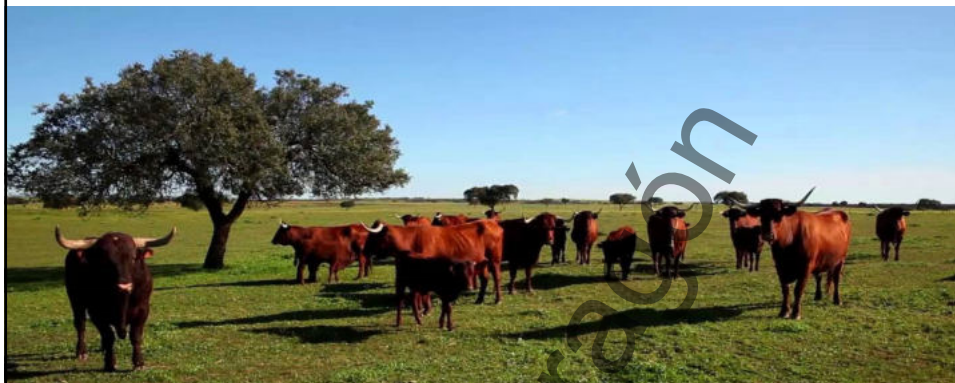


**MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS EN  
CONDICIONES EXTENSIVAS**

**Albina Sanz, CITA de Aragón (asanz@aragon.es)**



1



**Organismo Público de Investigación para el  
desarrollo del Sector Agroalimentario de  
Aragón - <http://www.cita-aragon.es/>**

**Departamentos de investigación**

- **Ciencia Animal**
- **Ciencia Vegetal**
- **Sistemas Agrícolas, Forestales y Medio Ambiente**
- **Unidad Transversal de Economía Agroalimentaria**

**GRUPO DE TRABAJO  
VACUNO DE CARNE**

**MÁXIMA PRODUCTIVIDAD DEL REBAÑO  
MÍNIMOS COSTES DE PRODUCCIÓN**

**Líneas de trabajo**

Estudio y optimización de los sistemas ganaderos, enfoque pluridisciplinar:

- base genética
- manejo reproductivo, alimenticio y sanitario
- sistema de producción,
- calidad final del producto
- entorno socioeconómico y medioambiental en el que se ubica

2

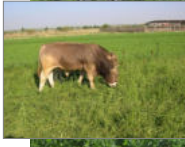
## FINCAS EXPERIMENTALES



**El Vedado  
secano  
1400 ha**



**Soto Lezcano  
regadío  
125 ha**



**La Garcipollera  
pastos de montaña  
5000 ha**

3

**¿Puede ser sostenible este tipo de sistemas extensivos?**



4

### SISTEMAS COMPETITIVOS Y ADAPTADOS A LOS RECURSOS DISPONIBLES

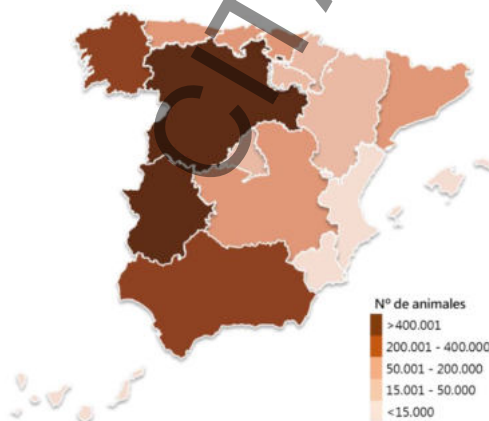
- Máxima productividad de los rebaños  
(crías/madre y/o crecimiento cebo, valor añadido)
- Mínimos costes de producción  
(alimentación rebaño vacas nodrizas y cebo)
- Mejor nivel vida posible para los ganaderos
  - Fijación población rural
  - Mantenimiento ecosistemas  
(ganado como herramienta gestión medio, servicios ecosistémicos)



**ADECUADA GESTIÓN TÉCNICA REBAÑOS**

5

### DISTRIBUCIÓN DEL CENSO DE VACAS NODRIZAS



69.126 explotaciones  
2,3 millones vacas nodrizas

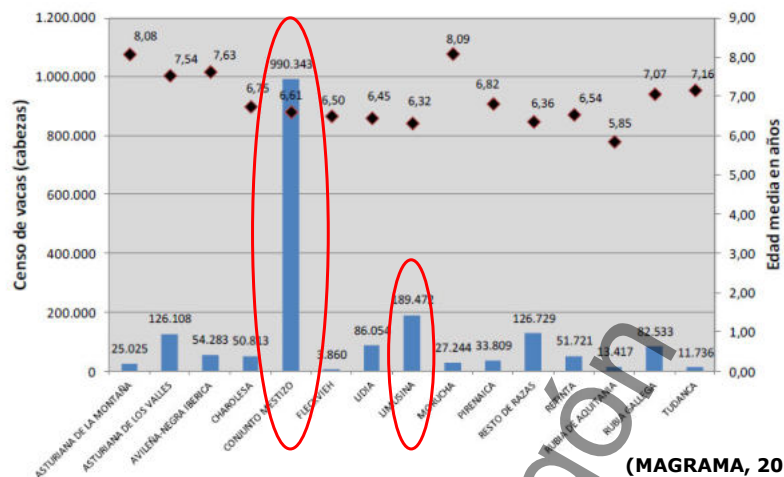
(MAPA, 2021)

**69% Dehesa+Galicia**  
**23% Cornisa Cantábrica**  
**8% Aragón+Cataluña+Navarra**

- Nodrizas concentradas en oeste español y zonas montaña
- Censo nacional 6,5 millones de cabezas bovinas
- De ellas, 2.324.394 vacas nodrizas y 833.000 vacas de leche

6

## DISTRIBUCIÓN CENSO Y EDAD VACAS NODRIZAS POR RAZAS



(MAGRAMA, 2014)

Potencial censal España no se traduce en una eficiente estructura productiva

7

## INDICADORES NACIONALES PREOCUPANTES

- Fertilidad media = 70% (media europea 85%)
- Intervalo entre partos = 440 días
- Tasa anual de destete de terneros = 65%
- Nº total terneros / vaca en su vida productiva = 4,5
- Edad al primer parto = 2-3 años en el 55% novillas



