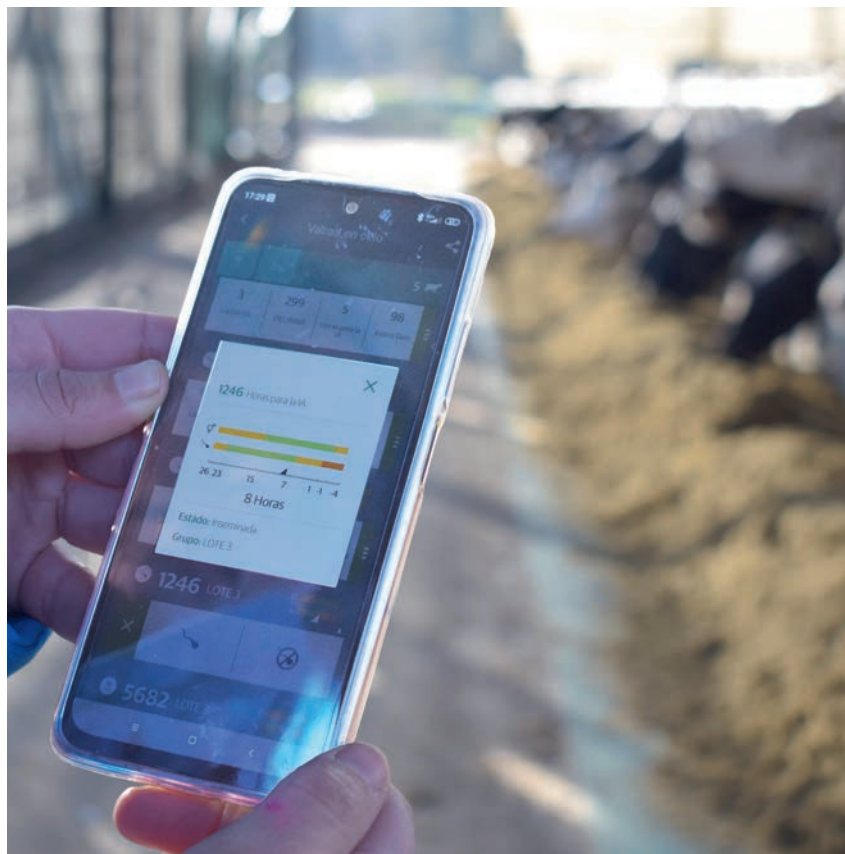




Producción leiteira de precisión: sensorización do gando (II)

Nesta segunda entrega sobre sensorización dos nosos rabaños, detémonos no funcionamento dos sistemas de monitorización existentes na actualidade que nos permiten controlar os seguintes parámetros: reprodución, ruminación, distribución do tempo das actividades das vacas, condición corporal e calidade do leite.

José Manuel Pereira

Universidade de Santiago de Compostela (USC)

REPRODUCCIÓN

Un dos sistemas de maior difusión e máis amplamente utilizados é a monitorización de actividade, a cal leva sendo utilizada dende hai xa máis de trinta anos no control da reprodución. Hoxe en día a monitorización da actividade utilízase tamén para controlar outros aspectos relacionados co comportamento dos animais.

A utilización de sensores capaces de rexistrar a actividade (acelerómetros, xiroscopios), en combinación con outros sensores (micrófonos, termómetros, sistemas de posicionamento no exterior (GPS) ou no interior dos aloxamentos (ips), condutímetros, cámaras etc.) permiten obter datos que poden ser relacionados con practicamente calquera aspecto produtivo da explotación.

As vacas durante o período de celo incrementan o seu nivel de actividade física dun xeito considerable, en ocasións ata 8 veces o nivel de actividade ordinario. Esta pode medirse facilmente coa utilización de podómetros ou acelerómetros. Os primeiros podómetros comezaron a instalarse nos anos 80 do pasado século, os acelerómetros comezaron a utilizarse un pouco máis tarde, nos anos 90, así que ambos son tecnoloxías fortemente contrastadas e probadas. Moitas investigacións teñen posto de manifesto a utilidade de utilizar este tipo de sensores, fronte ou como complemento ao método tradicional, consistente na observación visual ou a sincronización hormonal (Lehrer *et al.*, 1992; Neves *et al.*, 2012; Valenza, 2012; Schweinzer *et al.*, 2019).

