfor, Magnesi, etc. Forçats per les necessitats reals, no valen ad libitum
- **Micro-minerals i Vitamines:** necessàries per assolir les altes produccions actuals.
- **Fibra:** per estimular i mantenir la funció ruminal.
- **Concentració energètica:** suficient per no atipar-les i si mantenir-les.

És molt important mantenir la relació 60/40 % entre concentrats i fibra llarga, per evitar disfuncions en el remuc.

### **1.5.- COMPORTAMENT EN LES VAQUES DE LLET**

És evident que les vaques necessiten portar a terme certes activitats comportamentals cada dia i no es pot permetre que la rutina de maneig del personal hi interfereixi. El requeriment del nombre d'hores per cada dia per satisfer les necessitats de comportament bàsiques s'apropa a 20-21h/dia: 5-5.5 h/d per menjar + 12-14 h/d per jaure /descansar (incloses 6h per remugar) + 4h/d remugant dretes + 30 min/d per beure. Si afegeixen únicament 30 min/d per altres activitats tals com llepar-se i altres interaccions, el temps total requerit al pressupost temporal és 20.5 a 21.5h/dia. (Grant, 1999). Donat aquesta necessitat de temps, és fàcil observar com les pràctiques de maneig poden molt fàcilment pertorbar el pressupost temporal normal de la vaca. Estratègies inadequades d'agrupar les vaques poden resultar en un amuntegament i excessiu temps en zones d'espera.

En la taula 1.6 és proposa una possible distribució del temps diari de les vaques lleteres, on s'observa que el descans ocupa bona part del temps i dins les hores en que les vaques jauen, cal tenir en compte que bona part d'aquest temps estan remugant. El temps que els animals passen menjant al llarg del dia, es un valor variable entre estables, ja sigui per la distribució d'aquests, pel tipus de maneig aplicat, per les hores en que l'aliment està disponible o és fresc, etc... I un altre paràmetre que varia lleugerament entre diferents estabulacions, es el nombre d'àpats diaris de cada animal.

Les vaques intenten mantenir una mica fixa la quantitat de temps de descans i el seu benestar es deteriorat quan el temps de jaure es restringit per unes quantes hores (Metz, 1985). Quan el jaure i el menjar són restringits simultàniament, les vaques més aviat escullen descansar que menjar, amb un augment del temps d'estar dretes i amb uns 45 min de reducció en el temps per alimentar-se (Metz, 1985).

**Taula 1.6-** Distribució pressuposada del temps diari en vaques lleteres en lactació (Grant, 2004)

| ACTIVITAT                     | TEMPS DEDICAT A CADA ACTIVITAT/DIA |
|-------------------------------|------------------------------------|
| MENJAR                        | 3 a 5h ( 9-14 àpats/dia)           |
| JAURE/DESCANSAR               | 12-14h                             |
| INTERACCIÓ SOCIAL             | 2-3h                               |
| REMUGANT                      | 7-10h                              |
| BEVENT                        | 30 min                             |
| FORA DE D'ESTABLE (MUNYIR...) | 2.5-3.5h                           |

### 1.5.1.- El comportament alimentari

Des dels punts de vista ecològics i etològics, el **comportament alimentari** és la selecció de l'animal i la ingestió d'aliments que es necessiten pel creixement i manteniment (Le Magnen, 1985). Conseqüentment, **l'alimentació** és la part comportamental del procés fisiològic que anomenem "nutrició". En el seu hàbitat natural, el comportament alimentari està precedit i depèn del comportament de la busca d'aliments. El determinant bàsic d'aquesta busca d'aliments és el mecanisme fisiològic que governa adequadament el comportament alimentari i impulsa els animals a buscar i menjar aliments. La selecció d'aliments de l'animal i les quantitats menjades les governa la necessitat metabòlica, i per tant es necessiten provisions de carbohidrats, greixos i proteïnes de l'entorn per cobrir el consum d'energia. D'aquesta manera, la motivació subjacent a la ingestió d'aliments és la obtenció d'energia (Toates, 1986).

El fet de tenir poc contingut en el rumen i molt de temps per menjar, dona lloc a que les vaques passin més aviat poc temps amb comportaments relacionats amb la busca d'aliment i alhora mostrin uns nivells baixos d'estereotips. Les vaques amb un alt contingut en el rumen i amb poca estona per menjar, passen més temps amb comportaments relacionats amb la busca d'aliment i amb estereotips.

Es pot concloure que la manipulació oral de l'alimentació és una necessitat comportamental en el bestiar boví, independentment de la càrrega del rumen. Una curta durada de comportaments alimentaris combinats amb una baixa càrrega del

rumen perjudica seriosament el benestar del bestiar boví. També es conclou que el condicionament operant podria ser un mètode profitós per mesurar i quantificar la preferència dels aliments en les vaques lleteres. No obstant això, els resultats només reflecteixen la presència de l'animal individual, i s'ha de fer una aplicació completa respecte a la preferència de costat de cada individu inclòs en l'experiment.

La implicació pràctica d'aquests estudis és subministrar totes les vaques amb el temps suficient per menjar, preferiblement mitjançant accés constant al farratge.

Hi ha més d'una interpretació de la paraula “**motivació**” en la literatura comportamental. No obstant això, “motivació” s'ha usat més comunament com el procés que afecta la direcció, el vigor, i la persistència en el comportament enfocat en els objectius que fa referència a la força de la tendència a dedicar-se a un comportament tenint en compte tant els factors interns com els externs (Toates, 1986). Un factor extern que pot estimular la motivació seria el que sovint anomenem un incentiu, per exemple les propietats hedonistes, o la palatabilitat, dels aliments que poden estimular la motivació per alimentar-se. La motivació per alimentar-se també es pot estimular mitjançant la vista i el so d'altres animals que estiguin menjant, i del repartiment de menjar fresc (Forbes, 1995). Els paràmetres fisiològics del cos són els factors interns que estimulen la motivació.

Els canvis tant en un estat intern com extern, poden canviar la motivació, però tot i això, cap d'ells s'hauria de considerar dominant (Toates, 1986). La tendència a buscar aliments pot ser d'intensitat similar si es tracta d'una alta motivació per alimentar-se en l'absència de menjar o d'una baixa motivació per alimentar-se en presència de menjar (Forbes, 1995). Això significa que, tant un incentiu extern com un estat fisiològic intern tenen un paper en comú a l'hora de determinar la motivació per alimentar-se. No obstant això, probablement els senyals de l'entorn influeixen en la decisió de quan s'ha de buscar menjar. La força dels senyals és dependent a la distància del menjar, per tant, si el menjar és lluny l'anomenem força fluixa de senyal (Toates, 1980). S'ha demostrat en experiments amb rates (Toates, 1980), que la tendència per alimentar-se depèn de l'estat fisiològic de l'animal (nivell d'aïllament) i de la força apropiada del senyal. La combinació d'un nivell d'aïllament baix i una força forta de senyal poden donar la mateixa tendència alimentària que un nivell d'aïllament alt i una força fluixa de senyal. Això significa que tant una combinació d'estat d'energia i de força de senyal pot resultar en la mateixa tendència motivacional que, segons Toates (1980), la tendència motivacional és el producte de la força de senyal i el dèficit.

Quan una situació de competició existeix a la menjadora, les vaques dominants normalment passen molt del temps total menjant comparat amb les vaques d'un rang social més baix, resulta en una gran ingesta d'aliment. Cert nivell de competició dins un grup de vaques és inevitable; inclús sota condicions d'accés il·limitat al menjar, les vaques interactuen i algunes troben maneres més avantatjoses d'accedir al recurs que les altres (Olofsson, 1999).

### 1.6.- LA GRANJA

Les explotacions lleteres poden diferir molt entre si per les dimensions dels ramats grans o petits, per les característiques pròpies del lloc i pel tipus de personal amb el que estan dotades.

En definitiva, el que es busca en una explotació lletera es augmentar la productivitat, baixar els costos i oferir el major confort possible a les persones i als animals.

#### 1.6.1.- Tipus de granges i instal·lacions

Els diferents tipus d'estabulacions que es poden trobar en explotacions lleteres són els següents:

- Estabulació fixa: vaques lligades a la zona d'alimentació, maneig difícil.
- Estabulació lliure amb llotges individuals
- Estabulació lliure amb jaç de palla (llit calent)

Una estabulació lliure es divideix en diferents zones:

**ZONA DE REPÒS:** serà diferent en funció de si l'estabulació té llit calent amb palla o bé cubícles o llotges individuals. Aquesta zona ha d'estar coberta. En el bestiar vaquí és molt important que hi hagi zones amb ombra, ja que en situacions d'estrès per calor hi ha una baixada de la producció, l'animal disminueix la capacitat d'ingesta, etc.





**Figura 1.10.-** Llotja individual en una explotació lletera (Cubicles Dalmau, 2008)

Llotges individuals: cada animal té una plaça per descansar. Cal que tots els animals en tinguin una, per millorar la tranquil·litat dels animals i evitar que les vaques amb menys rang social passin moltes hores de peu. En aquesta plaça, l'animal hi entra de cara i li queda la cua a fora, el que evita que caiguin les femtes a dins i així és manté la zona neta. (Figura 1.10)

Llit calent de palla: en aquest zona, es recomana que l'espai lliure per vaca sigui de 6-7m<sup>2</sup>, encara que probablement seria molt recomanable arribar fins a 10 m<sup>2</sup>/vaca, per tal de garantir una millor comoditat.

**ZONA D'EXERCICI I ABEURADORS:** aquesta zona normalment està descoberta i és on es detectaran els zels de les vaques. Els abeuradors solen situar-se en aquesta zona i/o en la sala d'espera per a la munyida. Es millor col·locar dos abeuradors que un de molt gran, ja que així es facilita l'accés a l'aigua a un nombre més gran d'animals. Els abeuradors a nivell constant han de tenir una longitud aproximada de 1m/10vaques.

En la figura 1.11 es pot veure la zona d'exercici d'un estable de vaquí de llet.



**Figura 1.11.-** Zona d'exercici amb l'abeurador a la dreta de la imatge.

**ZONA D'ALIMENTACIÓ:** En aquesta zona es on es trobarà la menjadora per alimentar els animals, la menjadora ha de tenir una longitud de 0.7m/animal, es millor que aquest espai estigui cobert. És important que l'animal pugui quedar tancat.

Hi ha explotacions on aquesta zona està dotada de balances (figura 1.12) i es pesa el que consum cada animal (granges més especialitzades o d'experimentació) i en d'altres es una menjadora, arran de terra o una mica elevada, amb la superfície polida o de gres o acer (figura 1.13).



**Figura 1.12.-** Passadís d'alimentació amb balances i menjadores individualitzades



**Figura 1.13.-** Passadís d'alimentació "convencional".

## 1.7.- LA MUNYIDA DEL VAQUÍ DE LLET

La funció natural del braguer d'una vaca és la de produir llet per tal d'alimentar al seu vedell, durant les primeres etapes de la vida d'aquest. Va ser a partir de la domesticació del bestiar vaquí, que es va començar a usar la llet de vaca, per a l'alimentació humana.

La munyida mecànica és una pràctica essencial en l'explotació ramadera.

El procés de la munyida és de per si realment complex i implica directament a aquests quatre segments:

1. La base animal; en funció de la realitat anatòmica i la situació fisiològica i anímica de la vaca.
2. Les instal·lacions; prèvies, durant i posteriors a la munyida, on i com es pot efectuar la munyida mecànica.
3. La màquina i/o aparells de munyida; tipus, característiques, estat.
4. La munyida pròpiament dita; rutines, pre-durant-post munyida, mà d'obra directa i indirecta.

Incidint en la base animal, s'ha de fer incís, en el fet que la vaca no dona la llet sense més, sinó que ho fa per una complexa actuació del vedell, que estimula a la vaca, fa un massatge a la glàndula mamària i succiona la tetina. Per tant, la màquina de

munyir, en totes les seves versions, per aconseguir l'objectiu citat, s'ha de comportar de la forma més semblant possible a un vedell.

En conseqüència, una màquina de munyir o un robot hauria de simular un vedell amb gana il·limitada, que actués de manera correcta per la vaca, des del primer dia que "s'acosta" a ella, després del part, quan s'ha d'iniciar la lactació. Per tant una instal·lació de munyir (màquina + edificis), correctament manejada (mà d'obra ) hauria de ser capaç de portar positivament a la vaca als seus assumibles límits fisiològics de producció, amb una visió econòmica a mig-llarg termini. (Buxadé, 2002)

Tenint en compte tots aquests conceptes, la incidència dels altres tres factors restants sobre la quantitat i la qualitat de la llet a obtenir i sobre la pròpia salut de la vaca, és molt elevada. Per aquesta raó el disseny de la màquina de munyir és absolutament clau.

### **1.7.1.- Evolució dels sistemes de munyida**

És possible que els principis de la domesticació del bestiar vaquí, tingueren lloc, relativament tard, en el nord de Grècia, fa únicament uns 8.500 – 9.000 anys. El que si es creu saber amb seguretat, és que l'ús de la llet com a aliment humà es va iniciar a l'Àsia i al Nord Est d'Àfrica, fa més de 7.000 anys. En qualsevol cas, els registres gràfics més antics, sobre la explotació del bestiar boví, es refereixen als Sumeris, un poble ubicat a Mesopotàmia, que es situen al voltant de l'any 3.100 aC.

Tot i els grans avenços que la humanitat va anar assolint al llarg dels segles, la munyida manual (amb una suavització de la seva duresa inicial ), va anar persistint, com l'única alternança conceptual per a l'obtenció de la llet, al llarg de no menys de 6.000 anys, fins pràcticament el primer quart del segle XIX.

El munyir va constituir, sens cap dubte, al llarg d'aquests milers d'anys, un aspecte clau en l'activitat dels agricultors i ramaders.

La història de la munyida a màquina o el que s'anomena col·loquialment munyida mecànica, és una història molt recent que es remunta, al primer quart del s.XIX. I que, ara a principis del s. XXI, segueix evolucionant i innovant el sector.

A partir del s.XIX, la revolució industrial va concentrar a un percentatge molt important de la població, al voltant dels nuclis industrials, formant les grans ciutats. Fins llavors la

llet s'havia produït i consumit en l'àmbit familiar. Va ser a partir d'aquest moment en que hi va començar a haver mercat lleter i granges grans.

Sens dubte, en els darrers 160-170 anys s'ha avançat molt. De la mateixa manera que la base animal també ha canviat i de manera molt important en aquests anys i especialment en les darreres 4-5 dècades, passant de tenir vaques amb produccions de 4.000-5.000kg a vaques amb produccions de 10.000-12.000kg de llet tipus (3.6% de greix i 3.2% de proteïna) amb una lactació de 305 dies.

No es coneix amb exactitud quan va sorgir la idea de construir un aparell que pogués substituir, de manera parcial, a la mà d'obra directa en el procés de munyida de les vaques. Sembla que els primers intents varen sorgir entre els anys 1820-1822, una mica per l'interès per controlar les produccions lleteres de les vaques i començar a analitzar, d'una manera acceptablement objectiva, els principals factors d'influència sobre les mateixes.

Des dels mencionats inicis fins a l'actualitat, la progressió de la "munyida" la podríem resumir en aquesta seqüència:

- Origen en la munyida manual
- Munyida amb olles
- Munyida directa ( munyida en plaça amb totes les seves variants )
- Sales de munyir de diversos tipus i més o menys tecnificades
- Robots de munyir o sistemes automàtics de munyida (SAM)

En el desenvolupament de la màquina de munyir, es poden distingir quatre períodes:

1.- El primer podria anar des del 1820-1822 fins al 1903, que és quan es descobreix la doble càmera que porten les mugroneres. A l'any 1860 es va aplicar el buit a aquestes cànules. Al 1887, imitant la manera en que un vedell succiona la llet del braguer, Murchland va desenvolupar la mugronera d'una càmera. A partir d'aquesta màquina, al 1892 va sorgir la de Stuhers i Weir ( les dues a Escòcia ), suposant un pas endavant, amb la mugronera de dos càmeres. A partir d'aquesta mugronera i del polsador inventat per Shield al 1895, al 1902 Gillies va desenvolupar la munyidora tal com es coneix avui, és a dir, com un sistema de succió i massatge.

2.- El segon període, que dura uns 20-22 anys, està marcat per la discussió en definir l'adequat sistema per originar el buit, la pressió i/o les seves combinacions.

A principis del s. XX es va iniciar la comercialització de les màquines de munyir. Fins a aquest moment, el desenvolupament de les màquines de munyir, havia passat per 4 etapes ben definides:

- a) Cànules per l'extracció de llet
- b) Munyida a pressió
- c) Munyida per buidat per efecte simple
- d) Munyida per buidat, per doble efecte (buidat de pulsació i de munyida)

Va ser al 1910, en que va començar a sorgir el concepte de la sala de munyir. A Nova Zelanda, es va començar a comercialitzar un sistema, que en lloc d'efectuar-se la munyida a la plaça de la vaca, que era el que fins aquell moment s'havia fet, era la vaca la que es dirigia cap al punt de munyida.

Al 1917, la companyia DeLaval va fabricar el que avui es pot considerar la primera màquina de munyir per buit, la popularment coneguda "olla de munyir". (Figura 1.14)



**Figura 1.14.-** Olla de munyir (Buxadé, 2002)

3.- El tercer període, que va, aproximadament, des del 1925 fins a l'actualitat, es caracteritza pel desenvolupament dels diferents elements de la màquina, tal i com actualment es coneix. Passant de la munyida en plaça a la construcció de sales de munyir de manera progressiva. Aquest canvi es va començar a donar a partir de la fi de la Segona Guerra Mundial.

