



# GRUPO OPERATIVO PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ALFALFA

GG02017E01100



[alfalfa\\_4\\_0@unizar.es](mailto:alfalfa_4_0@unizar.es)

# La alfalfa



*Medicago sativa*, es una especie de planta herbácea perteneciente a la familia de las fabáceas o leguminosas

Es una planta que se utiliza ampliamente como pasto y con este propósito se cultiva intensivamente en el mundo entero

Tiene un ciclo vital de entre cinco y doce años, dependiendo de la variedad utilizada, así como del clima; en condiciones benignas puede llegar a veinte años.

Llega a alcanzar una altura de 1 metro, desarrollando densas agrupaciones de pequeñas flores púrpuras

Sus raíces suelen ser muy profundas, pudiendo medir hasta 4,5 metros. De esta manera, la planta es especialmente resistente a la sequía



# La alfalfa en España

España es el primer productor europeo de alfalfa (prácticamente un 50%) y Aragón es la primera región en producción de alfalfa (algo más del 50% de España)

La mayor parte de la producción se dedica a la exportación

CCAA	SUPERFICIE EN HAS			PRODUCCIÓN 2019.20
	REG	SEC	TOTAL	
ANDALUCIA	2.947	200	3.147	64.330
ARAGON	56.984	659	57.643	769.725
BALEARES	150	-	150	1.500
C-LA MANCHA	6.530	-	6.530	64.113
C Y LEÓN	8.445	14.781	23.226	139.650
CATALUÑA	23.010	300	23.310	303.145
EXTREMADURA	500	-	500	7.000
NAVARRA	4.558	-	4.558	61.959
<b>TOTAL ESPAÑA</b>	<b>103.124</b>	<b>15.940</b>	<b>119.064</b>	<b>1.411.422</b>

Producción española 2019 (fuente AEFA)

PAIS	TONELADAS BALAS	TONELADAS PELLETS
Francia	13.265	40.402
Italia	1.737	766
Irlanda	4.969	0
Grecia		3.738
Portugal	4.582	18.241
Marruecos	1.651	7.536
Argelia		2.649
Túnez		7.730
Chipre		22
Líbano	1.499	29.879
Irak		4.502
Israel	16	967
Jordania	39.569	10.716
Arabia Saudí	30.627	250
Kuwait	6.738	645
Qatar	14.977	0
Emiratos Árabes Unidos	461.929	26.965
Omán	3.099	0
China	225.085	25.814
Corea del Sur	14.414	15.731
Japón	13.992	3.534
<b>Total Mundo</b>	<b>847.724</b>	<b>222.115</b>

Exportación 2019 (fuente AEFA)

# El problema

No existe un modelo único y consensuado de la calidad de la alfalfa

No existe un consenso sobre cuáles son los parámetros que pueden regir la calidad de la alfalfa

No existen herramientas ágiles de medición objetiva de los posibles parámetros

# El equipo del proyecto



Cooperativa Virgen de la Corona de Almodévar (Huesca)



Cooperativa San Lamberto de Zaragoza



Cooperativa San Licer de Zuera (Zaragoza)



Asociación Española de Fabricantes de Alfalfa Deshidratada



Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón



Universidad Zaragoza



# Metodología

## Análisis de la situación actual

- Procesos actuales
- Toma de datos
- Análisis de la información recopilada

## Modelización de los procesos actuales

- Flujos de trabajo
- Trazabilidad de la información

## Nuevas variables de control de calidad

- Seguimiento de carros por satélite
- Control de indicadores en tiempo real
- Control de la calidad por satélite



# Análisis de la situación actual

## Análisis de la situación actual

- Procesos actuales
- Toma de datos
- Análisis de la información recopilada

## Modelización de los procesos actuales

- Flujos de trabajo
- Trazabilidad de la información

## Nuevas variables de control de calidad

- Seguimiento de carros por satélite
- Control de indicadores en tiempo real
- Control de la calidad por satélite

## Comprensión de los procesos de trabajo que se llevan a cabo por parte de los técnicos de las cooperativas

- Secuencia de operaciones, quién la pone en marcha, ...

## Control de la toma de datos para la fijación de la calidad

- Establecimiento de parcelas de referencia
- Toma de datos en las parcelas de referencia
- Seguimiento de la alfalfa de las mismas de cara a identificar los valores asignados en los diferentes puntos del proceso

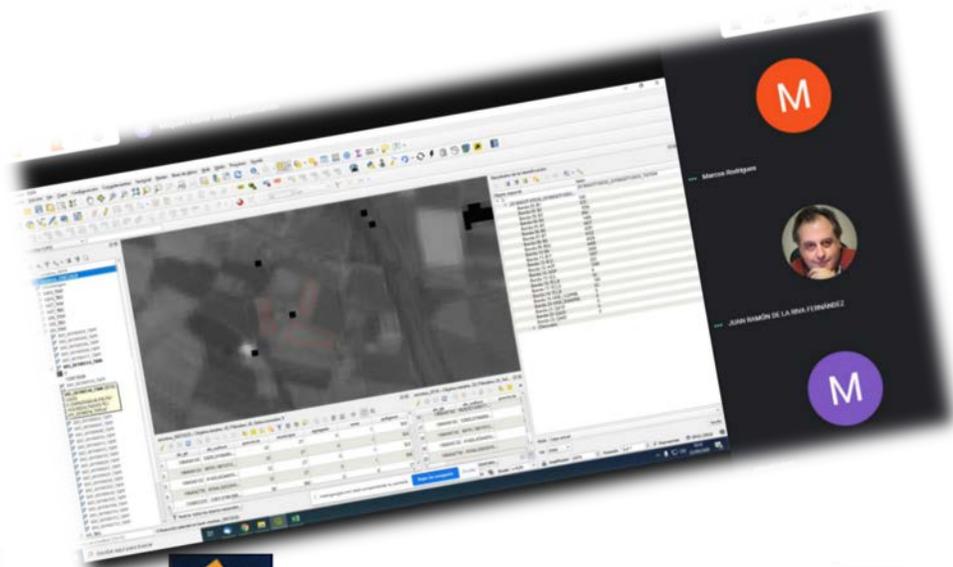
## Análisis de la información recopilada

- Análisis de datos en laboratorios externos
- Revisión del calibrado de los equipos de toma de datos de las cooperativas
- Cruce de datos con referencia a los niveles de calidad asignados

