

Visión artificial en el sector porcino

Francisco Mur Buil

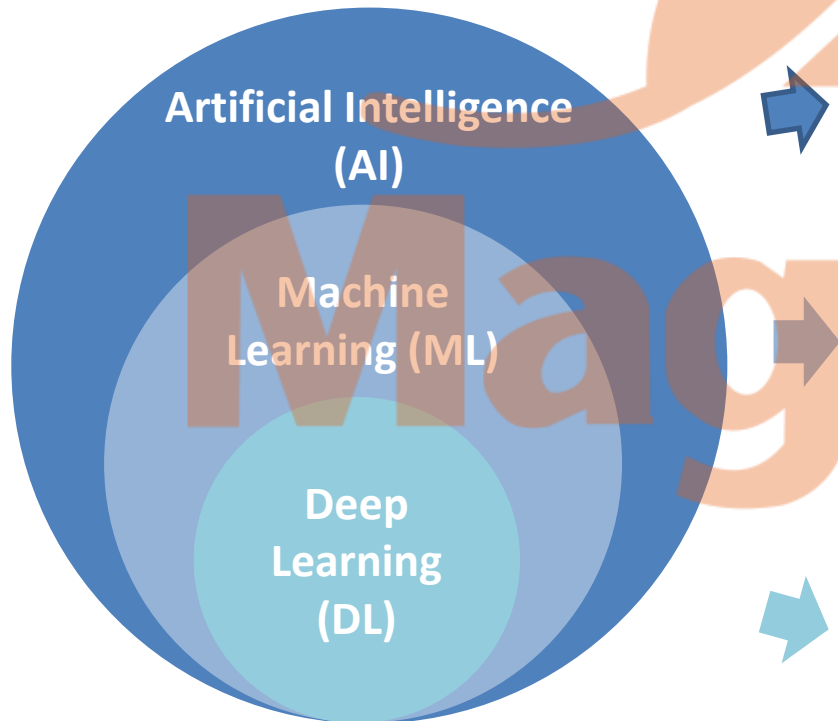
Director I+D+i

Grupo Jorge

Magapor®

¿Qué es la Inteligencia Artificial (IA)?

- *Término que engloba a los sistemas informáticos, máquinas, robots, etc.. Que IMITAN LAS FUNCIONES COGNITIVAS HUMANAS asociadas al funcionamiento del cerebro como percibir, aprender, pensar, crear, razonar, etc..*
- *Esto va de Datos, Algoritmos y capacidad de cómputo.*
- *1936. Precursor de la Cibernética. Rafael Lorente de Nó (discípulo de Santiago Ramón y Cajal). Concepto de realimentación celular (neuronas). Proyecto Manhattam.*
- *1950. Alain Turing. Computación. Máquina de Turing. Concepto algoritmo.*



Término que engloba las estrategias y técnicas para dotar a los sistemas de autoaprendizaje que deriven significado de los datos de una manera “humanizada”

Algoritmos y modelos estadísticos que[®] usan los sistemas para llevar a cabo tareas sin instrucciones explícitas. Procesan gran cantidad de datos de entrenamiento en busca de patrones para predecir o clasificar con gran precisión (aprendizaje automático)

Basa el aprendizaje automático en redes neuronales profundas, que buscan emular el funcionamiento del cerebro humano.

Influencia humana reducida en el proceso de aprendizaje

Artificial Intelligence (AI)

Rule-based models

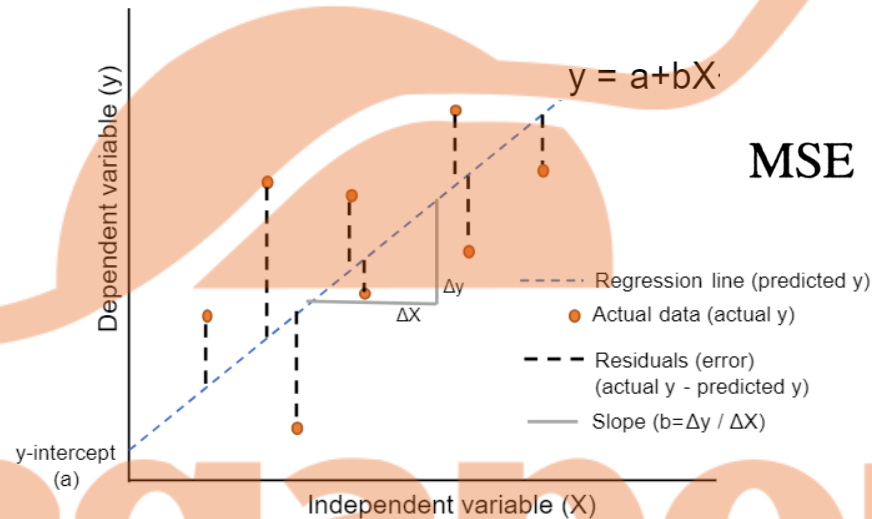
```
if x < 10:  
  do A  
elif 10 <= x < 15:  
  do B  
else:  
  do C
```

Machine Learning (ML)

Regresión lineal

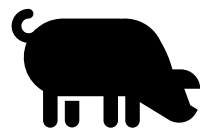
$$y = a + bX$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2$$

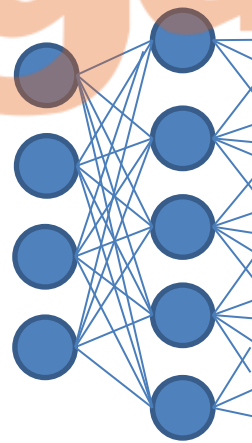


Deep Learning (DL)

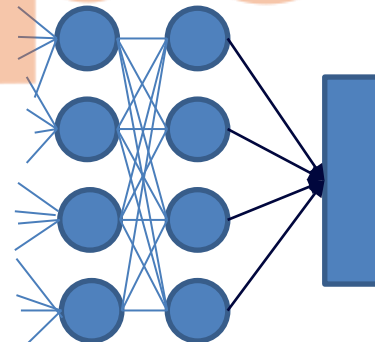
Redes neuronales



Input



...