4.- El quart període, que se sobreposa amb la darrera fase del tercer i que sorgirà sobreposant-se en els propers anys, es va iniciar a la dècada dels 90 del segle passat, quan varen començar a sorgir les primeres bases concretes sobre el robot de munyir.

En l'actualitat, s'està vivint una nova revolució dins d'aquest sector, amb l'aparició dels sistemes de munyida automàtica, coneguts popularment com a robots de munyir. La filosofia d'un robot, és que les vaques vagin a munyir-se soles, quan en senten necessitat. El robot neteja les mamelles de la vaca, la muny, aplica el sellador... i després obre la porta perquè n'entri una altra. Duu incorporat un sistema informàtic que analitza la llet que fa cada vaca i permet controlar en quin moment s'ha munyit, quanta llet ha donat, etc... i permet identificar quin animal ha entrat dins el box de munyida.

La implantació d'aquesta nova tecnologia en el sector lleter, està exigint una urgent millora de la conformació del braguer i del temperament dels animals, ja que algunes explotacions que han adoptat els mencionats robots s'han vist obligades a vendre el 10-20% dels animals davant la impossibilitat de munyir-les amb el robot degut a un braguer mal conformat o bé per ser excessivament nervioses.

### **1.7.2.- Aptitud de munyida**

L'anatomia i la morfologia del braguer dels remugants s'ha estudiat molt, ja que la llet segregada s'utilitza, sota un punt de vista productiu, pel consum humà. A més a més, de per millorar el rendiment lleter dels animals, s'han realitzat nombrosos treballs de descripció i anàlisi de la relació existent entre dita morfologia i l'adaptació de l'animal als sistemes d'extracció i obtenció de llet, és a dir, la munyida mecànica, sense perjudicar l'estat sanitari del braguer. Aquesta adaptació rep el nom d'aptitud a la munyida mecànica, i el seu coneixement és fonamental per poder definir els sistemes de producció i munyida més adequats per les diferents espècies lleteres.

### **1.7.3.- Instal·lacions per a la munyida**

La munyida mecànica és una pràctica dirigida a obtenir llet de qualitat a uns costos raonables, per tant, es necessita una zona especial, denominada "centre de munyida". N'hi ha de dos tipus: sales de munyir diverses i el sistema automàtic de munyida o robot.



El “centre de munyida” està format per:

- sala de munyir o box del robot
- sala d'espera: zona on les vaques esperen el seu torn per a ser munyides.(Figura 1.15)
- sala de llet: espai destinat al tanc de la llet.
- Sala de màquines: recinte on hi trobem els motors del “centre de munyida”



**Figura 1.15.-** Sala d'espera d'un robot

### **Les sales de munyir**

L'estructura de les explotacions lleteres està canviant. S'estan munyint ramats cada vegada més grans, els 365 dies de l'any, habitualment 2 vegades i en alguns casos 3 vegades/dia. Per aquest fet, es busca cada cop més una gran rotació d'animals, temps de munyida més curts i reducció de costos i mà d'obra.

La sala de munyir ideal no existeix, això si, hi ha sales més adequades que altres per a unes determinades condicions de treball.

La sala de munyir és un lloc, que per les seves condicions de treball, ha de resultar el més agradable possible, tant pels treballadors com per les vaques, per aquest fet, ha de tenir una lluminositat adequada, estar ben ventilada i comptar amb els materials apropiats perquè els animals no rellisquin i es sentin segures en ella. En definitiva, una sala no ha de ser “luxosa”, però si funcional i adequada per la complexa i reiterativa funció que en ella s'hi desenvolupa dia a dia.



Les sales es poden dividir en dos grans grups:

- Sales estàtiques
  - 1) Sala en Tàndem
  - 2) Sala en Espina de Peix
  - 3) Sala en Paral·lel
- Sales rotatives
  - 1) Sala rotativa amb àrea de treball interior
  - 2) Sala rotativa amb àrea de treball interior. Espina de peix
  - 3) Sala rotativa amb àrea de treball exterior.

### **El robot o sistema automàtic de munyida (SAM)**

El nombre d'empreses lleteres amb sistema automàtic de munyida (SAM) està creixent constantment a Europa durant els darrers anys. Una de les més comunes raons dels productors de canviar cap al sistema de munyida automàtica (automatic milking system) és l'expectativa de la reducció de la necessitat de mà d'obra (Hogeveen et al, 2004). Els mercats principals pels robots de munyida estan en països caracteritzats per costos de la mà d'obra elevats, vaques de grans produccions, preus de la llet relativament alts i granges de caràcter familiar.

En les dues darreres dècades s'ha treballat molt pel desenvolupament del robot del muntir i a la vegada s'han realitzat diversos estudis per avaluar diferents parts d'aquest sistema, algunes de les conclusions extretes d'aquests treballs i que varen posar les bases dels robots actuals es mostren en les línies següents; S'espera que el SAM faci més fàcil la freqüent munyida diària i que correspongui a incrementar la producció diària de llet (Hillerton i Winter, 1992; Ipema i Benders, 1992). Els estudis amb el SAM han estat conduïts principalment en relació a la fiabilitat de la col·locació de les mugroneres (Hogerwerf et al., 1992), economia i avaluació de mà d'obra (Rossing, 1990; Parsons, 1991) i l'adaptabilitat dia a dia de les vaques al sistema (Jagtenberg i Van-Scheppingen, 1994). La postura durant la munyida i l'entrada i sortida voluntària a i de l'estació de munyida (Ketelear-de Lauwere et at., 1992; Devir et al., 1993; Marchal et al., 1994; Winter and Hillerton, 1995) han estat també estudiades. Winter and Hillerton (1995) varen informar que un increment en el nombre de munyides diàries per vaca anava associat amb una reducció de la sincronicitat d'algunes pautes comportamentals. Alguns estudis informen que el moviment voluntari de les vaques cap i de el SAM no és completament satisfactori en els sistemes actuals

fins i tot si s'ofereix concentrat al robot de munyida (Metz-Stefanowska et al., 1993 ). Per aquesta raó, un nou efectiu i eficient sistema de munyida s'està establint, l'ús de l'àrea d'espera a l'entrada de el SAM vol ser una de les possibilitats preferides en els arranjaments en la munyida amb SAM. (Uetake, 1997)

Erdman i Varner (1995) varen recollir dades de varis estudis sobre la freqüència de munyida i conclogueren que l'increment de la freqüència de munyida establia un efecte positiu en la producció de llet (Wagner-Storch i Palmer, 2003), encara que millorar la producció lletera no és la primera prioritat en els propietaris de SAM (Hogeveen et al, 2004).

En moltes ocasions, les granges amb SAM no poden reduir les necessitats de mà d'obra, perquè les vaques han de ser acompanyades a munyir per assolir un mínim de dues munyides/dia. A més, el potencial increment en la freqüència de munyida no sempre dóna lloc a un increment de la producció lletera, especialment en vaques primíparas (Speroni et al, 2006). Per altra banda, el robot dóna una gran variació en els intervals de munyida comparats amb els obtinguts amb una sala de munyir convencional. Les vaques no visiten el robot, el mateix nombre de vegades i a la mateixa hora del dia al llarg de la seva lactació, forçant als braguers a acumular diferents quantitats de llet depenent de la regularitat dels intervals de munyida. Les munyides irregulars (o visites al robot) poden exposar a un deteriorament en la producció lletera, especialment en vaques múltiples. (Bach i Busto, 2005).

Per millorar el nombre de visites i reduir la necessitat de feina i la variació en els intervals de munyida, les empreses fabricants de SAM freqüentment recomanen oferir grans quantitats de concentrat en el robot. L'associació amb una oportunitat de menjar pot motivar a les vaques a visitar el robot de munyida més freqüentment. (Wagner-Storch i Palmer, 2003).

Els SAM actuals inclouen d'una a quatre places o mòduls de munyida. A l'Estat Espanyol l'habitual és el d'una plaça.

El sistema de munyida robotitzada pretén permetre al ramader lliurar-se de la dura tasca que suposa estar "lligat" a una sala de munyir, 7 dies a la setmana, durant tot l'any.

Aquest sistema suposa un canvi radical en el maneig dels animals i en la gestió de la granja. Des de la introducció de la màquina de munyir, cap altra tècnica havia despertat tant interès i expectatives dins del món del vaquí de llet.

El concepte de robot de munyir va ser desenvolupat en dues direccions:

1. Substituir el treball manual del grup accessori (Munyidor/s) en les sales de munyir convencionals (Sonck, 1995).
2. Substituir la sala de munyir per si mateixa ( Schön et al, 1992); (Devir et al, 1993).

El primer alleuja al granger del considerable treball associat al procés de munyida però no de la necessitat de la seva presència constant en cada munyida. El segon pretén eliminar les tasques de munyida del ramader. L' avantatge del segon enfocament és obvia i la majoria d'esforços de recerca i desenvolupament del robot de munyida s'hi destinen. (Devir et al, 1996)

Una de les problemàtiques més habituals en les explotacions lleteres, especialment les que treballen amb V.L.A.P. és el de trobar mà d'obra qualificada. I una de les opcions ha estat el de substituir capital humà per capital financer (tecnològic) i va ser aquí on va sorgir la possible solució a tota aquesta problemàtica, l'automatització integral del procés de munyida.

Els primers estudis i investigacions sobre el tema de l'automatització integral de la munyida, s'efectuaren a principis dels anys 80 del segle passat, bàsicament en centres d'investigació públics i en universitats i en els departaments de I+D d'algunes empreses, fonamentalment a Holanda, Suècia i Alemanya.

Però l'automatització integral de la munyida, no va començar a ser més o menys, operativa, a nivell de les explotacions ramaderes, fins a la segona meitat dels anys 90 del s.XX.

En principi els principals objectius que persegueix aquesta tecnologia, a més a més, de resoldre els problemes de mà d'obra ja citats, són:

- Una substancial millora, a mig termini, de les condicions de treball del ramader. El qual no treballarà menys, sinó que ho farà de diferent manera.
- Produir, gràcies a l'establiment de controls més eficaços en el propi procés de munyida, llet de qualitat que fins aleshores, degut a la capacitat del sistema per analitzar cada quarteró i la llet produïda, amb independència i amb molta més freqüència.
- Aplicar noves funcions de control i monitoratge, tant pel que fa a paràmetres fisiològics com sanitaris.
- Millorar l'eficàcia global del sistema, a mig termini.

El resultat va ser un sistema que automatitza el procés de munyida, en el que la vaca es muny varies vegades al dia, segons el seu propi ritme, en principi exactament igual al que ella usaria alletant al seu vedell de forma natural.

La filosofia del model, es basa, en substituir en la mesura del possible, la mà d'obra implicada directament amb la munyida per sistemes d'automatització del citat procés.

L'automatització avarca els següents processos:

- La selecció de la vaca que pot ser munyida, perquè està en lactació i encara no ha estat munyida aquell dia, o bé, perquè ja han transcorregut les suficients hores des de la darrera munyida i es pot munyir de nou. D'aquesta selecció se'n diu "permís de munyida", quan una vaca arriba al robot i es dóna una de les dues situacions esmentades anteriorment, aquesta té permís de munyida, si fa menys de 6 hores (per exemple) que ha estat munyida, aquest permís li és denegat. Això és per evitar a les vaques més menjadores, que anirien entrant al robot, per menjar pinso.
- La correcta ubicació de la vaca dins la cel·la de munyida. La vaca s'ha de sentir còmoda i s'ha de travar de manera que no es doni una situació d'estrès o rebuig.
- La rentada del braguer.
- La col·locació correcta de les mugroneres.
- La munyida de la vaca.
- La retirada, en el moment i de manera adequada de les mugroneres.
- La sortida tranquil·la i voluntària de la vaca, un cop munyida correctament.
- La rentada del grup de munyida.
- La preparació immediata ( neteja, desinfecció, etc. ) un cop la vaca ha sortit, del lloc de munyida per deixar-lo preparat per la vaca següent.

En el disseny dels robots també s'ha tingut en compte:

1. El tràfic de les vaques
2. La llibertat de moviments de la vaca dins del box del robot (menys estrès)
3. La localització dels mugrons per sistema laser
4. La monitorització continuada del procés de munyida
5. La munyida per quarteró, per glàndula.

### ELS COMPONENTS DEL ROBOT

El robot que actualment es fa servir a la nostra zona, és un robot del sistema monobox que es compon del box del robot, el braç robotitzat i el panell de funcions.

- El box del robot: Aquest box és d'acer inoxidable, i en ell hi trobem la menjadora on s'hi dispensa el concentrat cada cop que una vaca entra a munyir-se. El terra, dotat de reixa d'evacuació està a nivell, de manera que no es força la posició de la vaca.
- El braç del robot: En aquest braç s'hi distingeixen cinc parts:
  1. Les mugroneres, aquest sistema no disposa de col·lector, per tant la llet extreta de cada quart passa per separat a la gerra receptora eliminant el risc d'infeccions creuades.
  2. El làser: la seva funció és determinar la posició de les tetines. És un procés molt exacte en el que es realitzen més de 1000 mesures/segon. El làser està operatiu tota la munyida, de manera que si una presonera cau, la torna a col·locar.
  3. Sistema de neteja de les mugroneres i dels rodets: després de cada munyida, les mugroneres es netegen internament i externament, en el sentit del flux de la llet. En el braç del robot també està localitzat el sistema de neteja i desinfecció dels rodets netejadors dels mugrons, que s'activa quan s'ha acabat la connexió de les mugroneres.
  4. Rodets netejadors: Es tracta de dos rodets netejadors que netegen cada mugró dues vegades, així com el final del braguer, exercint un doble efecte de neteja i estimulació.
  5. El braç: és d'acer inoxidable i està protegit front la sobrecarrega.
- El panell de control: En el panell de control hi ha funcions de consulta i modificació de dades, així com funcions de comandament.
  1. Funcions de consulta de dades: a partir del moment en que la vaca entra al box i és reconeguda pel sensor, estan disponibles totes les seves dades. Per exemple, es pot consultar la quantitat de pinso que el robot li subministra a la vaca en la munyida actual, la velocitat mitja de munyida, dades sobre la conductivitat d'un quartero, etc. Cada vaca té una fitxa en el programa informàtic del robot on hi figuren totes les seves dades ( origen, edat, ascendència, descendència, litres de llet, resultats de les analítiques de la llet, tractaments, estat sanitari i fisiològic ). A més de les dades que el robot emmagatzema automàticament, en la fitxa s'hi introdueixen les dades variables com són tractaments i malalties dels animals. Això permet que el robot

separi la llet munyida d'animals afectats per un tractament i impedeix que es barregi amb llet d'animals sans.

2. Funcions de modificació de dades: des del panell de control es poden modificar les dades de la vaca.
3. Funcions de comandament: les funcions de comandament es refereixen al funcionament del robot i són:
  - buidat per aire del tub de la llet
  - separació de la llet
  - alimentació
  - bomba de llet
  - neteja del conducte de separació
  - posar fora de servei
  - reset

Existeix un panell de comandament específic pel braç del robot des d'on es controlen els seus moviments i gràcies a ell es pot iniciar la munyida o la neteja, es poden ajustar els temps entre dues operacions, o determinar la concentració de detergent.

La qualitat de la llet obtinguda està directament relacionada amb el contingut bacterià, per tant és essencial mantenir el robot i les instal·lacions annexes en òptimes condicions d'higiene. Un sistema de neteja eficient no ha de requerir massa temps, ja que com més temps estigui netejant, menys temps disponible hi haurà per a muntar i la neteja s'ha de fer de manera que no apareguin residus a la llet. Si s'hi ha hagut una separació de llet ( antibiòtic ) o de calostre, es fa una esbandida, entre les neteges generals.

A més a més, en cada munyida es realitza un anàlisi de la conductivitat de la llet, per controlar el nombre de cèl·lules somàtiques i per poder realitzar un control de mastitis.

El robot consta d'un sistema d'alarma que permet al personal de la granja, descobrir diàriament als animals malalts i aplicar el tractament adequat.

Per evitar sobremunyides, cada animal està identificat amb un xip electrònic que emet una senyal que el robot reconeix. Això permet al robot identificar a cada vaca, i d'aquesta manera saber quan ha estat munyida, i quants litres ha donat. Això evita que una vaca sigui munyida dues vegades molt seguides, ja que si una vaca torna a entrar al box de munyida, el robot la identifica i no li dona ni la ració de concentrat ni la munya.

## 1.8.- GRANJA AMB SISTEMA DE MUNYIDA VOLUNTÀRIA / AUTOMÀTICA O ROBOT

Avui en dia, el nombre total d'explotacions lleteres ha disminuït, mentre que les que queden han crescut i s'han modernitzat, sovint amb la compra d'un robot de munyir. Aquests robots influeixen en el treball de l'explotació, la productivitat de la vaca, el benestar animal, les rutines d'alimentació, la construcció d'edificis i les pràctiques de gestió. Tots aquests aspectes s'han de tenir en compte quan es dissenya la distribució d'un estable amb SAM. La capacitat d'un robot ve bastant influïda per l'accés a aquest per part dels animals i el disseny de l'estable hauria d'estimular la "munyida voluntària", així com assegurar suficientment les visites freqüents de les vaques al robot.

