



Seminario sobre Producción de Rumiantes
ETSIA, Universitat de Lleida, 25/11/2019

MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS EN EXTENSIVO
Albina Sanz, CITA de Aragón (asanz@aragon.es)



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

UNIDADES DE INVESTIGACIÓN

- Economía Agroalimentaria y de los Recursos Naturales
- Hortofruticultura (Producción Vegetal)
- Recursos Forestales
- Suelos y Riegos
- Sanidad Vegetal
- **Producción y Sanidad Animal** → **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

FINCAS EXPERIMENTALES



El Vedado
secano
1400 ha



Soto Lezcano
regadío
125 ha



La Garcipollera
pastos de montaña
5000 ha

¿Puede ser sostenible este tipo de sistemas extensivos?




SISTEMAS COMPETITIVOS Y ADAPTADOS A LOS RECURSOS DISPONIBLES

- Máxima productividad de los rebaños (crias/madre y/o crecimiento cebo, valor añadido)
- Mínimos costes de producción (alimentación rebaño vacas nodrizas/ovejas 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



Sistemas ganaderos extensivos y ecológicos

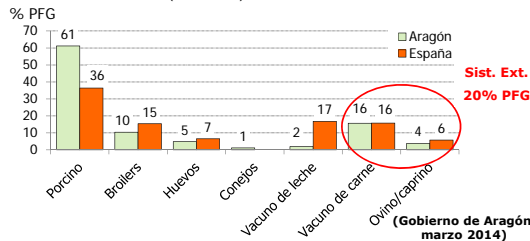


La ganadería extensiva se identifica, desde un punto de vista técnico, con la realizada sobre la base del pastoreo como principal sistema de alimentación animal (máx. 1,5 UGM/ha)

Importancia económica, ambiental y social

Avance Macromagnitudes Agrarias Aragonesas 2013

PFA 2013	Aragón	España	EU
	4.3% PIB	2.6% PIB	1.7% PIB
Agrícola	1.440 MC (38%)	26.702 MC (60%)	
Ganadera	2.197 MC (58%)	15.958 MC (36%)	
	(4% servicios)		

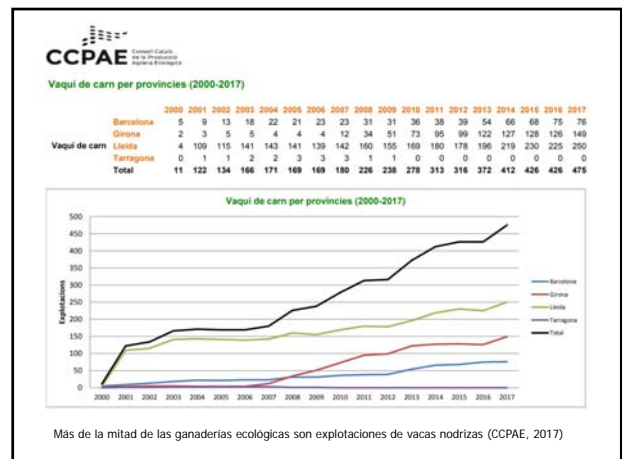
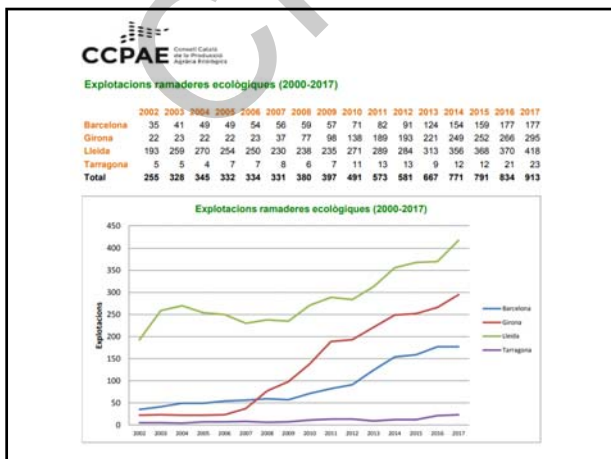
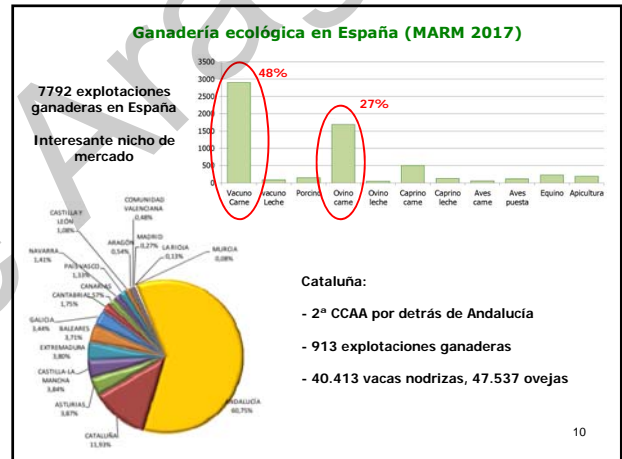


¿Ganadería ecológica = Ganadería extensiva?

PRINCIPIOS GANADERÍA ECOLÓGICA (Reglam CE 2092/1991; 834/2007; 889/2008)

(Prácticas ambientales; Biodiversidad; Bienestar Animal; Alimentos naturales)

- I. Preferencia por uso razas **autóctonas** (adaptadas al medio)
- II. Obligación de al menos **60% MS** de la ración sean pastos y forrajes
- III. Alimentación del ternero 3 meses **leche natural** (pref. madre)
- IV. Prohibido uso profiláctico **medicamentos** alopatícos y de hormonas para control reproducción (inducción o sincronización celos)
- V. **Reproducción** basada métodos naturales (solo autorizada IA)
- VI. Prohibido atar animales (permite desarrollar comportamiento innato)
- VII. Instalaciones ganaderas, gestión de estiércol, autorizada castración??, ...

