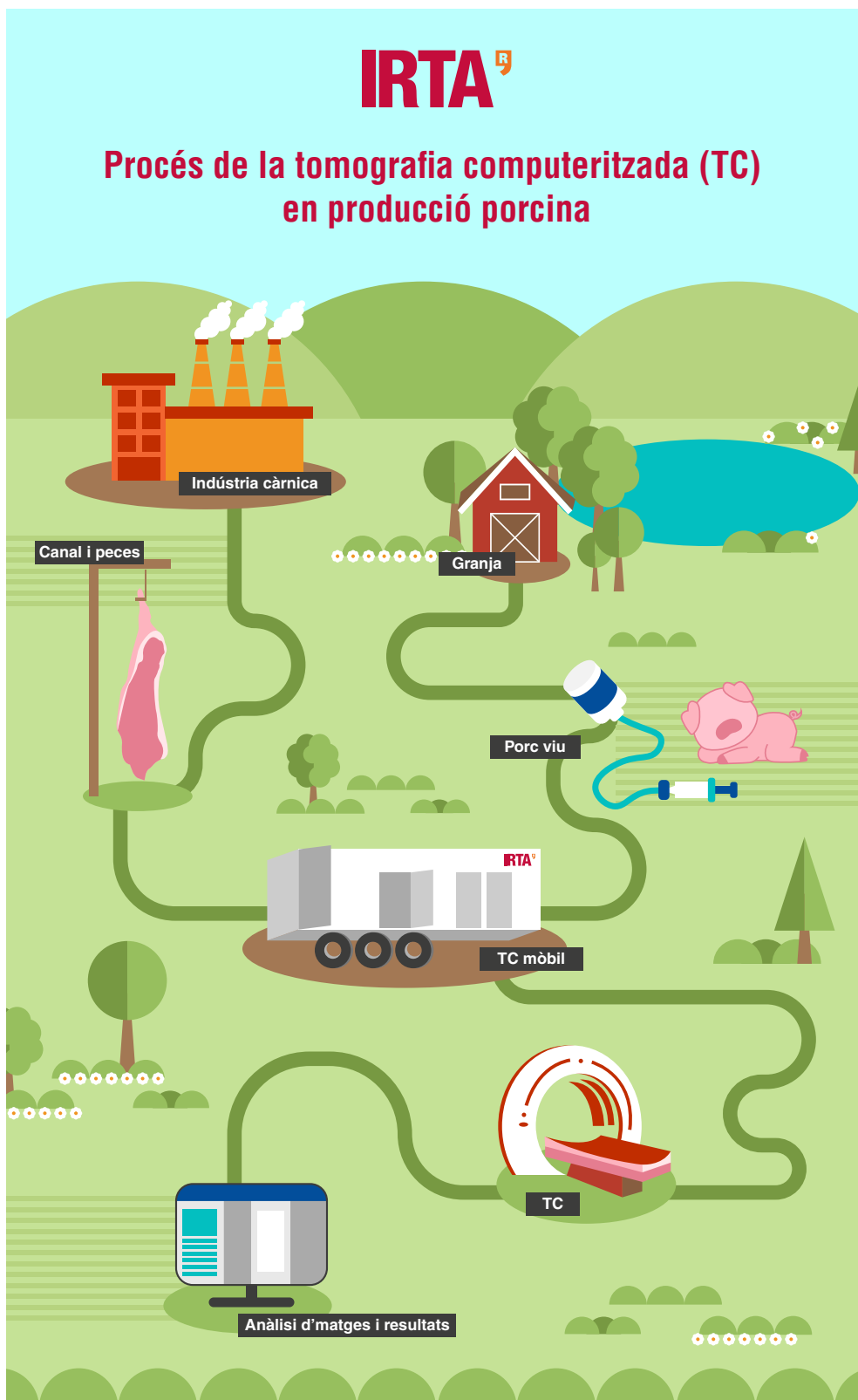


DEMO TAC

# La tomografia computeritzada com a eina per a millorar l'eficiència en la producció porcina

IRTA - Torre Marimon  
Caldes de Montbui, 08140 Barcelona

*"Activitat finançada a través de l'Operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2022"*



# Els fonaments físics de la Tomografia Computeritzada



Els raigs X van ser descoberts per W.C. Roentgen el 1895. Són ones electromagnètiques amb una longitud d'ona entre 0,001 i 10 nanòmetres que poden travessar la matèria, perdent part de la seva energia.