Molts etòlegs creuen que el fet de permetre a la vaca escollir quan vol ser munyida, millora el seu benestar. Un dels efectes indirectes de la munyida automàtica, és l'efecte sobre el temps que la vaca dedica a alimentar-se i a reposar.

Prescott (1996) va trobar poques evidències que donessin suport a la hipòtesis de que les vaques van voluntàriament a munyir-se. La hipòtesis que estableix que un braguer ple motivarà a la vaca a ser munyida, tampoc es pot sostenir. Ni tant sols l'augment de l'interval entre munyides té efecte motivador. Quan a les vaques se'ls dona l'opció d'escollir entre ser munyides o bé alimentar-se, sempre escolliran la segona opció. És essencial que l'aliment s'ofereixi dins el box del robot o en una zona a la qual les vaques puguin accedir després de passar pel robot, amb l'objectiu d'assegurar una freqüència de munyida suficientment alta.

En el procés automàtic de munyida, a diferència d'una sala convencional, les vaques han d'anar al mòdul segons la seva pròpia voluntat. Per aquesta raó hi ha una sèrie de factors a tenir en compte, ja que influeixen en el resultat i en la pròpia tècnica de munyida:

- El reclam: en el robot cal subministrar una quantitat suficient de concentrat per aconseguir que els animals hi vagin voluntàriament. La quantitat de concentrat que es doni en el robot ha d'estar equilibrada amb la resta de ració, amb la finalitat de prevenir l'acidosi. La quantitat i la qualitat ( palatabilitat ) d'aquest concentrat influeixen en el nombre de

visites al robot. Qualsevol modificació que es faci en la ració té un efecte immediat en les assistències.

- La salut de les vaques: perquè les vaques vagin al robot és molt important que tinguin les extremitats en bon estat, ja que això influeix en les assistències. Per una altra banda, és essencial que gaudeixin d'una bona salut ruminal, de manera que tinguin una gran capacitat d'ingesta.
- El propi robot: el disseny i la integració d'aquest dins l'estabulació ha d'afavorir que la vaca es trobi el menys estressada possible i a la vegada, estimular-la a anar-hi.

### 1.8.1.-El tràfic dels animals dins la granja

Les estratègies d'alimentació, la circulació del bestiar i la distribució de l'estable afecten a la gestió i als ajustaments tècnics dels sistemes de munyida automàtica. L'anàlisi d'aquests aspectes indica que les diferents estratègies d'alimentació poden tenir com a resultat, un comportament de visita diferent de la vaca al robot. La circulació del bestiar afecta al treball i crea circumstàncies que podrien influir en el nivell de producció.

Els principals factors determinants de la ubicació del box de munyida a l'estable són:

- La gestió del moviment de les vaques (tràfic)
- La higiene de la llet

Per satisfer aquests dos punts, cal situar-lo en un punt proper als animals i a la vegada, ha de ser un espai aïllat i proper a la lleteria, en el millor dels casos.

En diferents estudis realitzats s'ha constatat que la vaca no va voluntàriament a munyir-se, cal usar la motivació de la vaca a menjar per conduir-la al robot.

Per obtenir el màxim de qualsevol sistema de munyida automàtica és crucial, un estable amb bon funcionament. Les vaques s'han de poder munyir en qualsevol moment del dia o de la nit, a més a més, de tenir accés a les àrees d'alimentació i descans. (DeLaval, 2008)

És molt recomanable tenir una petita sala d'espera a l'entrada del robot. Aquesta àrea d'espera ha de permetre a les vaques aproximar-se al robot, sortint de la zona de descans. Es tracta d'un espai on el 10% del ramat pot situar-se per esperar el seu torn d'accés al SAM.

El nombre de munyides possibles/dia condiciona el model de tràfic a escollir.

Hi ha moltes maneres de planificar el tràfic d'un estable amb SAM:



- tràfic lliure
- tràfic semi-lliure
- tràfic forçat
- tràfic invers

### **Tràfic lliure**

El tràfic lliure és l'opció més bàsica, no es necessiten portes i les vaques són lliures d'anar on vulguin. Els estudis mostren que s'hauran d'acompanyar varies vaques a munyir (fins a un 10%). Aquesta feina afegida té el gran inconvenient de produir intervals de munyida irregulars. Els intervals de munyida regulars són essencials per aconseguir una llet d'alta qualitat i millorar la producció. El costat bo d'aquest tipus de tràfic és que no cal cap tipus d'inversió. Amb aquest sistema no és necessari el 100% de la capacitat del robot de munyida. Els intervals irregulars de munyida donen lloc a problemes econòmics i de salut.

Quan s'opta per aquest tipus de tràfic, és recomanable tenir en compte els següents punts:

- Col·locar un abeurador a la sortida del robot
- Procurar que les vaques que han estat munyides tinguin accés a la menjadora a la sortida del robot, per evitar que s'ajaguin just al sortir.
- Acompanyar les vaques que no hagin anat a munyir-se voluntàriament i faci hores que no s'han munyit.

### **Tràfic semi-lliure o semi-forçat**

Aquest sistema combina la porta de selecció amb portes d'una sola direcció. La porta de selecció es col·loca entre l'àrea de descans i la d'alimentació. Les vaques arribaran a l'àrea d'alimentació depenent dels permisos de munyida. Si fa poc que una vaca s'ha munyit i vol accedir a la zona d'alimentació, aquesta porta de selecció la deixarà passar sense haver de passar per dins del box de munyida.

La porta de selecció no permet que les vaques que han de ser munyides arribin a l'àrea d'alimentació fins que no hagin passat pel robot.

Aquest sistema vol els beneficis del tràfic lliure sense la desavantatge d'haver d'acompanyar moltes vaques a munyir. L'adaptació de les vaques és una mica més difícil i cal una inversió en les portes, però amb la mateixa inversió en portes, el tràfic invers té més avantatges.

### **Tràfic forçat**

Amb aquest sistema, les vaques han de passar pel robot per poder arribar a l'àrea d'alimentació. Les portes d'una sola direcció mantenen als animals a l'àrea de descans. És un sistema pràctic per iniciar els animals a la munyida robotitzada. Està preparat per controlar regularment la ingesta de farratge del bestiar. Pot permetre's llargues cues d'espera. La capacitat del robot disminueix. Cal disposar de sala d'espera. S'ha de restringir la ingesta de farratge dels animals. Cal acompanyar al robot les vaques de baixa producció.

En aquest tràfic, les vaques han de passar obligatòriament pel robot per traslladar-se de l'àrea de descans a la zona d'alimentació, fet que pot afectar negativament la ingesta de la ració reduint-se la producció de llet o la qualitat de la llet.

Amb aquest sistema, es veu un canvi en el comportament alimentari dels animals, amb un increment de rebutjos de munyida/vaca.

Segons diversos autors, la circulació forçada disminueix el moviment dels animals en l'establució, el temps de repòs i la ingesta i augmenten els períodes en que les vaques estan de peu.

En aquest tipus de tràfic, en ocasions hi poden haver moltes vaques a la sala d'espera, però la prioritat d'aquestes per a "esperar-se" no és ser munyides, sinó poder accedir a la zona d'alimentació.

### **Tràfic invers**

Aquest tipus de tràfic és el més nou dels experimentats en aquest tipus d'establucions.

Permet el lliure accés a l'àrea d'alimentació, els intervals de munyida són regulars, la qual cosa suposa un menor recompte de cèl·lules somàtiques (RCS) i una major producció. Pot donar permís de munyir controlat cada 2 ó 3 hores. I és redueix molt la tasca d'haver d'acompanyar vaques al robot, cosa que també redueix l'estrès del bestiar. El permís de munyida, seria en el cas que una vaca vagi entrant al robot, si fa menys de les hores indicades que ha estat munyida, la farà passar, però no la munyirà.

Amb aquest sistema s'ha comprovat que les vaques assisteixen amb més freqüència al SAM, al temps que millora la salut dels braguers.

Aquest sistema usa portes de selecció amb combinació amb portes d'una sola direcció. La porta de selecció controla les vaques quan tornen de l'àrea d'alimentació i les dirigeix o bé cap al robot o bé cap a la zona de descans.

Amb aquest sistema també es pot maximitzar la capacitat de munyida del seu robot.

### 1.8.2.- L'adaptació dels animals

La situació ideal seria aquella en que totes les vaques que anteriorment eren munyides amb la sala de munyir tradicional, pugessin ser-ho amb el robot, però en realitat, un 5-10% de les vaques del ramat no podran ser munyides amb el robot, en moltes ocasions per la conformació del seu braguer.

En general el robot ha d'estar instal·lat en l'explotació de manera que sigui de fàcil accés per les vaques i estigui a la vista del ramat perquè serveixi d'estímul per a la munyida.

En principi un robot és compatible amb tot tipus d'explotacions. Es pot instal·lar en granges amb llotges individuals o llit calent, amb tràfic lliure o forçat, amb zona de pastura, etc.

L'adaptació de les vaques al nou sistema difereix entre les diferents explotacions, depenent, entre altres factors, del sistema de maneig al que estiguessin acostumades. La principal diferència està en que les vaques acostumades a anar a la sala sempre en grup, ara hauran d'anar al box del robot de forma individual, per tant el primer problema a superar, en els primers dies d'adaptació, és trencar aquesta inèrcia al moviment col·lectiu. Hi ha granges en que per reduir aquest factor estressant, s'ubica una sala d'espera davant el robot, així les vaques van a munyir-se en grup, i mentre una es muny, les altres s'esperen. A part d'aquest motiu, la instal·lació de la sala és recomanable per millorar el maneig de l'estabulació, entre altres factors.

Per assegurar que el procés de connexió de les mugroneres es porta a terme amb èxit, els braguers han de complir una sèrie de requisits mínims, amb la finalitat que el laser pugui llegir la posició dels mugrons i hi hagi suficient espai sota el braguer perquè entri el braç del robot. Aquests requisits mínims hauran de ser tinguts en compte pel ramader a l'hora de seleccionar els animals de reposició.

Els requisits mínims que ha de complir un braguer són :

1. La inclinació dels mugrons no ha de ser superior a 30° en relació a la vertical.

2. La distància entre els dos mugrons posteriors ha de ser com a mínim de 3cm i entre els dos mugrons anteriors, com a mínim de 12.5cm i com a màxim 30cm.
3. El gruix dels mugrons no ha de superar els 3.5cm ni ser inferior a 1.5cm.
4. El parell de mugrons, tant els anteriors com els posteriors, han de ser visibles sense interrupcions en una línia horitzontal de 3cm.
5. La distància entre el final del mugró i el terra ha de ser com a mínim de 35cm perquè hi càpiga el braç del robot.
6. El final dels mugrons posteriors ha de penjar almenys, 3cm per sota de la part més baixa del braguer.
7. Els mugrons anteriors han d'estar col·locats com a mínim a 7cm dels posteriors.
8. El braguer no ha de tenir mugrons supernumeraris, bonys o abscessos.
9. El braguer no ha d'estar extremadament pelut o brut.

També són molt importants les mides de la vaca, ja que vaques molt grosses, generaran problemes d'adequació volumètrica de l'animal al box del robot.

### **1.8.3.- Capacitat d'un robot**

La capacitat de munyida d'un robot depèn del maneig i de la col·locació del robot i de la col·locació de les vaques a l'estable. A part d'això, les característiques de la vaca, com la velocitat de munyida, la producció lletera, la forma del braguer i l'activitat són també importants. Ajustant l'interval de munyida i trobant l'òptim el ramader pot augmentar la capacitat de munyida. És important no interrompre el ritme de munyida de les vaques perquè porta un cert període de temps aconseguir de nou l'antic ritme. Per un ritme regular de munyida és important que es disposi d'aliment fresc les 24 hores del dia.

Un robot pot estar funcionant, pràcticament tot el dia i tota la nit. Les vaques no dormen, descansen i solen estar molt actives a altes hores de la nit i de la matinada, així que qualsevol vaca del lot es pot "auto-munyir" quan vulgui, d'acord a les seves necessitats fisiològiques de munyida, establertes entre altres causes, per la pressió intramamària.

Els robots actuals poden munyir un ramat de 60-80 vaques. La capacitat de munyida del robot es pot expressar en funció del nombre de munyides efectuades en 24h, els litres de llet produïts i el nombre de vaques que es poden munyir amb un robot. En aquesta capacitat no sols hi influeixen factors relatius al propi robot, sinó també factors externs com la velocitat de munyida, el nivell de producció i el nombre de vaques munyides en ell.

### **1.8.4.- Comportament de munyida**

El comportament de munyida de les vaques munyides automàticament és lleugerament diferent al de la munyida convencional degut als variables temps de munyida.

La munyida automàtica és una conseqüència més de l'ús de l'electrònica en la munyida. Representa la conclusió del sistema de control informàtic per a la identificació animal, alimentació, registre de rendiments i maneig del bestiar. Una gran diferència amb la munyida convencional és que la munyida automàtica no és regular pel que fa a temps entre munyides, sinó que es fa al llarg del dia. Aquest fet condueix a la total diferenciació de comportament de munyida, ja que cada vaca pot definir el seu ritme, i a més a més, la munyida es realitza sense la presència humana. Així que el ramader pot conèixer a través del sistema el que és normal i el que és excepcional, i així prendre les mesures adequades.

## **1.9.- ANTECEDENTS DE L'ESTUDI**

El nombre d'empreses lleteres amb sistema de munyida robotitzada o automàtica (SAM) ha anat incrementant-se de manera regular a Europa durant els últims anys. Una de les raons més comunes pels productors a l'hora d'invertir en SAM és l'expectació de una disminució de les necessitats de mà d'obra i l'esperança d'incrementar en la freqüència de munyida, el que hauria d'augmentar la producció de llet (Wagner-Storch i Palmer, 2003). Els resultats de l'amplia variació en els intervals de munyida amb SAM és deuen al fet que les vaques no visiten el robot el mateix nombre de vegades ni tampoc al mateix moment del dia al llarg de la seva lactació, forçant a la glàndula mamària a acumular grans quantitats de llet en funció de la regularitats dels actuals intervals de munyida. Les munyides irregulars (o visites al SAM) mostren una deficient producció lletera, especialment en vaques múltiples

(Bach i Busto, 2005). Per millorar el nombre de visites i disminuir la necessitat de mà d'obra i la variació en els intervals de munyida, les empreses fabricants de SAM freqüentment recomanen oferir altes quantitats de pinso en el SAM. De tota manera, aquesta recomanació no té evidència científica però és una pràctica eficient (Halachami et al., 2005; Bach et al., 2007).

Una altra proposta alternativa consisteix en forçar les vaques a visitar el SAM abans que elles puguin arribar a la menjadora. Ketelaar-de Lawrere et al., (1998 ) comparà una situació de tràfic lliure amb una de tràfic forçat en un ambient simulat (sense SAM) i va informar que el tràfic forçat incrementava el nombre de visites al SAM simulat, (exactament un punt dispensador de pinso on no hi tenia lloc l'activitat de munyida).

Més recentment, Hermans et al., (2003) va comparar una situació de tràfic forçat amb una de tràfic semi-forçat on les vaques tenien accés lliure a la ració unifeed, però per consumir concentrat tenien que visitar forçosament el robot de munyida. Per tant, el tràfic semi-forçat era similar al tràfic lliure comunament utilitzat on les vaques rebien pinso durant la munyida en el SAM. Els autors concloueren que el tràfic semi-forçat era preferible davant del tràfic forçat encara que no es varen trobar diferències en la producció de llet.

Melin et al., (2005a) va comparar dos tipus de tràfic forçat basats en un interval de munyida mínima. Depenent del temps passat des de la darrera munyida les vaques podien accedir al menjar sense visitar el SAM, però després de que el temps objectiu hagués passat, les vaques eren conduïdes al robot previ accés a l'àrea d'alimentació. Els autors concloueren que assignar intervals de munyida individuals per a cada vaca era el mètode d'elecció preferent . Més recentment, Melin et al., (2007) informaren que un tràfic forçat donava efectes negatius en el consum d'aliment i en el benestar de les vaques. A més, forçar el tràfic de les vaques dóna lloc a llargues estones de cua, fet que pot impactar en el benestar de les vaques, especialment, pels animals amb un baix rang social dins del ramat ( Thune, 2000).

Cap dels projectes de SAM disponibles és centra en l'important problema econòmic lligat a la necessitat d'anar a buscar les vaques per munyir-les al robot. A més, estudis previs no avaluaven els possibles canvis en els components de la llet amb els dos tipus de tràfic. A més, estudis que comparen directament tràfic lliure vs tràfic forçat són

només disponibles com a resums (Metz-Stefanowska et al., 1993; Harms et al., 2001 )  
excepte per aquell de Melin et al., (2007).

En una recent revisió, Svennersten-Sjaunja i Petterson (2008), avaluaren els pros i els  
contres del SAM i concloueren que establir un adequat tràfic de les vaques era  
essencial en ramats que es munyien amb SAM per l'èxit del nombre òptim de visites al  
box de munyir.

## **2. OBJECTIUS DE L'ESTUDI**

L'objectiu del present estudi és avaluar l'efecte del tipus de tràfic imposat a les vaques lleteres en sistemes de munyida automàtica sobre la freqüència de munyida, les necessitats d'alimentació, el comportament alimentari i la producció i composició de la llet.



