

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

Áreas I+D+i



Unidades



Sanidad Vegetal



Suelos y Riegos



Recursos Forestales



Hortofruticultura



Economía Agroalimentaria



Producción y Sanidad Animal

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/ovejas y cebo)
 - **MEJOR NIVEL VIDA POSIBLE PARA LOS GANADEROS**
 - **FIJACIÓN POBLACIÓN RURAL**
 - **MANTENIMIENTO ECOSISTEMAS**
- (ganado: herramienta gestión medio, *servicios ecosistémicos*)



**ADECUADA GESTIÓN
TÉCNICA REBAÑOS**

Fincas Experimentales del CITA de Aragón



**El Vedado
secano
1400 ha**



**Soto Lezcano
regadío
125 ha**



**La Garcipollera
pastos de montaña
5000 ha**

Sistemas ganaderos de montaña (Pirineos)



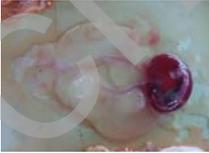


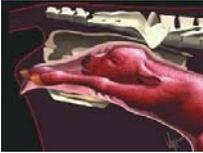
Efecto de la alimentación de la vaca nodriza

----->

1° tercio gestación 2° tercio gestación 3° tercio gestación Lactación

(75% crec fetal)






- Importante alimentar bien a las vacas nodrizas al final de la gestación
- Adecuada condición corporal (CC) al parto (Sanz et al., 2003, 2004)
- Alimentación deficiente en último tercio gestación:
 - retrasa la reactivación ovárica postparto de las vacas,
 - reduce el crecimiento del ternero en lactación,
 - si subnutrición severa reduce peso ternero a nacimiento (Sanz et al., 2001)

Efecto de la alimentación de la vaca nodriza

PREPARTO (último tercio gestación) = ALTO (100%) vs. BAJO (65%)

POSTPARTO = ALTO (160%) vs. BAJO (75%)

Interacción PREPARTO x POSTPARTO

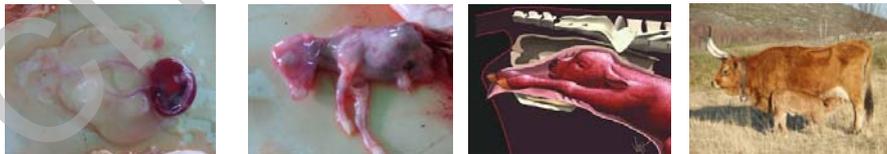
LOTE	AA	AB	BA	BB	Pre	Post	Pre * Post
n	12	12	9	8			
CC parto	2,95	3,24	1,98	1,98	***	NS	**
GMD 3 m pp, kg	0,003	-1,125	0,944	-0,123	***	***	NS
PLS, kg/d	13,2	9,9	6,9	5,3	***	**	NS
PVT nacimiento, kg	44	48	41	40	*	NS	NS
GMDT 3 m pp, kg	1,179	0,916	0,949	0,572	***	***	NS
Anestro pp, d	27,4	33,7	69,4	194,4	***	***	***

GMD: ganancia media diaria; PLS: producción lechera standard; PVT: peso vivo ternero (Sanz et al., 2001)



Factores ambientales en el periodo peri-implantacional

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



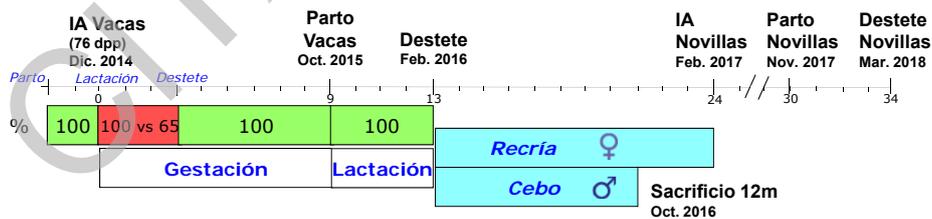
- Implantación del embrión (día 25 post fertilización; Flemming et al., 2002)
- Diferenciación celular del embrión (Rhind, 2004; Reik, 2007)
- Reconocimiento materno gestación
- Coincide con la lactancia (gran demanda nutrientes)
- EPIGENÉTICA: mecanismo regulación génica, interlocutor AMBIENTE-GENÉTICA