Cerdo ✓

Output

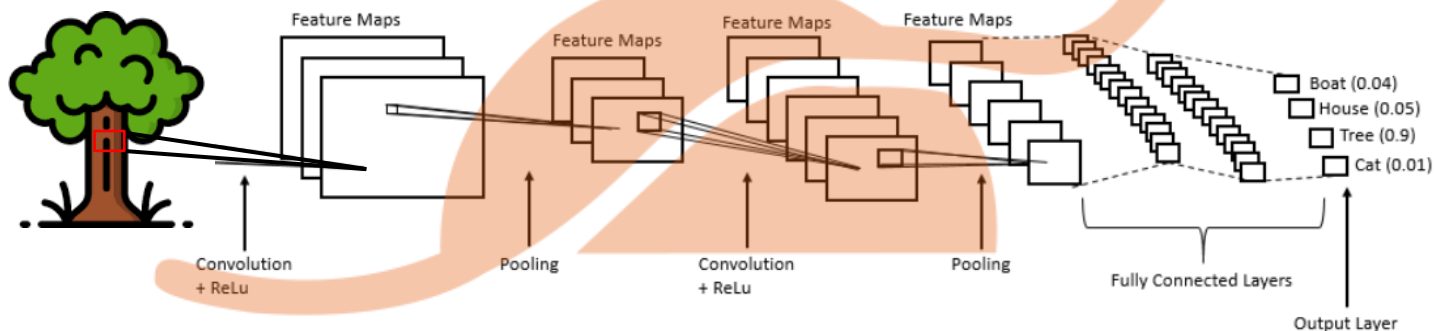
DL

La red obtiene por sí misma las características y aprende de forma independiente

VS

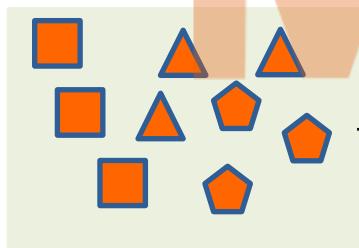
ML

Determinación manual de las características relevantes que el sistema debe analizar



ENTRENAMIENTO SUPERVISADO

Datos de entrenamiento



Etiquetas



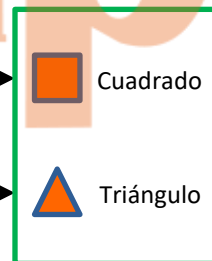
Entrenamiento



Modelo entrenado



Predicciones del modelo



Datos producción



- ⌚ Gran carga de trabajo inicial de etiquetado
- ✓ RN aprende de “experiencia” pasada
- ✓ Podemos anticipar las clases que predice la red

- Las estrictas normativas del sector hacen imperativa la aplicación de controles de calidad que aseguren los productos que llegan finalmente al consumidor.
- La inspección visual es una medida que ha sido muy útil en los últimos años para asegurar la calidad, pero nos damos cuenta que..

... consume una gran cantidad de tiempo

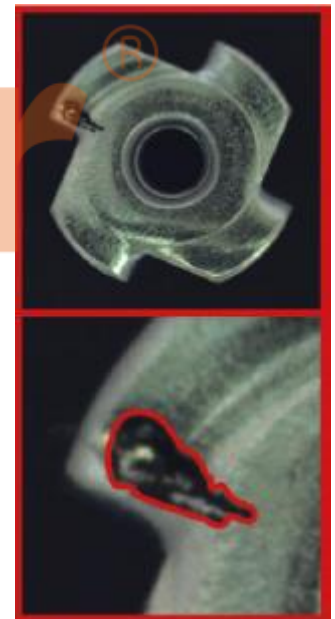
... requiere gran cantidad de intervención humana

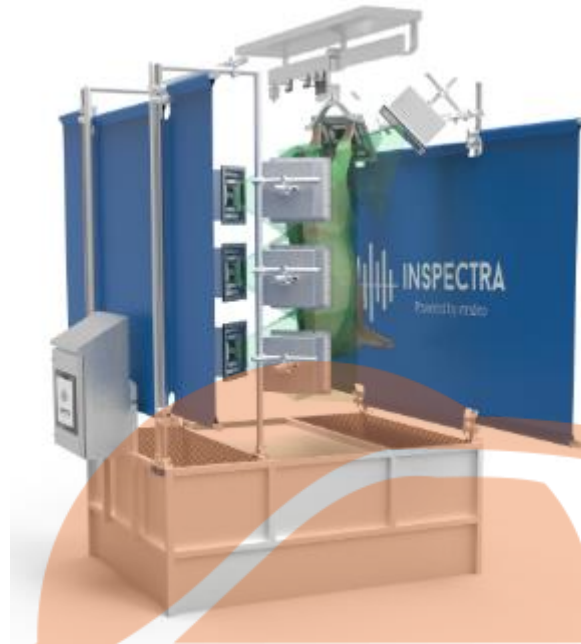
... es propensa a errores



Visión Artificial

- Aplicación de la IA para el reconocimiento y clasificación de objetos basándose en datos gráficos: imágenes y videos.
- Los algoritmos crean patrones a partir de los datos de entrenamiento que “aprenden” a asociar con determinados objetos.
- No es procesamiento de imágenes: no se modifican las imágenes, se interpreta lo que se ve y se ejecuta una tarea (e.g. etiquetado)