Gràcies a aquesta atenuació energètica de la font de radiació, es poden obtenir imatges del cos travessat. El 1972 el Dr. Godfrey Hounsfield va descriure i va posar en pràctica la tomografia axial computeritzada, coneguda més endavant com a tomografia computeritzada (TC).

El terme axial ha desaparegut ja que les imatges es poden prendre de manera axial (una imatge perpendicular darrere l'altra a una distància determinada) o helicoidal (imatges de manera continuada seguint la forma d'una hèlix). Des de Hounsfield fins a l'actualitat s'han incorporat diversos avenços amb l'objectiu de reduir el temps d'escaneig, reduir la dosi de radiació i millorar la qualitat de la imatge.

La teoria de la TC es fonamenta en el coeficient d'atenuació que experimenta el feix de raigs X en travessar la matèria recollida pels detectors, els quals giren 360° al voltant de l'objecte i de manera sincronitzada amb la font de raigs X.

Les dades obtingudes es processen mitjançant algoritmes de reconstrucció produint una imatge en una escala de grisos, que permet diferenciar els teixits corporals ja que l'atenuació és diferent en funció de les diferents densitats que posseeix cada teixit.

Els valors d'atenuació s'expressen en unitats Hounsfield amb una escala que va des de -1.024 (no absorció-aire) fins a +3.071 (absorció completa) per a la majoria dels

equips. Convencionalment, es consideren els següents rangs per als tres teixits principals:

- 1** **Teixit gras:** Rang entre -100 i 0 unitats
- 2** **Teixit muscular:** Rang entre +0 i +120 unitats Hounsfield
- 3** **Teixit ossi:** Rang entre 120 i 2000 unitats Hounsfield

Això no obstant, aquests valors són aproximats i, per això, cal adaptar-los per a cada equip, tipus de producte i condicions de mesura.



Foto 1: Interior del vehicle amb l'aparell de Tomografia Computeritzada

# Com funciona un TC?



El procés d'escaneig consisteix en un emissor i un receptor de raigs X que giren circularment al voltant de l'animal escanejat, que produeix una atenuació dels raigs X més o menys important en funció de la densitat dels teixits del cos.

Aquesta atenuació és detectada i reconstruïda en imatges en 3D, la unitat de les quals és el vòxel. Cadascun dels vòxels generats té associat un valor d'atenuació (unitats Hounsfield) i se'n coneix el volum en funció de les característiques d'adquisició de la imatge.

**Vòxel.** Prové de l'anglès volumetric píxel i es defineix com la unitat mínima processable d'una matriu tridimensional. Perquè s'entengui seria com el píxel (la unitat de mesura per a la resolució de les imatges en dues dimensions), però en tres dimensions.

Així, l'anàlisi d'aquests vòxels, mitjançant programes específics, permet determinar el volum dels teixits en funció de la seva densitat, permetent-ne la classificació i quantificació. A més, la tecnologia permet realitzar mesures lineals o àrees sobre les imatges en zones anatòmiques concretes. Depenent de la necessitat i l'objectiu de l'estudi es pot adequar el nombre d'imatges obtingudes, des de l'escaneig total de l'animal adquirint imatges cada 1-10 mm, fins a l'escaneig de zones anatòmiques concretes.



Foto 2: Escaneig d'un porc viu

La TC, en ser una tecnologia no invasiva, té un gran potencial en ramaderia. La utilització d'aquesta tecnologia en producció animal ofereix noves vies per a la millora productiva, ja que es pot utilitzar per estimar diferents paràmetres, tant a nivell de granja com de sala d'especejament o indústria processadora.