### 3. MATERIALS I MÈTODES DE L'ESTUDI

#### 3.1.- DISSENY DE L'ESTUDI

Els dos tractaments estudiats consisteixen en permetre el tràfic lliure de les vaques per tot el pati (tractament 1) o forçar a les vaques a passar a través del SAM (Sistema de munyida robotitzada) abans d'accedir a la menjadora, tràfic forçat (tractament 2).

Per avaluar correctament els efectes dels dos tipus de tràfic sobre els animals, es va fer un disseny en *cross-over* (taula 3.1), tal com s'indica a la taula adjunta, així cada grup de vaques passava un període en una situació de tràfic forçat i un altre amb una situació de tràfic lliure.

**Taula 3.1.-** Disseny *cross-over* pels dos patis

| PERÍODE 1                          | Intercanvi                 | PERÍODE 2                          |
|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| PATI 1.- Situació de tràfic forçat | <b>del tipus de tràfic</b> | PATI 1.- Situació de tràfic lliure |
| PATI 2.- Situació de tràfic lliure |                            | PATI 2.- Situació de tràfic forçat |

El tràfic forçat es va aconseguir a l'instal·lar una barrera física entre l'àrea de descans i la entrada al SAM i l'àrea de descans i la d'alimentació. La barrera física consistia en dues portes de sentit únic que permetien el tràfic de les vaques cap a l'àrea de descans però bloquejava l'accés de la zona de descans cap a l'àrea d'alimentació forçant els animals cap al SAM abans que elles puguin anar cap a la zona d'alimentació.

Independentment del tractament, totes les vaques tenien accés al SAM 22.5h/dia (Hi ha un total de 1.5h/dia destinades a netejar el sistema).

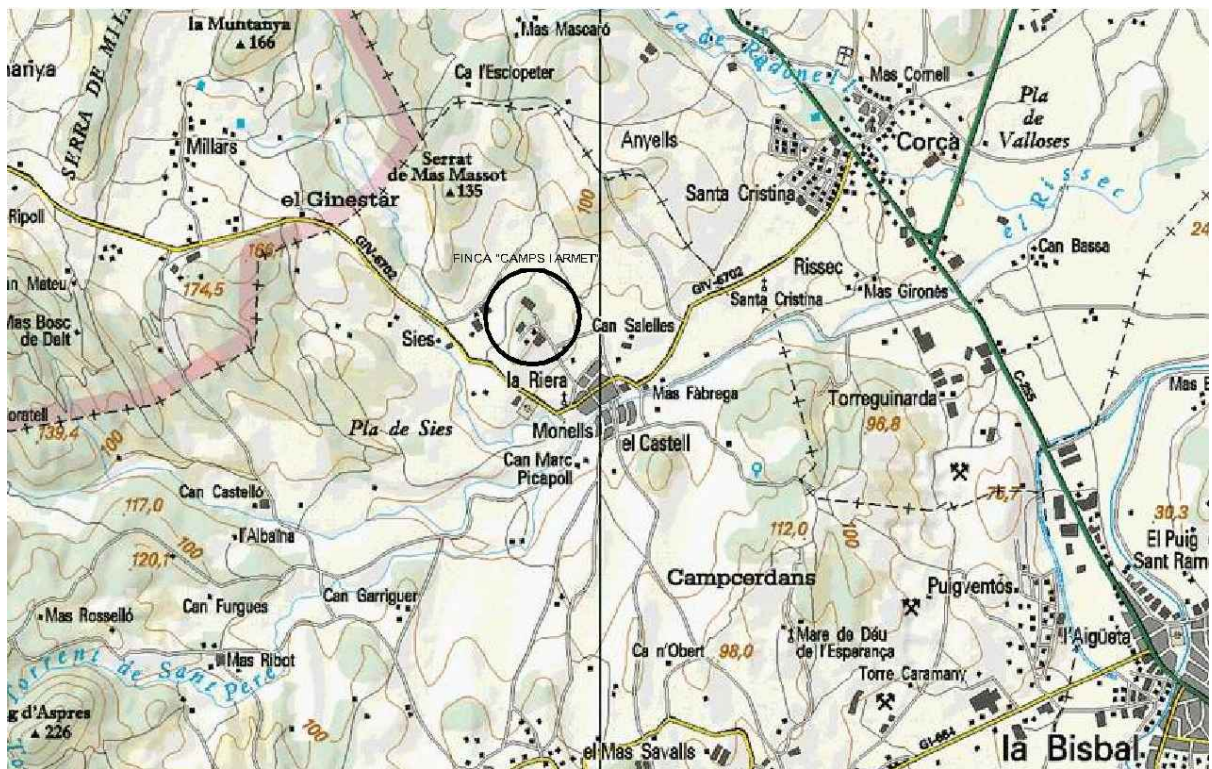
Les vaques rebien permís per tornar-se a munyir 6h després de la munyida prèvia, llevat que hi hagués una fallada en la munyida, en aquest cas, les vaques podien ser munyides immediatament.

L'estat de munyida dels animals era comprovat 4 vegades/dia. Al matí 3 i a la tarda 1. Aquestes comprovacions sempre es feien a la mateixa hora. L'horari de comprovació

de l'estat de munyida de cada vaca era a les 07:00, 09:00, 12:30 i 20:30 diàriament pels dos tractaments. Les vaques que portaven més de 12 hores sense munyir eren acompanyades al robot només a aquestes hores.

### 3.2.-SITUACIÓ DE LA GRANJA

El present estudi es va dur a terme a la granja de vaquí de llet de Semega a la finca Camps i Armet de la Diputació de Girona (figura 3.1), situada al municipi de Monells al Baix Empordà, a la província de Girona. On la Unitat de Remugants de l'IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries) hi desenvolupa estudis experimentals.



**Figura 3.1.-** Mapa de situació

### 3.3- L'ALLOTJAMENT

Totes les vaques van romandre a la granja experimental de recerca de Semega, en condicions d'allotjament estàndard i equitativament distribuïdes en 2 patis simètrics, cada un consta de 28 places d'alimentació (menjadores), 2 abeuradors (200 x 60 cm i

140 x 45 cm ) i un sistema de munyida robotitzada (SAM). Cada pati té una cabuda aproximada de 50 animals, però no tots els animals foren inclosos en l'estudi perquè la seva etapa de lactació no permetia que fossin presents en els dos períodes de l'estudi. Les vaques estaven en llit de palla (canviat cada dos dies).

### Pati 1:

En aquest pati, la zona de descans és més reduïda i per contra, la zona d'exercici és més àmplia.

Hi ha dos abeuradors, un d'ells situat dins la sala d'espera del robot i l'altre al pati, davant de la sortida del robot.

### Pati 2:

La superfície de la zona de descans és més gran que la de la zona d'exercici. Igual que en el pati 1, hi ha un abeurador dins la sala d'espera del robot i l'altre al pati, proper a la sortida del robot.

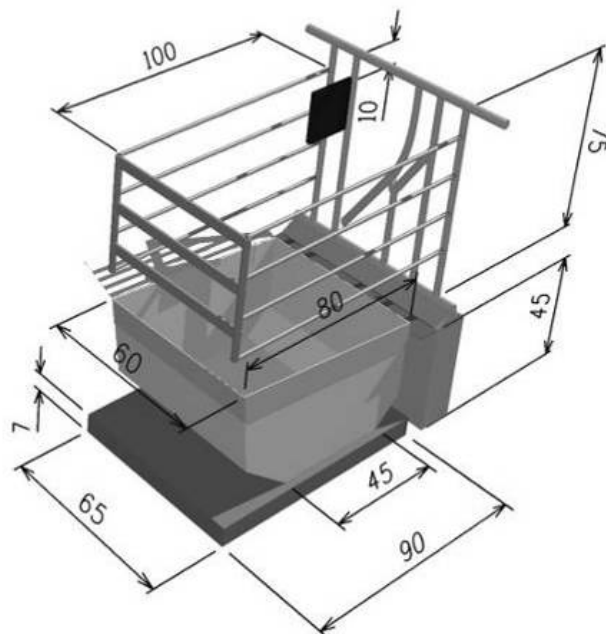
La distribució de la granja i la superfície de les diferents zones es mostra en el plànol següent (figura 3.2).



En la figura 3.3, es mostren les dimensions, en centímetres, d'una de les 28 menjadores disponibles a cada pati. Cada una d'aquestes menjadores, disposa d'una balança en la part inferior. Cada balança (Model DI 160; Mericon, Barcelona, Spain) té una cèl·lula de càrrega que pot resistir 300 kg de pes. Les balances tenen una capacitat de 100 kg amb una precisió de +/- 20g. Cada balança està equipada amb una capsa de fibra de vidre de 200 litres de capacitat per dipositar-hi la ració unifeed diària. (Bach et al, 2004)

Per prevenir que les vaques mengin PMR (ració parcial barrejada) de les balances veïnes, les menjadores estan separades entre elles per unes barres metàl·liques mòbils que es poden plegar en el moment d'oferir la ració unifeed.

En la figura 3.4 es poden veure les barres metàl·liques que individualitzen cada menjadora i al costat de l'orella dreta de la vaca, s'observa el lector de xips per saber quina vaca ha entrat a menjar.



**Figura 3.3.-** Dimensions (en cm) d'una de les 28 menjadores + balança





**Figura 3.4.-** Vaca a la menjadora, a dalt a la dreta, el lector de xips.

En la figura 3.5 es pot veure el passadís d'alimentació amb les menjadores individualitzades i la balança corresponent, de cada un dels patis simètrics.



**Figura 3.5.-** Vista del passadís d'alimentació amb les menjadores i les balances situades a sota de cada una de les 28 existents en el pati 1 i 2 respectivament.

En les figures 3.6 i 3.7, s'observa la situació dels abeuradors dins els patis, propera a la sortida del robot, ja que així, les vaques beuen al acabar de munyir i tarden més estona a ajaure's, facilitant així el tancament del canal del mugró i millorant la higiene dels braguers.



**Figura 3.6.-** Abeurador del pati 1



**Figura 3.7.-** Abeurador del pati 2 i de la sala d'espera del robot d'aquest pati

En la figura 3.8 es mostra la zona de descans de cada pati, amb el jaç de palla acabat de canviar.





**Figura 3.8.-** Zona de descans dels dos patis (a l'esquerra pati 1, a la dreta pati 2)

**SITUACIÓ DE TRÀFIC LLIURE:**

En la figura 3.9 s'observa la situació dels dos patis, en el moment en que els animals estaven sota una situació de tràfic lliure. Es a dir, no s'observa cap tanca que separi la zona de descans de la d'exercici.



**Figura 3.9.-** Vista d'una part del pati en situació de tràfic lliure. D'esquerra a dreta, pati 1 i pati 2.

**SITUACIÓ DE TRÀFIC FORÇAT:**

En la figura 3.10, s'observa una de les portes unidireccionals usades per provocar la situació de tràfic forçat. Aquestes portes permetien la circulació des de la zona d'exercici cap a la zona de descans, però no el flux d'animals invers.





**Figura 3.10.-** Porta unidireccional. A la fotografia esquerra, aquesta porta vista des de la zona de descans i a la fotografia dreta, la mateixa porta vista des de la zona d'exercici.

### 3.4.- ELS ANIMALS

Un total de 85 vaques lleteres Holstein en lactació (DEL  $203 \pm 2.53$  (mitjanes  $\pm$  error estàndard; 44 primíparas, 41 múltipares ). (DEL = dies en lactació)

Els animals varen ser cuidats i manejats sota la supervisió del comitè de cura dels animals de l'IRTA.

Aquests animals varen ser distribuïts en dos patis. La distribució va ser equiparada en funció dels dies en lactació i del nombre de lactació. Aproximadament hi havia el mateix nombre de múltipares i de primíparas a cada pati.

### 3.5.- EL ROBOT DE MUNYIDA

Totes les vaques presents en l'estudi es munyien amb un SAM (VMS, DeLaval, Sweden). N'hi havia un col·locat a cada pati. La situació d'aquests dins dels patis diferia entre ells. En el pati 1, estava situat a la dreta d'aquest i en el pati 2, el robot es trobava situat al lateral esquerra (Figures 3.11 i 3.12).



**Figura 3.11.-** Situació del robot de munyir dins del pati 1



**Figura 3.12.-** Situació del robot de munyir dins del pati 2

En el punt 1.7.3 de l'introducció, s'expliquen els components d'un robot de munyida.

Aquest model de sistema automàtic de munyida constà de (DeLaval, 2008a):

- Una estació de munyida o box extremadament resistent i que ofereix una perfecta harmonia entre disseny i enginyeria. El braç robotitzat, les portes i l'estructura són d'acer inoxidable (Figura 3.13):
  - La menjadora també és d'acer inoxidable. El pinso es subministra al llarg del temps de munyida per mantenir tranquil·la la vaca. El dispensador va deixant anar pinso de manera gradual mentre la vaca està a dins i té el cap abaixat, quan la vaca aixeca el cap, el sistema deixa de detectar-la i s'atura la baixada de pinso.



**Figura 3.13.-** Box del robot DeLaval, en primer terme el braç hidràulic.

- Un braç hidràulic. Aquest braç és multifuncional i s'ocupa de la preparació dels mugrons abans de la munyida, col·loca les mugroneres, les torna a col·locar si és necessari, alinea el tub de llet i desinfecta els mugrons després de la munyida. Tot i ser un sistema automatitzat, la posada manual de les mugroneres també és possible. El robot detecta quasi instantàniament qualsevol caiguda de mugroneres i inicia la retracció i neteja de la copa abans de reiniciar la col·locació. Fins i tot, la desinfecció de mugrons post-munyida es fa automàticament amb la possibilitat de seleccionar diferents models de treball.
  - El sistema de visualització de mugrons té una càmera òptica equipada amb doble làser que assegura una ràpida i precisa localització dels mugrons; amb la qual cosa s'aconsegueix una posada de les mugroneres molt ràpida (Figura 3.14).
  - Auto-Teach, és un sistema que aquest robot incorpora per millorar el confort i estalviar temps, que li permet localitzar automàticament els mugrons sense necessitat de programar-los manualment.
  - La copa de preparació de mugrons té la seva pròpia línia separada de la línia de llet, d'aquesta manera no hi ha contaminació possible de la llet. Varies tasques estan totalment automatitzades per estalviar temps i mantenir el sistema funcionant en tot moment en condicions higièniques. Totes les copes es netegen per dins i per fora entre cada vaca munyida. Aquesta copa realitza la preparació dels mugrons per a la munyida, Cada mugró és netejat individualment amb aigua tèbia i

aire, estimulat, pre-munyit i eixugat abans de la munyida. Només es necessiten uns segons per a una neteja òptima dels mugrons, el que dóna lloc a una llet de major qualitat i major capacitat de munyida.



**Figura 3.14.-** Càmera del braç del robot “buscant” un mugró

- Una pantalla tàctil proporciona un fàcil control durant la munyida i dóna accés en temps real, a tota la informació necessària com el número de la vaca, flux de llet per quarteró, producció i estat del procés de munyida. També disposa de comptador de cèl·lules somàtiques (RCS) i es pot consultar directament a través de la citada pantalla.
- Una presa de mostres de llet automàtica, tant individual com acumulada. Aquesta eina permet fer la recollida de mostres de llet quinzenal que s'envia al laboratori, per tal de determinar el percentatge de proteïna i greix a la llet.
- Una altra eina interessant és la separació de llet contaminada, en mal estat o amb un alt amb un alt RCS i calostre.
- Un sistema de software de gestió. Aquest complet sistema informàtic li proporciona el control sobre les vaques, els sistemes de munyida, refredament i alimentació i molt més. Es detecten vaques que necessiten atenció, basant-se en llargs intervals de munyida o en problemes en la munyida (alta conductivitat de la llet, alt RCS...). Aquest software també permet ajustar els permisos de munyida a la rutina de la granja.



Aquest aparell incorpora una vertadera munyida per quarterons, amb mesuradors òptics independents que controlen la producció de llet, temps de munyida, conductivitat i nivell de sang en llet.

El sistema integrat de neteja redueix el temps de rentat en un 40%, cosa que incrementa la capacitat de munyida.

En la figura 3.15 s'observa el robot descrit, en funcionament, a la granja Camps i Armet.



**Figura 3.15.-** Robot en funcionament a la granja Camps i Armet

### **3.6.-LA RACIÓ**

Tots els animals rebien la mateixa ració unifeed i el mateix concentrat al SAM (Taula 3.2). A les vaques se'ls donava dues vegades al dia la PMR (ració parcial barrejada) per assegurar un sobrant del 3% sobre l'oferta. A més de la ració PMR, les vaques rebien 3 kg de concentrat durant les visites al robot. La composició del qual és del 50% de tortó de soja al 44% i el 50% restant és de farina de blat de moro.

**Taula 3.2.-** Ingredients de la PMR

| INGREDIENTS                       | Percentatge de matèria seca  |
|-----------------------------------|--|
| Part farratgera de la ració       |  |
| Ensitjat de blat de moro          | 34.50  |
| Alfals/userda sec                 | 12.60  |
| Part de concentrats de la ració   |  |
| Blat de moro                      | 17.70  |
| Farina de soja                    | 11.00  |
| Ordi                              | 4.50   |
| Clofolla de soja                  | 4.50   |
| Gra de cotó sencer                | 4.40   |
| Corn gluten feed                  | 4.40   |
| Blat                              | 2.20   |
| Segones                           | 2.20   |
| Carbonat de Calci                 | 1.50   |
| Clorur de Sodi                    | 0.39   |
| Òxid de Magnesi                   | 0.15   |
| Corrector (vitamines i minerals ) | 0.09<br>3,750 KIU/kg de vitamina A, 1.25 g/kg de<br>Coure, 750 KIU/kg de vitamina D, 10 g/kg<br>de Manganès,<br>2.5mg/kg de vitamina E, 0.1 g/kg de Cobalt<br>, 2.5 g/kg de Ferro, 0.4 g/kg de<br>Iode i 12.5g/kg de Zinc. |

En la taula 3.3 es mostra la composició nutricional de la ració oferta a les vaques, formada per la PMR i el concentrat ofert al robot.