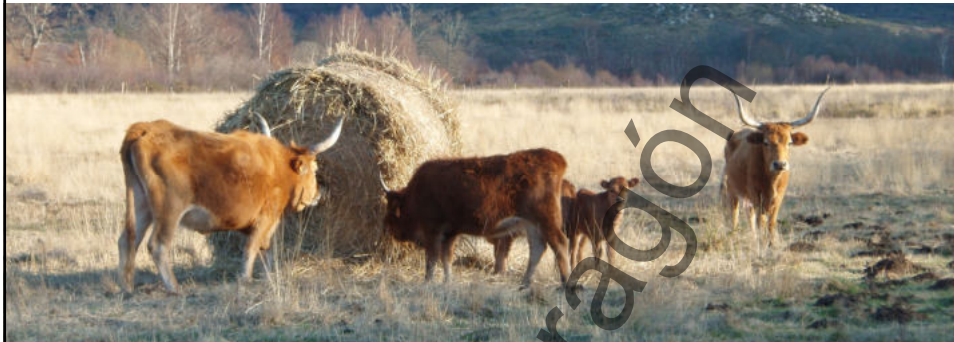
(MAGRAMA, 2018)



8

## OBJETIVOS PRIORITARIOS EN VACAS NODRIZAS

- **MEJORAR EFICIENCIA PRODUCTIVA** a través de una adecuada gestión técnica de los rebaños (nº terneros destetados/vaca/año)
- **PROFESIONALIZACIÓN TÉCNICA** para consolidar un sector especializado y competitivo



9

## BASE GENÉTICA, LOTES Y REGISTRO DE DATOS

**LÍNEA MATERNA:** capaz de adaptarse al entorno (razas autóctonas, etc.), con buena facilidad de parto, producción lechera y longevidad (aplomos y ubre\*)

**LÍNEA PATERNA:** Idem anterior + razas cárnicas especializadas

**TASA REPOSICIÓN:** 15% año, vacas con mejores aptitudes de cría (h<sup>2</sup> razonable\*)

**MANEJO EN LOTES HOMOGÉNEOS:** Recría, Vacas secas, Vacas fin gestación, Vacas paridas (idealmente con subgrupos; Sanz y Casasús, 2014)



**OBSERVACIÓN RUTINARIA Y REGISTRO DE TODO:** Fecha parto, sexo, peso ternero nto, facilidad parto, identificación toro, estado de carnes antes y después del parto, problemas reproductivos (infertilidad, distocias, prolapso uterino, etc), escasa producción de leche, problemas sanitarios, locomotores (cojeras o aplomos), etc. **ADECUADO DESVIEJE, Criterio:** no perder 1-2 cubriciones

\* *Varona 2021 (pero evaluación genética/genómica imposible sin datos)*

10



## GPS, drones, detectores de celo o parto, ...

miércoles, 15 de septiembre de 2020 | Economía | Tecnología e innovación | Sociedad | Educación e Investigación | CH4 live audio | Canva | Inscrito

### El CITA utiliza drones al servicio de la ganadería extensiva

A lo largo de este verano se han testado para la gestión de rebaños e infraestructuras de pastoreo en la finca experimental de La Garcipollera.

La Finca Experimental de La Garcipollera del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) ha desarrollado durante este verano una acción demostrativa para evidenciar la utilidad de los drones en la gestión de rebaños de ovino en distintos tipos de pasto. El CITA ha aportado sus rebaños, instalaciones y conocimientos sobre el manejo de los animales en sistemas ganaderos extensivos, de la mano de sus investigadores de la Unidad de Producción y Sanidad Animal, Javier Ferrer e Isabel Castejón, y del personal técnico de la Finca Experimental La Garcipollera. El grupo Delsat, dirigido por Daniel Yuste, ha aportado su experiencia como empresa operadora de drones, especializada en filmación aérea, como el proyecto Pharmadron para el transporte farmacéutico en áreas



Detector de Partos

11

## PLANIFICACIÓN DE LA PARIDERA

- Cubrición **CONTINUA** o **CONCENTRADA** (mayor atención a los partos, previsión mano de obra y alimentación, lotes más homogéneos, repesca de vacías, ..., mayor margen bruto (Sanz et al., 2013))
- Ideal: 2 épocas cubrición (2-4 meses), inicio 90 días tras primer parto
- Deseable: **CUBRICIONES CONTROLADAS EN GRUPOS** (paternidades)
- Cubriciones mediante monta natural o IA o ambas
  - considerar período de espera voluntario mínimo 30-45 días postparto
  - tasa gestación: 70-90% toro, 60-80% IA, 50-80% IA Tiempo Fijo



12

## MONTA NATURAL

- Revisar resultados de cubriciones anteriores, eliminar problemáticos (distocias)
- Antes de cubrición, revisar estado general, estado de carnes, aplomos, perímetro testicular, ausencia lesiones (prepucio, pene, escroto) y la libido de los toros.
- Valoración seminal (volumen, motilidad, concentración) y **control sanitario!!**
- Ideal: 2 líneas toros, facilidad parto o conformación (correlación negativa!!)
- Ratio 1 toro cada 30-40 vacas
- Cubrición controlada por grupos (jerarquía, paternidades, sanidad)
- En pastoreo propiciar contacto animales (puntos de sal, más toros) o garantizar que las vacas están gestantes cuando inician la época de pastoreo.



13

## INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

- Mejora genética (grupos selectos o todo rebaño) + Mayor control sanitario
- Asesoramiento de protocolos más adecuados para cada tipo de animal y rebaño
- **Imprescindible:**
  - revisión previa de animales (ciclicidad y estado de carnes)
  - planificación del programa, productos, manga de manejo, etc.
  - destreza del veterinario
  - manejo de los animales sin estrés (sin perros ni gritos, etc.)
  - no vacunar o desparasitar durante tratamiento ni mes sgte
  - controlar éxito IA (ej. detección de celo, ecografías, etc.)

- IATF no precisa detección de celos, ideal en sistemas extensivos.

50% fertilidad en 1ª IATF, 80-90% en 3 meses (Rodríguez-Sánchez et al., 2015)

Día 0 (L)	Día 7 (L)	Día 9 (X)	Día 11 (V)
Progesterona + GnRH	PG	Retirar progest. + 400 UI PMSG	GnRH 8h IATF 16h

14

## Revisión de los programas de sincronización ovárica basados en el uso de hormona liberadora de gonadotropinas y prostaglandina F2 $\alpha$ para novillas de leche y de carne

A. Sanz<sup>1,2</sup>, K. Macmillan<sup>1</sup> y M.G. Colazo<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Livestock Systems Section, Alberta Agriculture and Forestry, Edmonton, Alberta, Canada

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza), Zaragoza, España

### Resumen

La inseminación artificial lleva décadas implantada en las explotaciones de vacuno de leche, no tanto en el vacuno de carne. Los protocolos de sincronización ovárica que permiten realizar la inseminación artificial a tiempo fijo son muy interesantes, debido a que no dependen exclusivamente de la detección

Revista ITEA-Información Técnica Económica Agraria (Open Access)

<https://www.aida-itea.org/>

15

## DIAGNÓSTICO TEMPRANO DE GESTACIÓN

**IDEAL:** 1-2 meses tras retirada toros o IA (detección de vacas vacías, pérdidas embrionarias, abortos, anomalías reproductivas; acelera inclusión vacas siguiente cubrición)

### MÉTODOS:

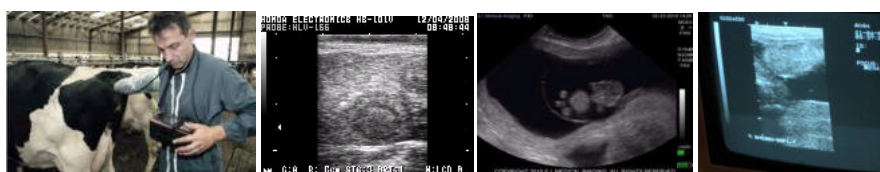
1. No retorno al celo
2. Palpación rectal
3. Ecografía
4. Progesterona
5. PAG (d28: CICAP 3,5C), ...