Aplicada a la producció animal té un gran avantatge, i és que permet determinar la composició del cos de l'animal o d'una zona concreta de manera no invasiva, tant si l'animal és viu (evitant així els sacrificis seriatos en diversos moments de l'engreix), com en la seva canal o peces, permetent, per tant, conèixer aquesta composició sense necessitat de sacrificar l'animal o, en cas de fer-ho en canal, sense necessitat de "destrossar" la canal mitjançant la seva dissecció.

# Una de les aplicacions més conegudes



Foto 3: Escaneig d'una canal

Una de les aplicacions més conegudes és la de la determinació de la composició tissular dels animals o canals.

Des de l'any 2009 la tomografia computeritzada ha estat considerada per la UE com un mètode de referència, alternatiu a la dissecció, per a la determinació del percentatge de magre de la canal de porcí. L'IRTA, com a centre de referència a Espanya per a la realització dels assaigs de calibratge dels equips de classificació per a escorxadors, disposa d'una àmplia i dilatada experiència amb aquesta tecnologia per ser aplicada tant en animals vius com en canals o peces.

Per determinar la composició del canal, les imatges obtingudes amb l'equip de tomografia es poden estudiar des de diferents punts de vista:

1

Mitjançant el desenvolupament de programes informàtics que permetin el tractament automatitzat de les imatges.

2

Mitjançant la segmentació dels diferents teixits en funció de la densitat.

3

Mitjançant la realització de mesures concretes en punts anatòmics d'interès.

4

Mitjançant regressió multivariant amb tècniques estadístiques avançades.

L'IRTA treballa des de tots aquests punts de vista per poder obtenir la millor aplicació a cada tipus de producte. A partir de les imatges (format DICOM) que proporciona l'equip, (que poden ser més de 400 per animal si es pren una imatge cada 3 mm), s'obté el valor Hounsfield de cada vòxel. D'aquesta manera es pot obtenir un histograma sumant els vòxels que tinguin els mateixos valors Hounsfield (mateixa densitat).

A partir de les característiques d'adquisició de la imatge es pot conèixer el volum del vòxel, permetent obtenir el volum associat a cada valor Hounsfield. A partir d'aquest, es pot determinar el volum de cadascun dels teixits (magre, greix i os) en l'animal o en la canal.