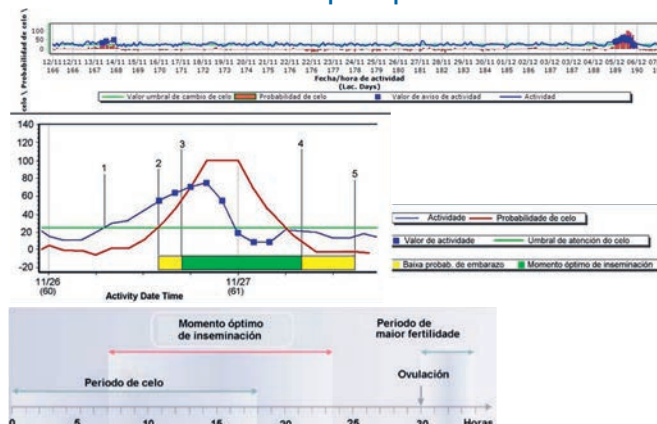
Non só é importante ser capaces de detectar o celo, senón tamén de concretar o momento de realizar a inseminación. Cando as vacas son inseminadas entre 0 e 12 horas despois da ovulación, a taxa de fertilización e a calidade do embrión son reducidas. Cando a inseminación é realizada máis de 24 horas antes da ovulación, a fertilidade é alta pero a calidade do embrión é baixa, debido ao envellecemento dos espermatozoides. Os sistemas que permiten monitorizar a reprodución son capaces de relacionar o momento da ovulación co nivel de actividade rexistrado polos sensores,

► OS SISTEMAS QUE PERMITEN MONITORIZAR A REPRODUCCIÓN SON CAPACES DE RELACIONAR O MOMENTO DA OVULACIÓN CO NIVEL DE ACTIVIDADE REXISTRADO POLOS SENSORES

e determinar o momento óptimo para realizar a inseminación, 7-23 horas despois da alerta por actividade (figura 1).

Aínda que os acelerómetros, pola súa capacidade para detectar movemento e pola facilidade de asociar un patrón de movementos a un nivel de actividade do animal, se veñen aplicando amplamente na detección dos celos en vacas, son utilizados tamén en relación con outros aspectos da produción leiteira de precisión, como a medición de rumiación, determinacións de tempos de

Figura 1. Detección do celo e momento óptimo para realizar a inseminación



Fonte: adaptado de pantalla T4C, Astronaut Lely e DeLaval 2001. Efficiency dairy herd management

alimentación, permanencia en pé ou deitadas, coxeiras, predición de trastornos de tipo metabólico ou incluso na predición do momento do parto. A vantaxe da utilización dos acelerómetros con respecto aos podómetros é que poden ter en conta unha gran variedade de datos no algoritmo de detección.

RUMINACIÓN

As vacas necesitan remoer para dixir axeitadamente os alimentos e obter os nutrientes necesarios para cubrir as súas necesidades de mantemento e produción. Mediante o proceso de rumiación, as partículas máis grandes do alimento previamente tragado son regurxitadas dende o ►►