PIGCARCASS CHECKER[®]

Sistema de visión artificial en matadero para:

- Valoración de caudofagia
- Detección irregularidades en canales

- **Zonas de retrabajo.** Estrictas prácticas de higiene y manipulación son imperativas en el matadero para asegurar que el producto final sea adecuado para consumo humano.
- Para ello se establecen **Puntos de Control (PC)** en puestos en los que más habitualmente se producen contaminaciones donde los operarios marcan canales con algún tipo de irregularidad.
- El **PIGCARCASS CHECKER** tiene por objeto ser una ayuda adicional en esos PCs para detectar el número de máximo de canales afectadas por alguna irregularidad.



Pus



Crotales



Biliar



Fecal

Trastorno del comportamiento por el cual el cerdo muerde la cola de otro con una intensidad tal que provoque pérdida de pelo, heridas leves o incluso la pérdida de tejido.

¿Qué la causa?

- **No existe una causa concreta**, se asocia a causa multifactorial.
- El estrés provocado por diversos factores (altas temperaturas, mala ventilación, carencia de alimento, etc.) pueden provocar desequilibrios en el animal, aumentando su agresividad.
- Suele relacionarse con factores ambientales y de manejo. Aunque la genética parece distinguir razas más propensas.



¿Cómo se trata?

- **La caudofagia no se trata**, se hace una monitorización constante y se aplican medidas de mejora de factores desencadenantes.
- Si se observa, se procede a aislar a los animales para evitar propagación y tratarlos hasta el cierre de las heridas.

1. Mordisqueo
2. Paso a mordeduras
3. Brote de caudofagia



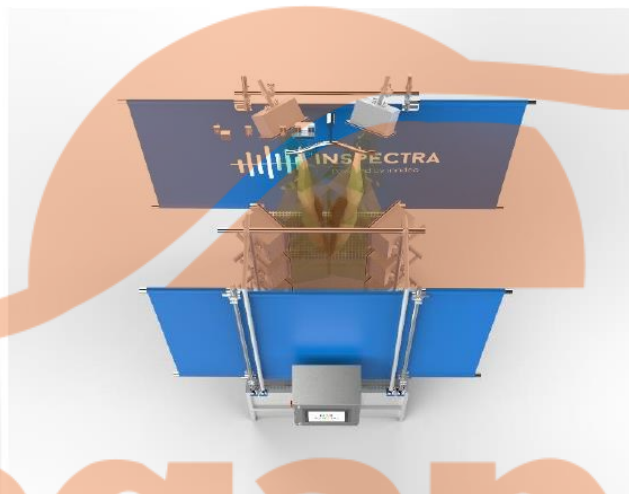
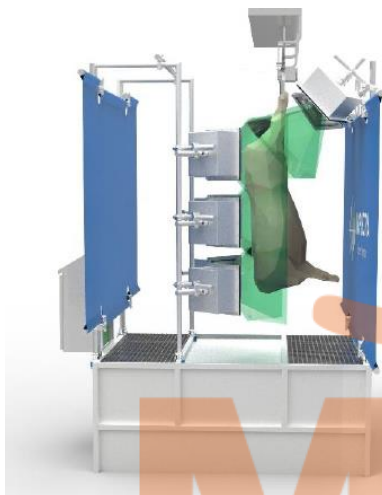
- **No es posible estimar una afectación de la caudofagia en el animal.**
Entre otros puede provocar:
 - Deterioro de la salud del animal (malestar, cojeras e incluso inmovilidad permanente) afectando al crecimiento medio diario.
 - Lesiones inflamatorias y purulentas que pueden migrar por todo el animal a través de la columna vertebral, aumento de decomisos totales o parciales.
 - En caso extremos, muerte del animal.

- **Adaptación de los sistemas productivos a la biología de los animales.** Para evitar el estrés que puede provocar en el animal las diferencias que percibe en un entorno productivo con respecto a su entorno natural se intentan optimizar una lista de factores:
 - Suministro de **materiales de enriquecimiento**.
 - **Buenas condiciones ambientales** de temperatura, aire y luz.
 - Revisión y mantenimiento de la **salud de los animales**.
 - Diseño de cuadras de tamaño adecuado, **minimizando así el riesgo de rivalidad** y número de respuestas agresivas.
 - Suministro de **alimentación** suficiente y de adecuada composición.
 - **Distribución y limpieza de los recintos**.
- **Raboteo.** Corte sistemático de la cola en lechones durante sus primeros días de vida.
 - Medida preventiva más utilizada.
 - Permitido sólo con documentación reglamentaria proporcionada por veterinarios especializados.