# Trabajo en equipo. Reuniones de seguimiento



## Trabajo en equipo. Reuniones Técnicas



# Trabajo en campo

Visitas a parcelas de referencia

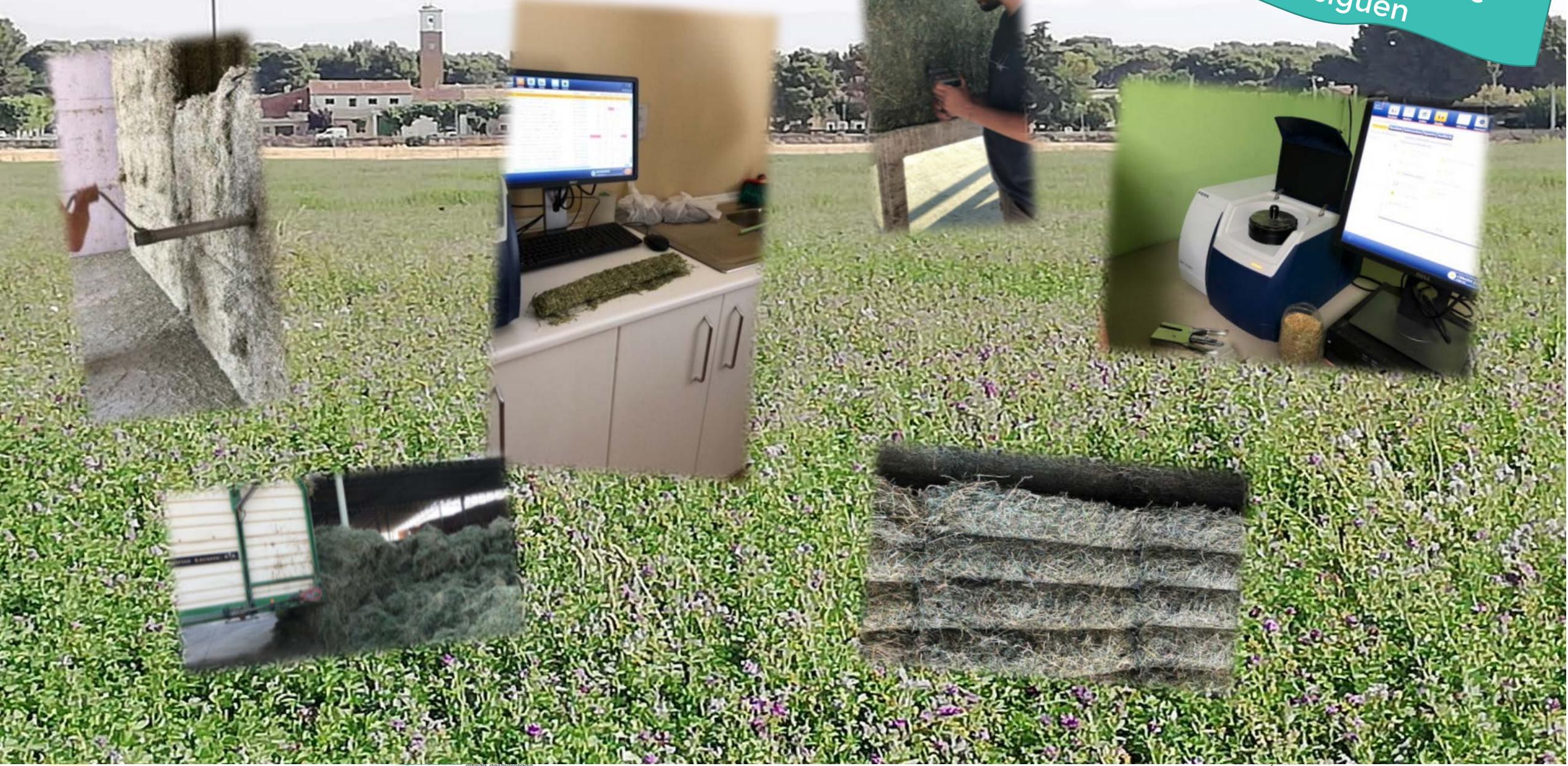


# Recogida en el campo

Procesos que se siguen



## Trabajo en cooperativa



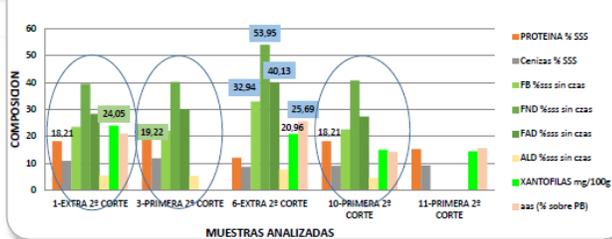
Procesos que se siguen

# Análisis de la información recopilada

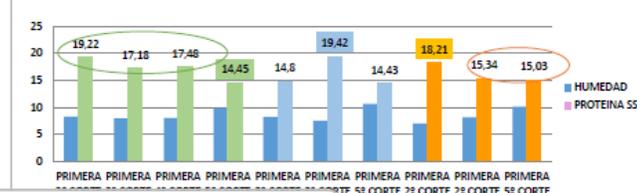
Valores medios por cooperativa y categoría de calidad (factor1 x factor 2)