LUCAS®

AUTOSPIRE

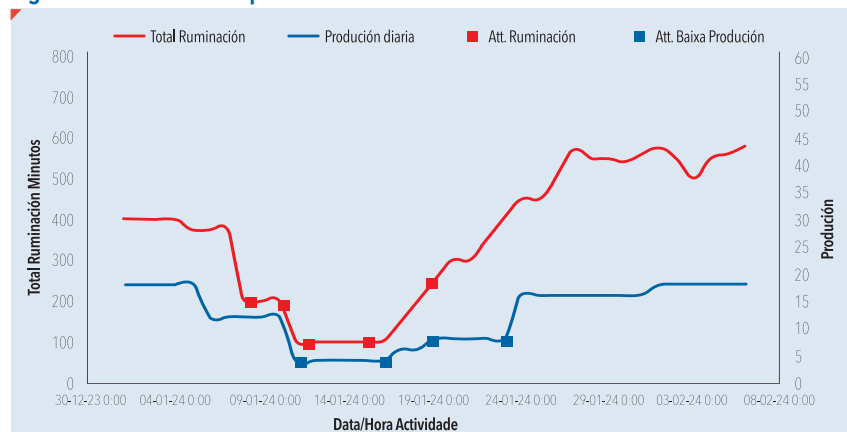
MEZCLADORA AUTOPROPULSADA 12 - 24 M3

- > FRESA 200 CV ANCHURA 2M
- > CINTA DE DISTRIBUCIÓN TRASERA DERECHA E IZQUIERDA
- > 3 MODOS DE AVANCE: SILO, TRABAJO, CAMINO
- > VELOCIDAD 40 KM/H

PARA TODA LA INFORMACIÓN,
CONTACTE CON NUESTRO
REPRESENTANTE DE VENTAS:
JORDAN VARAGNE - 0033 607 647 735

WWW.LUCASG.COM
CONTIGO TODOS LOS DÍAS

Figura 2. Gráfico de tempo de rumiación



Fonte: Lely Qwes HR

rume (o rume é unha das catro cavidades esofáxicas preestomacais existentes en todos os ruminantes, a cal vai ao alimento antes de ser mastigado), mastigadas e tragadas novamente. Os contidos do rume son completamente mesturados e o proceso repítese ata que as partículas acadan un tamaño que lle permita á flora dixestiva axeitadamente. Durante todo o proceso de mastigación estímase a produción de saliva, rica en bicarbonato, que neutraliza a acidez que resulta dos ácidos graxos producidos de forma continua polos microorganismos do rume.

Unha ración cun tamaño de partícula excesivamente pequeno provocará unha menor necesidade de mastigación xerándose menos saliva e, como consecuencia, un menor amortecemento do pH, que pode derivar en problemas de acidose no gando. Cando o pH cae por baixo de 6, é frecuente observar unha “inversión” na relación entre a graxa e a proteína do leite (diminución da porcentaxe de graxa e maior porcentaxe de proteína) e a aparición de laminite e coxeiras. Tamén é frecuente que unha proporción de partículas excesivamente pequenas ocasionen problemas de motilidade e desprazamentos de abomaso, ao verse afectadas as contraccións que, de xeito natural, se producen na parede do rume. Estas contraccións son as responsables de mesturar o alimento, facilitar a eructación e de enviar o alimento a outros compartimentos do aparato dixestivo.

Unha dieta pobre en nutrientes ou de mala calidade, cunha cantidade de fibra excesiva, pode levar a unha rumiación excesiva e a descensos na

produción de leite debido a que o enchido do rume é maior, cunha menor taxa de peso e un menor consumo.

Polo tanto, o control da actividade ruminal é importante para asegurarse de que as vacas están recibindo unha alimentación axeitada e de boa calidade e na prevención de trastornos metabólicos do gando.

Os sistemas utilizados na medición da rumiación baséanse na utilización dos acelerómetros localizados no pescozo ou na orella, ou ben a utilización dun micrófono emisor/receptor no pescozo do animal. Os sistemas baseados na utilización de acelerómetros son capaces de relacionar determinados patróns de movementos con eventos de rumiación. Os micrófonos son capaces de relacionar o son que fan as vacas ao mastigar co tempo de rumiación (figura 2).

Se o tempo dedicado a rumiar pasa dos 600 min/día é un indicio de demasiada fibra na ración, diminuindo o consumo de materia seca e a produción de leite. Cando a rumiación baixa dos 400 min/día, non hai suficiente fibra na ración e pode dar como resultado vacas preguizosas que acoden tarde á muxidura con robot, e mesmo a trastornos metabólicos.

DISTRIBUCIÓN DO TEMPO VS. BENESTAR DOS ANIMAIS VS. LOCALIZACIÓN NO ESTABLO

A importancia do tempo que as vacas pasan en diferentes actividades ao longo do día é ben coñecida. En xeral, as vacas de leite pasan de 3 a 5 h/d comendo de 9 a 14 comidas ao día, rumian de 7 a 10 h/d, requiren aproximadamente 10 h/d de tempo de descanso e pasan apro-

ximadamente 30 min/d bebendo e de 2 a 3 h/d en actividades de manipulación e muxido (figura 3).