Inspección mediante
tecnología RGB

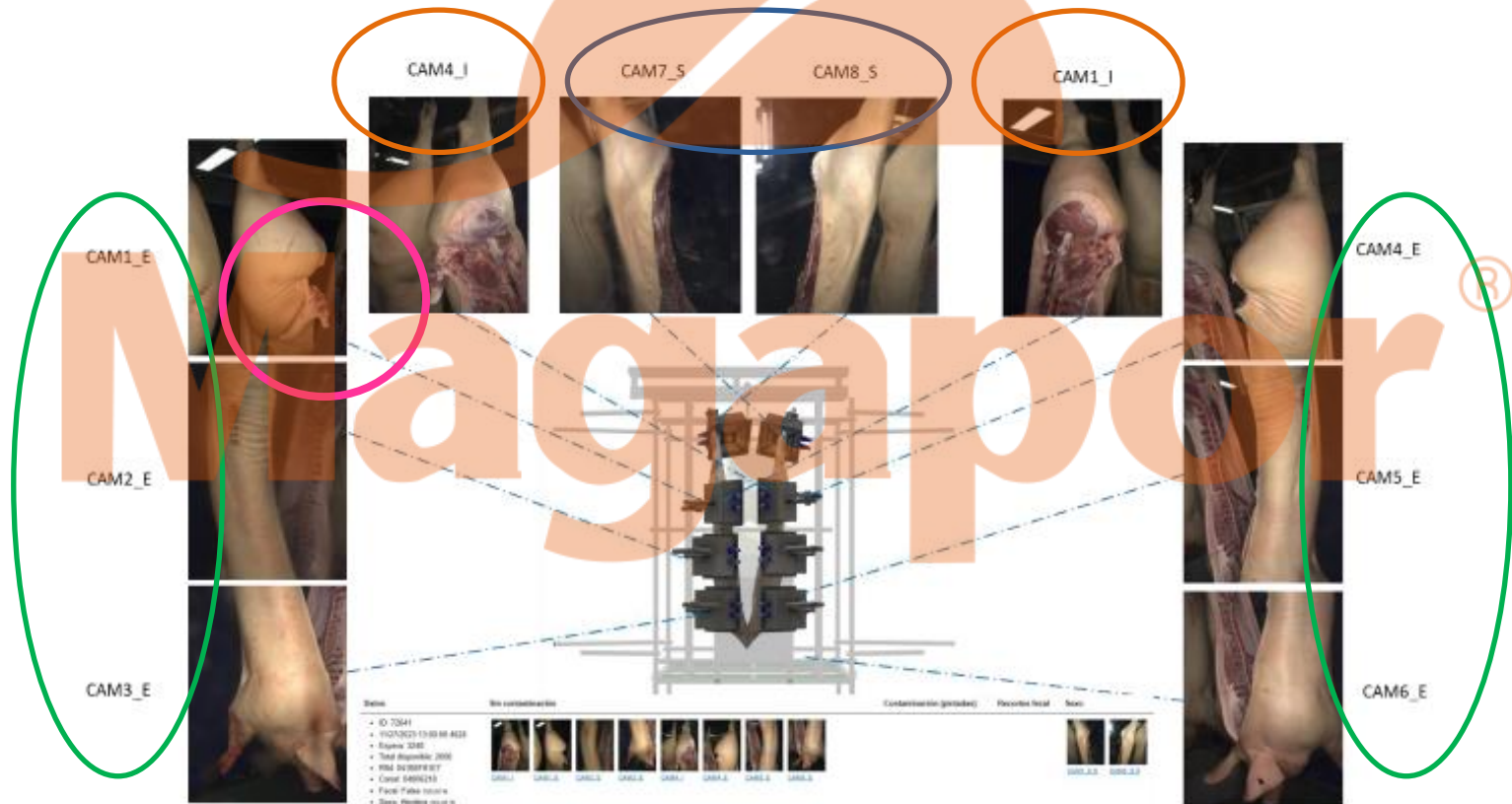
Clasificación con IA
(Deep Learning)

Sistema de lectura de
códigos RFID



- Preparado para trabajar a **velocidad ≥ 1200 cerdos/h**
- **~3 segundos** por cada animal
- **Detección** de contaminación de **$> 1\text{mm}^2$**
- encapsulado higiénico alimentario en acero inoxidable AISI-304

- Para la inspección de la afectación de la caudofagia y detección de posibles irregularidades en las canales durante el proceso productivo en planta es necesario tener una perspectiva completa del animal.
- El equipo cuenta con 8 módulos que apuntan en diferente ángulos y elaboran una imagen completa de la canal tomando 10 fotografías.



- Adaptamos la siguiente clasificación del trabajo de Teixeira y Boyle (2014) basada en el daño de la cola con la ayuda de una experta para definir las clases del modelo de clasificación (RN):



