

# Mejora de la producción y comercialización de vacuno ecológico en dehesa

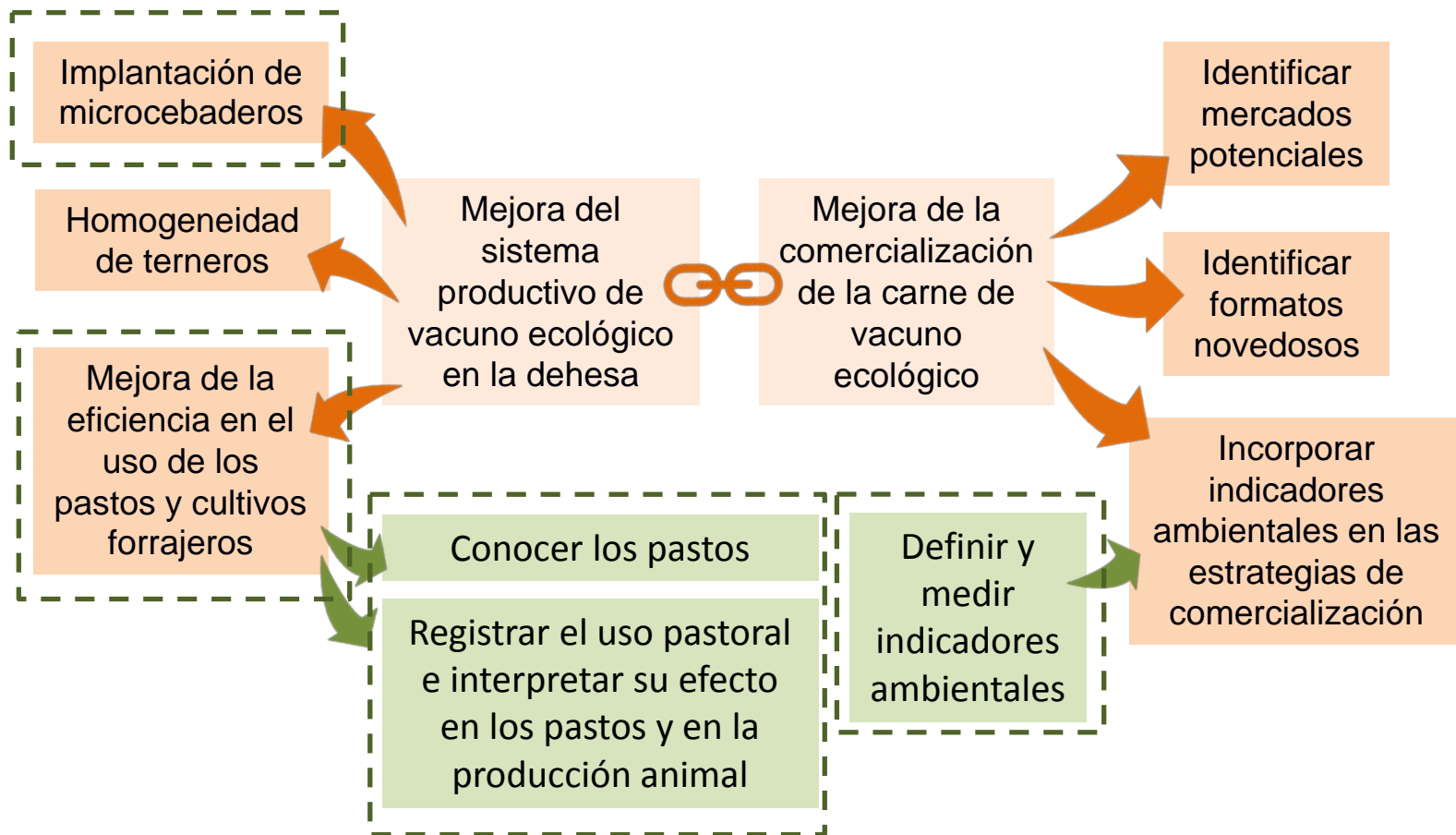
(GOP2I-HU-16-0018)

Pilar Fernández Rebollo  
ETSIAM, Dpto. Ingeniería Forestal  
Universidad de Córdoba



