



Producción leiteira de precisión: sensorización do gando (1)

Nesta primeira entrega sobre a sensorización dos nosos rabaños, poñemos o foco na instalación dos sensores e nos distintos niveis de complexidade á hora de implementalos, como o primeiro paso para chegar a un sistema de monitorización e produción leiteira de precisión co fin de lograr mellores condicións laborais para os gandeiros.

José Manuel Pereira González
Universidade de Santiago de Compostela (USC)

INTRODUCCIÓN

Nos sistemas de produción animal podemos considerar tres factores principais como condicionantes da produción:

- 1) A base territorial na que se localiza a explotación
- 2) O financiamento
- 3) A man de obra

No pasado, a man de obra era abundante e as condicións do traballo, penosas. O sector gandeiro caracterizábase por carecer de días

libres, traballábase os 365 días do ano con horarios moi dependentes das esixencias de cada momento, pero con xornadas longas e duras, en condicións ambientais adversas (frío, calor, humidade...). Neste contexto a xente tende a fuxir do campo buscando actividades onde as condicións laborais sexan menos esixentes, a man de obra dispoñible para a actividade agrícola-gandeira é escasa, os empregados teñen e reclaman os seus dereitos laborais e os propietarios das explotacións desexan ter tempo libre para pasar en familia e o lecer. Como consecuencia, a remuda xeracional vese comprometida para moitas explota-

cións e, polo tanto, a súa continuidade. Así é que a produción leiteira nos últimos 20-30 anos vén caracterizada por un continuo descenso no número de explotacións. En España, unicamente seguen operativas arredor do 15 % das granxas que existían en 1990. Ao mesmo tempo que os custos laborais e o prezo da terra se foron incrementando, o prezo do leite diminuíu, polo que se fixo necesario aumentar a produtividade para manter a competitividade das explotacións.

Nesta situación a sustentabilidade do sector pasa por facer máis atractivas as profesións relacionadas co sector agrario. A implantación dos sistemas de muxidura robotizada en conxunción con novas tecnoloxías que utilizan sensores e ferramentas de axuda na toma de decisións innovadoras (tecnoloxías de precisión) están revolucionando o sector da produción de leite tal e como o coñecíamos na súa forma máis tradicional, sendo a redución do traba-

▶ NESTA SITUACIÓN, A SUSTENTABILIDADE DO SECTOR PASA POR FACER MÁIS ATRACTIVAS ÁS PROFESIÓNS RELACIONADAS CO SECTOR AGRARIO

llo e a flexibilidade da xornada laboral as principais razóns polas que os gandeiros deciden instalar estes sistemas (Castro *et al.*, 2015). O futuro, presente xa nalgunhas explotacións, pasa por que sexan robots os que realicen as tarefas máis penosas, repetitivas e esixentes, logrando que os labores agrarios e/ou gandeiros sexan máis atractivos.

As tecnoloxías de precisión teñen o potencial de eliminar a subxectividade

de nos procesos de toma de decisións, melloran a eficiencia das rutinas de traballo, reducen o tempo requirido para completar as tarefas, o estrés dos empregados e bríndanlles aos traballadores tempo para concentrarse noutras áreas. Isto contrasta cos sistemas tradicionais de produción láctea onde se depende case por completo da habilidade, experiencia e avalacións subxectivas do traballador. A adopción de tecnoloxías leiteiras de precisión permite monitorizar animais e granxas, pode incrementar o benestar animal, aumentar a eficiencia da produción e diminuír o impacto ambiental da produción gandeira, mellorando así a percepción que a sociedade ten do sector, ao demostrar o compromiso das explotacións co medio ambiente e o desenvolvemento de estratexias que melloran o benestar animal (Rutten *et al.*, 2013).

SENSORIZACIÓN

A implementación de sensores representa o primeiro paso para che-

gar a un sistema de monitorización e produción leiteira de precisión. Son múltiples os sensores que poden chegar a utilizarse para controlar diferentes aspectos da produción leiteira.