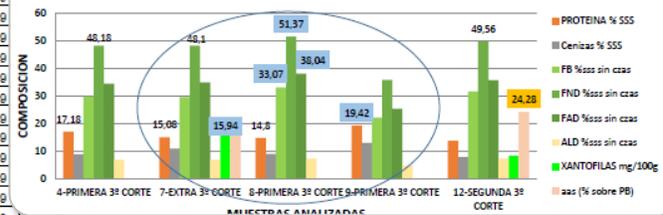
CALIDAD PACA 2º CORTE C-SL-Z



PACA CALIDAD PRIMERA C-SL-Z



CALIDAD PACA 3º CORTE C-SL-Z



CÓDIGO CITA MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	RFA. COOPERATIVA	INICIO ANALISIS	FIN ANALISIS
190549	PARCELA	C. 2º Corte 503/83/1 1º GPS 14	14/08/2019	18/08/2019
190550	PARCELA	C. 2º Corte 503/83/1 2º GPS 15	14/08/2019	18/08/2019
190551	PARCELA	C. 2º Corte 503/83/1 3º GPS 16	14/08/2019	18/08/2019
190570	PARCELA	C. 2º Corte DV 503/83/1 recepcionada 17/08/2019	18/08/2019	21/08/2019
190604	PARCELA	C. 2º Corte 512/31/1 1º GPS 83	24/08/2019	25/08/2019
190605	PARCELA	C. 2º Corte 512/31/1 2º GPS 70	24/08/2019	25/08/2019
190606	PARCELA	C. 2º Corte 512/31/1 3º GPS 76	24/08/2019	25/08/2019
190607	PARCELA	C. 2º Corte 512/31/1 4º GPS 82	24/08/2019	25/08/2019
190608	PARCELA	C. 2º Corte 512/31/1 5º GPS 88	24/08/2019	25/08/2019
190643	COOPERATIVA	C. 2º Corte Báscula 503/83	01/07/2019	03/07/2019
190644	COOPERATIVA	C. 2º Corte Báscula 1 512/31	01/07/2019	03/07/2019
190645	COOPERATIVA	C. 2º Corte Báscula 2 512/31	01/07/2019	03/07/2019
190646	COOPERATIVA	C. 2º Corte Báscula 3 512/31	01/07/2019	03/07/2019
190647	COOPERATIVA	C. Playa Cat. extra 28/08/2019	01/07/2019	03/07/2019
190648	COOPERATIVA	C. Paca Cat. extra 28/08/2019	03/07/2019	28/10/2019
190669	PARCELA	C. 2º Corte 503/115-116-117-119 1º GPS 227	08/07/2019	09/07/2019
190670	PARCELA	C. 2º Corte 503/115-116-117-119 2º GPS 228	08/07/2019	09/07/2019
190671	PARCELA	C. 2º Corte 503/115-116-117-119 3º GPS 229	08/07/2019	09/07/2019
190672	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 1º GPS 232	08/07/2019	09/07/2019
190673	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 2º GPS 237	08/07/2019	09/07/2019
190674	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 3º GPS 244	08/07/2019	09/07/2019
190676	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 4º GPS 245	08/07/2019	09/07/2019
190716	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 5º GPS 246	08/07/2019	09/07/2019
190818	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 6º GPS 247	08/07/2019	09/07/2019
190819	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 7º GPS 248	08/07/2019	09/07/2019
190820	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 8º GPS 249	08/07/2019	09/07/2019
190821	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 9º GPS 250	08/07/2019	09/07/2019
190822	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 10º GPS 251	08/07/2019	09/07/2019
190823	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 11º GPS 252	08/07/2019	09/07/2019
190824	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 12º GPS 253	08/07/2019	09/07/2019
190825	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 13º GPS 254	08/07/2019	09/07/2019
190826	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 14º GPS 255	08/07/2019	09/07/2019
190827	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 15º GPS 256	08/07/2019	09/07/2019
190828	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 16º GPS 257	08/07/2019	09/07/2019
190829	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 17º GPS 258	08/07/2019	09/07/2019
190830	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 18º GPS 259	08/07/2019	09/07/2019
190831	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 19º GPS 260	08/07/2019	09/07/2019
190832	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 20º GPS 261	08/07/2019	09/07/2019
190833	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 21º GPS 262	08/07/2019	09/07/2019
190834	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 22º GPS 263	08/07/2019	09/07/2019
190835	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 23º GPS 264	08/07/2019	09/07/2019
190836	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 24º GPS 265	08/07/2019	09/07/2019
190837	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 25º GPS 266	08/07/2019	09/07/2019
190838	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 26º GPS 267	08/07/2019	09/07/2019
190839	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 27º GPS 268	08/07/2019	09/07/2019
190840	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 28º GPS 269	08/07/2019	09/07/2019
190841	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 29º GPS 270	08/07/2019	09/07/2019
190842	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 30º GPS 271	08/07/2019	09/07/2019
190843	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 31º GPS 272	08/07/2019	09/07/2019
190844	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 32º GPS 273	08/07/2019	09/07/2019
190845	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 33º GPS 274	08/07/2019	09/07/2019
190846	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 34º GPS 275	08/07/2019	09/07/2019
190847	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 35º GPS 276	08/07/2019	09/07/2019
190848	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 36º GPS 277	08/07/2019	09/07/2019
190849	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 37º GPS 278	08/07/2019	09/07/2019
190850	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 38º GPS 279	08/07/2019	09/07/2019
190851	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 39º GPS 280	08/07/2019	09/07/2019
190852	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 40º GPS 281	08/07/2019	09/07/2019
190853	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 41º GPS 282	08/07/2019	09/07/2019
190854	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 42º GPS 283	08/07/2019	09/07/2019
190855	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 43º GPS 284	08/07/2019	09/07/2019
190856	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 44º GPS 285	08/07/2019	09/07/2019
190857	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 45º GPS 286	08/07/2019	09/07/2019
190858	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 46º GPS 287	08/07/2019	09/07/2019
190859	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 47º GPS 288	08/07/2019	09/07/2019
190860	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 48º GPS 289	08/07/2019	09/07/2019
190861	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 49º GPS 290	08/07/2019	09/07/2019
190862	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 50º GPS 291	08/07/2019	09/07/2019
190863	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 51º GPS 292	08/07/2019	09/07/2019
190864	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 52º GPS 293	08/07/2019	09/07/2019
190865	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 53º GPS 294	08/07/2019	09/07/2019
190866	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 54º GPS 295	08/07/2019	09/07/2019
190867	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 55º GPS 296	08/07/2019	09/07/2019
190868	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 56º GPS 297	08/07/2019	09/07/2019
190869	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 57º GPS 298	08/07/2019	09/07/2019
190870	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 58º GPS 299	08/07/2019	09/07/2019
190871	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 59º GPS 300	08/07/2019	09/07/2019
190872	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 60º GPS 301	08/07/2019	09/07/2019
190873	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 61º GPS 302	08/07/2019	09/07/2019
190874	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 62º GPS 303	08/07/2019	09/07/2019
190875	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 63º GPS 304	08/07/2019	09/07/2019
190876	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 64º GPS 305	08/07/2019	09/07/2019
190877	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 65º GPS 306	08/07/2019	09/07/2019
190878	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 66º GPS 307	08/07/2019	09/07/2019
190879	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 67º GPS 308	08/07/2019	09/07/2019
190880	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 68º GPS 309	08/07/2019	09/07/2019
190881	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 69º GPS 310	08/07/2019	09/07/2019
190882	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 70º GPS 311	08/07/2019	09/07/2019
190883	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 71º GPS 312	08/07/2019	09/07/2019
190884	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 72º GPS 313	08/07/2019	09/07/2019
190885	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 73º GPS 314	08/07/2019	09/07/2019
190886	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 74º GPS 315	08/07/2019	09/07/2019
190887	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 75º GPS 316	08/07/2019	09/07/2019
190888	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 76º GPS 317	08/07/2019	09/07/2019
190889	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 77º GPS 318	08/07/2019	09/07/2019
190890	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 78º GPS 319	08/07/2019	09/07/2019
190891	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 79º GPS 320	08/07/2019	09/07/2019
190892	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 80º GPS 321	08/07/2019	09/07/2019
190893	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 81º GPS 322	08/07/2019	09/07/2019
190894	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 82º GPS 323	08/07/2019	09/07/2019
190895	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 83º GPS 324	08/07/2019	09/07/2019
190896	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 84º GPS 325	08/07/2019	09/07/2019
190897	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 85º GPS 326	08/07/2019	09/07/2019
190898	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 86º GPS 327	08/07/2019	09/07/2019
190899	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 87º GPS 328	08/07/2019	09/07/2019
190900	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 88º GPS 329	08/07/2019	09/07/2019
190901	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 89º GPS 330	08/07/2019	09/07/2019
190902	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 90º GPS 331	08/07/2019	09/07/2019
190903	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 91º GPS 332	08/07/2019	09/07/2019
190904	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 92º GPS 333	08/07/2019	09/07/2019
190905	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 93º GPS 334	08/07/2019	09/07/2019
190906	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 94º GPS 335	08/07/2019	09/07/2019
190907	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 95º GPS 336	08/07/2019	09/07/2019
190908	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 96º GPS 337	08/07/2019	09/07/2019
190909	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 97º GPS 338	08/07/2019	09/07/2019
190910	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 98º GPS 339	08/07/2019	09/07/2019
190911	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 99º GPS 340	08/07/2019	09/07/2019
190912	PARCELA	C. 3º corte 503/129-130 100º GPS 341	08/07/2019	09/07/2019