**Taula 3.3.-** Composició nutricional de la ració unifeed i concentrat oferta a les vaques.

| Concepte                             | Valor numèric |
|--------------------------------------|---------------|
| Proteïna bruta %                     | 16.1          |
| Proteïna degradable al rumen % de PB | 68.1          |
| Fibra neutra detergent %             | 33.0          |
| Fibra àcid detergent %               | 18.8          |
| Carbohidrats no fibrosos, %          | 42.5          |
| Energia neta, Mcal/kg                | 1.66          |

**LA DISTRIBUCIÓ DE LA PMR:**

La ració mixta barrejada era repartida dues vegades al dia. Al matí, entre les 8:30h – 9:00h i a la tarda, entre les 15:30h – 16:00h.

Aquesta distribució es fa amb el carro unifeed i aquest deixa l'aliment dins les menjadores. Durant la distribució la rastellera es tanca, perquè si en aquests moments entrés una vaca a menjar, no es podria mesurar bé la seva ingesta. Just després d'haver omplert les balances s'espera uns minuts per a tornar a obrir la rastellera, per tal de deixar temps perquè el pes a la menjadora s'equilibri i la lectura sigui correcta.

**EL DISPENSADOR DE CONCENTRAT EN EL ROBOT:**

La quantitat màxima que dispensa diàriament és de 3 kg. Distribuïts en una mitjana de 2 munyides/vaca. Cada vaca tindrà una disponibilitat de 1.5kg concentrat/munyida. Encara que una vaca acudeixi més de dues vegades al robot, una vegada aquest li ha dispensat els 3 kg de concentrat, no n'hi donarà més.

**3.7.- TEMPORALITZACIÓ DE L'ESTUDI**

La durada del present estudi fou de 7 mesos.

Els tractaments foren aplicats per cada pati sencer com a conseqüència d'un disseny de *cross-over* amb dos períodes i dos tractaments. Els tractaments es van aplicar seguint un disseny *cross-over* amb 2 períodes de 3 mesos cadascun i amb un mes d'adaptació entre el primer i el segon període.

### 3.8.- VALORS OBTINGUTS DURANT L'ESTUDI

Durant aquest estudi, s'han obtingut un seguit de dades a analitzar i d'altres, s'han calculat a partir dels valors enregistrats.

#### 3.8.1.- Valors enregistrats durant l'estudi

- **INGESTA:** Al llarg de l'estudi es varen registrar de manera contínua un seguit de valors relacionats amb aquest concepte, usant un sistema informàtic dissenyat per Bach et al, 2004. Per tal de determinar el comportament alimentari individual es varen registrar els següents valors:

- moment del dia en que la vaca anava a la menjadora.
- freqüència de les visites a la menjadora.
- durada de la ingesta (en minuts).
- posició en l'estable on la vaca menjava (número de menjadora)
- quantitat de PMR consumida a cada visita. El valor enregistrat és en kg de MF (matèria fresca).

Tant la durada de la ingesta com la quantitat de PMR consumida, era un valor enregistrat individualment, però en l'estudi es presenta el valor mitjà obtingut a partir de tots els enregistraments individuals.

- **VISITES AL ROBOT I PRODUCCIÓ LLETERA:** A través del transponder/xip que cada vaca portava penjat en un collar, el robot identificava la vaca que acabava d'entrar i abans i durant la munyida enregistrava un seguit de valors.

Els valors són els següents:

- L'hora del dia (pauta) en que les vaques visiten el robot. Realitzant el recompte de visites/vaca es pot saber el nombre de vegades que una vaca es muny al dia.
- El nombre de vaques acompanyades al robot, així es determina la quantitat de munyides involuntàries que es donen en cada tractament.
- Quantitat de concentrat ingerit en cada visita.
- La producció individual de llet obtinguda a cada munyida.
- La composició de la llet (%proteïna i %greix) era determinada quinzenalment en un laboratori oficial (ALLIC, Cabriils).



Tots aquests enregistraments es feren de manera individual, però en les taules de resultats es discuteix sobre el valor mitjà obtingut a partir dels enregistraments de cada animal.

### 3.8.2.- Càlculs i processament de dades

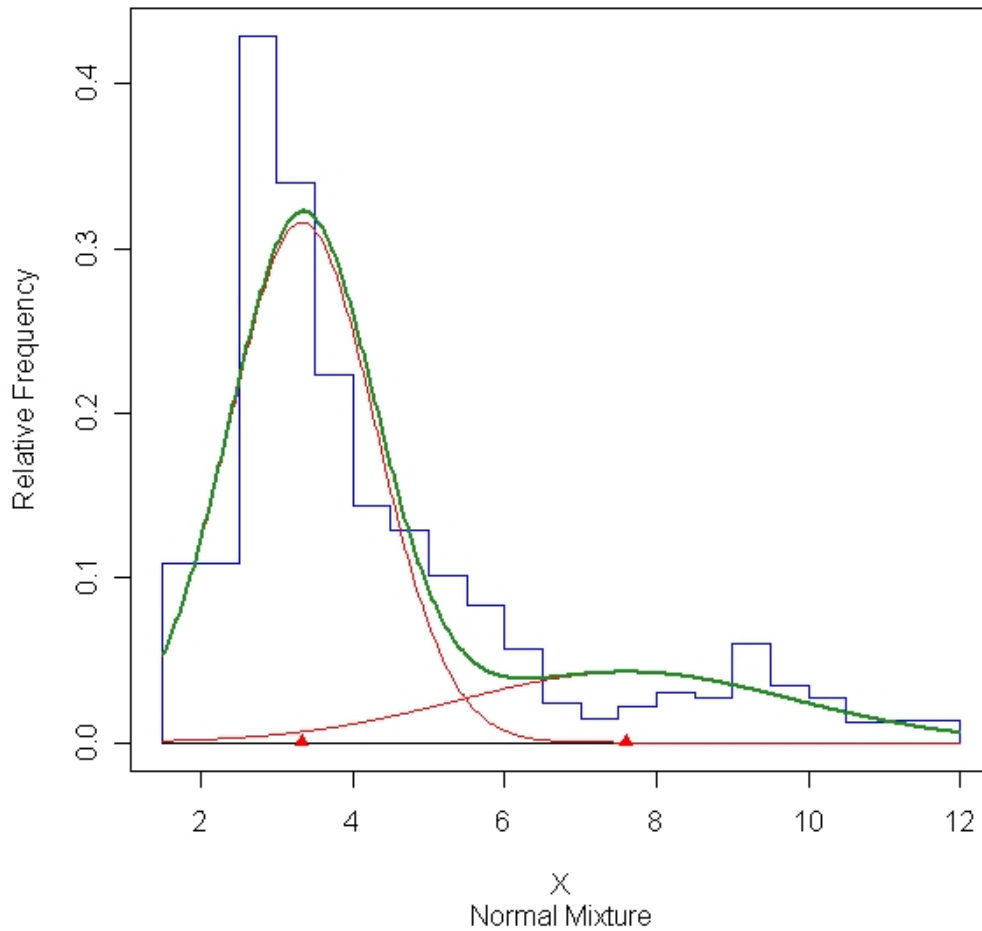
- MEAL CRITERIA: quantitat màxima de temps entre les visites a la menjadora per considerar una visita com part del mateix àpat. Per agrupar visites consecutives en un mateix àpat, es va determinar el criteri d'àpat. Aquest criteri va ser calculat usant un model compost per dues distribucions normals resultants del temps entre visites a la menjadora (expressat com logaritme natural de temps (en segons) per Bach et al. (2006). Bàsicament, es tracta de definir (i separar) dues distribucions. Una que il·lustrarà les visites freqüents a la menjadora (que es consideren part del mateix àpat) i un altra que agruparà les visites més espaiades (que marcaran el començament d'un altre àpat).

El sistema informàtic de les balances genera dos fitxers EXCEL. Es genera una carpeta diària, a cada carpeta hi ha un arxiu/balança. En aquest arxiu hi ha les dades de cada menjadora (kg de MF a diferents hores, animals detectats i hora de la detecció i els kg de MF a l'inici i final de la visita).

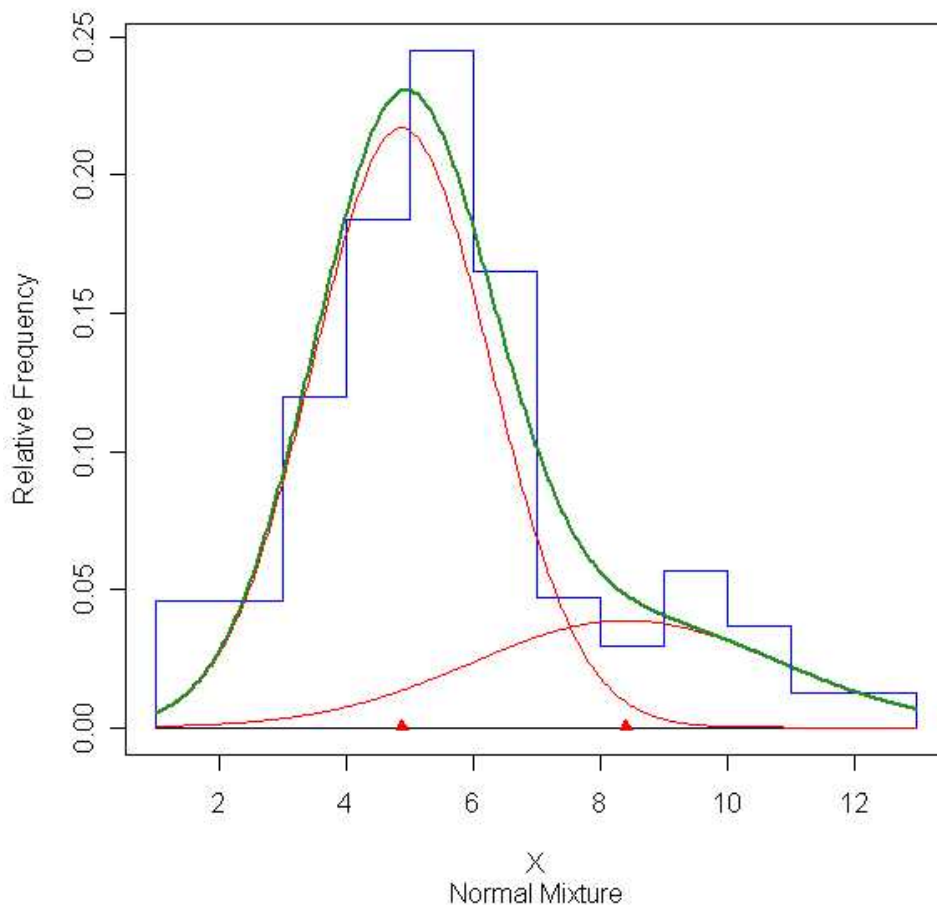
Per tal de calcular el Meal Criteria de cada vaca, al final de l'estudi es va generar un arxiu EXCEL per cada vaca present a l'estudi, on hi constaven un seguit de valors obtinguts a partir del logaritme neperià del temps entre visites (en segons). De tots aquests valors numèrics, els  $< 2.30$  s'eliminaven perquè corresponien a soroll, bàsicament, ja que el sistema electrònic tarda 3.6 segons en fer un recorregut sencer per totes les balances i no té prou precisió per sota de 10 segons ( $\ln 10 = 2.3$ ).

Un cop obtingut l'arxiu EXCEL per a cada vaca present a l'estudi, aquestes dades eren processades amb el programa informàtic R. Aquest programa generava una gràfica (Figures 3.16 i 3.17) per a cada vaca amb dues distribucions (corresponent al interval entre menjades dins d'un àpat i entre àpats), el valor de meal criteria, correspon al punt on les dues corbes (vermelles) es creuen.

Els valors de meal criteria en el període 1 oscil·len entre 4.16 i 7.57, el que equival a durades entre 1 i 32 minuts. En el període 2, l'oscil·lació es troba entre els valors 4.41 i 7.51, el que correspondria a una durada entre 1.5 i 30 minuts.



**Figura 3.16.-** Gràfic obtingut amb R d'una vaca amb un valor de meal criteria mitja ( 5.4 minuts)



**Figura 3.17.-** Gràfica obtinguda amb R d'una vaca amb un valor de meal criterià elevat (7.51 minuts).

- **QUANTITAT DE PMR CONSUMIDA DIÀRIAMENT:** Per tal de poder determinar la quantitat de PMR (kg de MS =matèria seca) ingerida pels animals, diàriament s'agafava una mostra de la ració unifeed (PMR) fresca i una mostra del rebuig del dia anterior i així es podia determinar el contingut de matèria seca de les dues mostres. Llavors assumint que la taxa de pèrdua d'humitat de la PMR al llarg de tot el dia és constant, cada menjada va ser ajustada al pronòstic del contingut de matèria seca corresponents al moment del dia en el que es produïa la menjada. Aquesta determinació és necessària, ja que les balances enregistren la quantitat de MF ingerida a cada àpat.

- **QUANTITAT DE CONCENTRAT INGERIT DIÀRIAMENT:** Aquest valor s'obté a partir de la suma de la quantitat de concentrat ingerit per les vaques en cada visita al robot realitzada al llarg d'un mateix dia.
- **INTERVALS ENTRE MUNYIDES:** Els coeficients de variació setmanals dels intervals entre munyides es van calcular dividint la desviació estàndard dels intervals entre munyides setmanalment per l'interval mitjà setmanal
- **PRODUCCIÓ TOTAL DE LLET DIÀRIA:** Aquest valor s'obté a partir de la suma dels Kg de llet obtinguts a cada una de les munyides realitzades al llarg del dia.
- **PRODUCCIÓ DE LLET CORREGIDA PER L'ENERGIA (ECM):** La producció de llet corregida per l'energia (ECM=Energy Corrected Milk) va ser calculada estandarditzant l'actual producció lletera a continguts de 3.5% de greix i 3.2% de proteïna.  
$$\text{ECM, kg} = (0.3246 \times \text{kg llet}) + (12.86 \times \text{kg de greix a la llet}) + (7.04 \times \text{kg de proteïna a la llet}).$$
- **EFICIÈNCIA LÀCTICA:** es calcula com el quocient entre la llet corregida energètica (ECM) i el consum de matèria seca.

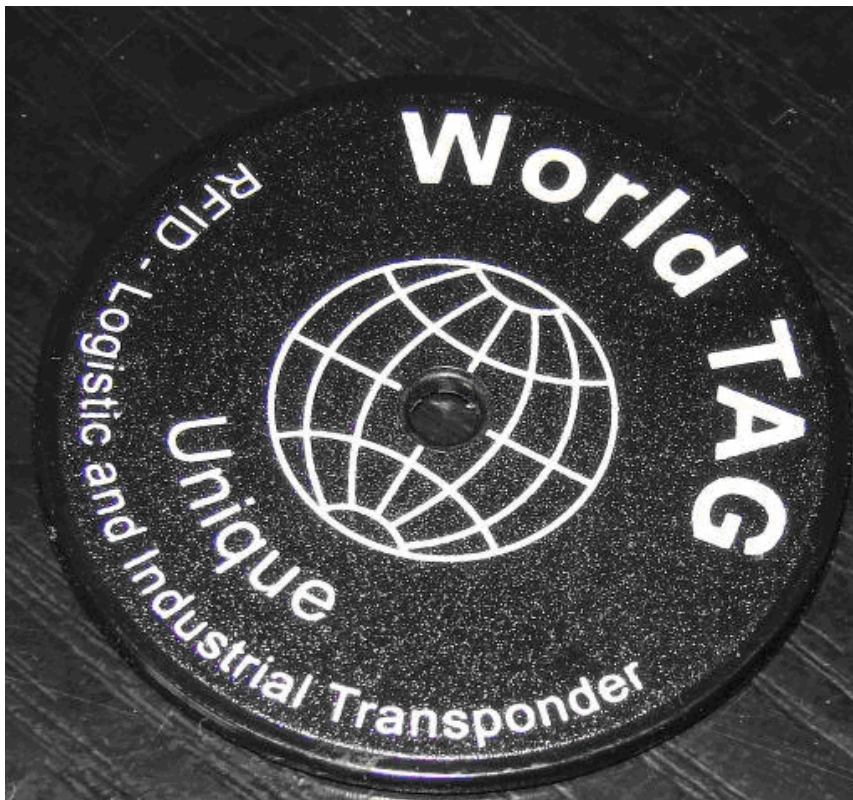
Tota la informació recollida diàriament ( consum, producció, comportament alimentari, visites al robot, etc.) eren resumides per setmanes dins de períodes. L'estat de lactació de cada vaca era classificat en 4 classes ordinals agafant els quartils de la distribució dels dies en llet com a punts de tall de cada categoria de manera que cada tall d'estat de lactació incloïa el 25% de totes les vaques.