## Mejora de la producción y comercialización de vacuno ecológico en dehesa

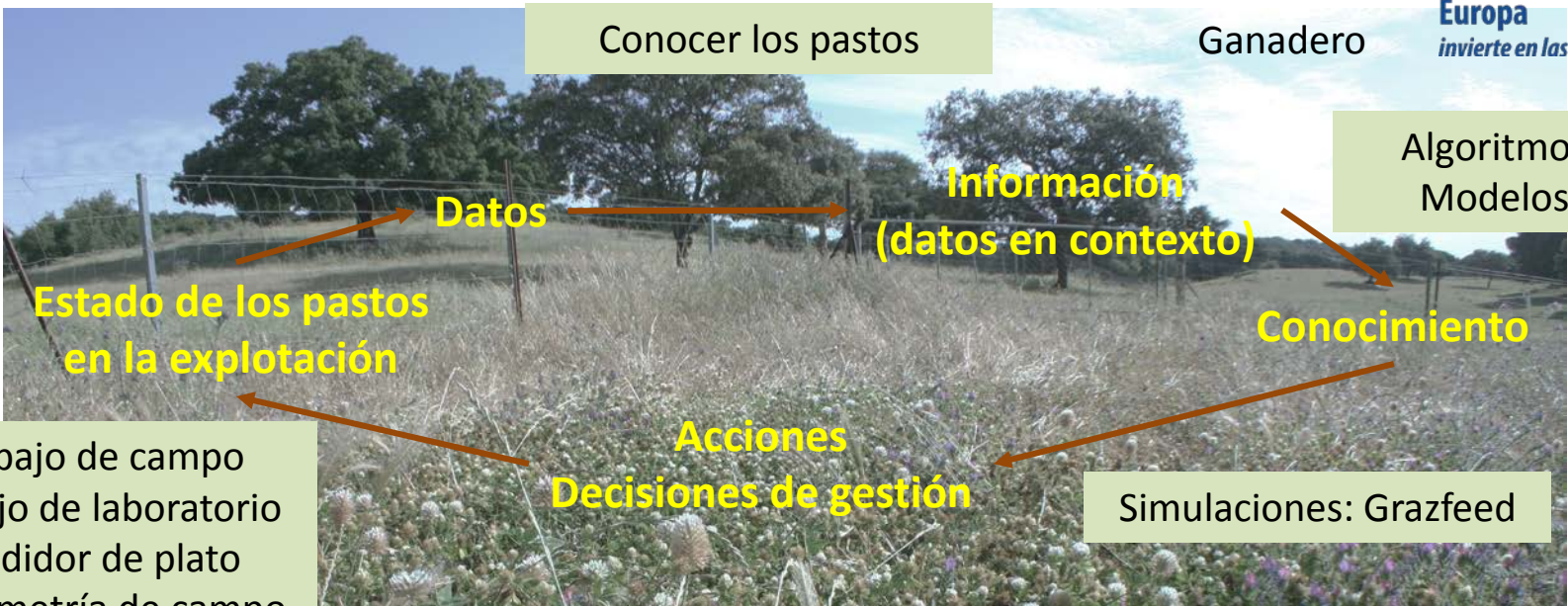
O  
b  
j  
e  
t  
i  
v  
o  
s



## Mejora de la producción y comercialización de vacuno ecológico en dehesa

O  
b  
j  
e  
t  
i  
v  
o  
s





Trabajo de campo  
Trabajo de laboratorio  
Medidor de plato  
Radiometría de campo  
Detección remota

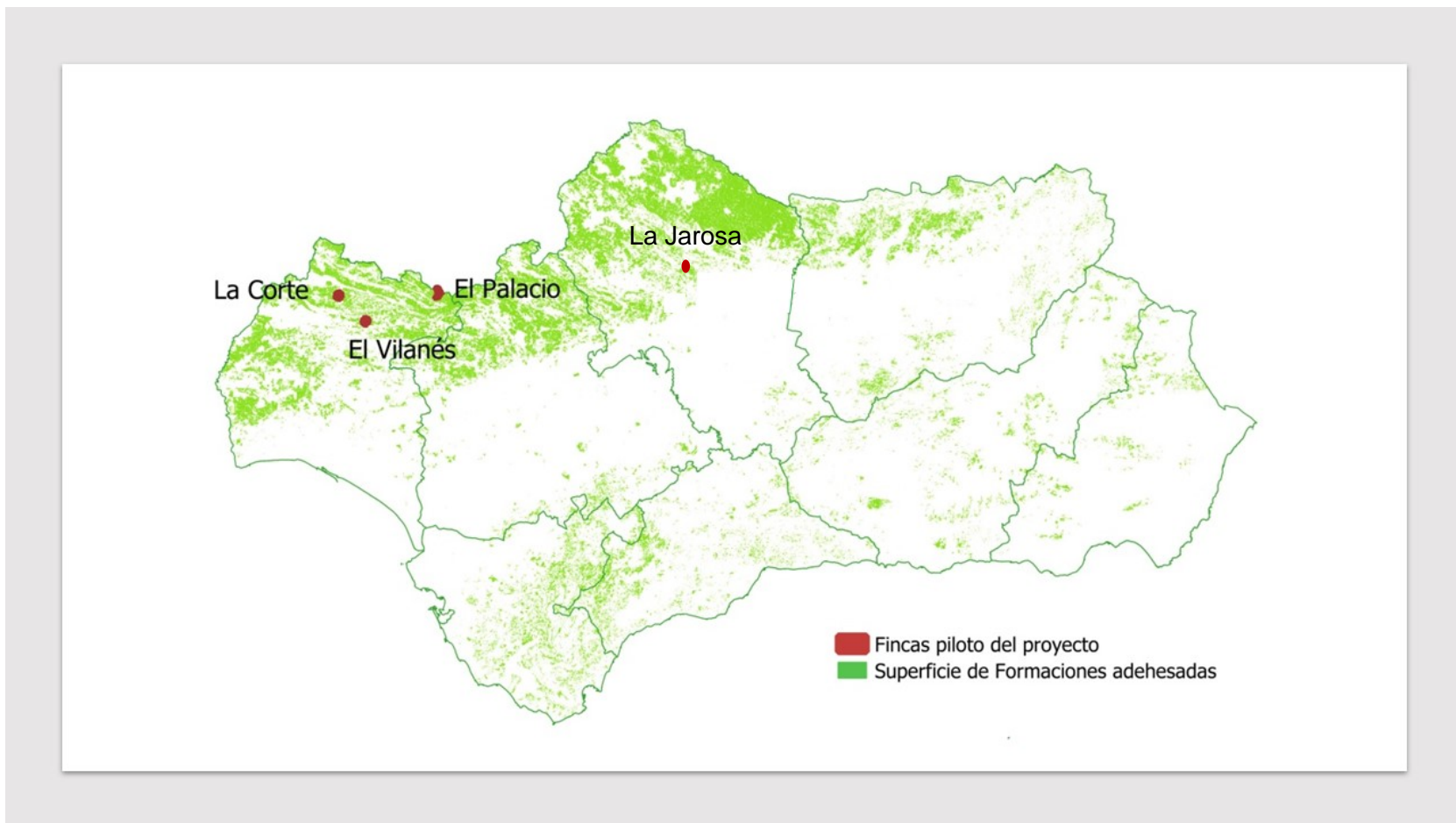
Servicios

Producción  
Cobertura  
Composición en especies/grupos funcionales  
Calidad bromatológica de los pastos  
Materia seca  
Minerales  
Proteína bruta  
FND, FAD, Digestibilidad