	Proteína % sss	Cenizas
--	----------------	---------

# Modelización de los flujos de trabajo

## Análisis de la situación actual

- Procesos actuales
- Toma de datos
- Análisis de la información recopilada

## Modelización de los procesos actuales

- Flujos de trabajo
- Trazabilidad de la información

## Nuevas variables de control de calidad

- Seguimiento de carros por satélite
- Control de indicadores en tiempo real
- Control de la calidad por satélite

## Comprensión de los procesos de trabajo que se llevan a cabo por parte de los técnicos de las cooperativas

- Secuencia de operaciones, quién la pone en marcha, ...

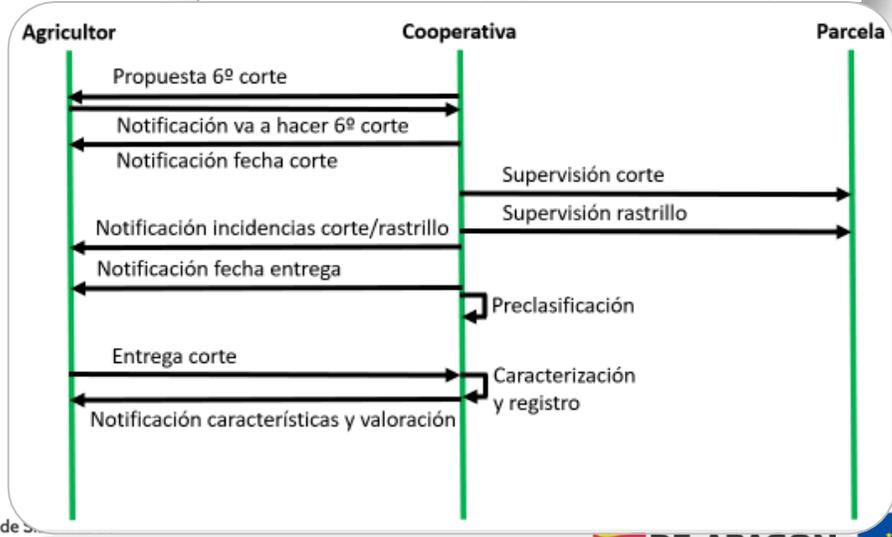
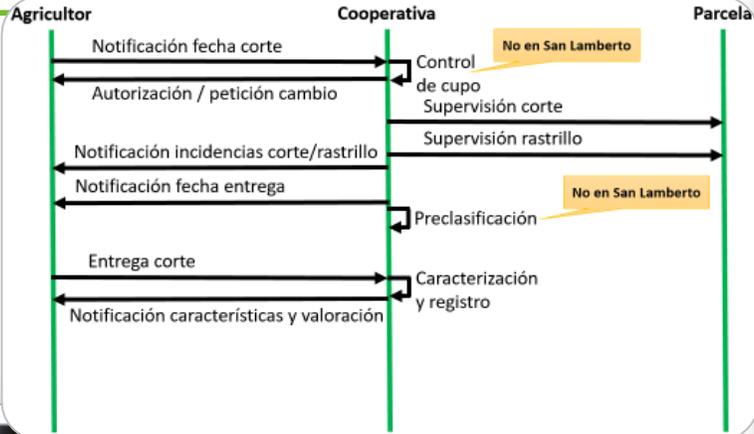
## Control de la toma de datos para la fijación de la calidad

- Establecimiento de parcelas de referencia
- Toma de datos en las parcelas de referencia
- Seguimiento de la alfalfa de las mismas de cara a identificar los valores asignados en los diferentes puntos del proceso

## Análisis de la información recopilada

- Análisis de datos en laboratorios externos
- Revisión del calibrado de los equipos de toma de datos de las cooperativas
- Cruce de datos con referencia a los niveles de calidad asignados

# Modelización de los flujos de trabajo



# Nuevas variables de control de calidad

## Análisis de la situación actual

- Procesos actuales
- Toma de datos
- Análisis de la información recopilada

## Modelización de los procesos actuales

- Flujos de trabajo
- Trazabilidad de la información

## Nuevas variables de control de calidad

- Seguimiento de carros por satélite
- Control de indicadores en tiempo real
- Control de la calidad por satélite

Necesidad de explorar nuevas aproximaciones que permitan un enfoque distinto respecto a posibles medidas de valores que se pueden vincular a la calidad de la alfalfa

Basadas en las nuevas tecnologías

Seguimiento de los carros por satélite

- Tecnología robusta y de bajo coste para el seguimiento
- Toma de datos y análisis de su relación con los valores de calidad de la alfalfa

Control de indicadores en tiempo real

- Uso de equipos para la toma automática de datos en-línea
- Validación de los datos recogidos con respecto a los datos tomados por los técnicos

Control de la calidad por satélite

- Sistemas remotos de toma de datos basados en recursos disponibles de forma libre y gratuita
- Posibilidad de predecir la calidad de la alfalfa de manera previa a su cosechado

# Seguimiento de los carros por satélite

## Equipo de seguimiento para los carros

- Gran autonomía (batería para varios meses)
- Caja de gran resistencia
  - Entornos agresivos