Cuerno uterino vacío

Gestación 40d

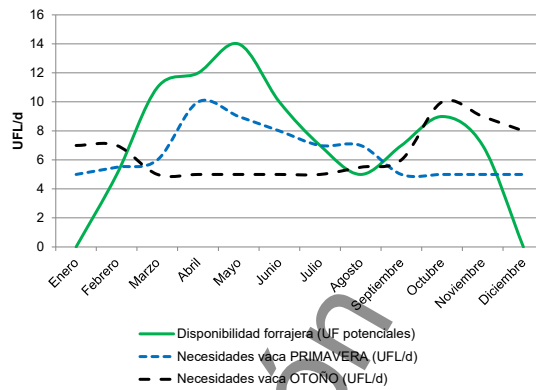
Placentomas



16



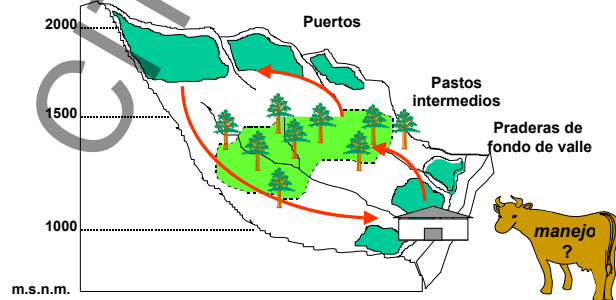
## DESEQUILIBRIO CURVAS DEMANDA REBAÑO Y OFERTA PASTO



- Extensificación (subnut+crianza) = ¿Efectos sobre rendimientos productivos?

17

## Sistemas Montañosos (Pirineos aragoneses)



Una adecuada gestión técnica del rebaño requiere conocer:

- Base genética y orientación productiva
- Recursos forrajeros disponibles (cantidad y calidad)
- Manejo reproductivo (época de parto, fecha de destete)
- Manejo alimenticio (utilización superficies pastables + alimentación en establo)

18

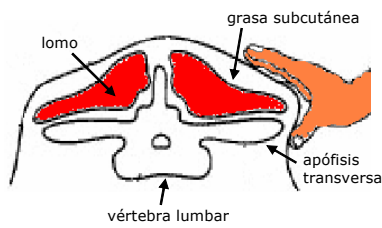
## CONDICIÓN CORPORAL DE LOS ANIMALES

- Herramienta útil para planificar manejo rebaño, y definir periodos adecuados para someter al rebaño a ciertos niveles restricción (Revilla et al., 1999)

- Método subjetivo pero sencillo, rápido y fiable

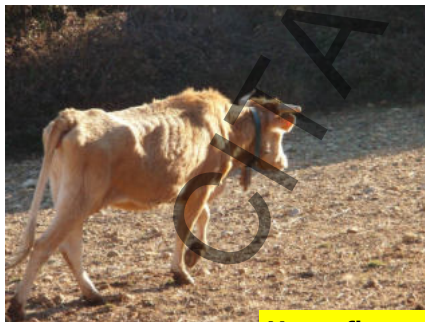
Escala de 1 a 5

Importante!



1. Vache très maigre				
2. Ossature évidente				
3. Ossature et couverture bien proportionnées				
4. L'ossature se perd dans la couverture tissulaire				
5. Vache grasse				

19



Vacas flacas: Nota de 1 a 2



20



**Vacas intermedias: Nota de 2 a 3**



21



**Vacas gordas: Nota de 3 a 4**



22



### EDAD AL PRIMER PARTO

- Inicio pubertad a los 6-24 meses (55% peso vivo adulto)
- Manejo diferenciado que garantice peso adulto a edad y formato adecuados
- 1ª cubrición con toros de probada facilidad de parto para evitar distocias
- Cubrición novillas previa a las adultas (mayor atención)
- Evitar cubriciones < 18 meses (75% peso adulto (Pa>410kg) o 120 cm a cruz)
- Parto a 2 años viable si se garantiza GMD 1 kg en lactación o recría (y vigilancia) (Rodríguez-Sánchez et al., 2017, 2018)



23

### Adelanto edad primer parto de 2,5 a 2 años (Recría acelerada)

Primer parto Leche Carne



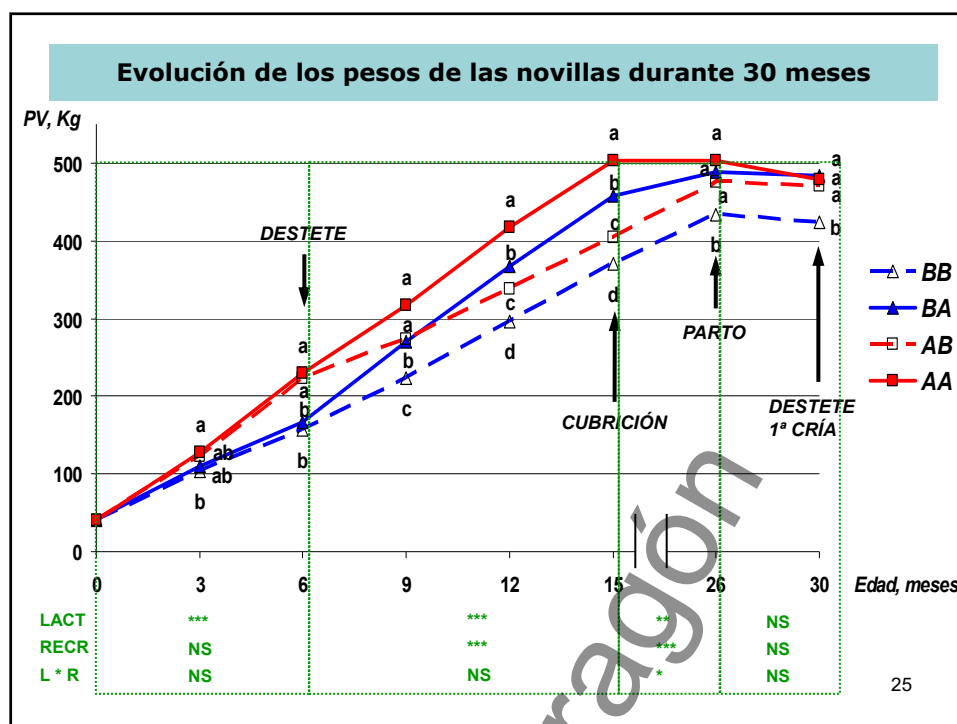
- Crecimiento y desarrollo
- Inicio pubertad, edad 1º parto, fertilidad IATF
- Productividad 1ª lactación y a largo plazo