Provisión de productos

Diversidad  
Regulación

## Fincas piloto



Datos previos sobre producción y calidad de los pastos en otras zonas

# Conocer los pastos

## Trabajo de campo / laboratorio

### FINCA LA JAROSA

#### Recinto "Pasto natural"

Zona de topografía ondulada sin exposición dominante. Pastos naturales bajo arbolado disperso. Se presentan los datos medios de las tres parcelas de muestreo planteadas.

#### LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA DE MUESTREO

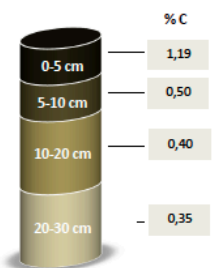


### CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

#### Características físico-químicas del suelo

Textura	Franca
Arcilla (%)	27
Arena (%)	30
Limo (%)	43
pH (1/2,5)	5,7
Materia orgánica (%)	3,38
Nitrógeno orgánico (%)	0,07
P asimilable (mg/kg)	7,39
CIC (meq/100g)	7,27
K cambio (meq/100g)	0,17
CA cambio (meq/100g)	5,98
MG cambio (meq/100g)	1,15
NA cambio (meq/100g)	0,01
Carbonatos (%)	0,04

#### Concentración de carbono orgánico en suelo



GOP21-HU-16-0018 Mejora de la producción y comercialización de vacuno ecológico en dehesa Universidad de Córdoba

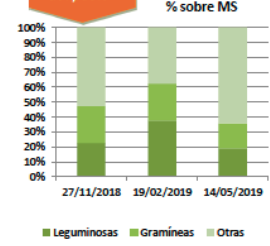
### CARACTERÍSTICAS DEL PASTO

#### Producción del pasto

	27/11/2018	19/02/2019	14/05/2019
Producción media* del pasto (kg MS/ha)	559	1079	2631
Rango de producción (kg MS/ha)	63-1000	550-1650	1831-4215
Cobertura herbácea (%)	81	94	97
Altura del pasto (cm)	2,9	2,2	21,5

\*disponibilidad de pasto en el momento del muestreo.

#### Composición del pasto



#### Calidad del pasto

	dic-18	feb-19	may-19
Humedad (%)	-	81	71
Cenizas (%)	12.33	12.28	8.13
Materia orgánica (%)	87.67	87.72	91.87
Proteína bruta (%)	18.02	17.61	9.55
FND (%)	35.50	38.92	50.46
FAD (%)	24.30	26.28	31.79
Digestibilidad in vivo (%)	72.61	70.94	68.47
Valor Relativo del Forraje	185.20	164.31	118.78

#### Diversidad del pasto

Índice de Shannon: 2,62

Nº total de especies: 57

#### Las especies y/o géneros más abundantes...

*Echium plantagineum*, *Bromus hordeaceus*, *Chamaemelum mixtum*, *Leontodon* sp., *Plantago lagopus*, *Lolium rigidum*, *Tolpis barbata*, *Medicago polymorpha*, *Bromus* sp., *Plantago lanceolata*, *Silene gallica*, *Diploaxis catholica*, *Crepis* sp., *Vulpia* sp., *Biserrula pelecinus*, *Poa* sp., *Trifolium repens*, *Cirsium* sp., *Galactites tomentosa*, *Plantago coronopus*, *Hypochaeris glabra*, *Bromus* sp., *Hebypnois cretica*, *Ornithopus compressus*, *Trifolium cherleri*, *Erodium botrys*, *Trifolium scabrum*, *Medicago orbicularis*, *Scorpiurus vermiculatus*, *Sisymbrium officinale*, *Trifolium glomeratum*, *Hordeum* sp., *Lamarckia aurea*, *Linum bienne*, *Polycarpon tetraphyllum*.

GOP21-HU-16-0018 Mejora de la producción y comercialización de vacuno ecológico en dehesa Universidad de Córdoba

# Conocer los pastos

# Simulaciones Grazfeed



## BALANCE DEL USO DE LOS PASTOS POR GANADO VACUNO

### SUPUESTO 1: Vaca vacía y seca

Raza vaca: Charolés y/o Limousin  
Peso: 650 kg Edad: 48 meses

	Dic-18	Feb-19	My-19
Ingestibilidad diaria del pasto (IMS) (kg MS/100 kg PV)	3.40	3.09	2.39
Ingesta diaria máxima (kg MS)	11.7	11.6	11.3
Ingesta diaria real (kg MS)	6.6	6.5	10
<b>Balance de energía</b>			
Ingesta diaria de energía (EM, Mcal)	17	16	25.3
Energía para mantenimiento (EM, Mcal)	20.3	20.1	19.8
Energía para engorde (EM, Mcal)	-3.3	-4.1	2.34
<b>Balance de proteína</b>			
Ingesta diaria de proteína (g)	1314	1315	1483
Proteína para mantenimiento (g)	176	176	228
Proteína para engorde (g)	-50	-60	39
Ganancia de peso (kg)	-0.59	-0.71	0.46