Calquera factor que limite os tempos que precisa o animal para alimentarse, rumiar e descansar, ou que lle provoque medo, malestar ou estrés, pode afectar á produción e, polo tanto, ao rendemento do sistema. O descanso é un comportamento de alta prioridade para as vacas, máis aínda que comer. Munksgaard *et al.* (2005) observaron que, en resposta ás limitacións de tempo en dous experimentos, o tempo dispoñible para o descanso primaba sobre o dispoñible para a alimentación e o contacto social, e que as vacas compensaban a redución do tempo dispoñible para comer aumentando a taxa da inxestión. Unha vaca que está deitada ten máis probabilidades de rumiar e producir saliva que ao estar de pé, o que reduce a acidose ruminal. Unha vaca deitada tamén presenta unha maior difusión do sangue polo ubre (uns 5 l/min) en comparación cun animal erguido (uns 3 l/min), o que mellora a función e produción do ubre. Cando unha vaca permanece de pé durante moito tempo, a presión dentro da cápsula da uña aumenta, o que provoca hipoxia (subministración de osíxeno restrinxido) e isquemia (fluxo sanguíneo restrinxido), o que aumenta o risco de coxeiras e a competencia pode desencadear conflitos sociais entre as vacas, unha reacción de estrés crónica que predispón aos raboños a enfermidades e problemas reprodutivos (Temple *et al.*, 2016). Nos SOR, a cantidade de tempo que as vacas deben pasar na zona de espera fronte ao robot depende da posición da vaca na xerarquía social,

Figura 3. Tempo que as vacas pasan en diferentes actividades ao longo do día





El **BIG DATA** para
los veterinarios y
las explotaciones
de vacuno de leche



100% ONLINE



Diseñada por
VETERINARIOS
expertos



Gráficos y
análisis
sencillos



Accesible,
práctica y fácil
de usar



Optimización
de tiempo y
procesos

PLATAFORMA DE **INTEGRACIÓN** Y **GESTIÓN DE DATOS** ONLINE

Gestiona de manera sencilla y
práctica tus principales **áreas**
de la **producción lechera**

Esta plataforma ha sido desarrollada por un equipo multidisciplinar de veterinarios e informáticos, con más de 20 años de experiencia en el sector agroalimentario y en el desarrollo de soluciones informáticas.

Visita **nuestra web** y contáctanos

www.gando.es

► RECENTEMENTE, ESTÁN A INCORPORARSE SISTEMAS QUE [...] TAMÉN PERMITEN A LOCALIZACIÓN DOS ANIMAIS EN TEMPO REAL NO INTERIOR DO ESTABLO (SISTEMAS ALL IN ONE [TODO NUN])

o que afecta ao tempo dispoñible para outras actividades como descansar ou comer.

Recentemente, están a incorporarse sistemas que, ademais de controlar parámetros relacionados con patróns de actividade baseados en acelerómetros (reproducción, rumiación etc.), tamén permiten a localización dos animais en tempo real no interior do establo (Sistemas All in One [todo nun]).

Os sistemas de localización en tempo real para interiores está formado polos seguintes elementos (figura 4):

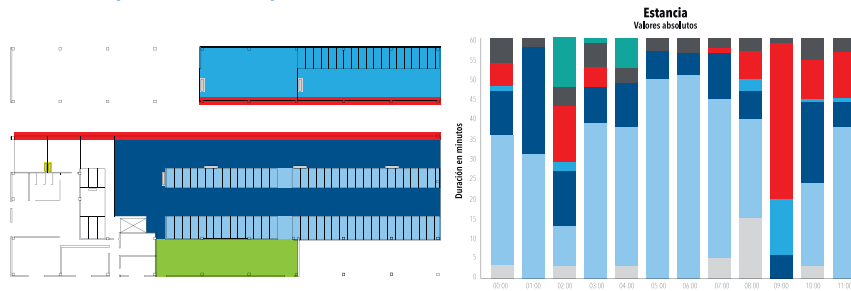
- 1) Un servidor no cal se transfíren e almacenan todos os datos é un software informático no cal se carga o esquema do establo, defínense as posicións das antenas, as zonas (cornadiza, corredores, cubículos, bebedeiros, muxidura), e todas as ferramentas de axuda á decisión.
- 2) Un ou varios repetidores que sincronizan a información e a envía cara ao servidor.
- 3) Un conxunto de dispositivos fixos de posición coñecida (antenas), en número variable en función das dimensións e dos obstáculos do edificio, conectadas mediante cables co repetidor e inalambricamente co *tags*.
- 4) *Tags* con tecnoloxía de transmisión inalámbrica que portan cada un dos animais, localizado nun collar no pescozo ou na orella envían a información (posición, voltaxe, temperatura, acelerómetro...) cara ás antenas, dispoñen dunha pequena batería de