### **3.8.3.- Sistemes d' identificació de les vaques per a ser reconegudes pels sistemes informàtics**

XIP: Dispositiu constituït per un circuit integrat, amb les potes de connexió soldades i tot el conjunt convenientment encapsulat

Per tal de fer un correcte enregistrament de dades, cal un sistema informàtic per identificar a cada vaca. Els sistemes d'identificació o lectors de xips/transponders estan situats en el robot de munyida i a la zona d'alimentació.

Cada visita a la zona d'alimentació és monitoritzada per un transponder (Unic; Circontrol, Barcelona, Spain) situat a l'orella dreta de cada vaca, aquest és detectat per un lector de proximitat (CP-15; Circontrol) localitzat a la part superior del costat dret de cada una de les menjadores. Aquesta localització permet la detecció del moment en que una vaca entra i surt de la menjadora, però no proporciona cap senyal quan el cap de la vaca està abaixat menjant. El lector de proximitat CP-15 pot llegir el transponder magnètic a una distància màxima de 15 cm ( Bach et al, 2004).



**Figura 3.18.-** Xip que es col·loca a les vaques perquè puguin ser identificades a la menjadora



**Figura 3.19.-** Xip col·locat a l'orella dreta d'una vaca de la granja de Semega



**Figura 3.20.-** Lector de xips/transponders col·locat en una menjadora.

El robot disposa d'un lector que identifica a cada una de les vaques en el moment d'entrar en el box de munyida i automàticament, a la pantalla tàctil s'observa tota la informació disponible referent a l'animal en qüestió. Cada vaca porta un collar i en aquest hi ha tres nombres quadrats de color taronja, que corresponen al nombre identificatiu de granja, aquest és per facilitar la identificació humana i també hi ha penjat, com si d'una medalla es tractés, el transponder, que és un petit mecanisme electrònic que permet al robot identificar quina vaca acaba d'entrar a munyir-se.





**Figura 3.21.-** Collar d'una vaca amb el transponder penjat i el número de granja

#### 3.8.4.- Tractament estadístic de les dades

La informació ha estat analitzada usant un model lineal mixt amb la vaca com efecte aleatori, i l'efecte fix de la seqüència, període, tipus de tràfic, part (primípara vs múltiples), estadi de lactació, setmana, les interaccions dobles entre el tipus de tràfic (lliure o forçat) i setmana, estadi de lactació i part.

Les setmanes entren en el model com a una mesura repetida usant una estructura de variança-covariança de simetria composta.

Aquestes anàlisis estadístiques es varen dur a terme amb el paquet estadístic SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

Les dades referents al nombre de munyides involuntàries (o les conseqüències d'acompanyar les vaques) es van transformar logarítmicament abans de realitzar l'estadística. Per facilitar la interpretació dels resultats, la informació de les munyides involuntàries és presentada com a mitjanes però el nivell d'importància era obtingut d'una transformació logarítmica.

A més, una regressió de Poisson mixta amb la vaca com efecte aleatori per dades longitudinals amb la setmana de lactació com a mesura repetida, el temps passat entre que una vaca deixa el SAM i la primera visita a la menjadora és una variable

dependent, i el tipus de tràfic (lliure o forçat) com una variable independent es va fer amb Stata (Stata corporation, 2007).



## 4.-RESULTATS I DISCUSSIÓ

En el comportament alimentari a les menjadores de vaques munyides amb un sistema de munyida automàtica en una situació de tràfic lliure o tràfic forçat s'observen diferències molt significatives en els valors obtinguts en els dos tractaments (taula 4.1), pel que fa al nombre d'àpats diaris, essent molt més elevat en el cas del tràfic lliure, on els animals mengen una mitjana de 10.1 vegades/dia, mentre en el tràfic forçat, aquest valor és de 6.6. En aquest estudi, es reafirma, el fet que si les vaques poden visitar l'àrea d'alimentació lliurement, tendeixen a alimentar-se de 7 a 10 vegades al dia (Pirkelmann, 1992), tot i que després visiten menys cops al dia el SAM al tardar més temps a passar a través del robot; aquest fet es pot constatar amb les dades exposades en la taula 4.4, on es mostra que les munyides voluntàries són inferiors en el cas del tràfic lliure (2.2 munyides/dia) en relació al tràfic forçat (2.5 munyides/dia).

**Taula 4.1.-** Comportament alimentari a les menjadores de vaques munyides amb un sistema de munyida automàtica en una situació de tràfic lliure o tràfic forçat.

| Paràmetre                                  | Tractament    |               | SE   | Valor P |
|--|---------------|---------------|------|---------|
|  | Tràfic lliure | Tràfic forçat |      |         |
| Temps total de menjada, min/d <sup>1</sup> | 168           | 147           | 8.97 | 0.190   |
| Ritme d'ingesta g/min                      | 190           | 209           | 7.56 | 0.860   |
| Nombre d'àpats diaris                      | 10.1          | 6.6           | 0.30 | <0.001  |
| Durada dels àpats, minuts                  | 15.7          | 20.4          | 0.65 | <0.001  |
| Grandària d'àpat, kg de MS/àpat            | 1.8           | 2.7           | 0.09 | <0.001  |

<sup>1</sup> No té en compte el consum de concentrat al SAM (Sistema de munyida robotitzada)

El ramat que està en un pati amb un disseny de tràfic lliure visita 3.5 vegades més al llarg del dia la zona d'alimentació que el ramat que està en el pati amb un disseny de tràfic forçat, el que constata l'exposat en l'estudi de Rodenbourg i Wheeler (2002), que conclou que l'estratègia d'alimentació aplicada en el ramat i en el disseny del SAM ha de incidir en l'efecte en el tràfic de les vaques i el nombre de visites voluntàries a la zona d'alimentació, igual que en el treball d'Harms et al. (2002) on s'arriba a la conclusió que el grau de control sobre el tràfic de les vaques té efectes en el número de visites voluntàries a la zona d'alimentació. Quan les vaques es poden moure

lliurement per l'estable passen més temps a la zona d'alimentació, però normalment el nombre de munyides no és satisfactori, doncs es considera que el nombre de munyides desitjable en sistemes de munyida SAM és de 2.5. Quan les vaques només poden entrar a la zona d'alimentació a través de la unitat de munyida, hi ha més freqüència de munyides però un insatisfactori nombre d'àpats per vaca (Ketelaar-de Lauwere et al, 1998; Thune, 2000).

Les diferències entre els dos tractaments són molt significatives ( $p < 0.001$ ) en el cas de la durada i la grandària dels àpats. En la durada dels àpats hi ha una diferència de 4.7 minuts entre els dos tractaments; en el tràfic lliure, la durada és de 15.7 minuts, mentre que en el tràfic forçat és de 20.4 minuts. Tot i aquesta diferència en la durada de cada àpat, en el temps total diari emprat menjant no s'observa cap diferència important, 168 minuts en tràfic lliure i 147 minuts en tràfic forçat. La grandària dels àpats, calculada en Kg de MS/àpat, dona una diferència significativa en els valors obtinguts en els dos tractaments ja que els animals que estan en situació de tràfic lliure ingereixen 0.9 kg menys de matèria seca en cada àpat que les vaques que estan sota situació de tràfic forçat. Les vaques en situació de tràfic forçat ingereixen 2.7 kg MS/àpat i per contra, les vaques en situació de tràfic lliure ingereixen 1.8 kg MS/àpat. Tot i aquesta diferència significativa, en el ritme d'ingesta no s'observen diferències importants (190g/min en el tràfic lliure i 209 g/min en el tràfic forçat). Aquesta diferència s'explicaria pel fet que les vaques en tràfic forçat realitzen menys visites a la menjadora (tal com es descriu a la taula 4.1), per la qual cosa el temps d'ingesta en aquestes visites és superior.

Amb aquest seguit de dades exposades es pot constatar, que en aquest estudi, igual que en l'estudi d'Hermans et al. (2003), el disseny del SAM influeix al temps que les vaques dediquen a menjar cada dia, tot i que la diferència no és significativa. El temps destinat a menjar divergeix en 19 minuts entre els dos tractaments; les vaques en el tractament 1 mengen durant menys estona que en el tractament 2.

En la taula 4.2. es mostren les dades referents al consum de matèria seca de vaques munyides amb SAM influenciat pel tipus de tràfic imposat a les vaques. En els paràmetres analitzats no s'observa cap diferència significativa pel que fa als valors obtinguts en els dos tractaments, ja sigui en situació de tràfic forçat o de tràfic lliure. El consum de la PMR en tràfic lliure ascendeix fins a 18.6 kg MS/dia, mentre que en el cas del tràfic forçat, aquest valor és de 17.9. Aquesta diferència de matèria seca ingerida es dona en la PMR ingerida diàriament, ja que la quantitat de concentrat consumida al SAM és igual per als dos tractaments (2.5 kg/dia), en aquest paràmetre

no s'esperaven diferències, perquè tot i que el sistema està programat perquè la quantitat màxima dispensada sigui de 3 kg/dia, des de l'entrada en funcionament del SAM en aquesta granja, els animals mai han arribat a ingerir la quantitat màxima, en condicions normals, situant-se el consum entre els valors de 2.4-2.6 kg concentrat/dia. Els resultats obtinguts pel que fa consum de matèria seca concorden amb els descrits a la taula 4.1, doncs les vaques en tràfic lliure passen més temps a la zona d'alimentació, la qual cosa permet un major consum de PMR.

**Taula 4.2.-** Consum de matèria seca de vaques munyides amb un sistema de munyida automàtica influenciat pel tipus de tràfic imposat a les vaques.

| Paràmetre  | Tractament    |               | SE   | P-value |
|--|---------------|---------------|------|---------|
|  | Tràfic lliure | Tràfic forçat |      |         |
| PMR <sup>1</sup> , kg de MS/d                          | 18.6          | 17.9          | 0.61 | 0.24    |
| Consum de concentrat al SAM <sup>2</sup><br>kg de MS/d | 2.5           | 2.5           | 0.04 | 0.99    |
| Consum total de matèria seca, kg/d                     | 21.1          | 20.4          | 0.58 | 0.22    |

<sup>1</sup> PMR= ració parcial barrejada

<sup>2</sup> SAM= sistema automàtic de munyida

En la taula 4.3 es mostren les dades referents a la producció lletera i s'observa que les vaques en situació de tràfic forçat produeixen més llet numèricament, però de pitjor qualitat que les vaques en situació de tràfic lliure. Tot i que els valors obtinguts no mostren diferències significatives entre ells, en tràfic lliure les vaques produeixen 1.1 kg de llet menys per dia però de més qualitat. En tràfic lliure la producció lletera és de 29.8 kg/dia i en tràfic forçat és de 30.9 kg/dia. L'increment de producció lletera tampoc és significatiu quan es mesura com a ECM (1.42 vs 1.46 en tràfic lliure i forçat respectivament).

Pel que fa a la composició de la llet, s'observa una diferència significativa en el % de proteïna; el percentatge de proteïna a la llet produïda per vaques en tràfic lliure és de 3.38 i en la llet produïda per vaques en tràfic forçat és de 3.31. En el percentatge de greix, s'observen diferències però no significatives, entre els valors obtinguts en els dos tractaments, ja que el percentatge de greix en tràfic forçat és 0.21% més baix que en el tràfic lliure. Les vaques en una situació de tràfic lliure produeixen una llet molt grassa (3.65% greix a la llet) mentre que en tràfic forçat, sols s'obté un 3.44%.

En l'estudi d'Hermans et al. (2003) on la comparació era entre una situació de tràfic semi-forçat i una de forçat, la producció lletera del ramat va ser significativament més baixa en la situació de tràfic semi-forçat comparada amb la situació de tràfic forçat. I salvant les distàncies, en aquest estudi es repeteixen els resultats, els animals amb accés a la PMR sense restriccions produeixen menys kg de llet.

**Taula 4.3.-** Producció de llet de vaques munyides amb un sistema de munyida automàtica influenciada pel tipus de tràfic imposat a les vaques.

| Paràmetre                          | Tractament    |               | SE    | Valor P |
|------------------------------------|---------------|---------------|-------|---------|
|                                    | Tràfic lliure | Tràfic forçat |       |         |
| Producció lletera, kg/d            | 29.8          | 30.9          | 0.785 | 0.32    |
| Contingut de greix a la llet, %    | 3.65          | 3.44          | 0.078 | 0.06    |
| Contingut de proteïna a la llet, % | 3.38          | 3.31          | 0.022 | 0.05    |
| Eficiència làctica                 | 1.42          | 1.46          | 0.060 | 0.65    |

Les dades relatives al nombre de munyides de les vaques pels dos tractaments (taula 4.4) mostren que les diferències entre les dades obtingudes per als dos tipus de tràfic són significatives ( $p < 0.001$ ). Pel que fa al nombre de munyides diàries totals, en tràfic lliure s'assoleixen 2.2 munyides/dia, de les quals 1.7 són voluntàries, mentre que en tràfic forçat, el nombre de munyides totals és de 2.5 munyides/dia, de les quals 2.4 són voluntàries.

Ketelaar- de Lauwere et al (1998) conclogueren que el tràfic forçat de les vaques era millor per garantir la necessària freqüència de visites al SAM i els resultats exposats en la taula 4.4 així ho confirmen. En una situació de tràfic forçat el nombre total de munyides diàries és més elevat que en una situació de tràfic lliure. Essent el 96.0% d'aquestes voluntàries. Per contra, en una situació de tràfic lliure, el percentatge de munyides voluntàries descendeix fins a un 77.3%. El fet que les vaques en el tràfic forçat hagin de passar obligatòriament per la unitat de munyida per accedir a l'aliment, fa que el nombre de visites al robot sigui més gran en aquesta situació. L'associació amb una oportunitat de menjar pot motivar a les vaques a visitar el robot de munyida més freqüentment (Wagner-Storch i Palmer, 2003), evidència que es confirma en el present estudi, ja que el fet que en una situació de tràfic forçat hi hagi més munyides voluntàries que en una situació de tràfic lliure, ve motivat per l'obligació de passar pel box de munyida quan tenen gana o set, en canvi, quan aquests animals no tenen aquesta obligatorietat, el nombre de munyides voluntàries descendeix notablement.

Els animals es mouen molt més per la necessitat d'aliment que per la necessitat d'ésser munyides.

Alguns estudis conclouen que el moviment voluntari de les vaques cap al SAM no és completament satisfactori en els sistemes actuals fins i tot si s'ofereix concentrat al robot de munyida (Metz-Stefanowska et al., 1992), afirmació que es constata en la situació de tràfic lliure, on el nombre de munyides diàries assolit (2.2 munyides/dia) està per sota del que seria considerat un valor satisfactori de munyides/diàries amb un sistema automàtic de munyida (2.5 munyides/dia).

En el tràfic forçat es redueix notablement la necessitat d'acompanyar les vaques fins al SAM, així que el valor de munyides involuntàries en aquest tràfic és molt proper a zero. Pel que fa al nombre de munyides involuntàries, en tràfic lliure aquest valor és de 0.5 munyides involuntàries/dia, mentre que en el tràfic forçat aquest valor descendeix fins a 0.1 munyides involuntàries/dia, per aquest fet, en l'estudi de Ketelaar-de Lauwere et al. (1998) es conclou que des del punt de vista dels grangers, pot ser millor la instal·lació d'un sistema de tràfic forçat en un estable amb SAM perquè el nombre de visites al robot per vaca pot ser garantit més fàcilment. Els grangers arriben a aquesta conclusió perquè al veure reduït el nombre de vaques que han d'acompanyar a munyir-se, es redueix molt la seva feina diària i es minimitza el temps diari destinat a la munyida, podent dedicar-lo a altres tasques, un dels punts més motivadors a l'hora d'instal·lar un sistema automàtic de munyida. Aquesta opinió és confirmada per Devir (1995), encara que ell fa notar que fins i tot amb el tràfic forçat hi poden haver vaques que no visiten el SAM el suficient, especialment quan les altes freqüències de munyida ho requereixen.

El grau de motivació de les vaques per entrar a la unitat de munyida és crucial per l'eficient tràfic de les vaques. Prescott et al (1998) conclouen que la motivació per menjar és un incentiu fort per atreure les vaques cap a la unitat de munyida en un estable amb SAM, mentre que la motivació per ser munyides és més fluixa i altament variable entre vaques, conclusió a la qual també s'arriba en aquest estudi.

L'observat en el present estudi, no va en el mateix sentit que l'exposat en el treball de Melin et al. (2005b), on s'exposava que la motivació de les vaques per ser munyides és quasi tant forta com la motivació per menjar, ja que en el present estudi es constata que el nombre de munyides voluntàries en el tràfic forçat és superior degut al desig d'alimentar-se d'aquests animals.