Grado 0

No hay afección

Grado 1

Daño leve

Grado 2

Daño moderado

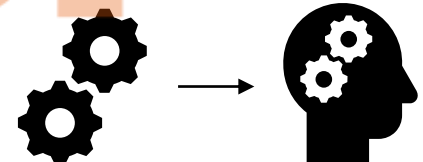
Grado 3

Daño grave

No valorable

Cola no visible, daños maquinaria u otros

Etiquetas



Grado 1



Grado 2



Grado 3



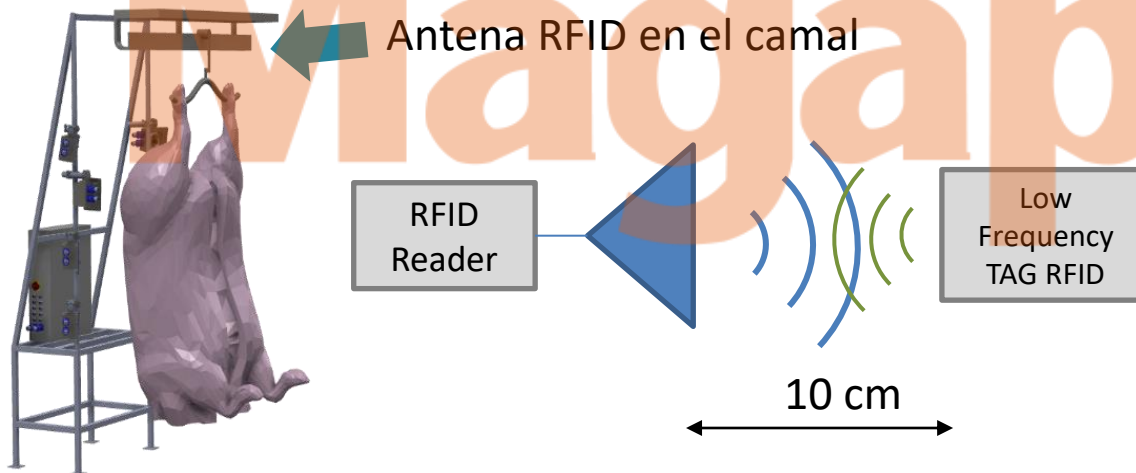
No valorable



Grado 0



- Trazabilidad a nivel animal en matadero.
- Uso de antenas RFID Low Frequency.
- Doble método de identificación:
 - TAG Camal mediante lector antenas línea de producción
 - TAG Camal mediante lector de antenas equipo de visión



MYCOPLASMA CHECKER

Sistema de visión artificial para la detección de patologías pulmonares en matadero [®]

- Consolidación pulmonar cráneo-ventral (CPCV)
 - Pleuritis

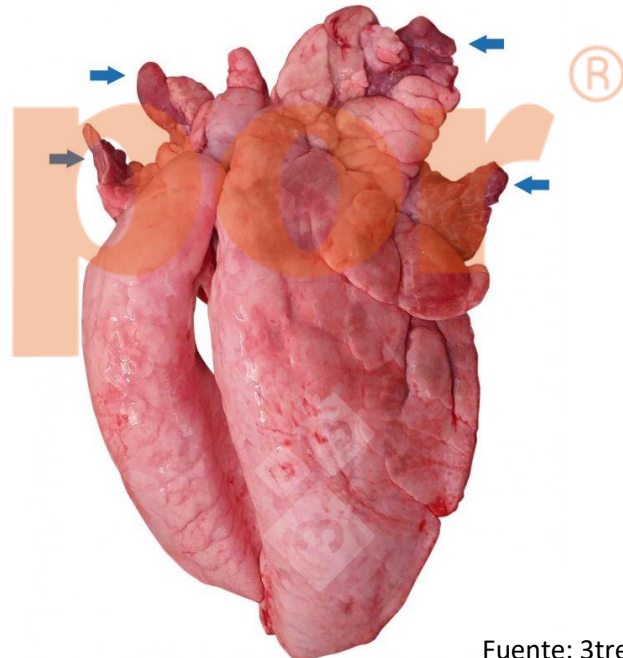
En Europa, las lesiones más frecuentes observadas en matadero son:

Pleuritis, característica de infecciones por *Actinobacillus pleuropneumoniae* y generalmente observable en los lóbulos caudales, generalmente acompañada de otras infecciones bacterianas.



Fuente: 3tres3

Consolidación pulmonar craneo-ventral (CPCV), asociada a infecciones por *Mycoplasma hyopneumoniae*, presentando zonas oscuras de consolidación pulmonar situadas bilateralmente en los lóbulos craneales y el lóbulo accesorio.



Fuente: 3tres3

- Gran prevalencia de cerdos afectados por este tipo de patologías.
- Los niveles de prevalencia se mantienen similares desde el año 2000.
- **CPCV** y **pleuritis** producen un **impacto negativo** en el **rendimiento del animal**, que incrementa a medida que aumenta la severidad de las lesiones.

Table 1 Prevalence of cranioventral pulmonary consolidation (CVPC) and pleurisy in slaughter pigs^a

Country	Number of		Percentage of pigs with		References
	Farms	Pigs	CVPC	Pleurisy	
Australia	46	210	– ^c	15	[89]
Belgium	150	3,750	24	16	[3]
	50	6,335	24	21	[24]
Brazil	21	908	72	9	[31]
	30	900	74	14	[6]
Denmark	259	10 628	– ^c	27	[18]
	321	2064	– ^c	30	[19]
Finland	46	690	– ^c	6	[39]
France	1196	110 865	72	14	[90]
	14	6997	58	10	[54]
	143	4290	69	14	[25]
Germany	20	1000	73	– ^c	[46]
Ireland	38	5628	58	43	[91]
	56	23 372	11	13	[34]
Italy	91	10 041	60	–	[85]
	48	4889	46	48	[26]
	– ^b	216	– ^c	50	[40]
	– ^b	5902		42	[48]
New Zealand	279	6 220 664	18	14	[38]
Philippines	471	1887	48	22	[92]
Serbia	20	625	42	24	[88]
Spain	107	10 404	56	27	[21]
Spain and Portugal	221	199 678	31	19	[17]
Switzerland	10	375	59	– ^c	[46]
Thailand	17	646	58	– ^c	[93]
UK	4420	2 261 779	27	12	[1]

^a results from peer-reviewed studies published since 2000, and including at least 3 herds or more than 200 pigs

^b not mentioned

^c not investigated

- Aparece un **efecto sinérgico** que se muestra en un **crecimiento ~15% menor** en cerdos afectados por ambas patologías.