Figura 5. Localización en tempo real dun sistema de posicionamento en tempo real



Sistema Smartbow, Granxa Experimental e Docente Gayoso Castro, Deputación Provincial de Lugo

Figura 6. Zonificación do establo e tempo que unha vaca pasa en cada unha das zonas nun período de tempo determinado



duración limitada que é necesario cambiar con certa periodicidade, normalmente superior a un ano.

Unha vez que todo o conxunto está operativo, o nivel de precisión dependerá da tecnoloxía a empregar e da correcta configuración do sistema. É necesario que un *tag* este ao alcance dun mínimo de 3 antenas para fixar a posición de 2 dimensións (coordenadas X,Y) ou de catro antenas para fixar a posición en tres dimensións (X,Y,Z). As tecnoloxías que utilizan unha banda de sinal ultraancho (UWB) afirman que poden acadar precisións de ata 15 cm, inda que consideramos necesario facer probas de verificación ao respecto. Probas preliminares realizadas na Universidade de Santiago de Compostela, Campus de Lugo, nunha granxa cun sistema Smartbow (aínda sen publicar), acadaron niveis de precisión bastante máis baixos, contrastando a diferenza entre a posición real e o dato ofrecido polo sistema, tan só o 23,8 % das observacións estaban a 1 metro ou menos da distancia real

Figura 4. Componentes dun sistema de localización en tempo real para interiores



Fonte: adaptado de BioControl

e 21,8 % a máis de 2,5 metros (figura 5). Polo tanto, cómpre verificar se este mesmo problema é xeneralizado para outras instalacións ou se trata, polo contrario, dalgunha falla de configuración, número e posición das antenas ou algún tipo de interferencia no sistema.

Cos datos de posicionamento ao longo do tempo e definindo as zonas do establo, os sistemas informáticos ofrecen información en relación ao tempo que os animais pasan nesas zonas ao longo dun período determinado (figura 6). ►►



ESCUELA INTERNACIONAL DE INDUSTRIAS LÁCTEAS

ESCUELA INTERPROFESIONAL LÁCTEA

TRADICIÓN,
INNOVACIÓN
Y LA MEJOR
FORMACIÓN



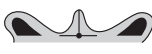
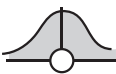
► A CONDICIÓN CORPORAL PODE SER UN FACTOR CLAVE PARA DECIDIR CAMBIAR DE GRUPO UN ANIMAL OU INCLUSO TOMAR A DECISIÓN DE VENDELO

MEDICIÓN DA CONDICIÓN CORPORAL

A medida da condición corporal é un indicador que permite facer valoracións sobre o estado nutricional e de saúde dun animal. A maioría dos sistemas utilizados para medir a condición corporal baséanse nun índice (Body Condition Scoring [BCS]) que utiliza unha escala de 5 puntos (figura 7), con incrementos de cuarto de punto, para medir a cantidade de graxa corporal que ten un animal. Medir a condición corporal é unha importante ferramenta de axuda na xestión das explotacións:

- Axuda a identificar problemas nutricionais: un animal cunha condición corporal baixa pode estar sufrindo desnutrición, mentres que un animal cunha condición corporal elevada pode estar consumindo máis enerxía da que necesita.
- É importante para a reprodución. Un animal cunha condición corporal baixa pode ter dificultades para concibir ou levar a cabo un embarazo.
- Axuda a tomar decisións de xestión do gando: a condición corporal pode ser un factor clave para decidir cambiar de grupo un animal ou incluso tomar a decisión de vendelo.
- Unha condición corporal anormal pode ser un indicador de problemas de saúde, como enfermidades metabólicas ou parasitos.