En xeral, **os sistemas de monitorización están formados por tres elementos esenciais:**

1. O primeiro é o “tag”. O tag contén no seu interior un ou varios sensores e está montado normalmente nun colar arredor do pescozo, na pata ou na orella, aínda que tamén existen sensores montados na cola e mesmo no interior do propio corpo do animal (figura 1).

O tag adoita utilizar sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID). Cada un dos *transponders* de identificación RFID emite un sinal cun código único que se asocia á información específica de cada animal (número de identificación, datos produtivos, reprodución, ruminación, peso, condición corporal etc.). ▶

Bymet®



Más info



Scan me



INCREASE MILK
YIELD



RESISTANT PELLETING
PROCESS



LESS ENVIRON-
MENTAL DAMAGE



VIV MEA 2023



20 - 22 NOVEMBER - ABU DHABI

Hall: 7 Stand: A.051

T. +34 91 501 40 41 | info@norel.net | www.norel.net





Figura 1. Principais localizacións de dispositivos para a recollida de datos in situ nunha vaca (orella, pescoso, pata, cola, rume...)

2. A antena (figura 2) le a información transmitida de maneira inalámbrica dende o tag. O número de antenas será variable en función do sensor, o tipo de datos a rexistrar e as dimensións do estable.



Figura 2. Antena receptora

3. O terceiro elemento é o sistema informático (figura 3), formado por un Pc e o software, que permite transformar os datos transferidos en información útil para o gandeiro.

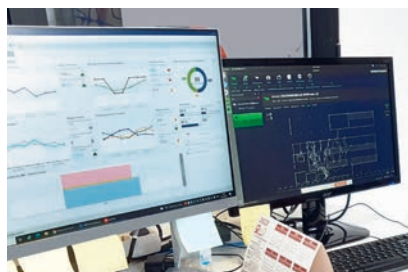


Figura 3. Sistema informático

Pódense clasificar os sistemas automáticos de monitorización en 4 niveis de complexidade:

- Nivel 1: tipo e técnica do sensor. Consiste nunha descrición do sensor, nome comercial, características técnicas, tipo de datos recollidos, localización, alcance, autonomía etc.
- Nivel 2: interpretación dos datos. Refírese a como os datos subministrados polo sensor e procesados mediante un algoritmo poden producir infor-

mación útil sobre aspectos produtivos, sanitarios ou de benestar na explotación en xeral ou para animais concretos de forma individual.

- Nivel 3: integración da información. O proceso pode ter en conta outro tipo de datos históricos non recollidos por un sensor en concreto. Trataríase de datos que alimentan o sistema e que permiten afinar o procedemento (por exemplo: a data de parto, data da última inseminación, días en leite, datos de xestión económica etc.).
- Nivel 4: toma de decisións. Neste nivel a información é utilizada para decidir e actuar en consecuencia. Por exemplo, realizar unha inseminación no momento preciso, decidir incrementar, ou non, a ración de concentrado nun sistema de dosificación automático, ou no propio robot de muxidura. Neste último caso a decisión tamén podería ser adoptada de forma autónoma polo sistema, tomando como referencia a produción de leite e o intervalo entre muxidos. ▶▶

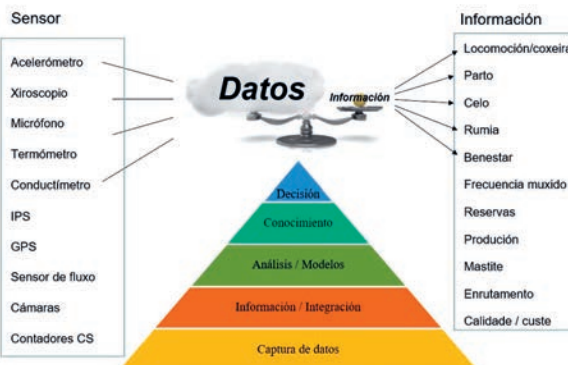
▶ O FUTURO, PRESENTE XA NALGUNHAS EXPLOTACIÓNS, PASA POR QUE SEXAN ROBOTS QUE REALICEN AS TAREFAS MÁIS PENOSAS, REPETITIVAS E ESIXENTES, LOGRANDO QUE OS LABORES AGRARIOS E/OU GANDEIROS SEXAN MÁIS ATRACTIVOS