DISTRIBUCIÓN DEL CENSO DE VACAS NODRIZAS

Vacas Nodrizas
(MAGRAMA, 2014)

90.000 explotaciones
1,9 millones cabezas

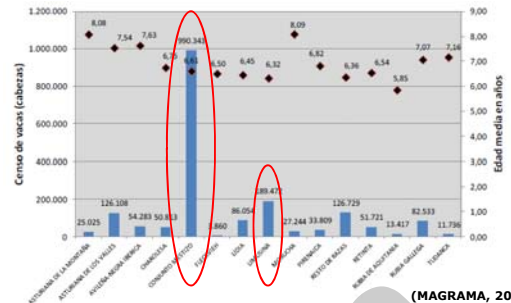
69% Dehesa+ Galicia
23% Cornisa Cantábrica
8% Aragón+ Cataluña+ Navarra



(Anuario de Estadística 2014,
www.magrama.gob.es)

- Censo nacional 6 millones de cabezas bovinas
- De ellas, 1.895.000 vacas nodrizas y 836.000 vacas de leche
- Nodrizas concentradas en oeste español y zonas montaña

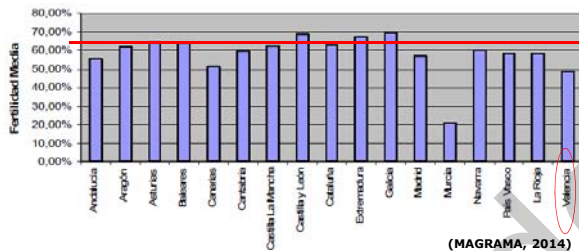
DISTRIBUCIÓN CENSO Y EDAD VACAS NODRIZAS POR RAZAS



(MAGRAMA, 2014)

Potencial censal España no se traduce en una eficiente estructura productiva

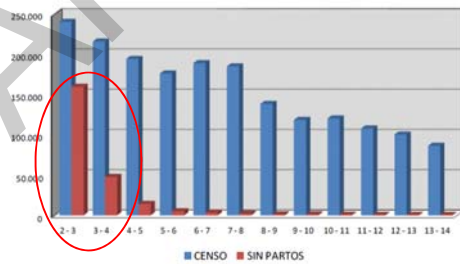
FERTILIDAD DE LAS VACAS NODRIZAS POR CCAA



(MAGRAMA, 2014)

- Indicadores nacionales preocupantes:
Fertilidad media = 65% (media europea 83%)
Tasa anual de destete de terneros = 60%
Nº total terneros por vaca en su vida productiva = 4,5

VACAS SIN PARTOS EN RELACIÓN CON EL CENSO TOTAL



- 20-40% vacas presentes no tienen primer parto antes de los 4 años
- CONSECUENCIA: España necesita importar medio millón de terneros al año

MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

- Explotaciones extensivas o semi-extensivas (0,2-1 vaca/ha; con importante base territorial orientada al pastoreo o producción de forrajes) suelen asociarse a bajas productividades ganaderas

- En estos sistemas también es posible combinar la máxima productividad de los rebaños, mínimos costes productivos y un buen nivel de vida para los ganaderos

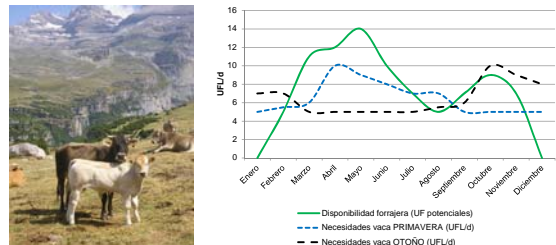
- **OBJETIVO PRIORITARIO:** MEJORAR EFICIENCIA PRODUCTIVA a través de una adecuada gestión técnica de los rebaños (nº terneros destetados/vaca/año)

- Profesionalización técnica para consolidar un sector especializado y competitivo



MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

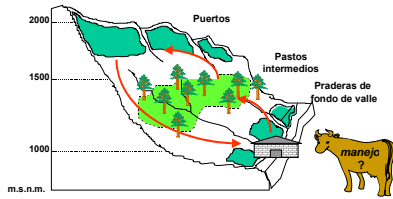
Desequilibrio curvas demanda rebaño y oferta alimento pasto



- Extensificación (subnut+crianza) = ¿Efectos sobre rendimientos productivos?
- Definir periodos adecuados para someter al rebaño a ciertos niveles restricción.

MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

Sistemas Montañosos (Pirineos de Aragón y Cataluña)



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)

MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

- **LÍNEA MATERNA:** raza capaz de adaptarse al entorno (razas autóctonas, etc.), con buena facilidad de parto, producción lechera, capacidad de ingestión forrajes groseros, conformación adaptada a pastoreo, longevidad (Sanz y Casasús, 2014).

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

- **TASA DE REPOSICIÓN:** 15% anual (de las vacas con mejores aptitudes de cría)

- **MANEJO EN LOTES HOMOGÉNEOS:** Recría, Vacas secas, Vacas fin gestación, Vacas paridas (idealmente con subgrupos)

- **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

MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

1. ESTADO CORPORAL

- Recursos de marcada estacionalidad = VARIACIONES DE PESO, que tendrán efectos adversos sobre los rendimientos reproductivos de las vacas nodrizas

- Necesario evaluar la **condición corporal (CC)** de los animales:

*Método subjetivo pero sencillo, rápido y fiable

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



MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

2. PLANIFICACIÓN DE LA PARIDERA

- Cubrición CONTINUA o CONCENTRADA*, según disponibilidad alimentos y/o obligación de abastecer mercado terneros

*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



MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

3. MONTA NATURAL

- Revisar resultados de cubriciones anteriores, eliminar problemáticos (distocias).

- Antes de cubrición, revisar estado general, estado de carnes, aplomos, perímetro testicular, ausencia lesiones (prepuccio, 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.



MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

4. 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)

- higiene en los procedimientos

- 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 (inseminación artificial a tiempo fijo), no precisa detección de celos, ideal en sistemas extensivos. 50% fertilidad en 1ª IATF (a 80-90% en 3 meses)

Día 0	Día 8	Día 10	Día 12
Progestágeno + GnRH	PG	Retirar progest. + 500 UI PMSG	GnRH 8h IATF 17h

DIAGNÓSTICO TEMPRANO DE GESTACIÓN

Ideal: 1-2 meses tras retirada de toros o IA (permite detección vacas vacías, abortos, anomalías reproductivas, y acelera inclusión vacas en el siguiente período de cubrición)

Esencial para manejo reproductivo rebaño. MÉTODOS:

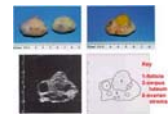
1. No retorno al celo

2. Palpación rectal

3. Progesterona

4. Ecografía

5. PAG (d28: CICAP 3,5€), ...



Cuerno uterino vacío

Gestación 40d

Placentomas



MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

5. PUBERTAD

- Inicio pubertad en ganado bovino: 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 antes de los 18 meses (**75% del peso adulto (Pa>410kg) o 120 cm altura cruz**). ¿Es viable la recria ACELERADA?



Mejora de los rendimientos de las novillas

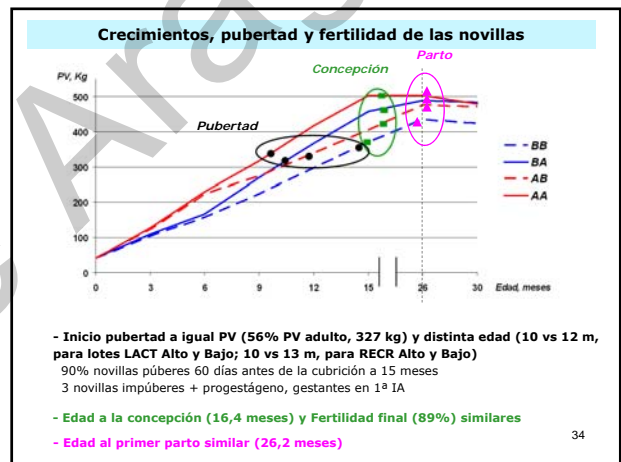
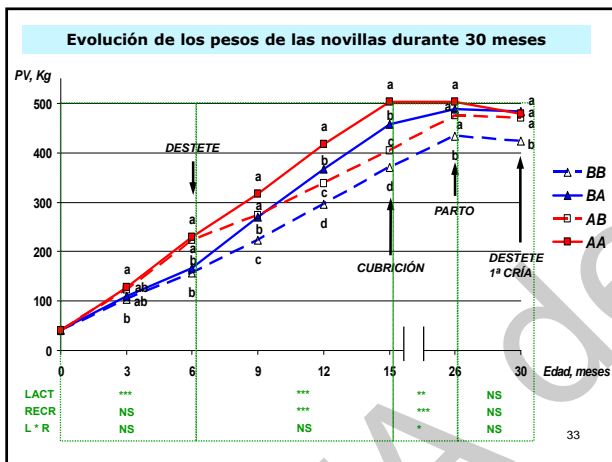
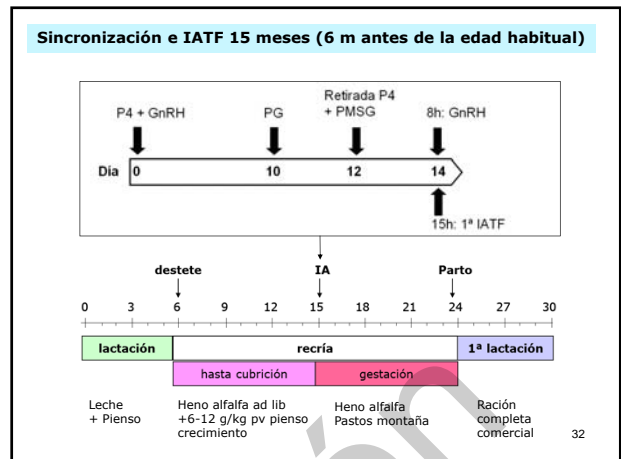
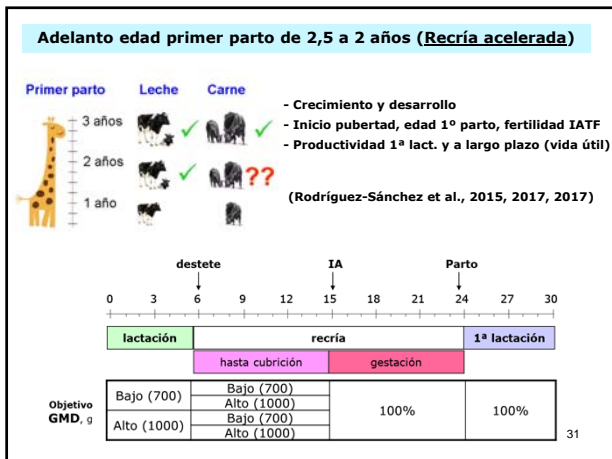
- ¿EDAD AL PRIMER PARTO? Punto crítico (solo 60% paren <4 años!)

- Adelanto de la edad primer parto de 3 a 2,5 años (Revilla et al., 1992):

Edad al primer parto (años)	2.5	3	Sign.
Peso parto, kg	483	528	***
Variación peso lactación, kg	15.6	11.1	NS
Peso ternero nto, kg	38.4	40.7	NS
Ganancia ternero lactación, kg/d	0.96	0.99	NS
Anestro postparto, d	34.8	41.9	NS
Fertilidad (3m cubrición), %	81.2	84.2	NS

➤ Viable, si GMD adecuada recria (≥ 500 g/d) y 1ª lactación (Revilla et al., 1992)





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



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

- Viable en VACUNO DE CARNE si se garantiza GMD ~ 1 kg en lactación o recría.
- Ritmos crecimiento lactación y recría influyen en la edad a inicio de pubertad (a PV fijo) pero no en la fertilidad con cubrición a 15 meses.
- Las hembras con niveles mayores de glucosa e IGF-I a destete, y de colesterol durante la fase de recría, iniciaron antes la pubertad.
- Glucosa, AGNE, colesterol y especialmente IGF-I fueron adecuados indicadores del estado nutricional y metabólico novillas (herramienta útil a los 9 m).
- GMD previa no influye rendimientos a primer parto, pero un bajo crecimiento en recría puede alargar un mes el anestro postparto (... a falta de analizar repercusiones sobre productividad a largo plazo).



MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

6. DURACIÓN DEL ANESTRO POSTPARTO (app)

Limitante para la cubrición (25-200 días ...), afectado por factores de explotación:

- **ALIMENTACIÓN PREPARTO** determina la duración del app (Sanz et al., 1997)
- Efecto alimentación en lactación subordinado al nivel parto
- En lactación mejor suplementar al ternero que a la madre (Blanco et al., 2008)

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 multiparas de raza Parda de Montaña; Parto en otoño (Sanz et al., 2001)

MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

IDEAL TÉCNICO: partos en época de mayor abundancia pastos, para asegurar desarrollo terneros y mantenimiento de la madre sin necesidad de gastos adicionales.

... **SIN EMBARGO**, es más importante asegurar **CC parto (>2,5)**, para garantizar rápida reactivación ovárica postparto y éxito de la cubrición siguiente.

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

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)

MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

- Gestión adecuada del equilibrio **deposición-movilización** de reservas corporales
- Combinar periodos de subnutrición (cuando compense económicamente y no repercuta negativamente sobre los rendimientos) con épocas de recuperación de reservas a bajo coste (Casasús et al., 2001, 2004)

Ej.: vaca adulta Parda Montaña, 550 kg, CCp 2.5, 10 kg leche/d, GMD ternero 1 kg (Sanz y Casasús, 2014)
Necesidades diarias en energía (UFL) y proteína (g PDI) de vacas en distintos estados fisiológicos, y ejemplos de raciones que las cubren, según sistema de racionamiento francés (INRA):

Estado fisiológico	UFL	g PDI	Heno de pradera (kg)	Silo de pradera (kg)
Seca o mitad de gestación	4,5	400	8	20
Ultimo tercio de gestación	5 - 6,5	450 - 550	9	25
Inicio de lactación	8 - 9	750 - 850	13 (ó 10 + 1,5 kg cebada)	30 + 2 kg cebada
Mitad de lactación	9 - 10	900	15 (ó 10 + 3 kg cebada)	30 + 3 kg cebada

ALTERNATIVAS ECONÓMICAS:

- Subnutrición parto, siempre que se asegure CC al parto suficiente para no comprometer resultados reproductivos.
- Subnutrición en lactación, hasta 20-25% no compromete GMD terneros
- Reducir estabulación y prolongar fase de pastoreo, en vacas secas o gestantes

MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

CRINANZA TERNERO puede retrasar el inicio del periodo reproductivo tras parto

(Sanz et al., 2003, 2004; Álvarez-Rodríguez et al., 2009 a, b; 2010 a, b, c, d)

- Separación del ternero es una técnica sencilla y económica que facilita que los animales reinicien la actividad reproductiva de forma temprana después del parto, y permite reducir la alimentación previa al parto en al menos un 10-20%

- Manejo no viable en condiciones extensivas, obliga a garantizar que los animales lleguen al parto con una adecuada CC en torno a 2,5-2,75 (de 1 a 5)

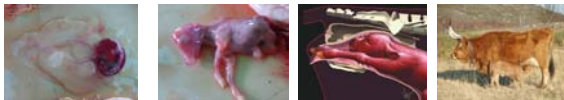
- Si no se puede garantizar esa CC al parto, imprescindible buen nivel alimentación en lactación y si es posible separar ternero, especialmente en NOVILLAS

OTROS FACTORES DE EXPLOTACIÓN (raza, época parto, etc. Sanz et al., 2004)



Factores ambientales en el periodo peri-implantacional

1º tercio gestación → 2º tercio gestación → 3º tercio gestación → Lactación
(75% crec fetal)



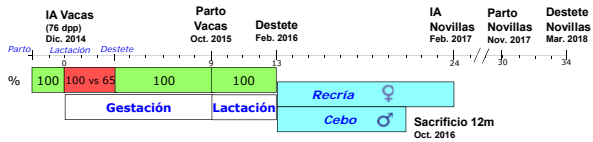
- Implantación del embrión (día 25 post fertilización; Fleming et al., 2002)
- Diferenciación celular del embrión (Rhind, 2004; Reik, 2007)
- Reconocimiento materno gestación
- Coincide con la lactancia (gran demanda nutrientes)
- EPIGENÉTICA: mecanismo regulación génica, interlocutor AMBIENTE-GENÉTICA

Subnutrición temprana en el periodo peri-implantacional

Generación 1	Generación 2	Generación 3
Hembra productiva	Feto - Embrión	Células germinales feto
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	Medio plazo - Crecimiento, desarrollo y metabolismo: <i>Hipotesis Fenotipo Ahorrador</i> : >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	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)

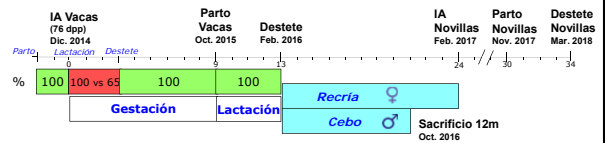
Efectos de la alimentación materna sobre el desarrollo embrionario y la descendencia: implicaciones en la eficiencia productiva de la vaca nodriza (INIA RTA2013-059-C02 CITA-UdL)



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

MATERIAL Y MÉTODOS



- 115 vacas multiparas Parda de Montaña (PA) y Pirenaica (PI) criando un ternero
- IATF (d0_PRID+GnRH; d7_PGF2a; d9_retirada PRID+PMSG; d11_IA d76pp)
- CONTROL (100%: 10,9 kg MS/an/d) vs. SUBNUT (65%: 10 kg MS/an/d)
- Mezcla unifeed seca: 10,96 MJ EM/kg MS; 124 g PB/kg MS
- Diagnóstico gestación d 37 y 90 post-IA (Aloka SSD-500V, 7,5 MHz)