**Taula 4.4.-** Nombre de munyides diàries voluntàries, involuntàries i totals de vaques munyides amb un sistema automàtic de munyida, sota una situació de tràfic lliure o tràfic forçat.

| Paràmetre                  | Tractament    |               | SEM   | Valor P |
|----------------------------|---------------|---------------|-------|---------|
|                            | Tràfic lliure | Tràfic forçat |       |         |
| Munyides totals/dia        | 2.2           | 2.5           | 0.040 | <0.001  |
| Munyides involuntàries/dia | 0.5           | 0.1           | 0.030 | <0.001  |
| Munyides voluntàries/dia   | 1.7           | 2.4           | 0.064 | <0.001  |

## 5.- CONCLUSIONS

1. El tràfic forçat en sistemes de munyida automàtica no millora la producció lletera del bestiar vaquí de llet, de fet aquesta producció augmenta numèricament però la qualitat de la llet disminueix.
2. El nombre de munyides voluntàries i totals era millor amb tràfic forçat que amb tràfic lliure i el nombre de munyides involuntàries fou més elevat en el tràfic lliure.
3. El tràfic forçat en sistemes de munyida automàtica redueix la necessitat d'anar a buscar les vaques, però canvia el comportament d'alimentació.
4. El total de matèria seca ingerida va ser numèricament més baix i la producció de llet, numèricament més alta amb tràfic forçat que amb tràfic lliure.
5. El contingut de greix a la llet tendia a ser més baix i la proteïna lletera era significativament més baixa amb el tràfic forçat que amb el tràfic lliure.
6. El nombre de menjades fou més baix mentre que la durada i la grandària d'aquestes fou més gran amb el tràfic forçat que amb el tràfic lliure.

## 6.- BIBLIOGRAFIA

- Albright, J.L. 1993. Nutrition, feeding and calves. Feeding behavior of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 76, 485-498.
- Bach, A., Iglesias C., and Busto, I. 2004. Technical note: a computerized system for monitoring feeding behavior and individual feed intake of dairy cattle in loose-housed conditions. *J. Dairy Sci.* 87:4207–4209.
- Bach, A., and Busto, I. 2005. Effects on milk yield of milking interval regularity and teat cup attachment failures with robotic milking systems. *J. Dairy Res.* 72: 101–106.
- Bach, A., Iglesias C., Devant M., and Ràfols, N. 2006. Performance and feeding behavior of primiparous cows loose housed alone or together with multiparous cows. *J. Dairy Sci.* 89:337–342.
- Bach, A., Iglesias, C., Calsamiglia, S. and Devant, M. 2007. Effect of amount of concentrate offered in automatic milking systems on milking frequency, feeding behavior, and milk production of dairy cattle consuming high amounts of corn silage. *J. Dairy Sci.* 90:5049-5055.
- Baile, C.A. and Della-Fera, M.A. 1981. Nature of hunger and satiety control systems in ruminants. *J. Dairy Sci.*, 64, 1140-1152.
- Baile, C.A. and Mayer, J. 1970. Hypothalamic centres: feedback and receptor sites in the short-term control of feed intake. In: A.T. Phillipson (ed.) *Physiology*



of digestion and metabolism in the ruminant, Oriel Press: Newcastle Upon Tyne, England.

- Buxadé Carbó, C. 2002. El ordeño en el ganado vacuno. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-Barcelona-Mèxic. 1a edició
- COAG, 2006. Anuario 2006 COAG, Situación Actual Sector Lácteo. Consulta interactiva a:  
[http://www.coag.org/rep\\_ficheros\\_web/8db3f831b53da8cdd0b6c7d8fc91b989.pdf](http://www.coag.org/rep_ficheros_web/8db3f831b53da8cdd0b6c7d8fc91b989.pdf)
- CONAFE. Revista Frisona, Raza Frisona. Consulta interactiva a:  
<http://www.feagas.es/asociaciones/vacuno/frisona.htm>
- Cubicles. Consulta interactiva a:  
[http://www.jesusalmau.cat/02\\_catala/02 equipaments\\_ca/granges\\_ca.htm](http://www.jesusalmau.cat/02_catala/02 equipaments_ca/granges_ca.htm)
- DeLaval, 2008. Consulta interactiva a:  
[http://www.delaval.es/Products/AutomaticMilking/DeLaval-VMS/Planning-the-cow-traffic/default.htm?wbc\\_purpose=Basi](http://www.delaval.es/Products/AutomaticMilking/DeLaval-VMS/Planning-the-cow-traffic/default.htm?wbc_purpose=Basi)
- DeLaval, 2008a. Consulta interactiva a:  
[http://www.delaval.es/Products/AutomaticMilking/DeLaval-VMS/DeLaval-VMS-in-detail/default.htm?wbc\\_purpose=Basi](http://www.delaval.es/Products/AutomaticMilking/DeLaval-VMS/DeLaval-VMS-in-detail/default.htm?wbc_purpose=Basi)
- Devir, S., Ipema, A. H. and Huijsmans, P. J. M. 1993. Automatic milking and concentrates supplementation system based on the cows' voluntary visits. In: Livestock Environment IV. P 195. Am. Soc. Agric. Eng., Coventry, England.

- Devir, S. 1995. The dairy control and management system in the robotic milking farm. PhD Thesis, Wageningen Agricultural University, 95 pp.
- Devir, S., Maltz, E., Metz, J. H. M. 1996. Strategic management planning and implementation at the milking robot dairy farm. *Computers and Electronics in Agriculture* 17 (1997) 95-110. Elsevier Science B.V.
- Devir, S., Renkema, J. A., Huirne, R. B. M. and Ipema, A. H. 1993. A new dairy control and management system in the automatic milking farm: basic concept and components. *J. Dairy Sci.*, 76: 3607-3616.
- Dowden, D. R, and Jacobson, D .R. 1960. Inhibition of appetite in dairy cattle by certain intermediate metabolites. *Nature*, 188, 148-149.
- Erdman, R. A., and Varner, M. 1995. Fixed yield responses to increased milking frequency. *J. Dairy Sci.* 78:1199-1203.
- FAO, 2004. Dades de FAOSTAT sobre vaquí de llet. Consulta interactiva a: [http://fao.org/waicent/portal/statistics\\_es.asp](http://fao.org/waicent/portal/statistics_es.asp)
- FAO, 2006. Dades de FAOSTAT sobre vaquí de llet. Consulta interactiva a: [http://fao.org/waicent/portal/statistics\\_es.asp](http://fao.org/waicent/portal/statistics_es.asp)
- FEFRIC, 2006. Resultats del control lleter 2006 a Catalunya. Consulta interactiva a: <http://www.fefric.com/Resum2006.htm>
- Forbes, J.M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International, Wallingford, UK.
- Forbes, J.M. 1998. Dietary awareness. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 57, 287-297.
- Forbes, J.M. and Kyriazakis, I. 1995. Food preferences in farm animals: why don't they always choose wisely? *Proceeding of the nutrition society*, 54, 429-440.

- Grant, R. J. 1999. Management eye on the cow: Taking advantage of cow behavior. Page 39 in Proc. Tri-State Dairy Management Conference. November 10-11, Fort Wayne, IN.
- Grant, R. J. 2004. Incorporating dairy cow behavior into management tools. W.H, Miner Agricultural Research Institute. Chazy, New York.
- Halachmi, I., Ofir, S. and Miron, J. 2005. Comparing two concentrate allowances in an automatic milking system. *Anim. Sci.* 80:339–344.
- Harms, J., Wendl, G., and Schön, H. 2001. Untersuchungen zum Einfluss verschiedener Umtriebsformen auf das Tier- und Melkverhalten beim automatischen Melken [Influence of different forms of cow traffic on the animal and milking behavior in automatic milking systems]. Pages 236–241 in Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2001. Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, ed. [Conference: Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming, in German with English summary], Hohenheim, Germany.
- Harms, J., Wendl, G. and Schön, H. 2002. Influence of cow traffic on milking and animal behaviour in a robotic milking system. Pages II-8-II-14 in Proc. 1st North Am. Conf. Robotic Milking. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands.
- Hermans, G.G.N., Ipema, A.H., Stefanowska, J., and Metz, J.H.M. 2003. The effect of two traffic situations on the behavior and performance of cows in an automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 86: 1997-2004.
- Hillerton, J. E. and Winter, A. 1992. The effects of frequent milking on udder physiology and health. In: *Prospects for Automatic Milking*. EAAP Publ. No. 65. p 201. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.

- Hinde, R.A. 1970. Animal behaviour: A synthesis of ethology and comparative psychology (Second Edition). New York: McGraw-Hill.
- Hogeveen, H., Meijering, A. 2002. Caja, G., López, J. (coordinadores edición española) El ordeño robotizado: Ponencias del simposio internacional celebrado en Lelystad, Países Bajos en Agosto del 2000. Editorial Agrícola Española S.A.
- Hogeveen, H., Mathijs, E., Heemskerk, K. 2004. Motivations of Dutch farmers to invest in an automatic milking system or a conventional milking parlour. In: Automatic Milking: A Better Understanding. Conference Proceedings, Lelystad, Netherlands, March 2004.
- Hogewerf, P. H., Huijsmans, P. J. M., Ipema, A. H., Janssen, T., Rossing, W., Lippus, A. C., and Metz, J. H. M. 1992. Observation of automatic teat cup attachment in an automatic milking system. In: Prospects for Automatic Milking. EEAP Publ. No. 65. p 80. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Ipema, A. H. and Benders, E. 1992. Production, duration of machine milking and teat quality of dairy cows milked 2, 3 or 4 times daily with variable intervals. In: Prospects for Automatic Milking. EAAP Publ. No. 65. p 244. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Jagtenberg, C. J. And Van-Scheppingen, A. T. J. 1994. Dieren selecteren op AMS. Inpasbaarheid automatisch melksysteem stelt eisen aan de Koe. Landbouwmechanisatie 45:43.
- Janowitz, H.D. and Grossman, M.I. 1949. Some factors affecting the food intake of normal dogs and dogs with esophagostomy and gastric fistula. Amer. J. Physiol., 169, 143-148.
- Ketelaar-de Lauwere, C. C., Ipema, A. H., Lippus, A. C., Metz, J. H. M. And Rossing, W. 1992. The use of a selection unit for automatic milking: Consequences for cow behaviour and welfare. In: Prospects for Automatic Milking. EEAP Publ. No. 65. p 270. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.

- Ketelaar-de Lauwere, C. C., Hendriks, M. M. W.B., Metz, J. H.M. and Schouten, W. G. P. 1998. Behaviour of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system environment. *Applied Animal Behaviour Science* 56 (1998) 13-28. Elsevier Science B.V.
- Kraly, F.S. and Swith, G.P. 1978. Combined pregastric and gastric stimulation by food is sufficient for normal meal size. *Physiol. Behav.*, 21, 405-408.
- La vaca. Aparell digestiu. Consulta interactiva a:  
<http://lavaca.funpic.org/docs/anatomia.php>
- Le Magnen, J. 1985. *Hunger*. Cambridge University Press.
- Lindström, T. 2000. Feeding behaviour in dairy cows; motivational aspects. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. Department of animal nutrition and management. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria* 250.
- MAPA, 2008. Base de dades estadístiques del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Consulta interactiva a:  
<http://www.mapya.es/es/ganaderia/ganaderia.htm>
- Manteca, X. 2006. Comportamiento de Alimentación del bovino lechero. Facultat de Veterinaria-UAB. Consulta interactiva a:  
[http://www.produccionbovina.com/etologia\\_y\\_bienestar\\_en\\_bovinos/02-comportamiento\\_alimentacion.htm](http://www.produccionbovina.com/etologia_y_bienestar_en_bovinos/02-comportamiento_alimentacion.htm)
- Marchal, P., Wallian, G., Rault, G., Collewet, C. and Bucklin, R. 1994. Investigations on the behaviour of dairy cows during robotic milking. In: *Dairy Systems for the 21st Century*. ASAE Publ. No. 02-94. p. 415. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.

- Melin, M., Wiktorsson, H. and Norell, L. 2005a. Analysis of feeding and drinking patterns of dairy cows in two cow traffic situations in automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 88:71-85.
- Melin, M., Hermans, G.G.N., Pettersson, G. and Wiktorsson, H. 2005b. Cow traffic in relation to social rank and motivation of cows in an automatic milking system with control gates and an open waiting area. *Applied Animal Behaviour Science* 96 (2006) 201-214. Elsevier B.V.
- Melin, M., Pettersson, G., Svennersten-Sjaunja, K. and Wiktorsson, H. 2007. The effects of restricted feed access and social rank on feeding behavior, ruminating and intake for cows managed in automated milking systems. *Appl. Anim. Behaviour. Sci.* 197:13-21.
- Metz, J.H.M. 1985. The reaction of cows to short-term deprivation of lying. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 13:310
- Metz-Stefanowska, J., Ketelaar-de Lauwere, C. C., Ipema, A. H. and Huijsmans, P. J. M. 1992. Mogelijkheden om het koeverkeer te beïnvloeden ten behoeve van het automatisch melken [Influencing cow traffic for the purpose of automatic milking]. IMAG-DLO report 92–13, Wageningen, The Netherlands.
- Metz-Stefanowska, J., Ipema A. H., Ketelaar-de Lauwere C.C., and Benders, E. 1993. Feeding and drinking strategy of dairy cows after the introduction of one-way traffic into the loose housing system, in the context of automatic milking. In: *Livestock Environment IV*. P 319. Am. Soc. Agric. Eng., Coventry, England.
- Olofsson, J. 1999. Competition for total mixed diets fed for ad libitum intake using one or four cows per feeding station. *J. Dairy Sci.* 82:69-79

- Pallissera, M. 2004. Millora de la qualitat de la llet crua. No publicat.
- Pirkelmann, H. 1992. Feeding strategies and automatic milking. Pages 289-295 in prospects in for automatic milking. A.H. Ipema, A.C. Lippus, J.H.M. Metz, and W. Rossing, eds. Proc. Int. Symp. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen.
- Prescott, N.B. 1996. Dairy cow behaviour and automatic milking. Ph. D. Thesis. Bristol University, United Kingdom, 290 pp.
- Prescott, N. B., Mottram, T. T. and Webster A. J. F . 1998. Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. Appl. Anim. Behav. Sci. 57:23-33.
- Provenza, F. D. and Balph, D.F. 1987. Diet learning by domestic ruminants: theory, evidence and practical implications. Appl. Anim. Behav. Sci., 18, 211-232.
- Rodenburg, J., and Wheeler, B. 2002. Strategies for incorporating robotic milking into north American herd management. Pages III-18-III-32 in Proc. 1st North Am. Conf. Robotic Milking. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands.
- Ruckebush, Y. et Bueno, L. 1970. Étude electropolygraphique et comportementale des états de veille et de sommeil chez la vache (Bos Taurus). Ann Rech Vet. 1:41-62
- Schön, H., Artmann, H. and Worstorff, H. 1992. The automatic of milking as a key issue in future oriented dairy farming. In: A. H. Ipema, A.C. Lippus, J.H.M. Metz and W. Rossing (Editors), Proc. Int. Symp. Prospects for Dairy Milking, 23-25 November 1992, Wageningen. EAAP Publ. No. 65, Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp. 7-22.
- Simkins, K.L., Suttie, J.W., and Baumgard, B.R. 1965. Regulation of food intake in ruminants. 4. Effects of acetate, propionate, butyrate, and glucose on voluntary food intake in dairy cattle. J. Dairy Sci., 48, 1635-1642.

- Sonck, B.R, 1995. Labour research on automatic milking with a human-controlled cow traffic. *Neth. J. Agric. Sci.*, 43: 261-285.
- Speroni, M., Pirlo, G. and Lolli, S. 2006. Effect of automatic milking systems on milk yield in a hot environment. *J. Dairy Sci.* 89:4687-4693
- Svennersten-Sjaunja, K. M., and Pettersson, G.. 2008. Pros and cons of automatic milking in Europe. *J. Anim. Sci.* doi:10.2527/jas.2007-0527. In press.
- Thune, R.Ö., 2000. Kutrafikk i fjøs med automatisk melking. M.Sc. Thesis. The Agricultural University of Norway, Institutt for Tekniske Fag Ås. Department of Animal Nutrition and Management, Norway, and the Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Toates, F. 1980. *Animal behavior; A systems approach*. New York: John Wiley & Sons.
- Toates, F. 1986. *Motivational systems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Torres, E. 2006. Situació i problemàtica del sector lleter a Catalunya. UAB.  
Disponible a :  
<http://minnie.uab.es/~veteri/21266/SITUACIO%20I%20PROBLEMATICA%20DEL%20SECTOR%20LLETER%20A%20CATALUNYA.pdf>
- Uetake, K., Hurnik, J.F. and Johnson, L. 1997. Behavioral pattern of dairy cows milked in a two-stall automatic milking system with a holding area. *J. Anim. Sci.* 75: 954-958.