Figura 4. Datos de aceleración, velocidade angular e inclinación nos tres planos do espazo en coordenadas X, Y, Z subministrados polo sensor WT901BLECL MPU9250

StartTime: 2022-12-12 13:48:23.930	address	Time(s)	ax(g)	ay(g)	az(g)	vx(deg/s)	vy(deg/s)	vz(deg/s)	AngleX(deg)	AngleY(deg)	AngleZ(deg)
0x50	13:51:13.969	0.4634	-0.8835	0.1874	-0.4083	-0.4272	1.0334	-83.4802	-27.2076	-26.0226	26.4800
0x50	13:51:13.143	0.4685	-1.0833	0.1748	-0.5564	0.8708	37.9639	-78.5852	-25.3180	-24.1644	26.4800
0x50	13:51:13.143	0.3536	-1.1650	0.1833	32.6538	84.1675	185.2417	-69.0456	-12.1761	-20.9270	26.4800
0x50	13:51:13.253	-0.8234	-0.0005	0.2063	30.9448	48.4058	147.7661	-69.0456	6.2018	-29.2621	26.4800
0x50	13:51:13.360	-0.4692	-0.5089	0.1006	-35.5835	-15.3809	137.7568	-74.2786	-76.2169	25.1642	-24.6284
0x50	13:51:13.518	-0.7866	0.0488	0.0923	-16.1133	-18.1855	-13.3667	-58.1855	-76.3550	31.0083	-20.1741
0x50	13:51:13.555	-0.1782	-0.2495	0.2320	135.0000	54.2706	-201.0059	-59.0248	-23.0000	-18.0011	26.4800
0x50	13:51:13.718	0.5556	-1.3736	0.8364	185.8818	-22.1558	-250.4272	-49.7626	-4.7076	-30.7837	26.4800
0x50	13:51:13.746	0.6567	-1.5435	0.9761	-38.0859	-21.3823	7.9956	-44.2859	-17.2846	41.4167	26.4800
0x50	13:51:13.938	0.1486	-0.9170	0.7937	-51.6337	49.6723	171.8813	-48.7879	-4.4495	-37.2821	26.4800
0x50	13:51:13.959	0.1994	-0.9966	0.8442	-130.6763	124.6338	313.0093	-55.3436	14.9554	-31.5857	26.4800
0x50	13:51:13.144	-0.4688	-0.1787	0.2266	-184.5783	108.1374	215.8982	-69.6918	45.6647	-29.1828	26.4800
0x50	13:51:13.158	-0.8448	0.1835	-0.1699	-118.1838	-184.9885	-5.4414	-79.9836	55.2997	-27.2736	26.4800
0x50	13:51:13.349	-0.8818	-0.1401	0.1709	4.5166	-102.0580	7.0081	-67.7856	48.8762	4.5978	26.4800
0x50	13:51:13.365	-0.7266	-0.2163	0.4531	4.9438	-76.4160	-134.8942	-58.5486	39.8474	3.1488	26.4800
0x50	13:51:13.556	-0.2944	-0.4429	0.5688	-8.4901	-41.1372	-246.2380	-59.4560	21.3198	-1.6679	26.4800
0x50	13:51:13.554	0.8295	-0.9634	0.7817	-54.9927	-0.5493	-148.9258	-68.4281	2.2577	-10.9580	26.4800
0x50	13:51:13.663	0.3823	-1.1238	0.3999	-14.8926	99.1211	-60.2417	-63.3746	-4.4033	-20.7367	26.4800