Figura 7. Cadro de puntuación corporal simplificado

Puntuación de condición corporal	Vértebras na metade das costas	Vista posterior (sección transversal) do óso pélvico	Vista lateral da liña entre as cadeiras	Cavidade entre a cola e a tuberosidade disquiática. Aspecto posterior e aspecto lateral
1. Severo subcondicionamento				
2. Esqueleto obvio				
3. Bo balance de esqueleto e tecidos superficiais				
4. Esqueleto non tan obvio coma tecidos superficiais				
5. Sobrecondicionamento severo				

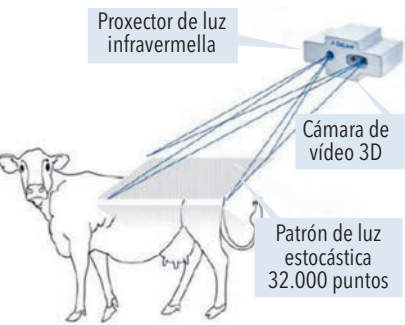
Fonte: Krukowski M., 2009

Nos métodos de puntuación tradicionais, son necesarias valoracións tanto visuais como táctiles dos cuartos traseiros e entrañan certo grao de subxectividade propio de cada observador; así mesmo supoñen un custo de traballo importante para ter suficientes datos por animal, de xeito que permitan observar as progresións ou tendencias.

En DeLaval elaboraron un sistema de medición totalmente automatizado para avaliar a condición corporal dunha vaca de leite en calquera momento do ciclo de produción. O sistema baséase na utilización de cámaras e análise de imaxes tridimensionais. A cámara colócase nunha zona de tránsito do animal e captura a cada paso unha imaxe tridimensional da grupa do animal (figura 8).

O sistema constrúe o índice (BCS) diario utilizando un algoritmo que analiza os datos dos 7 días previos. O valor será máis robusto canto maior número de pasos por vaca se produzan cada día. O método utilizado minimiza a variación técnica e mostra unha curva continua da BCS de cada vaca e lactación. No sistema informático DelPro (DeLaval) pódense

Figura 8. Localización e zona de enfoque da cámara de medida da condición corporal (detalle de DeLaval)



► HOXE EN DÍA PODEMOS MEDIR A CALIDADE DO LEITE CON DIFERENTES SENSORES E PODER DETECTAR PRESENZA DE SANGUE, DETECCIÓN DE LEITES ANORMAIS, COMPOSICIÓN DO LEITE ETC.

se consultar todos os datos históricos diarios e tendencias tanto de vacas individuais coma de grupo e controlar se as tendencias ao longo do tempo están na marxe dos valores superior e inferior obxectivo para cada fase da lactación (figura 9).

CALIDADE DO LEITE. SENSORES MULTIESPECTRAIS

Os sensores multiespectrais son dispositivos que traballan coa luz que os corpos reflicten. O espectro da luz é moi amplo, pero a parte da luz visible que podemos detectar cos nosos ollos é moi pequena (figura 10). A parte imperceptible para os nosos ollos garda moita información que ten múltiples aplicacións, sobre todo na parte infravermella. Hoxe en día temos a capacidade de medila con diferentes sensores e, a partir de aí, facer extrapolacións en moitos sectores; no caso concreto da gandería poden detectar presenza de sangue, detección de leites anormais, composición do leite etc.

Os sensores infravermellos utilizados na maior parte das aplicacións en gandería emiten unha luz composta de tres fontes primarias: vermello, verde e azul. As tres cores son xeradas por un sistema a base de *leds*, proxéctase cara ao leite e un sensor óptico localizado moi preto da fonte de emisión mide a cantidade de luz reflectida.