MATERIAL Y MÉTODOS

Fase de GESTACIÓN

- ✓ Rendimientos vacas y terneros (GMD y CC)
- ✓ Tasa de fertilidad
- ✓ Met y horm (Glucosa, AGNE, BOH, Colesterol, Urea, IGF-1) y hemogramas
- ✓ P4 (d 14 a 82 post-IA) y PAG (d 25, 26, 28 post-IA)

Fase de LACTACIÓN

- ✓ Rendimientos vacas y terneros (CC, GMD, Medidas morfométricas)
- ✓ Producción leche (ordeño d 23; doble pesada ternero d 25 y 120)
- ✓ Ig G y M calostro y plasma
- ✓ Metilación / Hemimetilación genoma terneros
- ✓ Met y horm: Vacas (Glucosa, AGNE)
- ✓ Terneros (Glucosa, AGNE, Urea, IGF-1, Cortisol) y hemogramas

Fase de CEBO

- ✓ Rendimientos (GMD, IC, Medidas morfométricas, Circunferencia escrotal)
- ✓ Met y horm (Glucosa, AGNE, Urea, IGF-1, Creatinina, Testosterona)
- ✓ Calidad de canal y carne

Fase de RECRÍA

- ✓ Rendimientos (GMD, Medidas morfométricas)
- ✓ Ecografías ováricas
- ✓ Met y horm (Glucosa, AGNE, Urea, IGF-1, Colesterol)
- ✓ P4 (inicio de pubertad, anestro postparto)
- ✓ Tasa de fertilidad (IATF 16 meses)
- ✓ Grado de Metilación y Hemimetilación genoma terneros

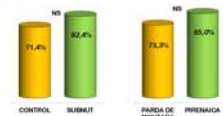
RESULTADOS – Fase de GESTACIÓN

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

Vacas	Aumentación		Raza	
	CONTROL	SUBNUT	PA	PI
PV día 0 (Kg)	568	567	558	577
PV día 82 (Kg)	569	548	552	565
GMD (Kg/d)	0.116 ^a	-0.359 ^b	-0.133	-0.110
CC día 0	2.78	2.86	2.72 ^b	2.92 ^a
CC día 82	2.88 ^a	2.67 ^b	2.67 ^b	2.88 ^a

Terneros	CONTROL	SUBNUT	PA	PI
PV día 0 (Kg)	100	100	108 ^a	93 ^b
PV día 82 (Kg)	154 ^a	144 ^b	159 ^a	139 ^b
GMD (Kg/d)	0.623 ^a	0.496 ^b	0.592 ^a	0.528 ^b

Tasa de fertilidad

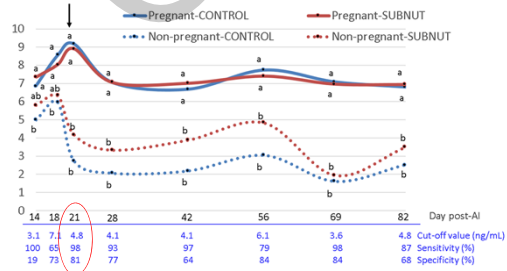


Noya et al., 2017 (ANEMBE)

- Subnutrición materna (SM) no afectó a la **fertilidad** de las vacas nodrizas, que fue elevada (77.4%) para la técnica aplicada (IATF).
- 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.

RESULTADOS – Fase de GESTACIÓN

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

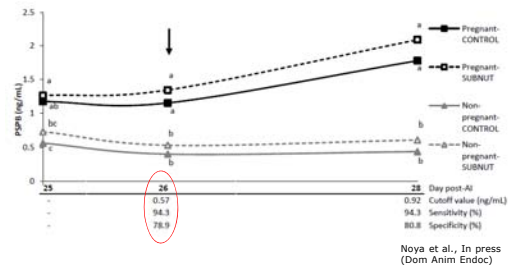


Sanz et al., 2019 (EAAP)

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

RESULTADOS – Fase de GESTACIÓN

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

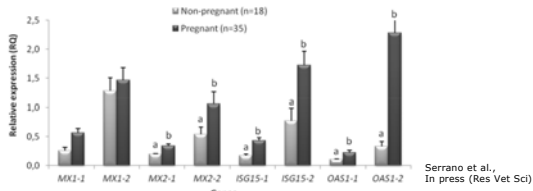


Noya et al., In press (Dom Anim Endoc)

- 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

RESULTADOS – Fase de GESTACIÓN (Universitat de Lleida)

Reconocimiento materno de la gestación – Expresión ISG en células mononucleares de sangre periférica (PBMC) días 18 (1) y 21 (2) post-AI



Serrano et al., In press (Res Vet Sci)

- Señales del embrión pueden activar señales inmunes a nivel local y periférico de la madre
- SM no afectó **expresión ISG** (d 18 y 21), pero aumentó riesgo de pérdida embrionaria tardía
- PAG d 28 se correlacionó con la expresión genes MX1, MX2 y ISG15 d 18, y con OAS1 d 21.
- La **combinación de los cambios de OAS1 y MX1** en los días 18 y 21 fueron los mejores indicadores para discriminar el estado de preñez.

RESULTADOS – GESTACIÓN y PERIPARTO

Hemogramas (vaca: d 20, 253 gest.; ternero: d 1-10 vida) y fisiología del recién nacido

- SM afectó a corto plazo a diversos **parámetros leucocitarios y plaquetarios** de vacas (d 20 post-IA), especialmente en raza Pirenaica (mayor sensibilidad a subnutrición). Sin efecto d 253.
- SM retrasó la **maduración del sistema hematopoyético** de la descendencia PA y PI, sistema especializado en la formación y maduración de los componentes de la sangre.
- SM afectó a largo plazo endocrinología de la descendencia: redujo **IGF-1** (tb afectado por sexo) y aumentó **cortisol** (tb afectado por el tipo de parto) de la descendencia.