% de lesión	GPD [g]	IC [%]	Mortalidad [%]	Coste medicación [€]
<55%	687	2.51	2.41	
56-76%	671	2.54	2.76	
77-88%	662	2.52	3.01	
>88%	645	2.56	3.31	2.77

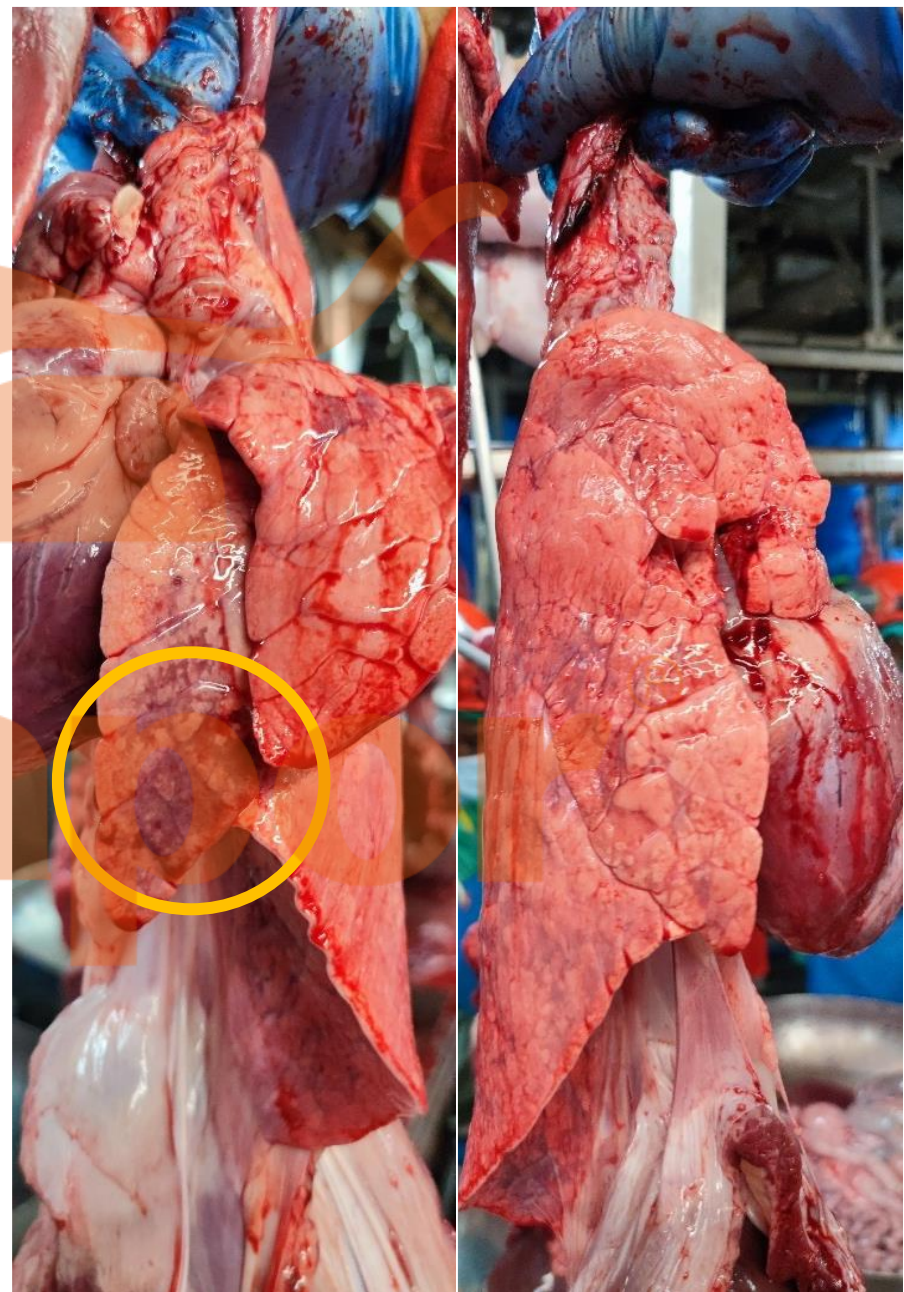
¡La aparición de la enfermedad puede aumentar los gastos de producción hasta en 3,96€ por animal!

Fuente: pig333

- En matadero, se calcula **diferencia en peso** para animales sanos (**77,7kg**) versus animales con afectados (**75,5kg**) a los ~200 días de vida.
- Ciertos estudios apuntan, además, una **reducción en la calidad de la carne** por estas patologías que podrían ser debidos a la **disminución de oxígeno derivada de las lesiones pulmonares**.

¿Cómo se mide y cómo se trata?

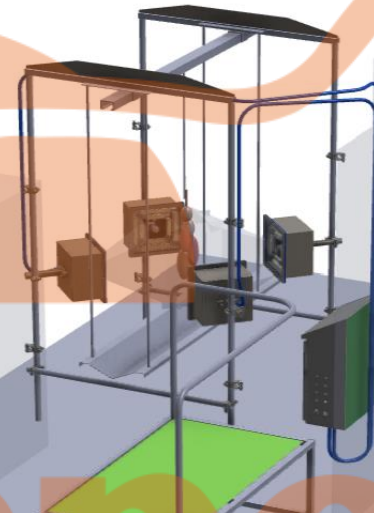
- Control basado en monitorización y en un **programa de vacunación** adaptado:
 - ✓ Control de transmisión
 - ✓ Reducción de los porcentajes de lesión
 - ✓ Reducción de sintomatología
 - x NO son capaces de evitar la infección por completo
 - x NO evitan la permanencia durante largos periodos una vez una explotación se ve afectada.
- El **grado de afectación** se mide en **matadero** mediante **control visual** de acuerdo a sistemas definidos.