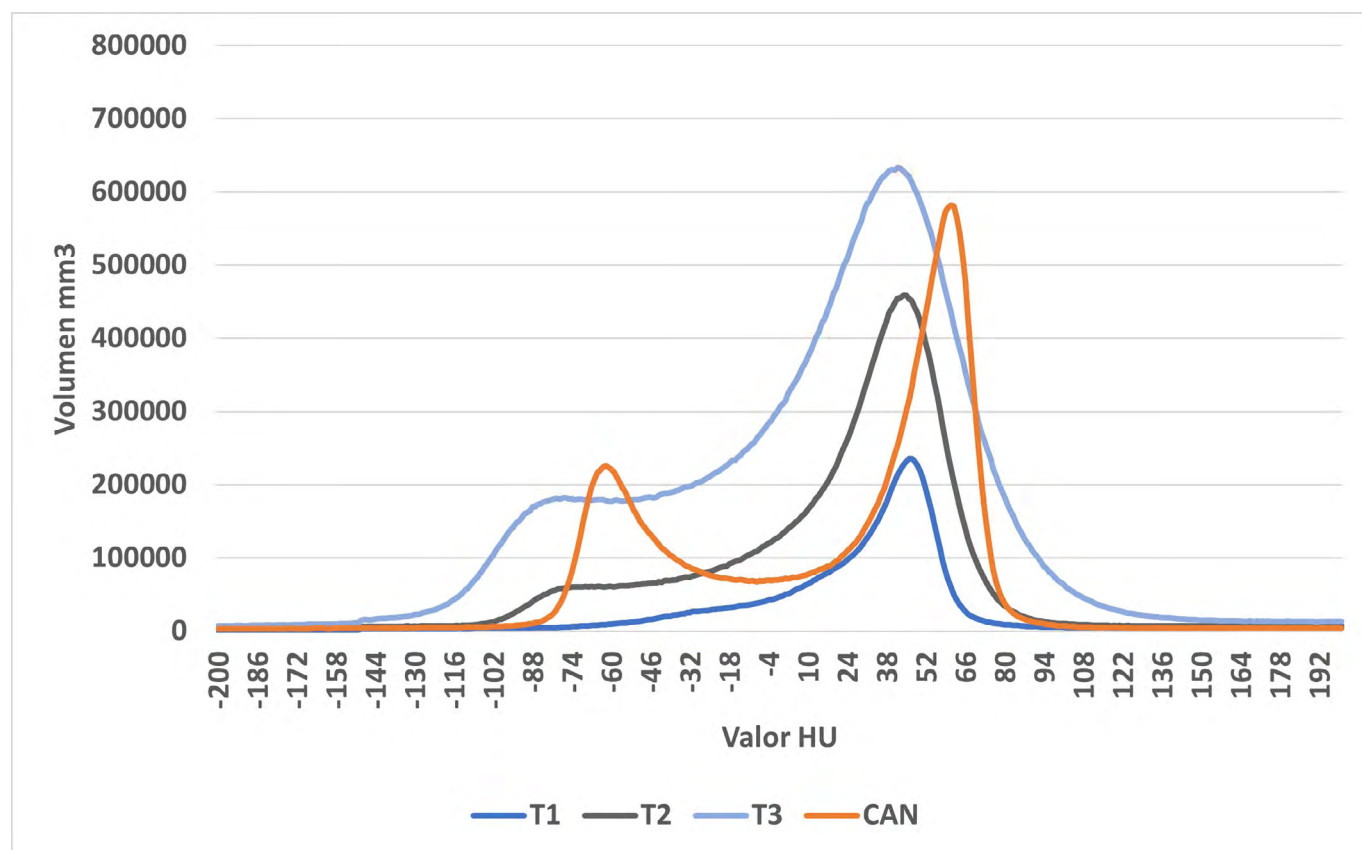


Figura 1. Representació del volum associat a cada valor Hounsfield en diferents moments de l'engreix (T1, T2 i T3) d'un porc Duroc i la seva canal (CAN).

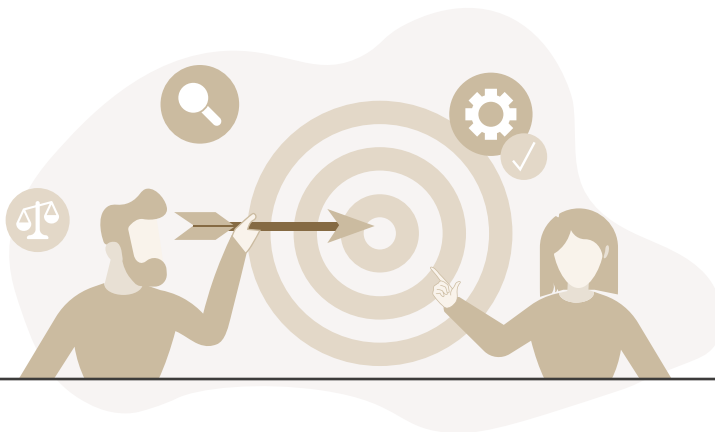
Però no es la única aplicació, doncs aquestes són molt diverses, entre les que podem assenyalar:

- 1 Veure l'evolució de la composició corporal dels animals i les característiques dels ossos segons la genètica, el sexe o l'alimentació.
- 2 Programes de millora del progrés genètic en funció del producte desitjat.
- 3 Obtenció de mesures lineals, àrees i volums de diferents zones anatòmiques de l'animal (o de la canal).
- 4 Classificació de canals i calibratge d'equips de classificació en línia.
- 5 Seguiment i optimització del procés de curació dels pernills.
- 6 Optimització del processament d'aliments i avaluació de la qualitat del producte final.
- 7 Control dels processos d'assecatge, anomalies i maduració en aliments (productes carnis, peixos, fruites, formatges, etc.).
- 8 Estudi dels processos de congelació/descongelació.