TABLE 4. Metabolic and endocrine profiles of the newborn calves in their first days of life according to the breed, maternal nutrition, gender, and type of parturition

Breed	Maternal nutrition				Gender				Parturition				Significance				
	PARDA	PIRENAICA	S.E.D.	CONTROL	SUBNUT	S.E.D.	Female	Male	S.E.D.	UNASSISTED	PULLED	PULLED	S.E.D.	Breed	Maternal nutrition	Gender	Parturition
Glucose (mmol/L)	0.01	5.98	0.208	0.59	5.79	0.200	0.07	5.91	0.295	0.34	5.89	5.73	0.629	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Urea (mmol/L)	4.50	3.38	0.443	3.85	4.03	0.433	3.96	3.91	0.475	3.90	4.23	3.68	0.990	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NEFA (mmol/L)	0.3	0.3	0.03	0.3	0.3	0.03	0.3	0.4	0.2*	0.3*	0.4*	0.4*	0.08	n.s.	n.s.	n.s.	0.04
IGF-1 (ng/mL)	45.6	42.2	10.90	59.1	41.7	10.40	99.0	49.8	11.81	80.9	58.9	111.8	24.75	n.s.	0.0001	0.02	n.s.
Cortisol (nmol/L)	41.9	33.7	12.71	29.0	46.1	5.89	38.7	34.9	4.99	28.1	34.6	17.2	18.13	n.s.	0.005	n.s.	0.07

*Means within a row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$), n.s., not significant ($P > 0.05$), n, number; CONTROL, 100% fed group; SUBNUT, 65% fed group; Breed, PIR (Pirenaica); UNASSISTED, no assistance in parturition; EASY PULLED, hand or rope assistance was used in parturition; HARD PULLED, force extractor was used in parturition. No significant interactions among effects were found ($P > 0.05$).

Noya et al., 2019 (Anim Sci J)

RESULTADOS GESTACIÓN Y PERIPARTO



Test de vitalidad

- Terneros PI tuvieron mayor **reflejo succión** (95 vs. 74% reflejo fuerte, en PI y PA), porque parto fue menos problemático, menos traumático.
- Tipo de parto afectó** al test de vitalidad. Recién nacidos de partos distócicos (extraídos con trócola) tuvieron < vigor en periparto y peor respuesta a los controles de vitalidad.
- SM no afectó a la vitalidad del recién nacido.

Noya et al., 2019 (Anim Sci J)

RESULTADOS – Fase de LACTACIÓN

Composición química del calostro en las primeras 24 h posteriores al parto

Table 5. Colostrum composition, according to the nutritional treatment, the breed and the sampling period (cow BCS at calving included as a covariate).

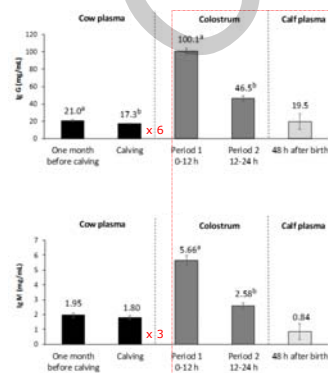
	Nutritional treatment		Breed		Period		SEM	Nat. Treat.	Breed	Period	BCSc	Significance
	CONTROL	SUBNUT	PA	PI	Period 1	Period 2						
Fat (%)	3.4	3.6	3.4	3.6	3.4	3.6	0.25	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Protein (%)	14.6	14.8	14.6	14.8	17.9*	11.9*	0.35	n.s.	n.s.	<0.001	n.s.	n.s.
Lactose (%)	3.4	3.3	3.2*	3.5*	3.1*	3.5*	0.06	n.s.	n.s.	<0.001	n.s.	n.s.
Somatic cell count (in x 10 ⁶ /mL)	1366	1255	1699*	1010*	1154	1487	-	n.s.	0.043	n.s.	<0.001	n.s.

**Means within a row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$), n.s., not significant ($P > 0.05$); CONTROL, 100% fed group; SUBNUT, 65% fed group; PA, Parda de Montaña; PI, Pirenaica; Period 1, from 0 to 12 hours postpartum; Period 2, from 12 and 24 hours postpartum; SEM, standard error of the mean; BCSc, cow body condition score at calving.

Noya et al., In press (Animals)

- SM no afectó a la composición del calostro.
- Composición del **calostro** dependió de Raza, Periodo (0-12 h vs. 12-24 h), CCparto.

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 term – GMDt ($r=0,32$)

Noya et al., In press (Animals)

RESULTADOS – Fase de LACTACIÓN

Efectos a largo plazo de la SM sobre los rendimientos de las vacas nodrizas

	Alimentación		Raza		Raiz MSE	Significación	
	CONTROL	SUBNUT	PA	PI		Alim.	Raza
Vacas							
PV al parto (kg)	605	592	598	599	54.4	n.s.	n.s.
CC parto	2.8*	2.7*	2.7*	2.9*	0.2	<0.05	<0.001
Producción leche día 23 (kg/d)	9.5	8.7	9.9*	8.3*	2.1	n.s.	<0.01
Grasa (%)	4.4*	4.8*	4.2*	4.9*	0.6	<0.01	<0.001
Proteína (%)	3.6	3.7	3.6	3.7	0.3	n.s.	n.s.
Duración APP (d)	40	46	49*	38*	0.2	n.s.	<0.05

- SM afectó a CCp, y ésta a mayoría parámetros analizados en conjunto vaca-ternero.**
- Vacas SUBNUT: **menor PV, GMD (interac.), mayor NEFA (BE -)** en lactación.
- SM no afectó a la producción lechera (d 23 y 120), pero aumentó el % grasa en leche.