#### Cuestiones ambientales

Ingesta diaria de nitrógeno (g)	210.2	210.5	237.4
Nitrógeno retenido (g)	8	9.7	6.3
Nitrógeno excretado en orina (g)	172.6	173.3	149.9
Nitrógeno excretado en heces (g)	43.3	44.6	79
Excreta diaria de heces (g MS)	1636	1844	2583
Emissiones diarias de metano (l)	257	248	360



### SUPUESTO 2: Vaca vacía 2º mes lactancia

Raza vaca: Charolés y/o Limousin  
Peso: 650 kg Edad: 48 meses  
Condición corporal: 3

Cruce con macho de peso: 800 kg  
Peso del ternero: 100 kg

	Dic-18	Feb-19	My-19
Ingestibilidad diaria del pasto (IMS) (kg MS/100 PV)	3.40	3.09	2.39
Ingesta diaria máxima (kg MS)	17.6	17.4	16.9
Ingesta diaria real (kg MS)	9.9	9.8	15
<b>Balance de energía</b>			
Ingesta diaria de energía (EM, Mcal)	25.5	24	38
Energía para mantenimiento (EM, Mcal)	21.3	21.1	21.4
Energía para lactación (EM, Mcal)	11.4	11.3	14.6
Energía para engorde (EM, Mcal)	-7.2	-8.4	1.18
<b>Balance de proteína</b>			
Ingesta diaria de proteína (g)	1975	1977	2230
Proteína para mantenimiento (g)	227	226	304
Proteína para leche (g)	286	276	362
Proteína para engorde (g)	-89	-101	20
Ganancia de peso (kg)	-1.05	-1.19	0.23

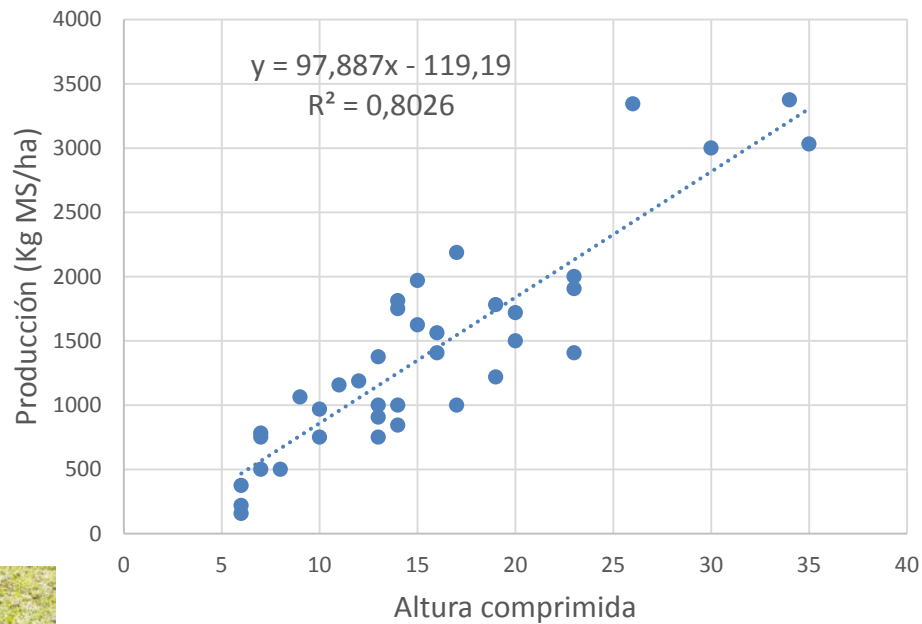
#### Cuestiones ambientales

Ingesta diaria de nitrógeno (g)	315	316.4	356.8
Nitrógeno retenido (g)	14.2	16.1	3.2
Nitrógeno exportado en leche (g)	45.8	44.2	58
Nitrógeno excretado en orina (g)	214.3	216.5	164.9
Nitrógeno excretado en heces (g)	67.8	69.4	128.5
Excreta diaria de heces (g MS)	2459	2772	3882
Emissiones diarias de metano (l)	365	356	500

GOP21-HU-16-0018 Mejora de la producción y comercialización de vacuno ecológico en dehesa  
Universidad de Córdoba

# Conocer los pastos

## Producción



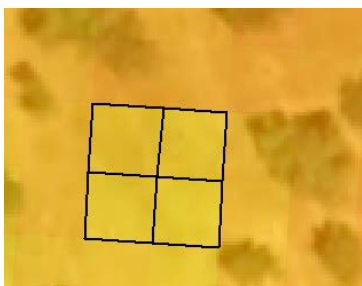


## Conocer los pastos

### Calidad bromatológica

### Limitación: píxeles sin influencia de árboles

#### Radiometro



#### Sentinel-2

**Table 4.** Summary statistics of calibration models for Spec-lab, Spec-field and Sentinel-2 datasets. Mean and confidence intervals (95%) of  $R^2$ , RMSE, RPD and mode of nLV calculated from N=1000 random partitions of the datasets.

Spectral data	Variable	n	Mean	nLV	$R^2$ cv	RMSE cv	RPD cv
Spec-field	Log (CP) %	124	1.04 [0.86]	3	0.61 (0.54-0.67)	0.12 (0.12-0.13)	1.60 (1.48-1.74)
	NDF <sup>2</sup> g/10g	124	27.38 [44.12]	3	0.46 (0.37-0.55)	7.66 (7.07-8.12)	1.36 (1.27-1.49)
	ADF <sup>2</sup> g/10g	124	10.24 [17.10]	3	0.45 (0.37-0.54)	2.94 (2.65-3.15)	1.35 (1.27-1.47)
	Log (EDOM) %	124	1.76 [0.35]	3	0.49 (0.39-0.60)	0.058 (0.052-0.064)	1.41 (1.28-1.58)
Sentinel-2	Log (CP) %	55	1.10 [0.67]	3	0.52 (0.43-0.62)	0.11 (0.09-0.12)	1.47 (1.33-1.64)
	Log (NDF) %	55	1.65 [0.33]	3	0.53 (0.43-0.64)	0.06 (0.06-0.05)	1.48 (1.34-1.67)
	ADF <sup>2</sup> g/10g	55	9.38 [12.10]	2	0.33 (0.22-0.43)	2.54 (2.28-2.77)	1.23 (1.14-1.34)
	EDOM %	55	62.7 [35.2]	2	0.32 (0.19-0.44)	6.43 (5.48-7.13)	1.23 (1.12-1.35)