(Rodríguez-Sánchez et al., 2015, 2017, 2018)

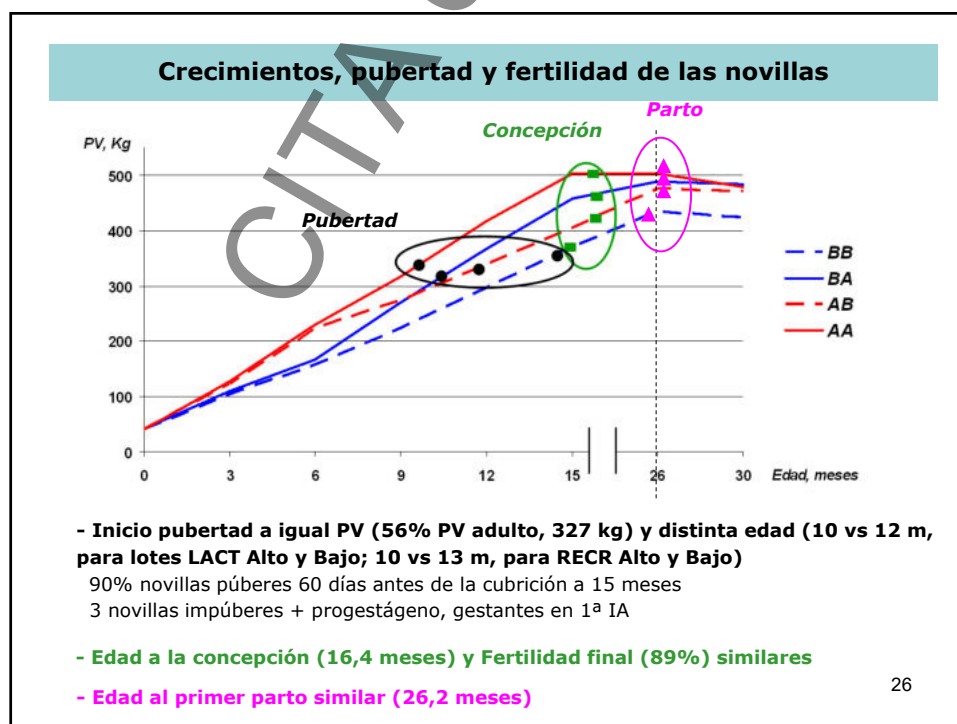


24

24



25



26



### Rendimientos vacas primíparas en función de su recría

LACT (0-6 m)	BAJO		ALTO		Lact	Recr	LxR
RECR (6-15 m)	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO			
Edad al parto, m	25,6	26,6	26,4	26,2	NS	NS	NS
Peso al parto, kg	433 b	489 a	475 a	503 a	*	**	NS
APP, d	113 a	79 b	100 a	77 b	NS	*	NS
PT Nacimiento, kg	36,6 b	41,4 a	35,5 b	36,3 b	0,05	0,07	NS
PT Destete, kg	130	127	125	148	NS	NS	NS
GMD lactación, kg/d	0,779	0,718	0,737	0,910	NS	NS	NS
Prod. leche, kg ECM/d	5,73	6,60	5,95	6,58	NS	NS	NS



27

### DURACIÓN DEL ANESTRO POSTPARTO (app)

Importante!

- Limitante para la cubrición (25-200 días, pero 1 ternero/vaca/año deja 80 d)
- **ALIMENTACIÓN PREPARTO** determina la duración del app (Sanz et al., 1997)

Fundamental asegurar **CC parto (>2,5)**

Recomendación: concentrar paridera al final de periodos de recuperación de reservas (ej. montaña seca o dehesa meridional, planificar partos para OTOÑO)



28

### DURACIÓN DEL ANESTRO POSTPARTO (app)

NIVEL	PREPARTO (exp. 1)			POSTPARTO (exp. 2)		
	ALTO	BAJO	Sign.	ALTO	BAJO	Sign.
n	26	29		34	26	
PV parto, kg	602	554	***	596	595	NS
CC parto	2.73	2.18	***	2.56	2.49	NS
Var peso 3 m pp, kg	-47	-4	***	-6.5	-29.5	***
APP, días	31.8	64.8	***	33.6	33.0	NS
Fertilidad, %	92.3	75.8	NS	94.1	92.3	NS

45 y 60 vacas multíparas de raza Parda de Montaña; Parto en otoño (Sanz et al., 2001)

29

### DURACIÓN DEL ANESTRO POSTPARTO (app)

#### Interacción PREPARTO x POSTPARTO (exp. 3)

LOTE	AA	AB	BA	BB	Pre	Post	Pre * Post
n	12	12	9	8			
CC parto	2.95	3.24	1.98	1.98	***	NS	**
GMD 3 m pp, kg	0.003	-1.125	0.944	-0.123	***	***	NS
PLS, kg/d	13.2	9.9	6.9	5.3	***	**	NS
PVT nacimiento, kg	43	48	41	40	*	NS	NS
GMDT 3 m pp, kg	1.179	0.916	0.949	0.572	***	***	NS
Anestro pp, d	27.4	33.7	69.4	194.4	***	***	***

GMD: ganancia media diaria; PLS: producción lechera standard; PVT: peso vivo ternero (Sanz et al., 2004)

30

### Suplementación según tipo de pasto, de pienso y de animal



Vaca	Vacía	Fin gestación	Inicio lactación	Mitad lactación
Mayo 2018	NO	NO	NO	NO
Junio 2018	NO	NO	NO	NO
Agosto 2018*	NO	NO	1,5 kg (18% PB)	1 kg (18% PB)
Octubre 2018*	NO	NO	2,5 kg (18% PB)	2 kg (18% PB)
Diciembre 2018*	NO	NO	NO	NO
Febrero 2019	1,5 kg (15% PB)	2 kg (15% PB)	4,5 kg (15% PB)	4,5 kg (15% PB)
Marzo 2019	3 kg (15% PB)	4 kg (15% PB)	6,5 kg (15% PB)	6,5 (15% PB)
Mayo 2019	NO	NO	NO	NO