Noya et al., In press (Animals)

RESULTADOS – Fase de LACTACIÓN

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

	Alimentación		Raza		Raza MSE	Significación	
	CONTROL	SUBNUT	PA	PI		Alim.	Raza
PV al nacimiento (kg)	42	42	45 ^a	39 ^a	6.2	n.s.	<0.001
Ingesta de leche día 25 (kg/d)	8.8 ^a	7.8 ^b	9.2 ^a	7.4 ^b	1.5	<0.05	<0.001
Alzada a la cruz día 120 (cm)	94 ^a	93 ^a	95 ^a	92 ^a	3.2	<0.05	<0.001
Perímetro torácico día 120 (cm)	119 ^a	115 ^b	118 ^a	115 ^b	5.5	<0.01	<0.05

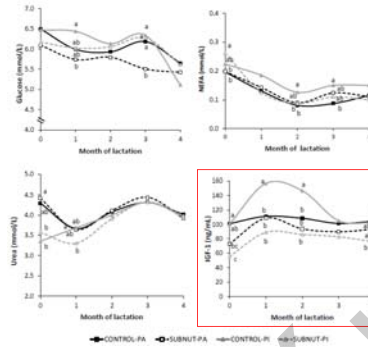
	CONTROL-PA		SUBNUT-PA		P value
	CONTROL-PA	SUBNUT-PA	CONTROL-PI	SUBNUT-PI	
GMD vacas (kg/d)	-0.151 ^b	-0.188 ^b	-0.179 ^b	-0.004 ^a	<0.05
GMD terneros (kg/d)	0.807 ^a	0.792 ^a	0.860 ^a	0.672 ^b	<0.05
PV Destete terneros (kg)	149 ^a	146 ^a	155 ^a	128 ^b	<0.001

- **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., In press (Animals)

RESULTADOS – Fase de LACTACIÓN

Perfiles metabólicos y endocrinos de la descendencia a lo largo de la lactación



- SUBNUT-PI la menor IGF-1
- IGF tern nto relacionado con IGF_vaca d 28 gest (r=0,33)
- IGF tern lact relacionado con GMD tern lact (r=0,63)
- GMD vaca lact (r=-0,28)

Noya et al., In press (Animals)

RESULTADOS – Fase de RECRÍA

Rendimientos y medidas morfológicas de las novillas durante la recría

	Maternal Nutrition		Breed		RSD	P value	
	CONTROL	SUBNUT	PARDA	PIRENAICA		Maternal Nutrition	Breed
Heifer performance							
LW at weaning (kg)	152 ^b	133 ^b	147	138	10.3	0.020	0.270
LW at AI (kg)	415	400	420 ^a	399 ^a	20.5	0.199	0.036
Age at AI (months)	16.0	15.7	15.6	16.1	0.42	0.248	0.056
ADG during rearing (kg/d)	0.741	0.792	0.823 ^a	0.710 ^b	0.0757	0.148	0.002
Height at withers							
at 4 months (weaning, cm)	95	92	95	92	2.9	0.156	0.126
at 12 months (cm)	115	113	117 ^a	112 ^b	3.3	0.208	0.010
at 16 months (cm)	121	120	124 ^a	118 ^b	2.8	0.435	0.001
Heart girth							
at 4 months (weaning, cm)	119	115	118	115	5.3	0.060	0.223
at 12 months (cm)	162	158	163 ^a	157 ^b	5.5	0.110	0.027
at 16 months (cm)	175	173	178 ^a	170 ^b	5.9	0.416	0.006
External pelvic area							
at 4 months (weaning, dm ²)	9.6	8.7	8.8	9.5	1.07	0.146	0.242
at 12 months (dm ²)	18.3	17.5	18.7 ^a	17.8 ^b	1.42	0.343	0.043
at 16 months (dm ²)	21.9	21.0	22.6 ^a	20.3 ^b	1.31	0.208	0.002

Noya et al., enviado (Animals)

RESULTADOS – Fase de RECRÍA

Población folicular ovárica en las novillas de recría

	Maternal Nutrition		Breed		RSD	P value	
	CONTROL	SUBNUT	PARDA	PIRENAICA		Maternal nutrition	Breed
Small follicles (<5 mm)							
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 ^a	11 ^b	13	14	4.5	0.011	0.418
Medium follicles (5-cc10 mm)							
at 9.5 months (n)	0.8 ^a	2.5 ^b	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
Large follicles (6-10 mm)							
at 9.5 months (n)	0.8	0.4	0.9 ^a	0.4 ^b	0.49	0.108	0.044
at 13 months (n)	0.9 ^a	0.4 ^b	0.5	0.8	0.57	0.041	0.367
at 15.5 months (n)	0.4 ^b	0.9 ^a	0.9	0.4	0.51	0.032	0.056
Follicle diameter							
at 9.5 months (mm)	11.2	9.5	10.9	9.8	1.69	0.054	0.227
at 13 months (mm)	11.1	10.2	10.9	10.5	3.19	0.544	0.807
at 15.5 months (mm)	10.5	11.4	12.4 ^a	9.9 ^b	2.31	0.451	0.017

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

RESULTADOS – Fase de RECRÍA

Rendimientos reproductivos de las novillas durante la recría

	Maternal Nutrition		Breed		RSD	P value	
	CONTROL	SUBNUT	PARDA	PIRENAICA		Maternal Nutrition	Breed
Age at puberty (months)	12.0	12.1	11.6	12.6	1.58	0.905	0.169
Puberty reached by 12 months (%) †	63	50	63	60	-	0.210	0.272
LW at puberty (kg)	341	336	350	327	23.8	0.659	0.076
Mature LW at puberty (%) ‡	59	58	61	56	4.8	0.723	0.055
Puberty reached by 16 months (%)	94	89	95	87	-	0.409	0.333
Fertility to a single AI (%)	78.6	81.3	82.4	76.9	-	0.343	0.328

† % of animals that reached puberty before the mean age at puberty reported in each group.