CP-Crude protein; NDF-neutral detergent fibre; ADF-acid detergent fibre; EDOM-enzyme digestibility of organic matter; Mean - average of pasture variable measured with range of the observed values in squared brackets; nLV- mode of the number of latent variables; RMSE- root mean square error; RPD-ratio of predicted deviation; cal- calibration statistics; cv-cross-validation statistics. Values in brackets correspond to the confidence interval (2.5 and 97.5 percentiles). A different transformation was applied to NDF and EDOM for Sentinel-2 dataset.

# Conocer los pastos

## Calidad bromatológica

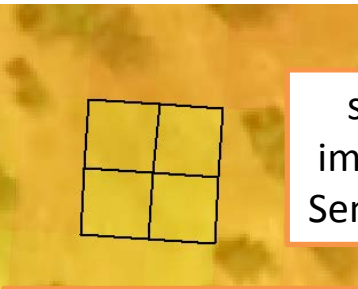
### Radiometro



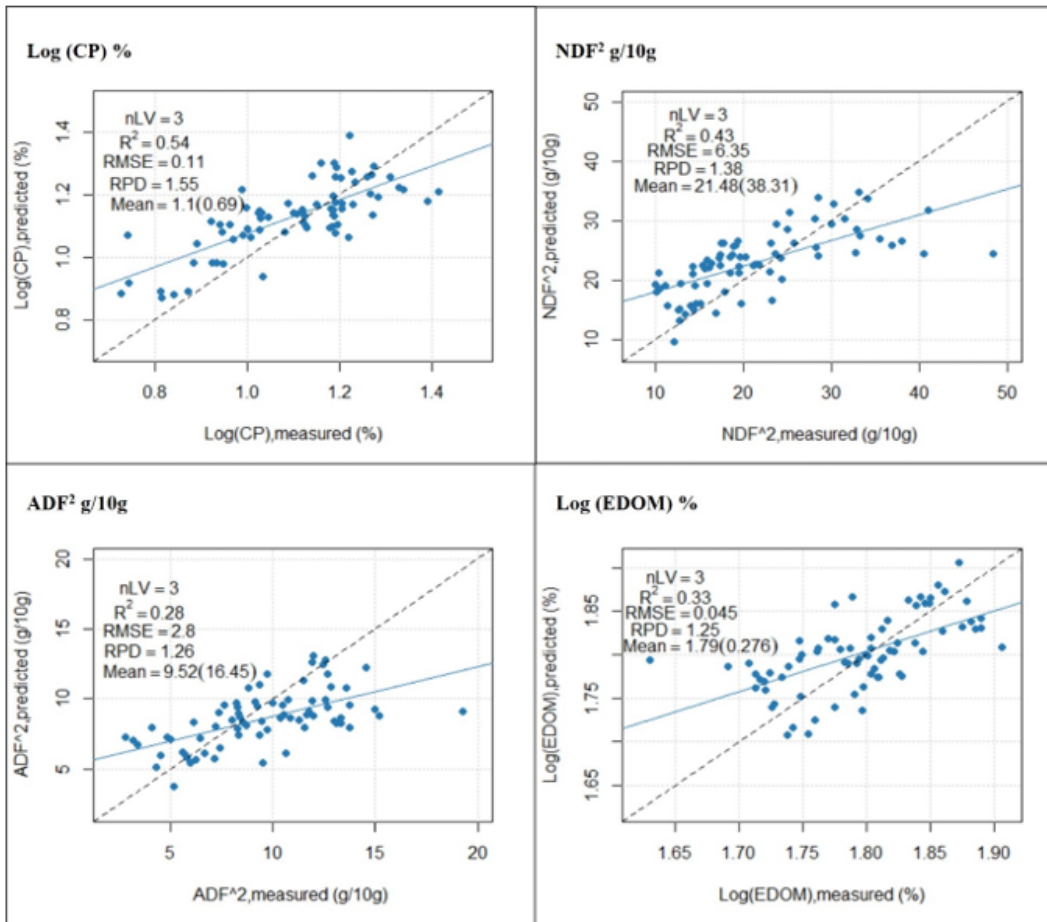
### Modelos



### sobre imágenes Sentinel-2



### Sentinel-2



**Fig. 8.** Predictions of CP-Crude protein; NDF- neutral detergent fibre; ADF- acid detergent fibre; EDOM- enzyme digestibility of organic matter using PLS models fitted with Spec-field data (Table 4) and Sentinel-2 data for prediction (N=75). Mean - average of measurements with range in brackets; nLV- number of latent variables; RMSE- root mean square error; RPD- ratio of predicted deviation.