\* Suplementación necesaria por proteína baja o disponibilidad forraje baja (Lobón et al., 2021)

31

### CRIANZA DEL TERNERO

- Puede retrasar reactivación ovárica postparto (Sanz et al., 2003, 2004)
- **Separación ternero:** técnica sencilla y económica, facilita reinicio actividad reproductiva postparto (permite reducir 10-20% alim preparto)
- No afecta al vínculo materno-filial (Álvarez-Rodríguez et al., 2009, 2010)
- Separación no viable en extensivo: garantizar CC parto 2,5-2,75 mínimo
- Si CC parto es baja, imprescindible buen nivel alimentación en lactación y si es posible separar ternero, especialmente en NOVILLAS



32

## Factores ambientales en el periodo peri-implantacional

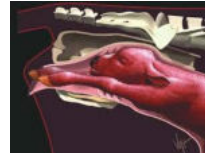
1º tercio gestación

2º tercio gestación

3º tercio gestación

Lactación

(75% crec fetal)



- Implantación del embrión (día 25 post fertilización; Flemming et al., 2002)
- Diferenciación celular del embrión (Rhind, 2004; Reik, 2007)
- Reconocimiento materno gestación
- Coincide con la lactancia (gran demanda nutrientes)
- **Subnutrición** obliga al feto a adaptarse a ambiente restricción (Alt. Programación fetal)
- **EPIGENÉTICA**: mecanismo regulación génica, interlocutor AMBIENTE-GENÉTICA

33

## Subnutrición temprana en el periodo peri-implantacional

Generación 1

Generación 2

Generación 3

### Hembra productiva

#### Corto plazo

- Calidad ovocito
- Funcionalidad luteal
- Nivel plasmático P4
- Sincronía embrión-útero
- Supervivencia embrión
- Tasa fertilidad

Rae et al., 2002  
Abecia et al., 2006  
Reik, 2007  
Bèch-Sabat et al., 2008

### Feto - Embrión

#### Medio plazo

- Crecimiento, desarrollo y metabolismo: *Hipótesis Fenotipo Ahorrador*: >riesgo enfermedades
- Función órganos fetales (*Programación fetal*)
- Cambios ADN (Epigenética)

Hales y Barker, 2001  
Wu et al., 2006  
Martin et al., 2007  
Donovan et al., 2013

### Células germinales feto

#### Largo plazo

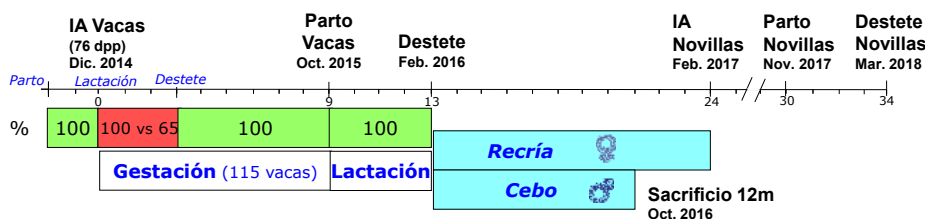
- Cambios ADN que condicionarán la diferenciación celular embrión (Epigenética)
- > Predisposición a padecer enfermedades metabólicas

Nijland et al., 2008  
Bach, 2012  
González-Recio et al., 2012b

(ratón agouti, ovejas, vacas de leche, ..., pocos trabajos en vacuno carne)

34

## Efectos de la alimentación materna sobre el desarrollo embrionario y la descendencia: implicaciones en la eficiencia productiva de la vaca nodriza (INIA RTA2013, 2014-2018, CITA-UdL)



**OBJETIVOS:** Estudiar los efectos subnutrición en primer tercio gestación sobre:

- 1) **MADRE:** BE y reconocimiento gestación: P4, PAG, expresión genes ISG st por IFN-tau
- 2) **CRÍAS:** mortalidad perinatal y posterior; transferencia de inmunidad (Ig G y M); pesos, crecimiento y desarrollo; estrés; grado metilación genoma completo crías
- 3) Rendimientos de las **TERNERAS** destinadas a vida
- 4) Rendimientos de los **TERNEROS** destinados a cebo

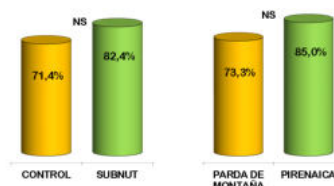
35

## RESULTADOS Fase de GESTACIÓN

Rendimientos vacas durante el primer tercio de gestación y de los terneros que estaban criando

	Alimentación		Raza	
	CONTROL	SUBNUT	PA	PI
<b>Vacas</b>				
PV día 0 (Kg)	568	567	558	577
PV día 82 (Kg)	569	548	552	565
GMD (Kg/d)	0,116 <sup>a</sup>	-0,359 <sup>b</sup>	-0,133	-0,110
CC día 0	2,78	2,86	2,72 <sup>b</sup>	2,92 <sup>a</sup>
CC día 82	2,88 <sup>a</sup>	2,67 <sup>b</sup>	2,67 <sup>b</sup>	2,88 <sup>a</sup>
<b>Terneros</b>				
PV día 0 (Kg)	100	100	108 <sup>a</sup>	93 <sup>b</sup>
PV día 82 (Kg)	154 <sup>a</sup>	144 <sup>b</sup>	159 <sup>a</sup>	139 <sup>b</sup>
GMD (Kg/d)	0,623 <sup>a</sup>	0,496 <sup>b</sup>	0,592 <sup>a</sup>	0,528 <sup>b</sup>

Tasa de fertilidad



Noya et al., 2017 (ANEMBE)

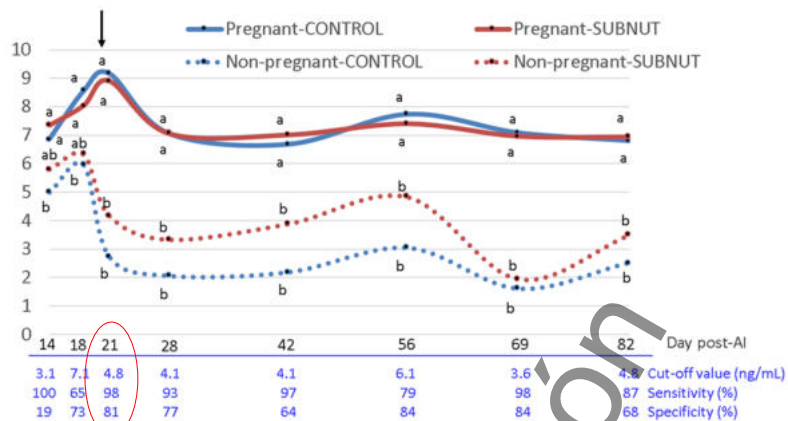
- Las vacas subnutridas sufrieron una disminución en **PV, GMD y CC, y GMD de terneros que estaban criando**, debido probablemente a una caída en su producción láctea.
- Subnutrición materna (SM) no afectó a la **fertilidad** de las vacas nodrizas, que fue elevada (77.4%) para la técnica aplicada (IATF).