0x50	13:51:13.778	0.4082	-1.8794	-0.8264	-27.1606	8.7280	61.1572	-67.7387	1.1920	-27.9218	26.4800
0x50	13:51:13.888	0.8821	-1.0059	0.2900	18.3189	-1.7700	244.1848	-67.6099	12.3154	-22.0770	26.4800
0x50	13:51:13.902	-0.4034	-0.2559	0.4080	-12.0850	-48.1567	126.8921	-64.5667	28.8534	-10.8325	26.4800
0x50	13:51:13.905	-0.5308	-0.6611	0.5171	-8.5801	-38.0293	83.4351	-60.7324	34.4476	1.7853	26.4800
0x50	13:51:13.205	-0.6201	-0.5920	0.4985	-18.2495	-17.8888	122.4080	-58.4418	41.0443	3.6892	26.4800
0x50	13:51:13.209	-0.6636	-0.8020	0.5537	169.4084	-34.4238	65.3076	-42.7753	47.6884	12.8748	26.4800
0x50	13:51:13.379	-0.7749	0.0908	0.5171	144.5333	44.7388	31.0059	-22.8516	52.8937	13.4802	26.4800
0x50	13:51:13.473	-0.7583	0.1567	0.5873	78.4302	-21.1182	-144.8364	-16.8640	51.9049	5.5368	26.4800
0x50	13:51:13.502	-0.6338	-0.8083	0.6421	-12.3901	-44.8259	-76.6082	-14.8364	44.3804	-10.3878	26.4800
0x50	13:51:13.713	-0.5308	-0.4478	0.5679	-42.4194	-2.1362	-142.3950	-36.5460	36.4087	-29.8663	26.4800
0x50	13:51:13.838	-0.3896	-0.8794	0.6465	26.6821	-11.8088	-141.1743	-50.2295	29.2456	-44.3188	26.4800
0x50	13:51:13.902	-0.3696	-1.0430	0.3853	56.4351	18.9209	-82.5195	-40.4772	21.3025	-55.6348	26.4800
0x50	13:51:13.913	-0.3135	-0.9236	0.5947	59.7534	-12.2070	81.1768	-51.2292	20.5609	-55.1876	26.4800
0x50	13:51:13.144	-0.4808	-0.3262	0.7134	29.3134	-12.4378	-16.8457	-43.9728	23.4393	-52.1381	26.4800
0x50	13:51:13.170	-0.3120	-0.6475	0.4712	-11.7188	-13.7939	-49.4370	-43.8225	23.5712	-13.4656	26.4800
0x50	13:51:13.376	-0.2773	-0.8550	0.6729	18.0898	-36.3770	3.6621	-44.7528	20.8226	-52.1631	26.4800
0x50	13:51:13.376	-0.4200	-0.5903	0.5086	-42.6636	1.3428	60.5469	-43.2881	30.8136	-52.7344	26.4800
0x50	13:51:13.556	-0.4092	-0.3428	0.7432	35.1563	-31.5552	8.1177	-36.5186	23.7909	-48.8342	26.4800
0x50	13:51:13.545	-0.3340	-0.3358	1.0562	76.7212	-81.5438	-95.5280	-30.1465	16.6388	-47.9224	26.4800
0x50	13:51:13.674	-0.3564	-0.3472	0.8179	5.7213	33.4208	-78.7397	-28.6378	13.8827	-56.6400	26.4800
0x50	13:51:13.785	-0.6757	-0.8138	0.7559	-34.4889	-20.1416	-19.2871	-31.4923	12.7936	-62.5946	26.4800
0x50	13:51:13.896	-0.1377	-0.6743	0.8081	-15.1978	8.4229	6.1646	-35.4639	11.3544	-63.4845	26.4800