‡ 500 kg of expected mature LW for both breeds

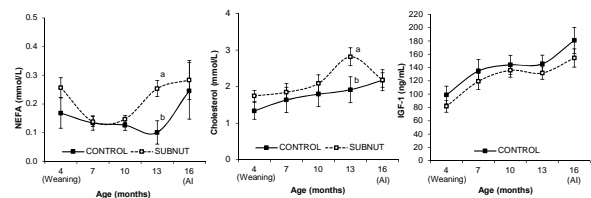
CONTROL, heifers from cows led to meet their requirements in early pregnancy; SUBNUT, heifers from cows underfed in early pregnancy; RSD, residual standard deviation; AI, artificial insemination.

- Similar edad y peso a **inicio de pubertad**
- Similar tasa de **preñez a la IATF (16 m)**, elevada para la técnica usada (80%).

Noya et al., enviado (Animals)

RESULTADOS – Fase de RECRÍA

Perfiles endocrinos y metabólicos de las novillas en recría



- Perfil de glucosa e IGF-1 similares entre tratamientos.
- Novillas SUBNUT: **> NEFA, colesterol y urea (tendencia), en torno al inicio de pubertad.**
- Correlación negativa IGF-1 y edad a la pubertad (r=-0,71).

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
Heife performance							
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 ^a	3.2 ^a	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
Cal performance							
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 ^a	94 ^a	19.4	0.505	0.012
ADG from birth to weaning (kg/d)	0.720	0.680	0.814 ^a	0.587 ^a	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.**

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
LW (kg)				
At weaning	167 ^a	168 ^a	163 ^a	137 ^b
At slaughter	514 ^a	517 ^a	516 ^a	457 ^b
ADG (kg/d)				
	1.502 ^a	1.555 ^{ab}	1.559 ^{ab}	1.427 ^b
Scrotal circumference (cm)				
At 9 months	30.0 ^a	29.6 ^a	27.3 ^b	25.3 ^b
At 12 months	34.3 ^a	34.2 ^a	31.1 ^b	29.5 ^b

- 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 es más tardíos (SM redujo circunferencia escrotal, aunque diferencia no fue NS).

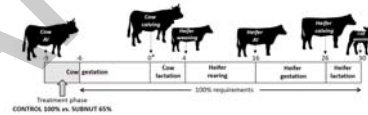
RESULTADOS – Fase de CEBO

Rendimientos de los terneros durante el cebo

	Maternal nutrition x Breed			
	CONTROL-PA	SUBNT-PA	CONTROL-PI	SUBNUT-PI
Cold carcass weight (kg)	313 ^{ab}	312 ^{ab}	322 ^a	284 ^b
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 ^{ab}	5.8 ^{ab}	4.6 ^b	6.4 ^a
Fatness degree (category)	2+ ^{ab}	2+ ^{ab}	2 ^b	2+ ^a

- 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).
- Seguimos trabajando ...

RESULTADOS – Estudio epigenético (J. H. Calvo)



- Similar grado **metilación y hemimetilación genoma de HIJOS y NIETOS** de vacas SUBNUT (kits ELISA Methyflash, EpiGenTek), quizá se podrían detectar genes o regiones del genoma específicamente metiladas?
- ¿No detectado efecto epigenético quizá porque subnutrición no suficientemente severa?

CONCLUSIONES - Subnutrición materna temprana

La Subnutrición Materna durante el primer tercio de gestación:

- perjudicó **PV, CC, GMD, estado metabólico en VACAS y crecimiento TERNEROS criados** al inicio de la gestación, pero no afectó al **reconocimiento de la gestación** (P4, PAG, expresión genes ISG d 18 y 21) o a la tasa de **preñez** de las vacas nodrizas.
- tuvo efecto a corto plazo sobre **hematología** vacas, siendo más sensible la raza Pirenaica; y a largo plazo sobre **maduración sistema hematopoyético** de los terneros recién nacidos.
- tuvo efecto a largo plazo sobre la **endocrinología de los terneros recién nacidos**, que mostraron menor nivel de IGF-1 y mayor nivel de cortisol.
- no afectó a **vitalidad** de las crías al nacimiento, ni a **transferencia de inmunidad** (Ig G y M), aunque se redujo la concentración Ig G presente en el calostro de las vacas subnutridas.
- tuvo efectos a largo plazo en la siguiente lactación, sobre los **rendimientos de las VACAS y su DESCENDENCIA**, especialmente en la raza Pirenaica (19% menos de PV a destete).
- perjudicó el **estado metabólico NOVILLAS, y nº folículos grandes 13 m y pequeños 15.5m**, pero no afectó al inicio de la pubertad (12 m), tasa de preñez (a 16 m), ni rendimientos de las novillas o de sus crías durante la primera lactación. ¿Peso adulto y vida útil de novillas SUBNUT?
- redujo **11% peso TERNEROS sacrificio (12 m), 12% peso canal** y aumentó deposición grasa.
- aumentó la **dureza de la carne a d 7 post-sacrificio**, e impidió su maduración a 14 y 21 días.

MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

De la investigación a la innovación de las explotaciones ganaderas

- Concentrar paridera a fin de periodos recuperación reservas** (ej. montaña seca partos OTOÑO), para asegurar CC parto suficiente.
- Combinar periodos de subnutrición y recuperación reservas a bajo coste.**
- Separar ternero** para facilitar reinicio actividad reproductiva (permite reducir alimentación preparto 10-20%).
- Adelantar edad primer parto a 2-2,5 años** (75% pv adulto), con toros de probada facilidad de parto, y antes de las adultas.
- Registro de todos los datos que pueden afectar al rendimiento final del rebaño.**
- Profesionalización técnica del sector (118€/parto perdido; Johnston, 2010).**



MANEJO DE LOS REBAÑOS DE VACAS NODRIZAS

Consideraciones finales

- En la actualidad es posible incrementar la fertilidad y la competitividad de las explotaciones de vacas nodrizas, a través de un adecuado manejo técnico de los rebaños
- Las estadísticas oficiales muestran que el ganado vacuno de carne en España tiene todavía un importante margen de mejora



Gracias por su atención

Albina Sanz asanz@aragon.es



CITA de Aragón