Subnutrición temprana en el periodo peri-implantacional

Generación 1	Generación 2	Generación 3
Hembra productiva	Feto - Embrión	Células germinales feto
<p><u>Corto plazo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Calidad ovocito - Funcionalidad luteal - Nivel plasmático P4 - Sincronía embrión-útero - Supervivencia embrión - Tasa fertilidad <p>Rae et al., 2002 Abecia et al., 2006 Reik, 2007 Bèch-Sabat et al., 2008</p>	<p><u>Medio plazo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Crecimiento, desarrollo y metabolismo: <i>Hipótesis Fenotipo Ahorrador</i>: > riesgo enfermedades - Función órganos fetales (Programación fetal) - Cambios ADN (Epigenética) <p>Hales y Barker, 2001 Wu et al., 2006 Martin et al., 2007 Donovan et al., 2013</p>	<p><u>Largo plazo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cambios ADN que condicionarán la diferenciación celular embrión (Epigenética) - > Predisposición a padecer enfermedades metabólicas <p>Nijland et al., 2008 Bach, 2012 González-Recio et al., 2012b</p>

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

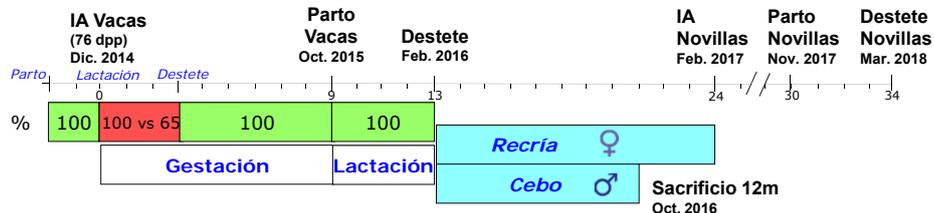
Efectos de la alimentación materna sobre el desarrollo embrionario y la descendencia: implicaciones en la eficiencia productiva de la vaca nodriza (INIA RTA2013-059-C02)



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 multíparas Parda de Montaña (PA) y Pirenaica (PI) criando un ternero
- IATF (d0_PRID+GnRH; d7_PGF2 α ; 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

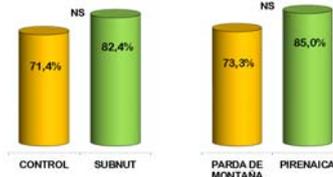
- ✓ Rendimientos (GMD, Medidas morfométricas)
- ✓ Ecografías ováricas
- ✓ Met y horm (Glucosa, AGNE, Urea, IGF-1, Colesterol)
- ✓ P4 (inicio de pubertad, anestro postparto)
- ✓ Tasa de fertilidad (IATF 16 meses)
- ✓ Grado de Metilación y Hemimetilación genoma terneros

RESULTADOS – Fase de GESTACIÓN

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

	Alimentación		Raza	
	CONTROL	SUBNUT	PA	PI
Vacas				
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				
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



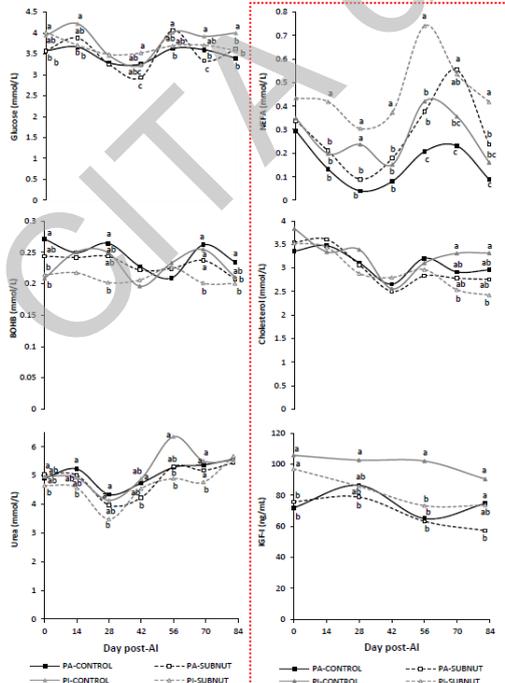
Noya et al., 2017 (ANEMBE)

- 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.