WitMotion Shenzhen Co., Ltd

Figura 5. Esquema do proceso de transformación dos datos en decisións



Mezclas Forrajeras

Gama **SPEEDYLMIX**, 6 tipos de praderas anuales de siega o pastoreo

Gama **PLURIMIX**, 4 tipos de praderas perennes para secanos frescos

Gama **REGMIX**, 3 tipos de praderas perennes de regadío

Gama **SECMIX**, 2 tipos de praderas perennes para secano



Cubiertas vegetales



SOIL GUARD OTOÑO, mezcla de gramíneas, leguminosas, boragináceas y brassicas con efecto estructurante y nematicida.

- **Protegen y dan vida al suelo**
 - **Evitan daños por escorrentía**
 - **Incrementan la capacidad de retención de agua en el suelo**
-

ORGANIC OLIVAR, mezcla de gramíneas y leguminosas con efecto *mulching*. Rápida implantación y aporte de nitrógeno al suelo.

ROCALBA

É importante, polo tanto, establecer a diferenciación entre datos, información, coñecemento e actuación. Os sensores son capaces de subministrar unha cantidade inxente de datos, datos que en si mesmos teñen unha utilidade moi limitada.

Se consideramos os datos subministrados por un acelerómetro triaxial, observaremos que o sensor é capaz de subministrar unha inxente cantidade de datos de aceleración, velocidade angular e inclinación nos 3 planos do espazo, coordenadas X, Y, Z (figura 4).

Tomando eses datos e utilizando un algoritmo matemático, eses datos poden ser utilizados para xerar información (figura 5); entre outras, informar dos pasos dados polo animal ao longo dun período de tempo, ou incluso saber, en función do ángulo de inclinación e dependendo da posición do sensor, se o animal está de pé quieto, se está camiñando ou se está deitado. Informar implica darlles un certo significado aos datos, engadir-lles valor transformándoos a través de procesos de cálculo, correccións, agregación, agrupación etc. Despois de darlle significado, cómpre interpretar a información e poñela no contexto axeitado, integrar a información e modelala para xerar indicadores que poidan ser utilizados, en base ao coñecemento, e valorados á hora de tomar decisións.

APLICACIÓN DAS TECNOLOXÍAS DE PRECISIÓN NA PRODUCCIÓN LEITEIRA

As tecnoloxías de precisión (TP) brindan unha gran variedade de posibilidades para as explotacións leiteiras. Os aspectos económicos xogan un papel central na adopción das novas tecnoloxías. A adopción é maior onde permite aumentar os rendementos e reducir os custos de produción, tradicionalmente en situacións nas que a dispoñibilidade de man de obra é baixa ou cara. É fundamental levar a cabo unha planificación estratéxica a longo prazo, que permita estimar o impacto financeiro da implantación de TP. Con prezos do leite e custos dos pensos moi variables, o impacto do investimento pode non ser recomendable nalgúns casos. A estimación das consecuencias financeiras non sempre é previsible, os factores que inflúen na toma de decisións son múltiples, hai moitas opcións tecnolóxicas e isto dificulta tomar a decisión correcta porque moitos produtores descoñecen as tecnoloxías

dispoñibles e, en ocasións, falta unha información eficaz sobre a súa fiabilidade e alcance.

É fundamental dispor da información necesaria para discernir cal será a tecnoloxía que mellor se adapte a cada caso e acadar as expectativas que nelas se depositan. A idade do produtor, a formación, o tamaño e características da explotación, a implantación previa ou simultánea doutras tecnoloxías e os coñecementos informáticos son factores que inflúen na adopción. Para que o uso das TP sexa útil e economicamente viable, estas deben supervisar continuamente e cuantificar con precisión, fiabilidade e facilidade os parámetros fisiolóxicos ou de comportamento nos que se baseará a toma de decisións.

Nunha investigación realizada por Eckelkamp & Bewley (2019), os produtores indicaron que a maioría das alertas representaron un cambio real de comportamento (55 %) e aínda que só se cuestionaron o 8 % das alertas, o 37 % non foron avaliadas e só seguidas visualmente o 21 % destas. Os produtores tiñan máis probabilidades de utilizar alertas de actividade ou alimentación, alertas sobre vacas no inicio da lactación, durante a semana laboral e cando había ≤ 20 alertas na lista.

As TP teñen moitos usos potenciais e o mercado ofrece actualmente a posibilidade de incorporar múltiples sensores, pero, en moitos casos, o enfoque está determinado e condicionado pola súa distribución comercial, a cal, sen desmerecelas, debería vir acompañada de información obtida tras un proceso de validación que permita testear o modelo e determinar ata que punto son fiables as relacións entre os datos e o parámetro a medir (produción, celo, parto, ruminación, mastite, coxeira, localización, tempos de alimentación, descanso etc.).