Calidad bromatológica

Radiometro



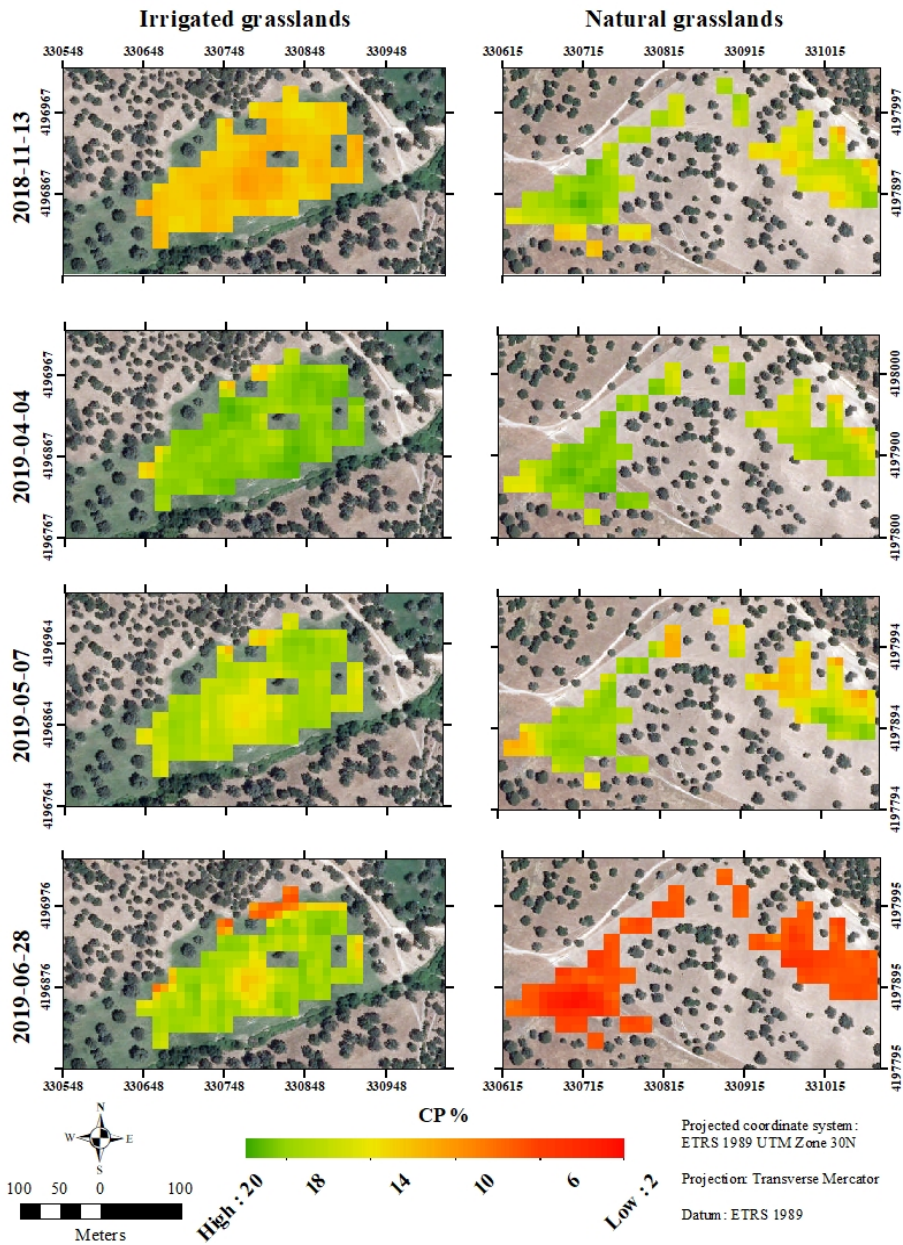
Field Spec FR



Modelos

sobre  
imágenes  
Sentinel-2

Sentinel-2



# Conocer los pastos

## Calidad bromatológica

Explorando el potencial de los datos hiperespectrales para predecir la calidad de los pastos (remuestreados a 10 nm) (CHIME)

### Radiometro

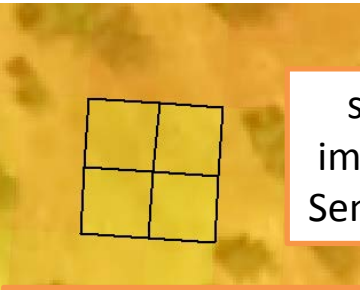


Field Spec FR



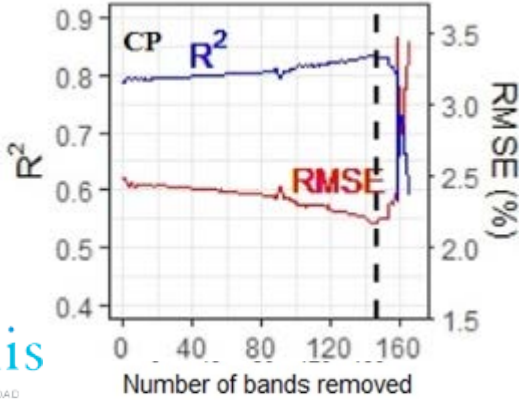
### Modelos

Variable	All bands (n=168)				Selected bands				
	nLV	R2 cv	RMSE cv	RPDcv	nLV	R2 cv	RMSE cv	RPDcv	NB
<b>CP %</b>	11	0.79	2.48	2.17	12	0.83	2.19	2.46	19
<b>NDF %</b>	11	0.60	6.35	1.59	6	0.66	5.89	1.71	36
<b>ADF %</b>	3	0.40	4.74	1.30	6	0.46	4.49	1.37	7
<b>EDOM %</b>	9	0.53	7.35	1.46	6	0.60	6.81	1.58	20