36



## RESULTADOS – Fase de GESTACIÓN

### Reconocimiento materno de la gestación – Niveles de P4 (ng/ml)



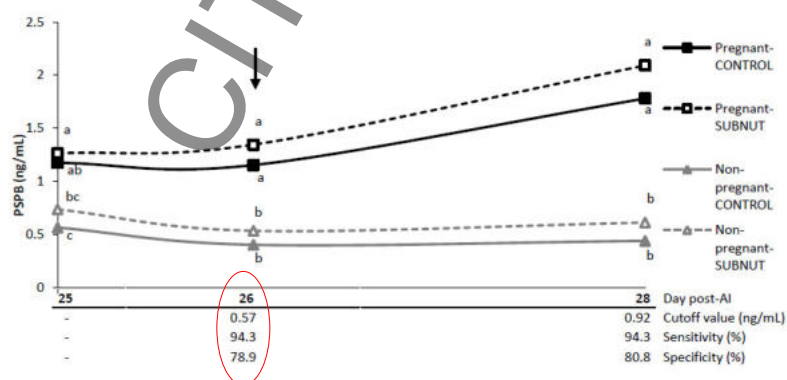
Sanz et al., 2019 (EAAP)

- **Progesterona a d 21** fue el indicador más temprano de establecimiento de gestación
- Balance energético negativo no afectó los niveles de P4

37

## RESULTADOS – Fase de GESTACIÓN

### Reconocimiento materno de la gestación – Niveles de PSPB (PAG, ng/ml)

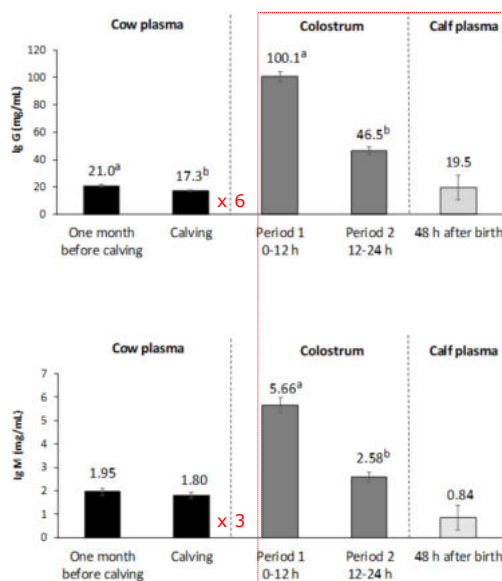


Noya et al., 2020  
(Dom Anim Endoc)

- Se confirma la **PSPB (PAG) d 26 gestación** como herramienta robusta y fiable para diagnóstico precoz de gestación, con una precisión similar a la obtenida el día 28.
- Balance energético negativo no afectó a los niveles de PSPB

38

## RESULTADOS – Fase de LACTACIÓN



### Transferencia de inmunidad

- SM no afectó concentración Ig G y M plasma vaca o ternero
- **SUBNUT-PI tuvo la menor concentración Ig G calostro**
- Ig G calostro\_1 – GMDt ( $r=0,34$ )
- Ig G tern – GMDt ( $r=0,32$ )

Noya et al., 2019a (Animals)

39

## RESULTADOS – Fase de LACTACIÓN

### Efectos a largo plazo de la SM sobre los rendimientos de la descendencia

	Alimentación		Raza		Raz MSE	Significación		
	CONTROL	SUBNUT	PA	PI		Alim.	Raza	CCp
PV al nacimiento (kg)	42	42	45 <sup>a</sup>	39 <sup>b</sup>	6,2	n.s.	<0,001	<0,05
Ingesta de leche día 25 (kg/d)	8,8 <sup>a</sup>	7,8 <sup>b</sup>	9,2 <sup>a</sup>	7,4 <sup>b</sup>	1,5	<0,05	<0,001	<0,05
Alzada a la cruz día 120 (cm)	94 <sup>a</sup>	93 <sup>b</sup>	95 <sup>a</sup>	92 <sup>b</sup>	3,2	<0,05	<0,001	n.s.
Perímetro torácico día 120 (cm)	119 <sup>a</sup>	115 <sup>b</sup>	118 <sup>a</sup>	115 <sup>b</sup>	5,5	<0,01	<0,05	<0,01
Interacción de Alimentación x Raza en:								
	CONTROL-PA		SUBNUT-PA		CONTROL-PI		SUBNUT-PI	
GMD vacas (kg/d)	-0,151 <sup>b</sup>		-0,188 <sup>b</sup>		-0,179 <sup>b</sup>		-0,004 <sup>a</sup>	
GMD terneros (kg/d)	0,807 <sup>a</sup>		0,792 <sup>a</sup>		0,860 <sup>a</sup>		0,672 <sup>b</sup>	
PV Destete terneros (kg)	149 <sup>a</sup>		146 <sup>a</sup>		155 <sup>a</sup>		126 <sup>b</sup>	
							P valor	
							<0,05	
							<0,05	
							<0,001	

- **CCp afectó a la mayoría de parámetros analizados del conjunto vaca-ternero.**
- **SM redujo ingesta de leche d 25, alzada, perímetro torácico y crecimiento terneros** que se gestaron durante la subnutrición temprana, siendo la raza Pirenaica más sensible que la Parda de Montaña (**PV Destete 120 d 19% menor**).

Noya et al., 2019b (Animals)

40

## RESULTADOS – Fase de RECRÍA

### Población folicular ovárica en las novillas de recría

	Maternal Nutrition		Breed			P value	
	CONTROL	SUBNUT	PARDA	PIRENAICA	RSD	Maternal nutrition	Breed
<b>Small follicles (&lt;5 mm)</b>							
at 9.5 months (n)	8	9	10	7	4.4	0.365	0.217
at 13 months (n)	10	10	9	11	4.1	0.964	0.432
at 15.5 months (n)	16 <sup>a</sup>	11 <sup>b</sup>	13	14	4.5	0.011	0.418
<b>Medium follicles (5&lt;x&lt;10 mm)</b>							
at 9.5 months (n)	0.8 <sup>b</sup>	2.5 <sup>a</sup>	1.8	1.4	1.45	0.019	0.524
at 13 months (n)	0.9	1.9	2.1	0.7	1.79	0.234	0.100
at 15.5 months (n)	1.4	0.8	0.9	1.3	1.40	0.364	0.637
<b>Large follicles (&gt;10 mm)</b>							
at 9.5 months (n)	0.8	0.4	0.8 <sup>a</sup>	0.4 <sup>b</sup>	0.49	0.108	0.044
at 13 months (n)	0.9 <sup>a</sup>	0.4 <sup>b</sup>	0.5	0.8	0.52	0.041	0.367
at 15.5 months (n)	0.4 <sup>b</sup>	0.9 <sup>a</sup>	0.9	0.4	0.51	0.032	0.056
<b>Follicle diameter</b>							
at 9.5 months (mm)	11.2	9.5	10.9	9.5	1.69	0.054	0.227
at 13 months (mm)	11.1	10.2	10.9	10.5	1.19	0.544	0.807
at 15.5 months (mm)	10.5	11.4	12.4 <sup>a</sup>	9.5 <sup>b</sup>	2.31	0.451	0.017