- Wagner-Storch A.M., Palmer, R.W., 2003. Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus an automatic milking system. J. Dairy Sci. 86:1494-1502

## 7.- ANNEXOS

## 7.1.- VALORS DE MEAL CRITERIA DE LES DIFERENTS

## VAQUES

**Taula 7.1.-** Valor de meal criteria obtingut en el període 1. Ordenat del valor més baix al més alt.

| Vaca | Període | Meal criteria | En minuts  | En segons   |
|------|---------|---------------|------------|-------------|
| 407  | 1       | 4.16480       | 1.07299675 | 64.3798052  |
| 409  | 1       | 4.19120       | 1.10170110 | 66.1020659  |
| 260  | 1       | 4.63960       | 1.72504897 | 103.5029381 |
| 295  | 1       | 4.63960       | 1.72504897 | 103.5029381 |
| 339  | 1       | 4.74510       | 1.91698845 | 115.0193069 |
| 275  | 1       | 4.90330       | 2.24556113 | 134.7336680 |
| 280  | 1       | 4.90330       | 2.24556113 | 134.7336680 |
| 381  | 1       | 4.95600       | 2.36707600 | 142.0245599 |
| 391  | 1       | 4.98240       | 2.43039899 | 145.8239395 |
| 351  | 1       | 5.00880       | 2.49541597 | 149.7249584 |
| 300  | 1       | 5.01320       | 2.50641999 | 150.3851996 |
| 277  | 1       | 5.03520       | 2.56217226 | 153.7303356 |
| 399  | 1       | 5.03520       | 2.56217226 | 153.7303356 |
| 311  | 1       | 5.06150       | 2.63045132 | 157.8270795 |
| 479  | 1       | 5.06150       | 2.63045132 | 157.8270795 |
| 288  | 1       | 5.08790       | 2.70082002 | 162.0492012 |
| 344  | 1       | 5.10000       | 2.73369845 | 164.0219073 |
| 317  | 1       | 5.11430       | 2.77307119 | 166.3842712 |
| 247  | 1       | 5.16700       | 2.92313140 | 175.3878838 |
| 394  | 1       | 5.16700       | 2.92313140 | 175.3878838 |
| 225  | 1       | 5.19340       | 3.00132974 | 180.0797845 |
| 318  | 1       | 5.19340       | 3.00132974 | 180.0797845 |
| 358  | 1       | 5.19340       | 3.00132974 | 180.0797845 |
| 438  | 1       | 5.19340       | 3.00132974 | 180.0797845 |
| 518  | 1       | 5.19340       | 3.00132974 | 180.0797845 |
| 410  | 1       | 5.21540       | 3.06809067 | 184.0854404 |
| 296  | 1       | 5.21980       | 3.08162002 | 184.8972009 |
| 353  | 1       | 5.23850       | 3.13978849 | 188.3873094 |
| 428  | 1       | 5.24620       | 3.16405818 | 189.8434908 |
| 265  | 1       | 5.26150       | 3.21284050 | 192.7704302 |
| 435  | 1       | 5.26150       | 3.21284050 | 192.7704302 |
| 519  | 1       | 5.27250       | 3.24837684 | 194.9026104 |
| 320  | 1       | 5.29890       | 3.33527601 | 200.1165606 |
| 382  | 1       | 5.29890       | 3.33527601 | 200.1165606 |
| 424  | 1       | 5.30770       | 3.36475596 | 201.8853577 |
| 302  | 1       | 5.32530       | 3.42449987 | 205.4699922 |
| 404  | 1       | 5.33080       | 3.44338651 | 206.6031906 |
| 312  | 1       | 5.35160       | 3.51575901 | 210.9455409 |
| 406  | 1       | 5.35160       | 3.51575901 | 210.9455409 |
| 412  | 1       | 5.35160       | 3.51575901 | 210.9455409 |
| 338  | 1       | 5.35380       | 3.52350220 | 211.4101319 |
| 270  | 1       | 5.37800       | 3.60981108 | 216.5886646 |
| 362  | 1       | 5.40000       | 3.69010694 | 221.4064162 |
| 268  | 1       | 5.40440       | 3.70637918 | 222.3827508 |

**Taula 7.1.-** Valor de meal criteria obtingut en el període 1. Ordenat del valor més baix al més alt.

| Vaca | Període | Meal criteria | En minuts   | En segons   |
|------|---------|---------------|-------------|-------------|
| 380  | 1       | 5.40440       | 3.70637918  | 222.3827508 |
| 378  | 1       | 5.43080       | 3.80553063  | 228.3318378 |
| 421  | 1       | 5.43080       | 3.80553063  | 228.3318378 |
| 316  | 1       | 5.44620       | 3.86458939  | 231.8753633 |
| 356  | 1       | 5.45710       | 3.90694382  | 234.4166295 |
| 354  | 1       | 5.46920       | 3.95450501  | 237.2703006 |
| 402  | 1       | 5.48530       | 4.01868783  | 241.1212695 |
| 276  | 1       | 5.49230       | 4.04691733  | 242.8150397 |
| 398  | 1       | 5.53630       | 4.22895720  | 253.7374320 |
| 570  | 1       | 5.53630       | 4.22895720  | 253.7374320 |
| 72   | 1       | 5.56260       | 4.34165424  | 260.4992547 |
| 357  | 1       | 5.56260       | 4.34165424  | 260.4992547 |
| 332  | 1       | 5.58900       | 4.45780030  | 267.4680179 |
| 313  | 1       | 5.62260       | 4.61012715  | 276.6076289 |
| 254  | 1       | 5.64180       | 4.69949679  | 281.9698076 |
| 304  | 1       | 5.65390       | 4.75670612  | 285.4023674 |
| 267  | 1       | 5.72090       | 5.08632435  | 305.1794609 |
| 274  | 1       | 5.72090       | 5.08632435  | 305.1794609 |
| 348  | 1       | 5.72090       | 5.08632435  | 305.1794609 |
| 336  | 1       | 5.72310       | 5.09752658  | 305.8515948 |
| 405  | 1       | 5.80000       | 5.50499267  | 330.2995599 |
| 436  | 1       | 5.80000       | 5.50499267  | 330.2995599 |
| 360  | 1       | 5.85270       | 5.80288634  | 348.1731801 |
| 416  | 1       | 5.87920       | 5.95871848  | 357.5231088 |
| 330  | 1       | 5.90550       | 6.11751175  | 367.0507053 |
| 212  | 1       | 5.93190       | 6.28116478  | 376.8698868 |
| 375  | 1       | 5.93190       | 6.28116478  | 376.8698868 |
| 340  | 1       | 5.95820       | 6.44855089  | 386.9130536 |
| 374  | 1       | 5.98460       | 6.62105973  | 397.2635840 |
| 423  | 1       | 5.98460       | 6.62105973  | 397.2635840 |
| 314  | 1       | 6.01090       | 6.79750367  | 407.8502203 |
| 422  | 1       | 6.01090       | 6.79750367  | 407.8502203 |
| 266  | 1       | 6.01100       | 6.79818346  | 407.8910074 |
| 331  | 1       | 6.03740       | 6.98004552  | 418.8027310 |
| 383  | 1       | 6.03740       | 6.98004552  | 418.8027310 |
| 415  | 1       | 6.06370       | 7.16605603  | 429.9633618 |
| 425  | 1       | 6.09010       | 7.35775926  | 441.4655555 |
| 345  | 1       | 6.09230       | 7.37396415  | 442.4378488 |
| 229  | 1       | 6.11650       | 7.55459085  | 453.2754509 |
| 272  | 1       | 6.11650       | 7.55459085  | 453.2754509 |
| 403  | 1       | 6.14290       | 7.75668799  | 465.4012794 |
| 361  | 1       | 6.16150       | 7.90231250  | 474.1387498 |
| 235  | 1       | 6.19560       | 8.17642847  | 490.5857081 |
| 517  | 1       | 6.22200       | 8.39516074  | 503.7096446 |
| 293  | 1       | 6.24840       | 8.61974445  | 517.1846669 |
| 571  | 1       | 6.51210       | 11.22064559 | 673.2387355 |
| 346  | 1       | 6.53080       | 11.43244582 | 685.9467494 |
| 393  | 1       | 6.53850       | 11.52081544 | 691.2489266 |
| 257  | 1       | 6.74950       | 14.22719733 | 853.6318399 |

**Taula 7.1.-** Continuació

| Vaca | Període | Meal criteria | En minuts   | En segons    |
|------|---------|---------------|-------------|--------------|
| 414  | 1       | 6.80220       | 14.99707883 | 899.8247301  |
| 328  | 1       | 6.93410       | 17.11158018 | 1026.6948108 |
| 352  | 1       | 7.04620       | 19.14143654 | 1148.4861927 |
| 377  | 1       | 7.09230       | 20.04451275 | 1202.6707647 |
| 325  | 1       | 7.14510       | 21.13130178 | 1267.8781067 |
| 334  | 1       | 7.27690       | 24.10828212 | 1446.4969270 |
| 379  | 1       | 7.54070       | 31.38579612 | 1883.1477673 |
| 481  | 1       | 7.56700       | 32.22219297 | 1933.3315781 |

**Taula 7.2.-** Valors de meal criteria de les diferents vaques obtingut en el període 2. Els valors estan ordenats de més petit a més gran.

| Vaca | Període | Meal criteria | En minuts | En segons  |
|------|---------|---------------|-----------|------------|
| 380  | 2       | 4.41530       | 1.3784442 | 82.706649  |
| 339  | 2       | 4.74510       | 1.9169884 | 115.019307 |
| 399  | 2       | 4.79780       | 2.0207231 | 121.243388 |
| 454  | 2       | 4.79780       | 2.0207231 | 121.243388 |
| 311  | 2       | 4.82420       | 2.0747807 | 124.486839 |
| 357  | 2       | 4.85060       | 2.1302843 | 127.817057 |
| 288  | 2       | 4.87690       | 2.1870540 | 131.223241 |
| 518  | 2       | 4.90330       | 2.2455611 | 134.733668 |
| 247  | 2       | 4.92970       | 2.3056334 | 138.338005 |
| 312  | 2       | 4.92970       | 2.3056334 | 138.338005 |
| 254  | 2       | 4.95600       | 2.3670760 | 142.024560 |
| 416  | 2       | 5.00770       | 2.4926725 | 149.560351 |
| 360  | 2       | 5.03080       | 2.5509235 | 153.055408 |
| 410  | 2       | 5.05380       | 2.6102746 | 156.616478 |
| 374  | 2       | 5.07690       | 2.6712738 | 160.276428 |
| 570  | 2       | 5.07690       | 2.6712738 | 160.276428 |
| 442  | 2       | 5.08790       | 2.7008200 | 162.049201 |
| 257  | 2       | 5.11430       | 2.7730712 | 166.384271 |
| 280  | 2       | 5.11430       | 2.7730712 | 166.384271 |
| 313  | 2       | 5.11430       | 2.7730712 | 166.384271 |
| 546  | 2       | 5.11430       | 2.7730712 | 166.384271 |
| 272  | 2       | 5.12310       | 2.7975819 | 167.854914 |
| 317  | 2       | 5.14070       | 2.8472552 | 170.835311 |
| 320  | 2       | 5.16700       | 2.9231314 | 175.387884 |
| 348  | 2       | 5.16920       | 2.9295694 | 175.774162 |
| 356  | 2       | 5.19340       | 3.0013297 | 180.079785 |
| 418  | 2       | 5.19340       | 3.0013297 | 180.079785 |
| 436  | 2       | 5.19340       | 3.0013297 | 180.079785 |
| 547  | 2       | 5.19340       | 3.0013297 | 180.079785 |
| 391  | 2       | 5.21540       | 3.0680907 | 184.085440 |
| 409  | 2       | 5.21980       | 3.0816200 | 184.897201 |
| 577  | 2       | 5.21980       | 3.0816200 | 184.897201 |
| 318  | 2       | 5.24620       | 3.1640582 | 189.843491 |
| 406  | 2       | 5.24620       | 3.1640582 | 189.843491 |
| 353  | 2       | 5.26150       | 3.2128405 | 192.770430 |
| 435  | 2       | 5.28460       | 3.2879210 | 197.275258 |

**Taula 7.2.-** Valors de meal criteria de les diferents vaques obtingut en el període 2. Els valors estan ordenats de més petit a més gran.

| Vaca | Període | Meal criteria | En minuts | En segons  |
|------|---------|---------------|-----------|------------|
| 212  | 2       | 5.29890       | 3.3352760 | 200.116561 |
| 332  | 2       | 5.29890       | 3.3352760 | 200.116561 |
| 438  | 2       | 5.30770       | 3.3647560 | 201.885358 |
| 338  | 2       | 5.33080       | 3.4433865 | 206.603191 |
| 268  | 2       | 5.35160       | 3.5157590 | 210.945541 |
| 375  | 2       | 5.35160       | 3.5157590 | 210.945541 |
| 422  | 2       | 5.35160       | 3.5157590 | 210.945541 |
| 270  | 2       | 5.37690       | 3.6058425 | 216.350548 |
| 274  | 2       | 5.37800       | 3.6098111 | 216.588665 |
| 346  | 2       | 5.37800       | 3.6098111 | 216.588665 |
| 439  | 2       | 5.37800       | 3.6098111 | 216.588665 |
| 354  | 2       | 5.40000       | 3.6901069 | 221.406416 |
| 302  | 2       | 5.40440       | 3.7063792 | 222.382751 |
| 304  | 2       | 5.40440       | 3.7063792 | 222.382751 |
| 266  | 2       | 5.43080       | 3.8055306 | 228.331838 |
| 340  | 2       | 5.43080       | 3.8055306 | 228.331838 |
| 393  | 2       | 5.43080       | 3.8055306 | 228.331838 |
| 403  | 2       | 5.44620       | 3.8645894 | 231.875363 |
| 383  | 2       | 5.45710       | 3.9069438 | 234.416629 |
| 394  | 2       | 5.45710       | 3.9069438 | 234.416629 |
| 400  | 2       | 5.45710       | 3.9069438 | 234.416629 |
| 296  | 2       | 5.48350       | 4.0114607 | 240.687642 |
| 421  | 2       | 5.48350       | 4.0114607 | 240.687642 |
| 331  | 2       | 5.50990       | 4.1187736 | 247.126413 |
| 405  | 2       | 5.50990       | 4.1187736 | 247.126413 |
| 432  | 2       | 5.53630       | 4.2289572 | 253.737432 |
| 275  | 2       | 5.56260       | 4.3416542 | 260.499255 |
| 402  | 2       | 5.56260       | 4.3416542 | 260.499255 |
| 461  | 2       | 5.56260       | 4.3416542 | 260.499255 |
| 377  | 2       | 5.56480       | 4.3512164 | 261.072984 |
| 398  | 2       | 5.58900       | 4.4578003 | 267.468018 |
| 446  | 2       | 5.58900       | 4.4578003 | 267.468018 |
| 428  | 2       | 5.61540       | 4.5770534 | 274.623207 |
| 548  | 2       | 5.61540       | 4.5770534 | 274.623207 |
| 344  | 2       | 5.63080       | 4.6480856 | 278.885137 |
| 423  | 2       | 5.63080       | 4.6480856 | 278.885137 |
| 314  | 2       | 5.64180       | 4.6994968 | 281.969808 |
| 358  | 2       | 5.67690       | 4.8673782 | 292.042693 |
| 425  | 2       | 5.67690       | 4.8673782 | 292.042693 |
| 437  | 2       | 5.69450       | 4.9538024 | 297.228142 |
| 571  | 2       | 5.70000       | 4.9811233 | 298.867401 |
| 334  | 2       | 5.72090       | 5.0863243 | 305.179461 |
| 407  | 2       | 5.72090       | 5.0863243 | 305.179461 |
| 265  | 2       | 5.74730       | 5.2223915 | 313.343490 |
| 420  | 2       | 5.77360       | 5.3615625 | 321.693748 |
| 351  | 2       | 5.80000       | 5.5049927 | 330.299560 |
| 229  | 2       | 5.82630       | 5.6516946 | 339.101679 |
| 225  | 2       | 5.82640       | 5.6522598 | 339.135591 |

**Taula 7.2.-** Continuació

| Vaca | Període | Meal criteria | En minuts  | En segons   |
|------|---------|---------------|------------|-------------|
| 381  | 2       | 5.85270       | 5.8028863  | 348.173180  |
| 453  | 2       | 5.85270       | 5.8028863  | 348.173180  |
| 276  | 2       | 5.86150       | 5.8541771  | 351.250625  |
| 427  | 2       | 5.90550       | 6.1175118  | 367.050705  |
| 479  | 2       | 5.93190       | 6.2811648  | 376.869887  |
| 362  | 2       | 5.95380       | 6.4202396  | 385.214376  |
| 72   | 2       | 5.95820       | 6.4485509  | 386.913054  |
| 415  | 2       | 5.95820       | 6.4485509  | 386.913054  |
| 455  | 2       | 5.95820       | 6.4485509  | 386.913054  |
| 433  | 2       | 5.98460       | 6.6210597  | 397.263584  |
| 414  | 2       | 6.01100       | 6.7981835  | 407.891007  |
| 519  | 2       | 6.01100       | 6.7981835  | 407.891007  |
| 412  | 2       | 6.02310       | 6.8809412  | 412.856469  |
| 424  | 2       | 6.02310       | 6.8809412  | 412.856469  |
| 444  | 2       | 6.11650       | 7.5545908  | 453.275451  |
| 404  | 2       | 6.18460       | 8.0869806  | 485.218837  |
| 382  | 2       | 6.20770       | 8.2759642  | 496.557854  |
| 378  | 2       | 6.27470       | 8.8494511  | 530.967068  |
| 481  | 2       | 6.32750       | 9.3292576  | 559.755455  |
| 330  | 2       | 6.35380       | 9.5778720  | 574.672320  |
| 361  | 2       | 6.36920       | 9.7265128  | 583.590769  |
| 328  | 2       | 6.40660       | 10.0971725 | 605.830352  |
| 379  | 2       | 6.43290       | 10.3662510 | 621.975063  |
| 345  | 2       | 6.43860       | 10.4255074 | 625.530444  |
| 235  | 2       | 6.45930       | 10.6435645 | 638.613870  |
| 325  | 2       | 6.51210       | 11.2206456 | 673.238735  |
| 413  | 2       | 6.51210       | 11.2206456 | 673.238735  |
| 336  | 2       | 6.66920       | 13.1294190 | 787.765140  |
| 316  | 2       | 7.03850       | 18.9946135 | 1139.676809 |
| 517  | 2       | 7.51430       | 30.5680528 | 1834.083169 |