## Instalación en los carros

- Dos carros por cooperativa
- Captura datos cada 15 minutos durante dos meses

## Análisis de datos

- Limpieza de los datos
- Análisis de base geográfica
- Análisis de base temporal



# Seguimiento de los carros por satélite

## Equipo de seguimiento para los carros

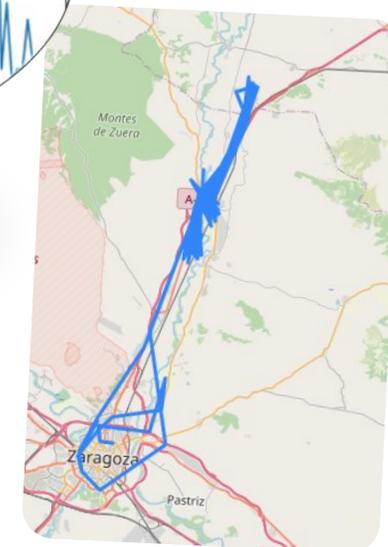
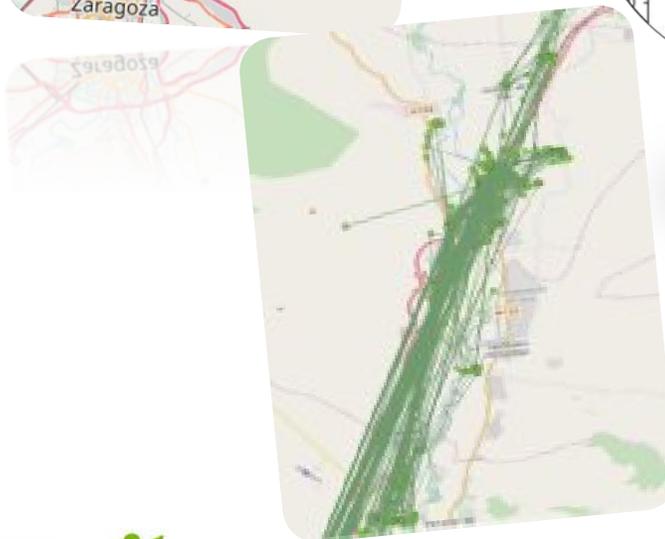
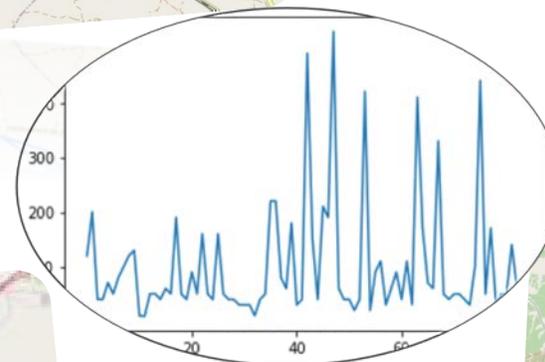
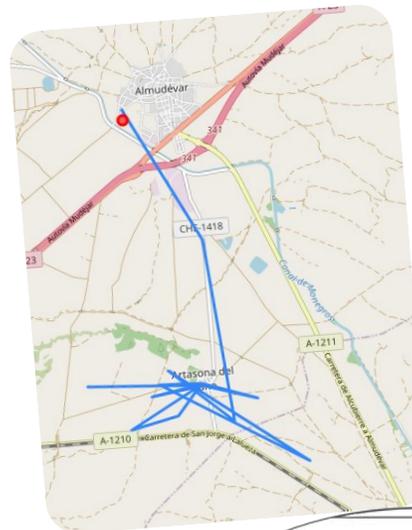
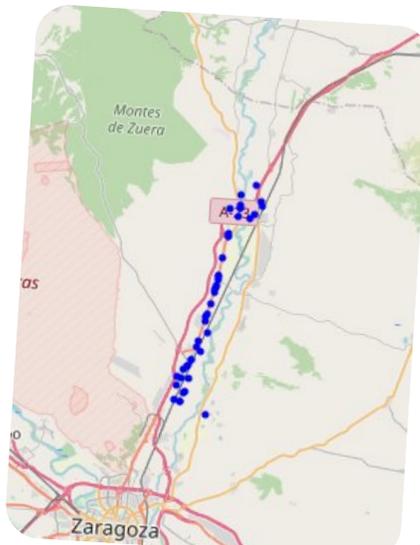
- Gran autonomía (batería para varios meses)
- Caja de gran resistencia
  - Entornos agresivos

## Instalación en los carros

- Dos carros por cooperativa
- Captura datos cada 15 minutos durante dos meses

## Análisis de datos

- Limpieza de los datos
- Análisis de base geográfica
- Análisis de base temporal



# Seguimiento de los carros por satélite

## Equipo de seguimiento para los carros

- Gran autonomía (batería para varios meses)
- Caja de gran resistencia
  - Entornos agresivos

## Instalación en los carros

- Dos carros por cooperativa
- Captura datos cada 15 minutos durante dos meses

## Análisis de datos

- Limpieza de los datos
- Análisis de base geográfica
- Análisis de base temporal

## Conclusiones

Los patrones de uso de los carros son bastante homogéneos

- En distancias recorridas y en tiempo de permanencia de la alfalfa en el carro
- En horarios de uso

No se ha identificado correlación entre estos valores y las calidades que se entregaban

- Todas las calidades tienen tiempos de permanencia y recorridos similares
- Todas las calidades se entregan en diferentes horarios

# Control de indicadores en tiempo real

## Lector de señales en infrarrojos (NIR)

- Tecnología de lectura fiable
- Ubicación en caja robusta
  - Entornos agresivos

## Instalación en los carros

- Lectura de señal en tiempo real
- Análisis de la alfalfa según entra en el carro
- Calibración de sensores

## Análisis de datos

- Aplicación Web
- Análisis vinculado a las parcelas



# Control de indicadores en tiempo real

## Lector de señales en infrarrojos (NIR)

- Tecnología de lectura fiable
- Ubicación en caja robusta
  - Entornos agresivos

## Instalación en los carros

- Lectura de señal en tiempo real
- Análisis de la alfalfa según entra en el carro
- Calibración de sensores

## Análisis de datos

- Aplicación Web
- Análisis vinculado a las parcelas

NIR Analysis: Statistics (Harvesting)

Ingredient ID	Ingredient	NIR Family	Field Treatment #
1	Green Alfalfa	1 - Green Alfalfa	131