sobre imágenes Sentinel-2

### Sentinel-2



## Mejora de la producción y comercialización de vacuno ecológico en dehesa

O  
b  
j  
e  
t  
i  
v  
o  
s

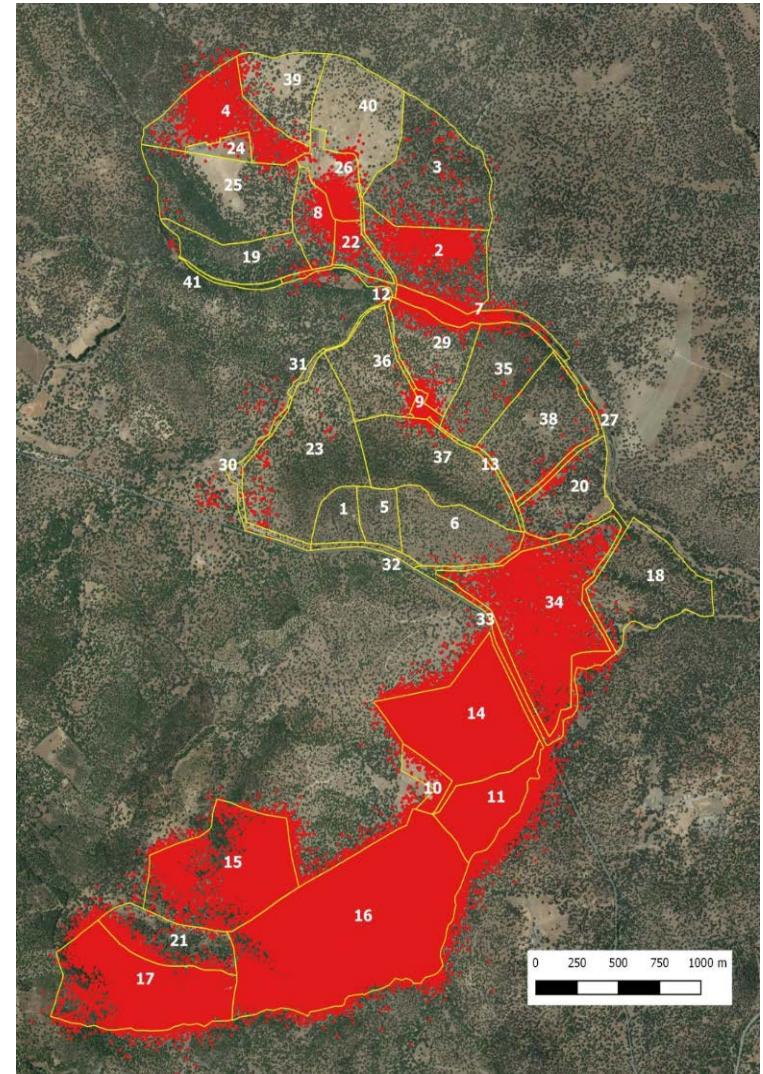


# Registrar el uso pastoral

## Pastoreo de precisión: collares GPS



Datos recibidos por los 40 collares de posicionamiento instalados en una finca piloto en el periodo comprendido entre el 29/10/2018 – 26/05/2019



- Comprobación de frecuencia de adquisición de datos
- Identificación de zonas de sombra
- Exactitud y precisión de los dispositivos puestos en campo

# Registrar el uso pastoral



## Pastoreo de precisión: collares GPS

¿Es posible obtener información fiable del uso de los pastos a partir de los datos de posicionamiento del ganado de utilidad para la gestión pastoral?

- Calendario de pastoreo
- Superficie de la parcela utilizada por el ganado
- Distancia diaria recorrida (ascenso, descenso y en llano)
- Hábitos de pastoreo (zonas seleccionadas, tiempo de pastoreo, frecuencia de bebida)

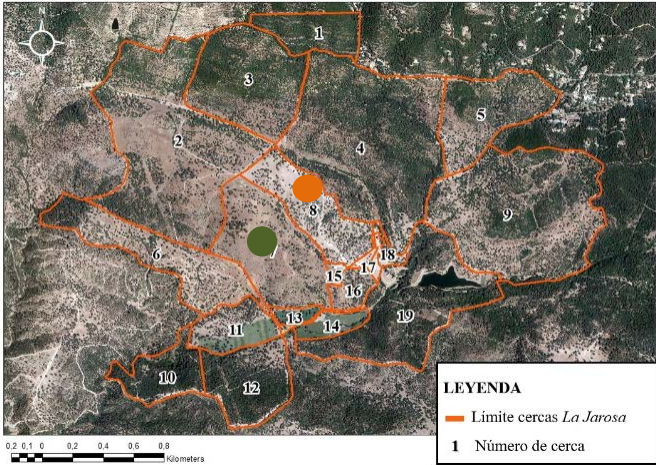
➔ **Carga ganadera /raciones alimenticias proporcionadas por el pasto (referida a superficie utilizada)**

➔ **Energía empleada en ejercicio físico diario**

- Detección de partos en modo beta
- Alertas por temperatura
- Crotal electrónico
- Gestión integral
- Dentro o fuera del recinto
- Aviso por robo o pérdida
- Avisos meteorológicos
- Alertas por actividad

# Registrar el uso pastoral

## Pastoreo de precisión: calendarios de pastoreo mediante collares GPS



**Parcela 7**

S: 40,7 ha  
 Dias de pastoreo: 37  
 Lote: 235 UGM  
 Carga: 213 raciones/ha  
 Carga (anual): 0,6 UGM/ha

**Parcela 8**

S: 25,9 ha  
 Dias de pastoreo: 14  
 Lote: 235 UGM  
 Carga: 127 raciones/ha  
 Carga (anual): 0,4 UGM/ha

LA JAROSA	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero																			
-Semanas-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	27
Parcela 2																										
Parcela 4																										
Parcela 5																										
Parcela 6																										
Parcela 7																										
Parcela 8																										
Parcela 9																										
Parcela 11																										
Parcela 12																										
Parcela 13																										
Parcela 14																										
Parcela 17																										
Parcela 18																										
Parcela 19																										