- Novillas SUBNUT < folículos grandes a 13 m (inicio pubertad) y < folículos peq a 15 m

41

## RESULTADOS – Fase de RECRÍA

### Rendimientos de las novillas durante su primera gestación y lactación

	Maternal Nutrition		Breed			P value	
	CONTROL	SUBNUT	PARDA	PIRENAICA	RSD	Maternal Nutrition	Breed
<b>Heifer performance</b>							
ADG from AI to calving (kg/d)	0.334	0.283	0.298	0.319	0.0969	0.275	0.645
Age at calving (months)	26.4	26.3	26.1	26.6	1.52	0.844	0.584
BCS at calving	3.0	3.0	2.8 <sup>b</sup>	3.2 <sup>a</sup>	0.16	0.425	0.001
Calving assistance (%)	26.7	16.7	25.0	18.2	-	0.304	0.338
LW at calving (kg)	520	491	516	494	33.0	0.103	0.204
LW at weaning (kg)	469	452	478	443	42.0	0.445	0.124
ADG from calving to weaning (kg/d)	-0.519	-0.349	-0.373	-0.494	0.2318	0.168	0.323
<b>Calf performance</b>							
Male/female calf ratio	8/7	3/9	8/8	3/8	-	0.109	0.163
LW at birth (kg)	35	34	36	33	3.7	0.321	0.134
LW at weaning (kg)	111	105	122 <sup>a</sup>	94 <sup>b</sup>	19.4	0.505	0.012
ADG from birth to weaning (kg/d)	0.720	0.680	0.814 <sup>a</sup>	0.587 <sup>b</sup>	0.1918	0.684	0.031

- Diferencias observadas en PV a inicio de recría (4 meses) desaparecen en etapas posteriores
- ¡Ojo! Novilla crece hasta 5 años.

42

## RESULTADOS – Fase de CEBO

### Rendimientos de los terneros durante el cebo

	Maternal nutrition x Breed			
	CONTROL-PA	SUBNT-PA	CONTROL-PI	SUBNUT-PI
Fattening period (days)	231	231	230	231
Age at slaughter (days)	367	366	367	367
<b>LW (kg)</b>				
At weaning	167 <sup>a</sup>	168 <sup>a</sup>	163 <sup>a</sup>	137 <sup>b</sup>
At slaughter	514 <sup>a</sup>	517 <sup>a</sup>	516 <sup>a</sup>	457 <sup>b</sup>
<b>ADG (kg/d)</b>	1.592 <sup>a</sup>	1.555 <sup>ab</sup>	1.559 <sup>ab</sup>	1.427 <sup>b</sup>
<b>Scrotal circumference (cm)</b>				
At 9 months	30.0 <sup>a</sup>	29.6 <sup>a</sup>	27.3 <sup>b</sup>	25.3 <sup>b</sup>
At 12 months	34.3 <sup>a</sup>	34.2 <sup>a</sup>	31.1 <sup>b</sup>	29.5 <sup>b</sup>

Noya et al., 2022 (RVS)

- SM afectó a NEFA, creatinina y testosterona a los 10 meses de vida.
- No hay correlación entre IGF-1 terneros con la de sus madres d 28 gestación (NOVILLAS SI).
- **Terneros SUBNUT-PI mostraron menor peso a destete (↓16%) y a sacrificio (↓11%).**
- Pirenaicos más tardíos (SM redujo circunferencia escrotal, aunque diferencia no fue NS).

43

## RESULTADOS – Fase de CEBO

### Rendimientos de los terneros durante el cebo

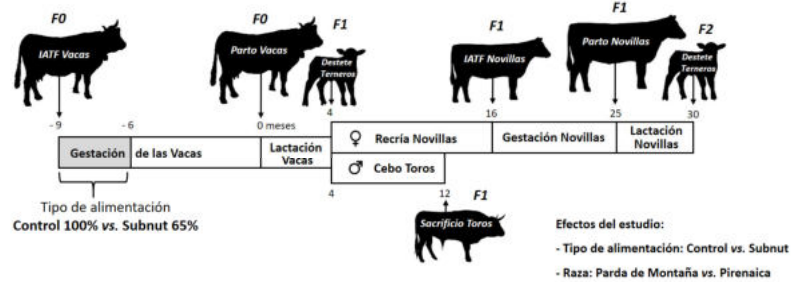
	Maternal nutrition x Breed			
	CONTROL-PA	SUBNT-PA	CONTROL-PI	SUBNUT-PI
Cold carcass weight (kg)	313 <sup>ab</sup>	312 <sup>ab</sup>	322 <sup>a</sup>	284 <sup>b</sup>
Dressing percentage (%)	61.0	60.5	61.8	62.1
Conformation (1-18)	11	11	11	12
Conformation (SEUROP)	U	U	U	U+
Fatness degree (1-15)	6.0 <sup>ab</sup>	5.8 <sup>ab</sup>	4.6 <sup>b</sup>	6.4 <sup>a</sup>
Fatness degree (category)	2+ <sup>ab</sup>	2+ <sup>ab</sup>	2 <sup>b</sup>	2+ <sup>a</sup>

- Terneros SUBNUT-PI: **↓12% peso canal, pero priorizan la deposición de grasa.**
- Terneros SUBNUT: **carne más dura** a d 7 post-sacrificio, **y no madura** a ni a 14 ni a 21 d.
- Perfil de ácidos grasos de la carne distinta en cada raza (SM no tuvo efecto).