Collection	Date	Start Time	End Time	Dry Matter	ADF	Ash	Crude Protein	NDF
41	16/09/2020	00:06	00:35	88.45	33.67	11.32	25.34	27.41
42	15/09/2020	23:05	23:25	73.79	29.25	10.12	20.24	41.41
43	15/09/2020	14:52	15:22	80.99	32.86	9.91	17.86	48.41
44	15/09/2020	14:32	14:51	81.19	30.08	8.65	17.76	48.41
45	15/09/2020	13:48	14:13	78.03	32.99	8.77	18.65	51.01
46	14/09/2020	03:44	04:24	75.02	21.59	11.27	19.94	37.01
47	14/09/2020	02:22	02:57	74.68	22.74	11.81	18.89	38.41
48	14/09/2020	00:14	00:43	72.10	23.88	11.92	20.13	39.41
49	03/09/2020	13:04	13:11	76.70	30.47	10.98	21.19	44.41
50	03/09/2020	12:17	12:44	72.98	29.04	9.77	20.13	50.41
51	03/09/2020	11:40	11:52	71.88	29.74	12.09	19.22	45.41
52	03/09/2020	11:27	11:38	68.29	24.52	11.87	20.77	44.41
53	03/09/2020	10:30	10:35	71.21	21.88	11.26	23.97	45.41
54	02/09/2020	09:29	10:05	68.90	23.06	10.16	21.91	46.41
55	02/09/2020	02:51	03:29	74.85	23.83	11.25	22.86	46.41
56	02/09/2020	02:48	02:21	70.02	22.02	11.34	21.14	43.41
57	01/09/2020	02:39	02:40	77.12	18.92	11.36	21.18	34.41
58	01/09/2020	01:39	02:16	77.65	18.75	12.30	23.98	34.41
59	01/09/2020	00:37	00:59	73.86	22.89	10.58	23.94	43.41
60	11/08/2020	13:23	13:25	74.21	32.48	9.50	18.42	52.41
61	11/08/2020	12:09	12:37	70.57	24.98	10.90	21.79	42.41
62	11/08/2020	10:59	11:46	73.81	26.89	11.04	19.62	52.41
63	11/08/2020	09:11	09:28	70.48	26.26	10.15	19.50	42.41
64	28/08/2020	02:22	02:48	72.80	26.41	10.62	19.62	42.41

NIR Analysis: Detail (Harvesting)

Ingredient ID	Date	Start Time	End Time	Tot. Time	Field ID	Farm	Customer	Feeder	Machine
41	16/09/2020	00:06	00:35	00:29	48	CJA AGRIC. ALM VAL S	Vigen de la comar	My Company	Vigen de la comar

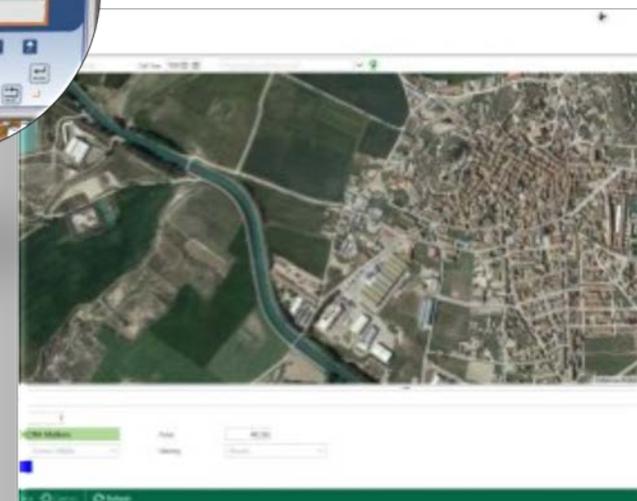
Ingredient ID	Ingredient	Variety	Harvested Qty	Harvested D.M. Qty
1	Green Alfalfa		0	0

Ingredient ID	Nutrient	NIR Parameter	% (w, DM)
1	ADF	ADF	33.67
1	Ash	Ash	11.32
1	Crude Protein	Crude Protein	25.34
1	NDF	NDF	27.41



Software licensed to: Juan Lopez Lopez - Spain - 24/09/2020 - Page 1 of 5

Date	Start Time	End Time	Tot. Time	Ingredient ID	Ingredient	Variety	Harvested Qty	Harvested D.M. Qty	Avg D.M. %	Field ID
16/09/2020	00:06	00:35	00:29	1	Green Alfalfa		0	0	38.41	48
16/09/2020	23:05	23:25	00:23	1	Green Alfalfa		0	0	73.79	48
15/09/2020	14:52	15:22	00:30	1	Green Alfalfa		0	0	80.99	48
15/09/2020	14:32	14:51	00:19	1	Green Alfalfa		0	0	81.19	48
15/09/2020	13:48	14:13	00:25	1	Green Alfalfa		0	0	78.03	48
14/09/2020	03:44	04:24	00:40	1	Green Alfalfa		0	0	75.02	48
14/09/2020	02:22	02:57	00:35	1	Green Alfalfa		0	0	74.68	48
14/09/2020	00:14	00:43	00:29	1	Green Alfalfa		0	0	72.10	48
03/09/2020	13:04	13:11	00:07	1	Green Alfalfa		0	0	76.70	48
03/09/2020	12:17	12:44	00:27	1	Green Alfalfa		0	0	72.98	48
03/09/2020	11:40	11:52	00:12	1	Green Alfalfa		0	0	71.88	48
03/09/2020	11:27	11:38	00:11	1	Green Alfalfa		0	0	68.29	48
03/09/2020	10:30	10:35	00:05	1	Green Alfalfa		0	0	71.21	48
02/09/2020	09:29	10:05	00:36	1	Green Alfalfa		0	0	68.90	48
02/09/2020	02:51	03:29	00:38	1	Green Alfalfa		0	0	74.85	48
02/09/2020	02:48	02:21	00:27	1	Green Alfalfa		0	0	70.02	48
01/09/2020	02:39	02:40	00:01	1	Green Alfalfa		0	0	77.12	48
01/09/2020	01:39	02:16	00:37	1	Green Alfalfa		0	0	77.65	48
01/09/2020	00:37	00:59	00:22	1	Green Alfalfa		0	0	73.86	48
11/08/2020	13:23	13:25	00:02	1	Green Alfalfa		0	0	74.21	48
11/08/2020	12:09	12:37	00:28	1	Green Alfalfa		0	0	70.57	48
11/08/2020	10:59	11:46	00:47	1	Green Alfalfa		0	0	73.81	48
11/08/2020	09:11	09:28	00:17	1	Green Alfalfa		0	0	70.48	48
28/08/2020	02:22	02:48	00:26	1	Green Alfalfa		0	0	72.80	48



# Control de indicadores en tiempo real

## Lector de señales en infrarrojos (NIR)

- Tecnología de lectura fiable
- Ubicación en caja robusta
  - Entornos agresivos