**Parcela 7**

213 raciones/ha

**Parcela 8**

127 raciones/ha

86 raciones/ha  
 ~ 125€/ha



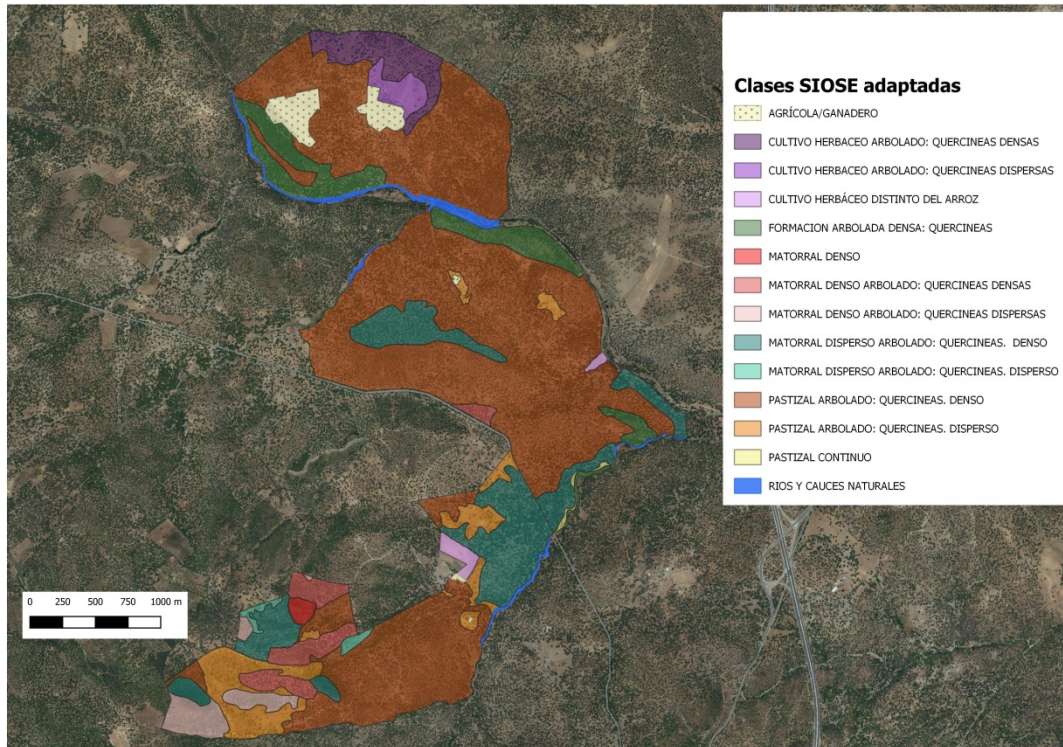
## Mejora de la producción y comercialización de vacuno ecológico en dehesa

O  
b  
j  
e  
t  
i  
v  
o  
s



# Indicadores ambientales

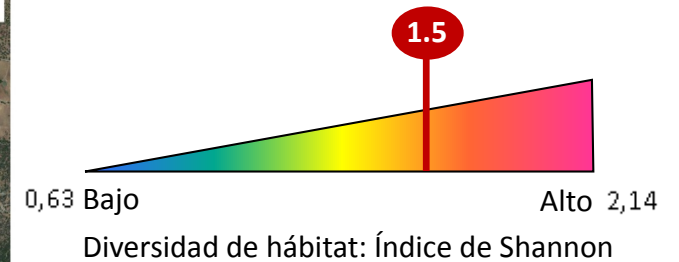
Identificación de hábitats e infraestructuras ecológicas en las fincas



Mapa de caracterización de los usos del suelo (SIOSE)



Diversidad del paisaje utilizando distintos índices



# Indicadores ambientales

## Diversidad de especies herbáceas en los pastos



236 especies distintas

Diversidad: Índice de Shannon  
0,86 y 3,12

Los pastos mejorados mediante la siembra de especies pascícolas cuentan con una diversidad similar a la de los pastos naturales. La menor diversidad se localizó en pastos de gestión más intensiva

## Diversidad de invertebrados: hormigas y coleópteros como bioindicadores



41 especies



*Copris hispanus*

31 especies

La diversidad específica de hormigas estuvo relacionada positivamente con el contenido en materia orgánica del suelo, la textura del suelo y la producción de los pastos

## Conclusiones y futuros desarrollos

Los modelos construidos con imágenes Sentinel-2 indican la posibilidad de realizar evaluaciones cualitativas de la PB y FND de los pastos de las dehesas. Imágenes hiperespectrales podrían permitir la evaluación cuantitativa de PB.

Los datos de posicionamiento del ganado pueden proporcionar información sencilla sobre el uso de los pastos pero útil para tomar decisiones sobre la gestión del pastoreo y la mejora de los pastos.

Las lagunas de información provocan ineficiencias en la gestión de los pastos y, por tanto, en los sistemas ganaderos extensivos.

El desarrollo tecnológico avanza rápidamente, identificando campos de aplicación relevantes y prometedores para la gestión de los pastos y del pastoreo. Un reto importante es traducir la enorme cantidad de datos en información útil y en acciones apropiadas. Es necesario que las partes interesadas y las distintas disciplinas científicas trabajen conjuntamente.

# Mejora de la producción y comercialización de vacuno ecológico en dehesa (GOP2I-HU-16-0018)

Pilar Fernández Rebollo  
ETSIAM, Dpto. Ingeniería Forestal  
Universidad de Córdoba



Muchas gracias por su atención