Fase de GESTACIÓN

Evolución de los perfiles metabólicos y endocrinos de las vacas nodrizas

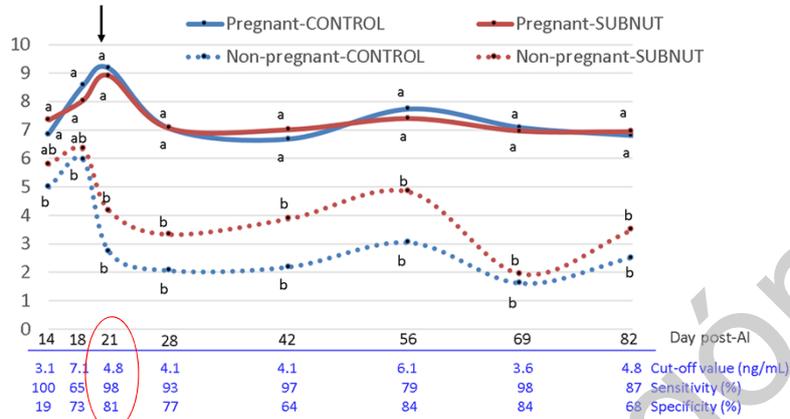
- Vacas SUBNUT
 - menor nivel IGF-1
 - menor nivel colesterol
 - mayor nivel NEFA
- Vacas SUBNUT en claro BE (-)



Noya et al., enviado (Dom Anim Endocrin)

RESULTADOS – Fase de GESTACIÓN

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

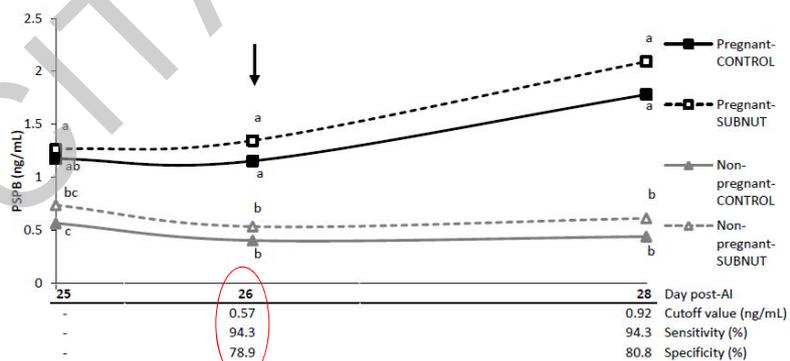


Sanz et al., 2019 (EAAP)

- **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)

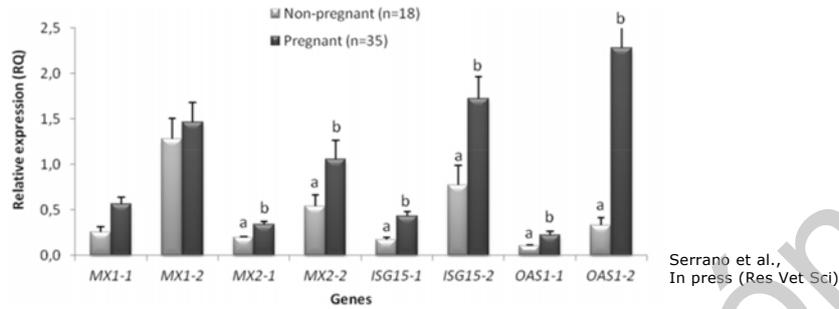


Noya et al., 2018 (EAAP)