Inspección mediante
tecnología RGB

Clasificación con IA
(Deep Learning)

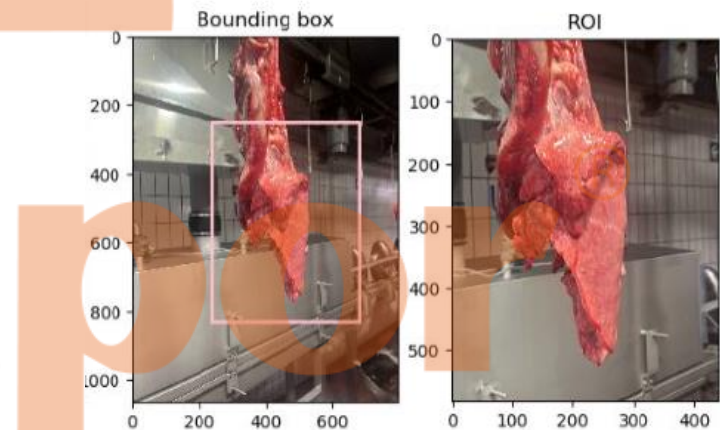
Sistema de lectura de
códigos RFID



- **Velocidad ≥ 1200 cerdos/h**
- **~3 segundos** por cada animal
- encapsulado higiénico alimentario en acero inoxidable AISI-304
- sistema de doble regulación para autoenfoco y mejor calidad de las fotografías



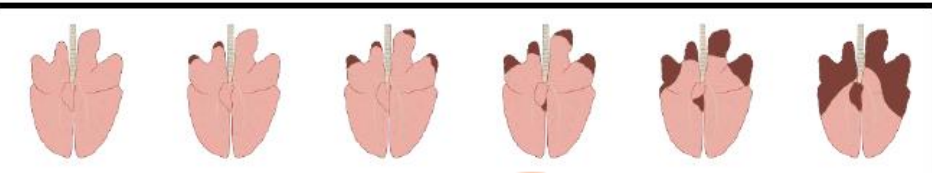
- 4x fotografías para construir una imagen completa de los pulmones.
- Aplicación de técnicas IA de procesamiento de imágenes para eliminar información no relevante, e.g. Region of Interest (ROI):



- Clasificación única de acuerdo a la evaluación de las 4 fotografías conjuntamente.

M. Hyo (CPCV)

“Sistema 0-5” (D. Mesones, 1995)

GRADO						
	0	1	2	3	4	5
Extensión aproximada	0%	10%	20%	30%	40%	50%

Grado 0. Pulmón con aspecto uniformemente sonrosado y textura esponjosa, sin zonas de consolidación.

Grado 1. Normalmente afecta a uno o los dos lóbulos craneales. Las áreas de consolidación no alcanzan aproximadamente el 15% de la superficie pulmonar total.

Grado 2. Afecta a dos o más lóbulos y el área total lesionada supera la superficie de un solo lóbulo, pero sin llegar a cubrir la superficie de dos.

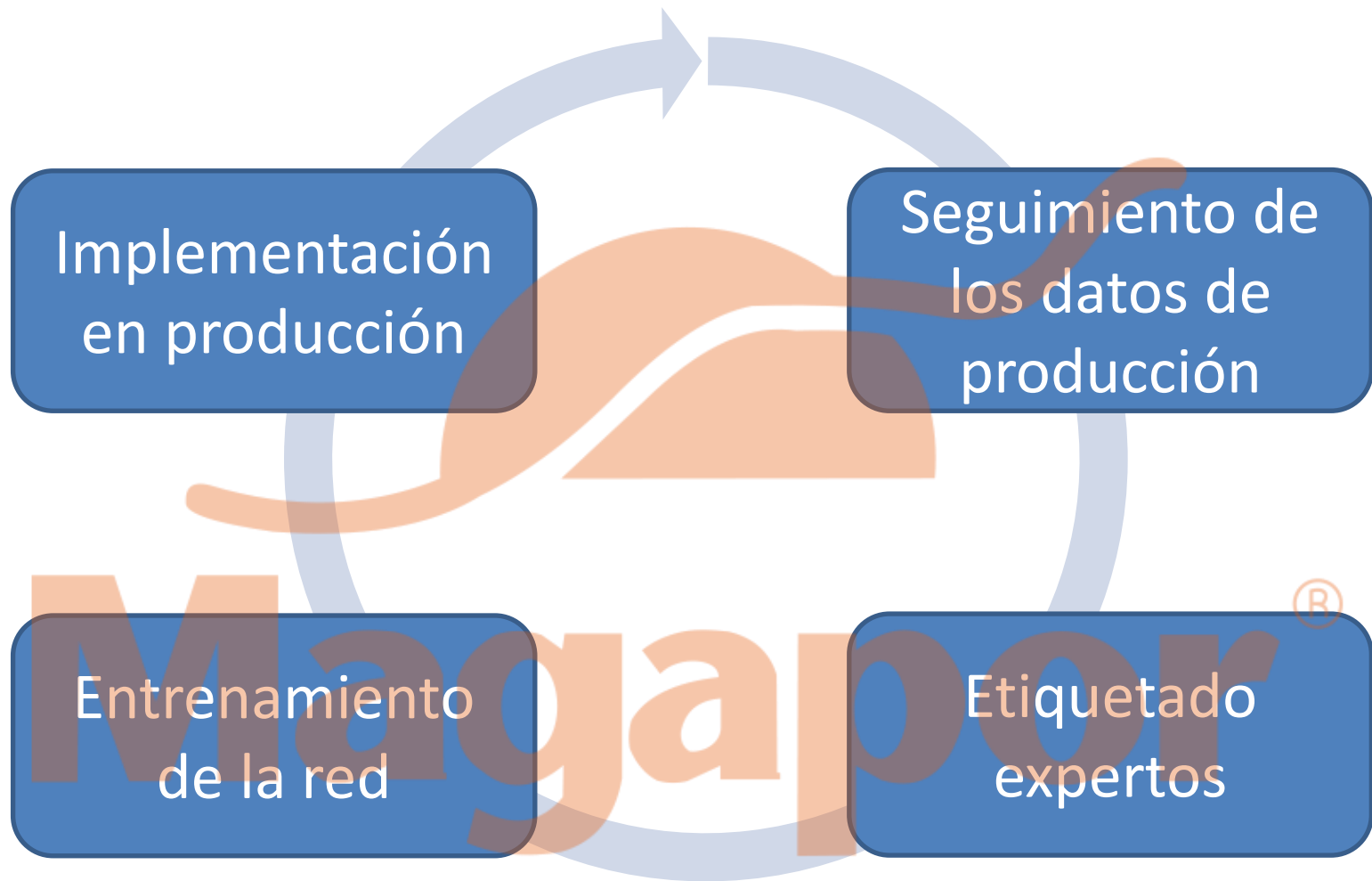
Grado 3. Afecta a tres o más lóbulos. El área de consolidación afecta desde aproximadamente $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ de la superficie pulmonar total.

