Interreg

Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia

España – Portugal

TID4AGRO

Espectroscopía NIRS para monitorización en línea: digitalización del proceso de elaboración de productos lácteos.

INTAEX (CICYTEX)

22 de enero de 2026

Interreg
España – Portugal
TID4AGRO

Espectroscopía NIRS para monitorización en línea: digitalización del proceso de elaboración de productos lácteos.

Alberto Ortiz Llerena
Doctor en Ciencias de los Alimentos
Ing. Agrónomo
alberto.ortiz@juntaex.es

Área de Calidad de Carnes y Productos del Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden-Valdesequera, CICYTEX.

PLASENCIA. Centro de Agricultura Ecológica y de Montaña

MÉRIDA. Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal

BADAJOZ. Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura

GUADAJIRA. Sede central. Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden-Valdesequera

Área de Calidad de Carnes y Productos Cárnicos,
Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden-Valdesequera

Área de Calidad de Carnes y Productos Cárnicos,
Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden-Valdesequera

Líneas de Investigación:

- ❑ Calidad de carne y productos cárnicos
- ❑ Conservación y vida útil
- ❑ **Digitalización de los procesos**
- ❑ Nuevos productos cárnicos saludables
- ❑ Otras líneas de investigación: Acuicultura Continental

Qué es la tecnología NIRS?

Near

InfraRed

Spectroscopy

Qué es la tecnología NIRS?

Near
Infra**R**ed
Spectroscopy

Técnica **analítica** que utiliza la región del **infrarrojo cercano** del espectro electromagnético.

700 y 2500 nanometros (nm)

Qué es la tecnología NIRS?

El fundamento de la tecnología NIR se basa en la **interacción que tiene lugar entre la radiación electromagnética infrarroja y la muestra**

700 y 2500 nanometros (nm)

Qué es la tecnología NIRS?

CTAEX

Área de Calidad de Carne y Productos cárnicos (CICYTEX)

NIRSTM DS2500 F de **FOSS**
Software de calibración
WinISI

LabSpec 2500 (ASD Inc,, USA)

MicroNIR™ 1700 OnSite-W

Qué es la tecnología NIRS?

Ventajas tecnología NIRS

- No destructiva

↓

Importante en productos de elevado valor económico

Qué es la tecnología NIRS?

Ventajas tecnología NIRS

- ❑ No destructiva
- ❑ Rapidez de análisis

No necesita preparación previa de la muestra!

Qué es la tecnología NIRS?

Ventajas tecnología NIRS

- ❑ No destructiva
- ❑ Rapidez de análisis
- ❑ Multiparámetro
  - ❖ Ahorro de tiempo y costes analíticos
  - ❖ Visión integral
  - ❖ Control del proceso

Qué es la tecnología NIRS?

Ventajas tecnología NIRS

- ❑ No destructiva
- ❑ Rapidez de análisis
- ❑ Multiparámetro
- ❑ Multiproducto
  - ❖ Alta versatilidad
  - ❖ Rentabilidad de la inversión

Qué es la tecnología NIRS?

Ventajas tecnología NIRS

- ❑No destructiva
- ❑Rapidez de análisis
- ❑Multiparámetro
- ❑Multiproducto
- ❑No genera residuos (Tecnología limpia)
  - ❖ No utiliza reactivos, disolventes ni consumibles químicos, con el consiguiente impacto ambiental y económico.

Qué es la tecnología NIRS?

Ley de **Lambert-Beer**, según la cual la absorbancia resultante de una muestra que contenga una sustancia con capacidad de absorber radiación NIR es directamente proporcional a la concentración de dicha sustancia.

Análisis Cuantitativos

- Humedad
- Grasa
- Proteína
- NaCl
- Etc.

Análisis Cualitativos

- Clasificación de productos
- Detección de fraudes
- Etc

Interreg
España – Portugal
TID4AGRO

NIRS & Productos lácteos

Tecnologías avanzadas, innovadoras y digitales para el sector agroalimentario de la EUROACE (TID4AGRO).

Cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa INTERREG VI-A España-Portugal (POCTEP) 2021-2027 de la Comisión Europea

Duración: 01-01-2024 - 31-12-2026

Tecnologías avanzadas, innovadoras y digitales para el sector agroalimentario de la EUROACE (TID4AGRO).

Cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa INTERREG VI-A España-Portugal (POCTEP) 2021-2027 de la Comisión Europea

Duración: 01-01-2024 - 31-12-2026

Desarrollo de modelos predictivos (NIR) para digitalizar los procesos de producción de quesos y yogur

Interreg
España – Portugal
TID4AGRO

NIRS & Quesos

Muestras utilizadas para el desarrollo de modelos predictivos

Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura

CICYTEX

N = 90

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Oeiras, Portugal

iniav

N = 28

Adquisición de espectros para el desarrollo de modelos predictivos

Corteza

Masa

Adquisición de espectros para el desarrollo de modelos predictivos

Desarrollo de modelos predictivos

New Project [Corteza Quesos CICYTEX e INIAV.unsb] - The Unscrambler X

File Edit View Insert Plot Tasks Tools Help

- New Project
  - Corteza Original
  - PLS NaCl corteza
  - PLS ES Corteza
  - PLS N en corteza
  - PLS Grasa corteza
  - PLS NaCl
  - PLS ES
  - PLS
  - PLS(1)
  - PLS(2)
  - PLS N
  - Corteza para trabajar
  - PLS Abs Humedad corteza
  - PLS Abs NaCl Corteza
  - PLS Abs Grasa corteza
  - PLS Abs N Corteza
  - PLS Abs ES Corteza

Name : Corteza Original
Size : 158X145
Created :19/04/2024 11:25:17

Info | Notes

Corteza Origi		N Corteza	Grasa Cortez	Grasa cortez	908,1	914,294	920,489	926,683	932,877	939,072
		13	14	15	16	17	18	19	20	21
DNG Corteza	1				0,4531	0,4306	0,4067	0,3831	0,3638	0,
9BV Corteza-	2	5,0300	31,7500	44,7400	0,4008	0,3809	0,3593	0,3396	0,3256	0,
STU Corteza	3	3,9600	33,2500	49,5600	0,4175	0,3894	0,3603	0,3308	0,3055	0,
3G7 Corteza	4	4,3400	40,0000	53,6100	0,5219	0,5001	0,4771	0,4523	0,4297	0,
2X3 Corteza	5	4,3400	39,0000	55,2600	0,4353	0,4126	0,3884	0,3627	0,3403	0,
R92 Corteza	6	4,0700	36,7500	52,7700	0,5077	0,4842	0,4597	0,4337	0,4100	0,
GJN Corteza	7	3,8500	28,7500	44,0100	0,4620	0,4370	0,4111	0,3836	0,3600	0,
K5D Corteza	8	4,0000	23,5000	36,1000	0,4053	0,3787	0,3513	0,3228	0,2980	0,
LB9 Corteza	9	4,8100	31,5000	44,3800	0,4222	0,3970	0,3705	0,3429	0,3180	0,
6EU Corteza	10	3,9000	33,0000	52,2000	0,3850	0,3631	0,3406	0,3164	0,2944	0,
BFW Corteza	11	3,9600	35,7500	54,4000	0,4333	0,4076	0,3814	0,3540	0,3290	0,3120
BB1 Corteza-	12	4,6700	37,2500	50,3200	0,3721	0,3532	0,3330	0,3113	0,2930	0,2801
TT1 Corteza-	13		34,0000	46,1100	0,5779	0,5551	0,5305	0,5037	0,4801	0,4627
CC1 Corteza	14	4,6200	37,0000	50,8500	0,4295	0,4114	0,3930	0,3730	0,3558	0,3444
PMG Cortez	15	4,7600	40,0000	54,6500	0,4173	0,3980	0,3780	0,3575	0,3388	0,3244
QMA Cortez	16	5,7900	29,5000	39,4900	0,5912	0,5652	0,5380	0,5099	0,4866	0,4694
HGV Corteza	17	4,3300	29,7500	46,2000	0,4271	0,4003	0,3720	0,3432	0,3191	0,3028
BGJ Corteza	18	4,3500	37,7500	53,0400	0,3435	0,3235	0,3023	0,2804	0,2619	0,2479
6KV Corteza-	19	4,2900	36,0000	51,5200	0,4454	0,4203	0,3929	0,3653	0,3439	0,3285
7WY Corteza	20	4,5800	32,5000	45,4500	0,2878	0,2734	0,2579	0,2421	0,2286	0,2188
6ZH Corteza-	21	4,5700	35,7500	50,7900	0,4630	0,4373	0,4101	0,3833	0,3626	0,3472
PAR Corteza	22		37,2500	50,3700	0,3616	0,3456	0,3272	0,3090	0,2950	0,2847
DSX Corteza	23	2,9400	32,0000	45,2300	0,4390	0,4142	0,3871	0,3595	0,3389	0,3240
R9P Corteza	24	3,0600	34,0000	49,0300	0,4514	0,4252	0,3968	0,3700	0,3500	0,3362
FYQ Corteza	25	4,3100	37,2500	52,1400	0,5459	0,5219	0,4983	0,4719	0,4465	0,4270
EH8 Corteza	26	4,8800	27,0000	40,7000	0,4994	0,4748	0,4501	0,4231	0,3991	0,3820
XCX Corteza	27	5,2400	31,2500	41,5800	0,5643	0,5386	0,5131	0,4863	0,4607	0,4408
R83 Corteza-	28	4,7000	40,0000	48,0500	0,5600	0,5396	0,5192	0,4964	0,4740	0,4555
TT2 Corteza-	29	4,2000	34,7500	50,4700	0,3919	0,3731	0,3543	0,3340	0,3151	0,3006
CC2 Corteza	30	5,1500	40,0000	48,5000	0,5998	0,5821	0,5641	0,5433	0,5223	0,5044