## Instalación en los carros

- Lectura de señal en tiempo real
- Análisis de la alfalfa según entra en el carro
- Calibración de sensores

## Análisis de datos

- Aplicación Web
- Análisis vinculado a las parcelas

## Conclusiones

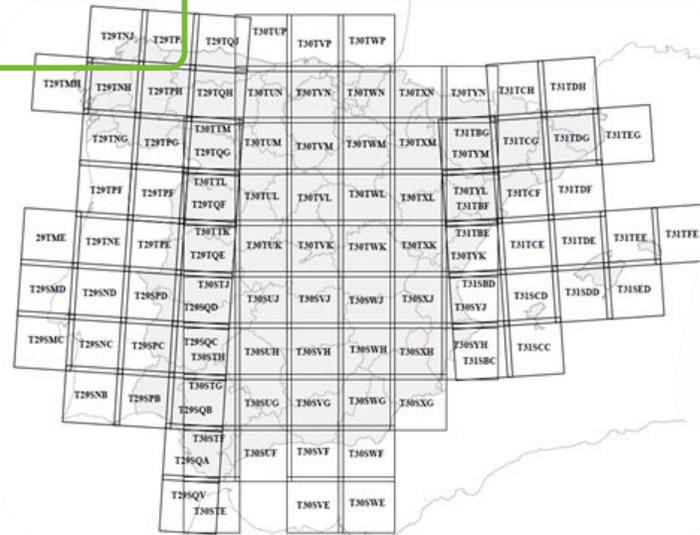
### La tecnología es prometedora

- Los indicadores de humedad son muy ajustados y reales
- Los de proteína y fibra necesitan una calibración muy detallada
  - La situación de pandemia ha reducido el periodo de pruebas lo que no ha permitido mejores calibraciones

### No obstante

- Necesita muchos ajustes a realidades particulares
- Tiene sentido en un sistema integral de control de calidad, no como mera herramienta suelta

# Control de la calidad por satélite



## Selección de parcelas de referencia

- Identificación de calidades de las mismas
- Recopilación de fechas de corte y recogida

## Elección de satélites a utilizar

- Sensores que incorporan
- Disponibilidad de los datos en las fechas de corte y recogida

## Análisis de datos

- Limpieza de los datos de satélite
  - Limpieza de nubes
  - Recorte de las zonas de contorno
  - Recorte de recintos sin cultivar
- Cruce sistemático de datos de diferentes sensores en las parcelas
  - Correlaciones con las calidades documentadas

FECHAS DEL CULTIVO				DISPONIBILIDAD DE IMÁGENES SENTINEL-2																																	
				fecha corte	fecha recogida	disición	fecha recogida anterior	01/07/2019	06/07/2019	11/07/2019	16/07/2019	21/07/2019	26/07/2019	31/07/2019	05/08/2019	10/08/2019	15/08/2019	20/08/2019	25/08/2019	30/08/2019	04/09/2019	09/09/2019	14/09/2019	19/09/2019	24/09/2019	29/09/2019	04/10/2019	09/10/2019	14/10/2019	19/10/2019	24/10/2019	29/10/2019					
1	100	0	TA	1801	S1	31/05/2019	05/06/2019	30	01/03/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
2	100	0	TA	1801	S2	06/06/2019	11/06/2019	31	06/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
3	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
4	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
5	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
6	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
7	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
8	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
9	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
10	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
11	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
12	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
13	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
14	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
15	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
16	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
17	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
18	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
19	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
20	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
21	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
22	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
23	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
24	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
25	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
26	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
27	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
28	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
29	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
30	100	0	TA	1801	NE1	06/06/2019	11/06/2019	30	07/05/2019	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

# Control de la calidad por satélite

## Selección de parcelas de referencia

- Identificación de calidades de las mismas
- Recopilación de fechas de corte y recogida

## Elección de satélites a utilizar

- Sensores que incorporan
- Disponibilidad de los datos en las fechas de corte y recogida

## Análisis de datos

- Limpieza de los datos de satélite
  - Limpieza de nubes
  - Recorte de las zonas de contorno
  - Recorte de recintos sin cultivar
- Cruce sistemático de datos de diferentes sensores en las parcelas
  - Correlaciones con las calidades documentadas



# Control de la calidad por satélite

## Selección de parcelas de referencia

- Identificación de calidades de las mismas
- Recopilación de fechas de corte y recogida

## Elección de satélites a utilizar

- Sensores que incorporan
- Disponibilidad de los datos en las fechas de corte y recogida

## Análisis de datos

- Limpieza de los datos de satélite
  - Limpieza de nubes
  - Recorte de las zonas de contorno
  - Recorte de recintos sin cultivar
- Cruce sistemático de datos de diferentes sensores parcelas
  - Correlaciones con las calidades documentadas

## Conclusiones

Hay patrones que animan a pensar que es posible que haya una composición de las señales recogidas por los satélites que va a permitir discernir la calidad de la alfalfa unos días antes de su corte  
No son resultados definitivos que puedan ser llevados directamente a la industria

- Se necesita una recopilación de datos más exhaustiva, y durante varias campañas, para verificar los patrones
- Se necesita el desarrollo de los algoritmos que permitirán la industrialización

## Conclusiones. Procesos actuales

- Los procesos de trabajo que se siguen en las diferentes cooperativas mantienen muchos elementos en común
  - Sin embargo, hay todo un conjunto de operaciones propio de cada entidad
    - Vinculadas a las propias características de los socios y sus explotaciones (tamaño, forma de riego, recogida, etc)
    - Vinculadas a la relación que mantienen los socios con la gerencia
    - Vinculadas a la capacidad técnica de cada una (recursos humanos e infraestructuras)
  - Esto hace complicado trasladar buenas prácticas de una cooperativa a otra directamente
    - Sería necesario primero modificar actitudes y comportamientos
- Con carácter general, la conclusión a la que se llega es que cada cooperativa trabaja de la mejor manera que el entorno le permite
  - Las mejoras deberían pasar primero por optimizar la relación entre socios y gerencia para conseguir entre todos un producto final de mayor calidad
  - Las características de las parcelas seguirán influyendo de forma notoria en la cadena de valor de la alfalfa