Noya et al., 2022 (Res Vet Sci)

44

### ALIMENTACIÓN MATERNA (programación fetal)



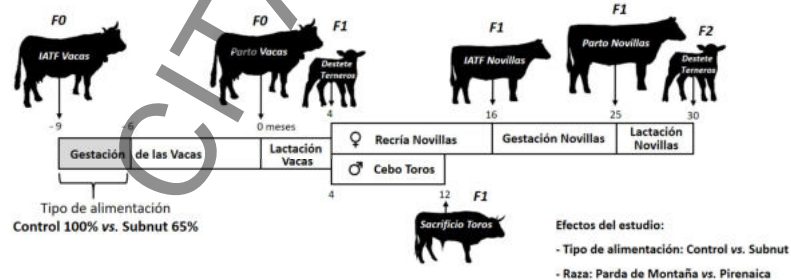
La Subnutrición Materna en primer tercio de gestación afectó a corto y largo plazo:

- **PV, Ccp, GMD, estado metab. VACAS** y crecimiento **TERNEROS** criados al inicio gestación,
- **Hematología vacas**, siendo más sensible la raza Pirenaica; y a largo plazo sobre **maduración sistema hematopoyético de los terneros** recién nacidos.
- **Endocrinología de los terneros recién nacidos**, (<IGF-1 y > cortisol).
- Concentración **Ig G** del calostro de las vacas PI subnutridas.

(Noya et al., 2019, 2020)

45

### ALIMENTACIÓN MATERNA (programación fetal)



La Subnutrición Materna en primer tercio de gestación afectó a corto y largo plazo:

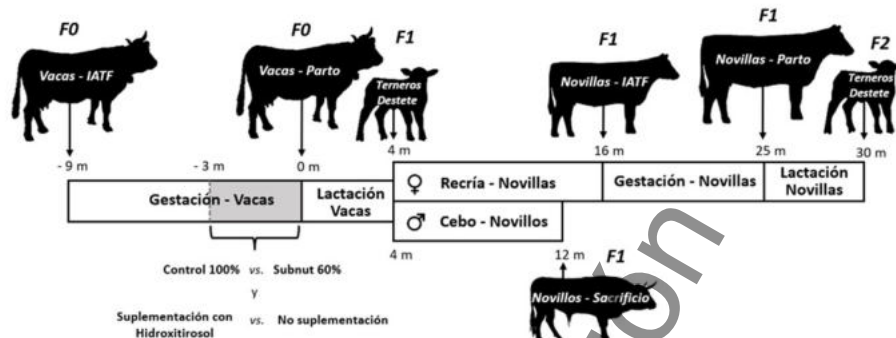
- **Rendimientos del conjunto VACA-TERNERO**, especialmente en PI (**<19% PV destete**).
- **<11% peso TERNEROS sacrificio (12 m)**, **<12% peso canal** y > deposición grasa.
- **>dureza de la carne d 7 post-sacrificio**, e impide su maduración a 14 y 21 días.
- **Garantizar alim materna para que descendencia exprese su máximo potencial genético**

(Noya et al., 2022)

46



**Efectos de la subnutrición fetal y del uso de hidroxitirosol durante el último tercio de gestación sobre el desarrollo prenatal y el rendimiento postnatal en vacuno de carne**  
(**FETALNUT**, PID2020, CITA-UdL, 2021-2024)



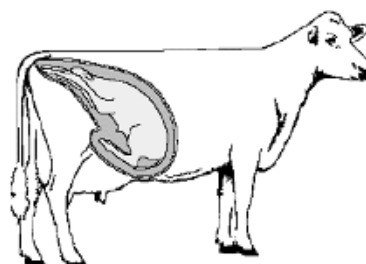
**75% crecimiento fetal se da en los dos últimos meses de gestación**

47

**HIDROXITIROSOL**



- Mejora estrés oxidativo de unidad fetoplacentaria
- Mejora RCIU (Restricción del Crecimiento Intrauterino)

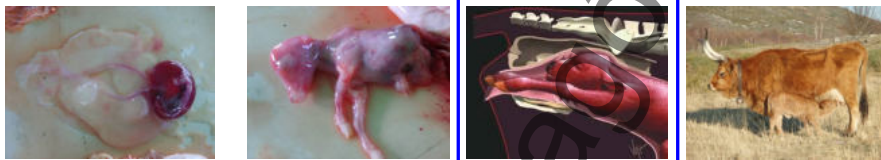


48

### Objetivos FETALNUT (2021-2024)

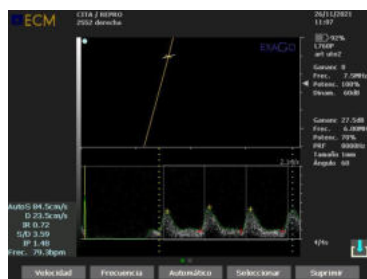
Estudiar los efectos subnutrición y del uso de hidroxitirosol durante el último tercio de gestación de las vacas sobre:

- el desarrollo prenatal y posnatal
- el comportamiento alimenticio en gestación y lactación
- la transferencia de inmunidad
- el estrés oxidativo
- el metabolismo lipídico
- el rendimiento final de las madres y sus crías

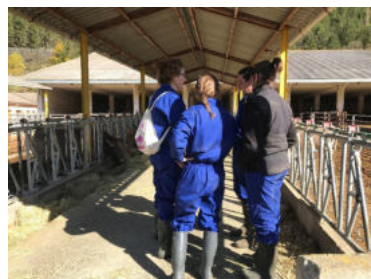


49

### Ensayo FETALNUT en marcha ...



Ecos Doppler 195, 221 y 251 días post-IA



Comportamiento gestación y lactación

50

## De la investigación a la innovación en las explotaciones ...

- Asegurar adecuada CC al parto y a la cubrición (máx. potencial genético)
- Combinar periodos de subnutrición y recuperación reservas a bajo coste
- Separar ternero si es posible (destete precoz en novillas)
- Adelantar edad primer parto a 2-2,5 años, con toros de probada facilidad de parto, antes de las adultas, y con vigilancia extrema de los partos
- Registro de todos los datos que pueden afectar rendimiento final del rebaño



51

## AGRADECIMIENTOS



### CITA de Aragón

Isabel Casasús  
Agustí Noya  
Leire L. de Armentia  
J. Antonio Rodríguez  
Eva Monleón  
José Luis Alabart  
Pilar Sánchez  
Margalida Joy  
Angelines Bergua  
Fernando Jaso

### Finca La Garcipollera

Ricardo Revilla  
Javier Ferrer  
José Manuel Acín  
Javier Casás  
Miguel Angel Pueyo  
Nasko Mladenov  
Inazio Avellana  
Einar León  
Oscar Bravo  
Oscar Escobedo



### Universidad de Lleida

Daniel Villalba  
Javier Álvarez-Rodríguez  
Beatriz Serrano  
Esther Molina  
Isabel Blanco-Penedo  
Irene López-Helguera  
M<sup>a</sup> José Martín  
Joan Carles Melo  
Laura Lamoglia  
Laura Torrent



Departamento de Innovación,  
Investigación y Universidad



MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



INIA RTA2005-00231  
INIA RTA2010-00057  
INIA RTA2013-059-C02  
INIA RZP2015-001  
PID2020-113617RR-C21  
Grupo SAGAS (A14\_17R)

52