- 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 (Universidad de Lleida)

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



- 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 6 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	EASY PULLED	HARD PULLED	S.E.D.	Breed	Maternal nutrition	Gender	Parturition
n	38	21		25	34		32	27		53	3	3					
Glucose (mmol/L)	6.01	5.98	0.268	6.19	5.79	0.260	6.07	5.91	0.295	6.34	5.89	5.73	0.619	ns	ns	ns	ns
Urea (mmol/L)	4.50	3.38	0.463	3.85	4.03	0.415	3.96	3.91	0.475	3.90	4.23	3.68	0.990	ns	ns	ns	ns
NEFA (mmol/L)	0.3	0.3	0.03	0.3	0.3	0.03	0.3	0.3	0.04	0.2*	0.3*	0.4*	0.08	ns	ns	ns	0.04
IGF-1 (ng/mL)	85.6	82.2	10.90	106.1	61.7	10.40	98.0	69.8	11.81	80.9	58.9	111.9	24.75	ns	0.0001	0.02	ns
Cortisol (nmol/L)	41.9	33.7	12.71	29.0	46.5	5.89	38.7	36.9	6.99	28.1	28.0	57.2	14.13	ns	0.005	ns	0.07

*Means within a row with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$); ns, not significant ($p > 0.05$); n, number; CONTROL, 100% fed group; SUBNUT, 65% fed group; S.E.D., standard error of the difference; UNASSISTED, no assistance in parturition; EASY-PULLED, hand or rope assistance was used in parturition; HARD-PULLED, fetus 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).

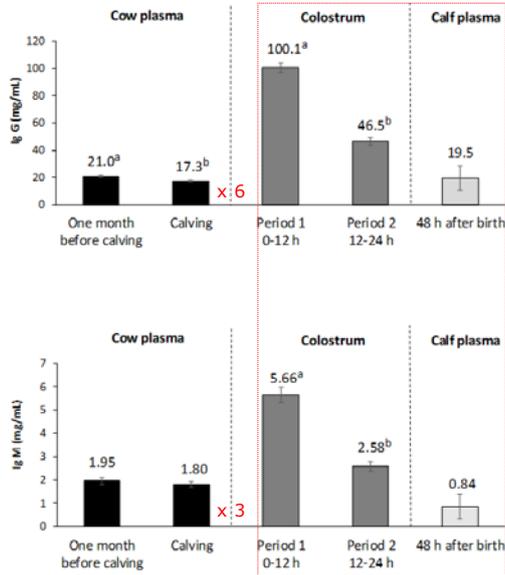
	Nutritional treatment		Breed		Period		SEM	Significance			
	CONTROL	SUBNUT	PA	PI	Period 1	Period 2		Nut. Treat.	Breed	Period	BCSc
Fat (%)	3.4	3.6	3.4	3.6	3.4	3.6	0.25	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Protein (%)	14.6	14.8	14.6	14.8	17.9 ^a	11.5 ^b	0.35	n.s.	n.s.	<0.001	n.s.
Lactose (%)	3.4	3.3	3.2 ^b	3.5 ^a	3.1 ^b	3.5 ^a	0.06	n.s.	0.015	<0.001	n.s.
Somatic cell count (n x 10 ³ /mL)	1366	1255	1698 ^a	1010 ^b	1154	1487	-	n.s.	0.043	n.s.	<0.001

^{a,b} 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 tern - 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		Raíz MSE	Significación		
	CONTROL	SUBNUT	PA	PI		Alim.	Raza	CCp
Vacas								
PV al parto (kg)	605	592	598	599	54,4	n.s.	n.s.	-
CC parto	2,8 ^a	2,7 ^b	2,7 ^b	2,9 ^a	0,2	<0,05	<0,001	-
Producción leche día 23 (kg/d)	9,5	8,7	9,9 ^a	8,3 ^b	2,1	n.s.	<0,01	<0,05
Grasa (%)	4,4 ^b	4,8 ^a	4,2 ^b	4,9 ^a	0,6	<0,01	<0,001	<0,05
Proteína (%)	3,6	3,7	3,6	3,7	0,3	n.s.	n.s.	<0,05
Duración APP (d)	40	46	49 ^a	38 ^b	0,2	n.s.	<0,05	<0,001