## Conclusiones. Modelos de calidad

- Los modelos de calidad no están estandarizados a nivel internacional, y hasta ahora se ha funcionado con categorías de calidad específicas según tipo de producto y zonas de producción
  - Las posibilidades de estandarización, aunque ésta es clave para mejorar las capacidades de exportación, dependen de todos los agentes implicados en el mercado
- Se necesita contar con avances tecnológicos que permitan obtener de manera objetiva, y lo más automática posible, indicadores que puedan vincularse a la calidad de la alfalfa
  - Algunos indicadores ya se conocen y, según sugieren los resultados de este proyecto, hay posibilidad de automatizar su adquisición a corto y medio plazo. Otros necesitan un mayor desarrollo tecnológico
- Los niveles de calidad de cara a pagar a los socios no pueden ser el los mismos que para la venta
  - El primero debería buscar como objetivo la preocupación de los socios por conseguir un mayor nivel de calidad en el producto que entregan
    - Tiene sentido modelos más heterogéneos ajustados a las realidades de cada entidad y sus socios
  - El segundo necesita del respaldo de todo el sector de producción, importante para captar el interés del comprador e influir en su percepción y comportamiento ante el producto
    - El modelo debería no tener muchos niveles. Tres sería lo más apropiado
    - Queda pendiente establecer las unidades, los umbrales y cómo se toman los datos

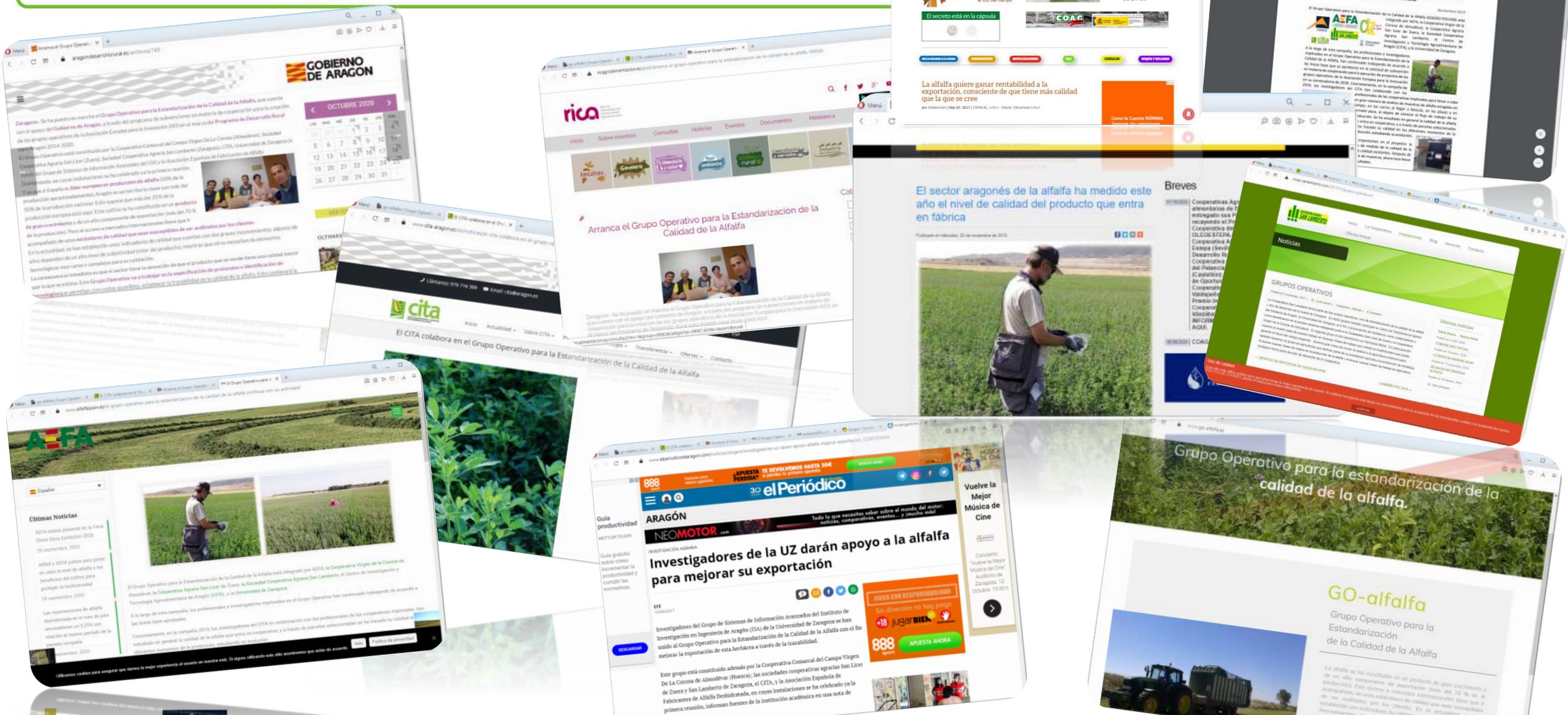
## Conclusiones. Nuevas aproximaciones

- El seguimiento por satélite de los carros no ha aportado resultados que permitan suponer que su implantación vaya a tener repercusiones en la calidad de la alfalfa
  - Un tema distinto es que esta herramienta pueda ser de interés para la organización de los trabajos y la logística de las cooperativas
- La teledetección resulta muy prometedora de cara al control de la calidad del producto en estadios muy tempranos (varios días antes del corte)
  - Pero necesita desarrollarse mucho más para poder situarse en un estadio de industrialización sistemática
- Los equipos de control instalados en los carros ya son capaces de aportar información relevante que permite el control de la calidad y, a su vez, agilizan los trabajos en las cooperativas al permitir la reducción de la intervención humana en la recepción de producto
  - Pero requieren de mucho trabajo de calibración que es necesario sistematizar para su optimización
  - Son puerta a la incorporación de más tecnología según avancen los desarrollos de sensores

## Posibles continuaciones del proyecto

- **Formación de socios en procedimientos y buenas prácticas. Permitiría sentar las bases para mejoras en los procesos dentro de las entidades**
- **Abordar el seguimiento de carros por satélite desde una perspectiva de mejora en la organización de los trabajos y la logística de las cooperativas. Esto podría ser objetivo de un nuevo Grupo de Cooperación**
- **Desarrollar la base de la teledetección de cara al control de la calidad de la alfalfa. Se necesita de un trabajo de investigación muy amplio en tiempo y recursos. Quizás debería ser objeto de un proyecto de investigación más básico antes de poder plantear su aplicación industrial sobre la base de un Grupo de Cooperación**
- **Sistematizar los trabajos de calibración de los equipos de control de calidad en los carros, así como establecer parámetros de referencia. Un Grupo de Cooperación podría desarrollar un estudio más amplio, incluyendo varios tipos de equipos embarcados, buscando la sistematización de los procesos de configuración sobre el establecimiento de un conjunto de parámetros de referencia estandarizados**

# Divulgación del proyecto



# Divulgación del proyecto