PLS Abs ES Cort... | Corteza Origina...

Desarrollo de modelos predictivos

- ❑ Humedad (%)
- ❑ NaCl (%)
- ❑ Grasa (%)
- ❑ Nitrógeno (%)
- ❑ Extracto Seco (%)

The Unscrambler X

Desarrollo de modelos predictivos
Humedad (%)

- Corteza (1-VR = 0,85, RMSECV = 3,813)

- Masa (1-VR = 0,85, RMSECV = 1,874)

Desarrollo de modelos predictivos NaCl (%)

- Corteza (1-VR = 0,78, RMSECV = 0,112)

- Masa (1-VR = 0,34, RMSECV =0,282)

Desarrollo de modelos predictivos

Grasa (%)

- Corteza (1-VR = 0,82, RMSECV = 2,341)

- Masa (1-VR = 0,88, RMSECV = 1,483)

Desarrollo de modelos predictivos Nitrógeno (%)

- Corteza (1-VR = 0,73, RMSECV = 0,383)

- Masa (1-VR = 0,78, RMSECV = 0,162)

Desarrollo de modelos predictivos

ES (%)

- Corteza (1-VR = 0,91, RMSECV = 3,171)

- Masa (1-VR = 0,88, RMSECV = 2,314)

NIRS & yogur

- pH

CALENTAMIENTO LECHE HASTA 40ºC

ADICIÓN OTROS INGREDIENTES(NATA, AZÚCAR, LECHE EN POLVO, AROMA, COLORANTE, ESPESANTES, EMULGENTES

HOMOGENEIZACION

TRATAMIENTO TÉRMICO (80-85°C durante 30 min)

ENFRIAMIENTO HASTA 43°C

ADICIÓN STARTER

ENVASADO EN TARROS

INCUBACIÓN A 43°C

MEDIDA pH (con pH-metro y NIRS)

FINALIZACIÓN A pH=4,5

MEDIDAS MICROBIOLÓGICAS Y FQ

NIRSTM DS2500 F de **FOSS**
Software de calibración
WinISI

Slurry cup y reflector oro

Validation performance

	RMSEP	S_{yx}	s_r (SD_{res})	SEP	Bias	Slope	Intercept	R^2
Absolute	0.162	0.164	0.025	0.164	0.008	0.972	0.161	0.959
Relative	0.03	0.03	0.00	0.03	0.001			

Modelo válido para la predicción del **pH** en **yogures**

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran el potencial de la tecnología NIRS para **predecir parámetros de interés** para la **monitorización del proceso de elaboración de quesos y yogures,** abriendo la puerta a su aplicación industrial y por tanto a la **digitalización** en el proceso de elaboración y/o control de calidad.

Espectroscopía NIRS para monitorización en línea: digitalización del proceso de elaboración de productos lácteos.

Alberto Ortiz Llerena
Doctor en Ciencias de los Alimentos
Ing. Agrónomo
alberto.ortiz@juntaex.es

Área de Calidad de Carnes y Productos del Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden-Valdesequera, CICYTEX.