- **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

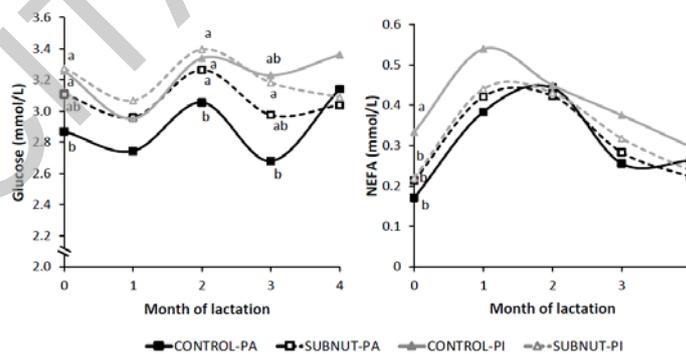
	Alimentación		Raza		Raíz MSE	Significación		
	CONTROL	SUBNUT	PA	PI		Alim.	Raza	CCp
PV al nacimiento (kg)	42	42	45 ^a	39 ^b	6,2	n.s.	<0,001	<0,05
Ingesta de leche día 25 (kg/d)	8,8 ^a	7,8 ^b	9,2 ^a	7,4 ^b	1,5	<0,05	<0,001	<0,05
Alzada a la cruz día 120 (cm)	94 ^a	93 ^b	95 ^a	92 ^b	3,2	<0,05	<0,001	n.s.
Perímetro torácico día 120 (cm)	119 ^a	115 ^b	118 ^a	115 ^b	5,5	<0,01	<0,05	<0,01
Interacción de Alimentación x Raza en:								
	CONTROL-PA	SUBNUT-PA	CONTROL-PI	SUBNUT-PI	P valor			
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	126 ^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 las vacas nodrizas a lo largo de la lactación

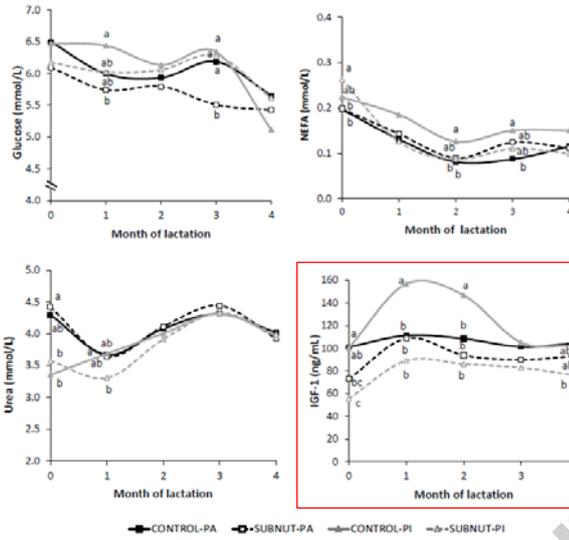


- Al parto, vacas CONTROL-PI tuvieron los mayores niveles de NEFA.
- En general, raza Pirenaica tuvo mayor nivel de glucosa y NEFA que la Parda.