Foto 4: Aplicació de la Tomografia Computeritzada en un pernil curat

# El projecte DEMOTAC



## La ciència arriba ara a peu de granja o indústria

Haver de transportar els animals fins a les instal·lacions on es trobaven els equips, amb els inconvenients i perills que representa a nivell de bioseguretat, ha estat, des de sempre, un dels grans inconvenients per a l'aplicació de la tomografia computeritzada a les explotacions i/o empreses alimentàries.

Abans calia traslladar els animals des de la granja fins a l'enclavament on es trobés l'equip. A partir d'ara ja no cal, ja que l'IRTA ha adquirit un equip de TC mòbil que permet desplaçar-lo fins a la granja o escorxador, sense necessitat de desplaçar els animals. Aquest fet suposa una gran innovació ja que permet una millor aplicació de la tecnologia al territori, afavorint el sector i donant l'oportunitat a més empreses que vulguin aplicar aquesta tecnologia.

En concret es tracta d'un aparell de TC instal·lat a l'interior d'un camió, i així es pot desplaçar a qualsevol lloc i aprofitar aquesta tècnica i les seves aplicacions no només per a l'estudi d'animals vius o les seves canals, sinó també per aplicacions en àmbits tan dispars com la piscicultura o la fructicultura.

Recentment, l'IRTA ha dut a terme el projecte demostratiu DEMOTAC, l'objectiu del qual ha estat posar en coneixement del sector productor i de la transformació, el potencial de la tecnologia donant a conèixer les oportunitats que ofereix aquesta per a la millora productiva del sector, actuant sobre diferents paràmetres tant a nivell de granja com d'escorxador i sala de desfer. El projecte, a més, pretén fomentar l'ús de la TC entre les empreses relacionades amb la producció porcina.



Foto 5: Tràiler amb l'equip de tomografia computeritzada en una granja.



Foto 6: Visualització de les imatges obtingudes d'un porc viu amb el tomògraf

Els objectius específics eren els següents:

1

Permetre als participants l'escaneig d'alguns dels seus animals a les instal·lacions de l'IRTA.

2

Participació de les empreses en el procés d'escaneig d'animals vius i canals de porcí i en l'obtenció de la informació sobre la seva composició tissular.

3

Transferir a les empreses els coneixements existents sobre l'ús de la TC en producció animal.

4

Mostrar a les empreses el potencial de les imatges de la TC com a eina per a la millora dels processos productius.

Coincidint amb l'últim escaneig a la granja es va organitzar una jornada demostrativa on els participants van poder veure de primera mà l'escaneig dels animals vius amb l'equip de TC i van poder visitar les instal·lacions del centre de control del porcí de Monells tot veient les tasques que s'hi realitzen habitualment. Després del sacrifici dels animals es va organitzar una segona jornada on es van presentar tots els resultats obtinguts durant la prova (part productiva, anàlisis d'imatges i mesures de qualitat de canal). La jornada va continuar amb una part pràctica on es van poder veure les canals de la prova i es va mostrar l'escaneig de les canals amb l'equip de TC.



Escaneja o fes clic per veure més informació sobre l'aplicació de la TC en granges i indústries agroalimentàries



**Institut  
de Recerca i Tecnologia  
Agroalimentàries**

**IRTA - Torre Marimon**  
Caldes de Montbui  
08140 Barcelona

**Per a més informació i contacte:**

Albert Brun  
[albert.brun@irta.cat](mailto:albert.brun@irta.cat)

*"Activitat finançada a través de l'Operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2022"*