Grado 4. Los cinco lóbulos anteriores (craneales, cardiacos y accesorio) se encuentran afectados por lesión, la superficie podría equivaler hasta la de cuatro de ellos.

Grado 5. Los cinco lóbulos anteriores están muy gravemente afectados, la lesión se extiende por los bordes anteriores de los lóbulos diafragmáticos. La superficie total de consolidación cubre la mitad o incluso más de la superficie pulmonar total.

Pleuritis

Sistema binario: Presente / No Presente

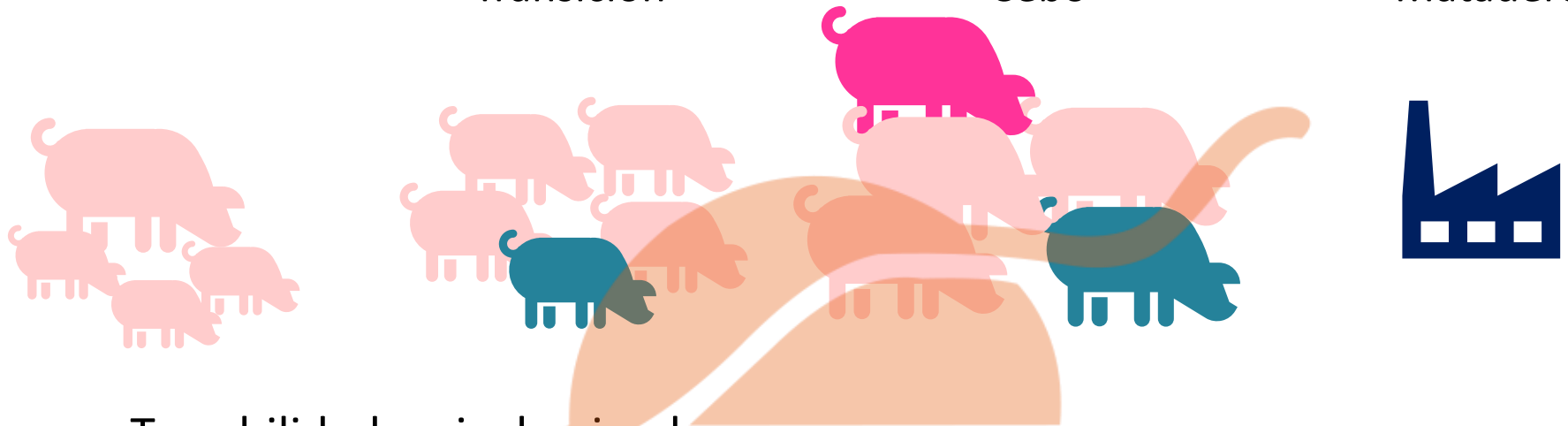


Proceso de mejora continua en el que se integran nuevos datos de producción para asegurar que la red se adapta al ambiente dinámico de la producción

[illegible]

¿Qué ventajas trae la implementación de IA?

Madres → Transición → Cebo → Matadero



- Trazabilidad a nivel animal
- Reconocimiento de posibles focos mediante la obtención de información de las canales en matadero
- Identificación de agentes desencadenantes o trayectorias anómalas
- Uso de datos para entrenamientos de modelos predictivos
- ...



THANKS
GRACIAS

Magapor®

MAGAPOR 16ITM - APR 24 & 25 2024 – ZARAGOZA - SPAIN

Explicación de los parámetros de la BD

Campo	Ejemplo	Descripción
ID	123456	Número de identificación del registro en la base de datos del equipo
Timestamp	12/01/2024 12:03:45.9834	Timestamp de guardado de datos del camal en el equipo
TAG RFID	A0000000D	Identificador de la canal inspeccionada
Canal	02482148	Identificador de la canal inspeccionada
Irregularidad	Si	Resolución de aparición de irregularidades
Confianza Irregularidad	97,7%	Umbral de confianza bajo el que la red clasifica que una irregularidad aparece en la fotografía
Caudofagia	1	Categoría de caudofagia sufrida por el animal
Confianza Caudofagia	95,56%	Umbral de confianza bajo el que la red clasifica que el animal está afectado por caudofagia grado X.
Myco	Si	Resolución de aparición de lesiones (CPPV) por Mycoplasma.
Grado Myco	5	De acuerdo al sistema Sistema 0-5 (D. Mesones, 1995)
Pleuritis	Si	Resolución de aparición de pleuritis.

- <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence/Reasoning>

Magapor®