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 ^a	133 ^b	147	138	10.3	0.020	0.270
LW at AI (kg)	415	400	420 ^a	395 ^b	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	17.1 ^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., en elaboración

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
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-<10 mm)							
at 9.5 months (n)	0.8 ^b	2.5 ^a	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 (>10 mm)							
at 9.5 months (n)	0.8	0.4	0.8 ^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	9.5 ^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			P value	
	CONTROL	SUBNUT	PARDA	PIRENAICA	RSD	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

‡ 580 kg of expected mature LW for both breeds

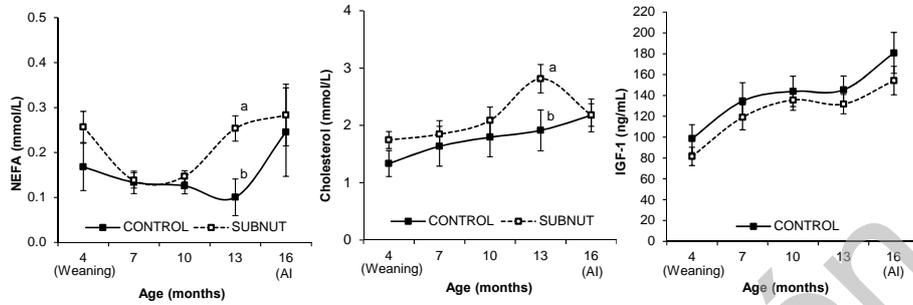
CONTROL, heifers from cows fed to meet their requirements in early pregnancy; SUBNUT, heifers from cows underfed in early pregnancy; RSD, residual standard deviation; AI, artificial insemination.

- 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., en elaboración

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		RSD	P value	
	CONTROL	SUBNUT	PARDA	PIRENAICA		Maternal Nutrition	Breed
Heifer 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 ^b	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
Calf 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 ^b	19.4	0.505	0.012
ADG from birth to weaning (kg/d)	0.720	0.680	0.814 ^a	0.587 ^b	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)	1.592 ^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).

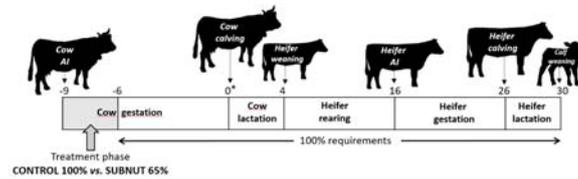
RESULTADOS – Fase de CEBO

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 Methylflash, EpiGenTek), quizá se podrían detectar genes o regiones del genoma específicamente metiladas?.
- ¿No detectado efecto epigenético quizá porque subnutrición no suficientemente severa?.

CONCLUSIONES

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 folíc 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.

REFLEXIONES FINALES ...

- En **recria** desaparecen los efectos importantes, pendiente conocer peso adulto y vida útil de novillas de madres subnutridas en gestación temprana. En **cebo** (12 m) se arrastran los efectos.
- En nuestras cond trabajo, vacas subnutridas priorizaron energía dieta hacia funciones reproductivas, **¿umbral a partir del que cambia esta priorización?** Dependiente de base genética (PI + sensible).
- **Futuro estudio:** vacas en < CC; > nivel subnutrición temprana (d82: 20 kg dif, CC 2,9 vs 2,7).
- Estos estudios ayudan a entender **datos contradictorios o resultados no concluyentes** de estudios anteriores, que pudieron verse alterados por factores no controlados, como SM.
- Los ganaderos deben garantizar adecuada alimentación de las vacas preñadas que a su vez estén criando un ternero, haciendo cambios sustanciales en el manejo de sus explotaciones, para permitir que las vacas nodrizas expresen su **máximo potencial genético**.
- **A FUTURO ... Colaboraciones?**

Agradecimientos



CITA de Aragón

Agustí Noya

Isabel Casasús

J. Antonio Rodríguez

Margalida Joy

José Luis Alabart

Pilar Sánchez

Angelines Bergua

Pilar Eseverri

Fernando Jaso

Finca La Garcipollera

Javier Ferrer

José Manuel Acín

Javier Casaús

Miguel Angel Pueyo

Nasko Mladenov

Inazio Avellana

Einar León

Oscar Bravo

Oscar Escobedo



Universitat de Lleida

Universidad de Lleida

Daniel Villalba

Beatriz Serrano

Esther Molina

Irene López



INIA RTA2013-059-CO2

INIA RZP2015-001



Grupo Invest. SAGAS

(A14_17R)



Gracias por su atención

asanz@aragon.es