Unha vez que a vaca entra na sala (p.ex., Afimilk) ou no robot de muxidura (p.ex., Lely) é identificada e todos os datos relativos ás características do leite son vinculados directamente co resto dos datos do animal. Se o leite é normal e branco os tres compoñentes da luz estarán igualmente representados, aínda que a cantidade de luz reflectida será maior ou menor para

Figura 9. Gráfico da BCS do rabaño ao longo da lactación

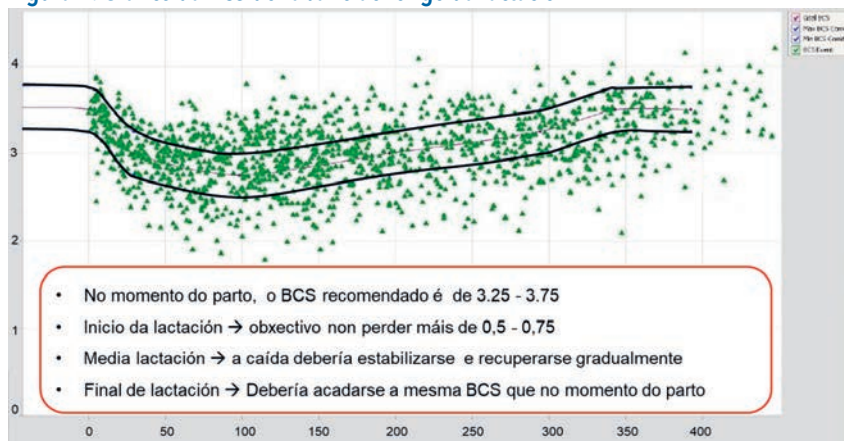


Figura 10. Espectro electromagnético. Radiación infravermella

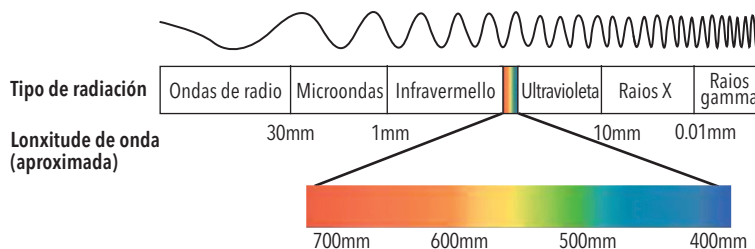
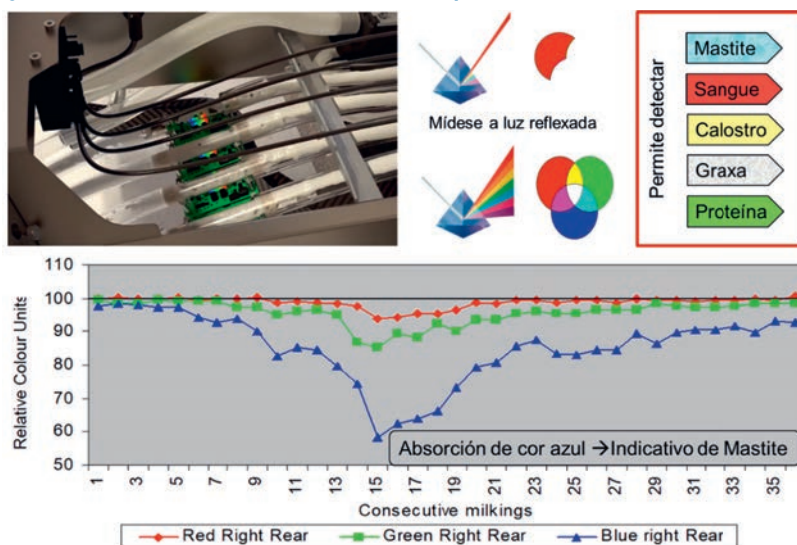


Figura 11. Sensores de infravermello utilizados para determinar características do leite



Fonte: adaptado de diversas fontes de Lely

diferentes vacas. O leite de cor amarela mate, coma calostros ou leites con mastite, absorben en maior medida a fonte primaria de cor azul, mentres que a presenza de sangue absorbe a cor vermella (figura 11). Tamén é posible, tras a realización dun calibrado previo, determinar a graxa e proteína do leite. A importancia da determinación de graxa e proteína non vén

determinada tan só polo seu papel no sistemas de pagos por calidade do leite senón tamén porque poden ser detectados cambios bruscos de tendencias, e mesmo fenómenos de “inversión” na relación entre a graxa e a proteína, xa comentados na epígrafe dedicada á ruminación, relacionados con desequilibrios na alimentación do gando. ■