VALIDACIÓN DAS TECNOLOXÍAS DE PRECISIÓN APLICADAS Á PRODUCCIÓN LEITEIRA

Para proceder a realizar unha validación, os eventos detectados polos diferentes sensores compáranse contra o denominado patrón de ouro (*gold standard*), que representa a forma e o método máis fiable para confirmar o evento de interese. A miúdo, as observacións visuais e as medicións directas realizadas polo persoal humano son tratadas como patróns de ouro nas probas de validación.

▶ A IMPLEMENTACIÓN DE SENSORES REPRESENTA O PRIMEIRO PASO PARA CHEGAR A UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN E PRODUCCIÓN LEITEIRA DE PRECISIÓN

Segundo a metodoloxía proposta por Hogeveen *et al.* (2010), os resultados clasificaranse en catro grupos:

- Número de observacións nas que se produce un evento e coincide coa medición ou alerta do sensor (verdadeiro positivo, VP).
- Número de observacións nas que se constata a existencia do evento pero non se xera unha alerta no sistema de alarmas do sensor (falsos negativos, FN).
- Número de observacións nas que non se produce o evento, pero o sensor xera unha alerta (falsos positivos, FP).
- Número de observacións nas que non se produce o evento e o sensor non xera alerta (verdadeiros negativos, VN).

Utilizando esta clasificación básica, pódese avaliar e validar o funcionamento da maior parte dos sensores a través da definición dos seguintes parámetros:

- Sensibilidade (%): $100 \times VP / (VP + FN)$
- Especificidade (%): $100 \times VN / (FP + VN)$
- Valor predictivo positivo: $100 \times VP / (VP + FP)$
- Valor predictivo negativo: $100 \times VN / (VN + FN)$
- Precisión: $100 \times VP + VN / (VP + FN + FP + VN)$

Os resultados deses procesos de validación e os criterios aplicados deberían ser públicos e facilmente accesibles, para que os gandeiros teñan información sobre a súa fiabilidade e o seu alcance, de xeito que a elección sexa a máis axeitada en cada caso. ■

Balsas MN é unha empresa localizada na zona centro de Galicia dedicada á fabricación e montaxe de balsas para almacenamento de auga, xurros, lodos e todo tipo de residuos, así como estanques, lagos, encoros artificiais e impermeabilización de vertedeiros, terrazas, cubertas, canles de rego, etc. Para iso contamos cunha ampla gama de materiais en polietileno e PVC.

Debido á nosa situación xeográfica, ao coñecemento da actividade agrícola e gandeira e aos cambios nas políticas medioambientais, especializámonos na construción de balsas de polietileno para o almacenamento de xurro, tanto de balsas novas como de zanxas que está sendo obrigatorio impermeabilizar.

As vantaxes deste tipo de balsas con respecto ás fosas tradicionais son innumerables:

- Rapidez de instalación (1-2 días).
- Redución de ata a terceira parte do custo respecto dunha fosa tradicional, o que quere dicir que o mesmo investimento permite cubicar o triplo de capacidade, permitindo, polo tanto, almacenar xurro e abono orgánico, incluso de fóra da explotación, para as épocas de abonado, co correspondente aforro e mellora da estrutura do solo.
- Permite un crecemento da explotación máis flexible, xa que en 2-3 días se pode facer unha ampliación da balsa a un custo reducido.
- Consecuente co impacto ambiental, xa que pode ser desmontada con facilidade, o que permitiría un cambio de localización cun custo mínimo.



Posibilidade de recubrirlas con estrutura metálica e lona



Posibilidade de construción con rampla de acceso e superficie de formigón para facilitar posibles limpeza posteriores

- Balsas para almacenamento de xurros, auga, lodos, residuos...
- Estanques, lagos e encoros artificiais, canles de rego...
- Impermeabilización de vertedeiros, terrazas, cubertas, fachadas...
- Distribuidores de depósitos de almacenamento de auga de ata 500 m³.
- Subvencionadas pola Xunta de Galicia.
- Dende un céntimo por litro.
- Rapidez de instalación (1-2 días).
- Amortizable ata en 3,5 anos.



NOVIDADE!

Balsas flexibles para almacenamento de xurro ou auga. Con esta solución aforramos a cuberta e os traballos de excavación.