

Interreg



Cofinanciado por
la Unión Europea
Cofinanciado pela
União Europeia

España - Portugal



Tecnología NIRS aplicada al control de calidad y trazabilidad de la fruta

Dr. David Tejerina Barrado

Mérida, 19 de junio de 2025



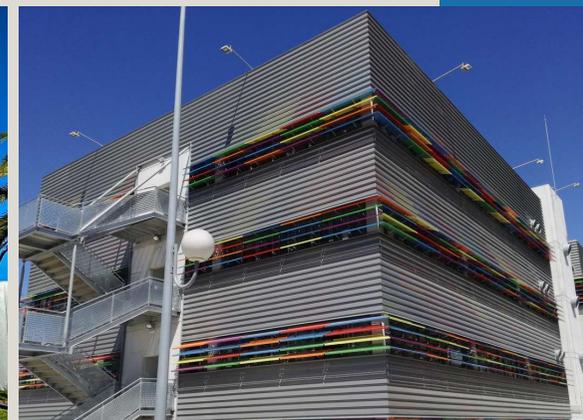


CICYTEX

CENTRO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y
TECNOLÓGICAS DE EXTREMADURA



Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden - Valdesequera (Guadajira)



Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura (INTAEX) (Badajoz)



Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal (ICMC) (Mérida)



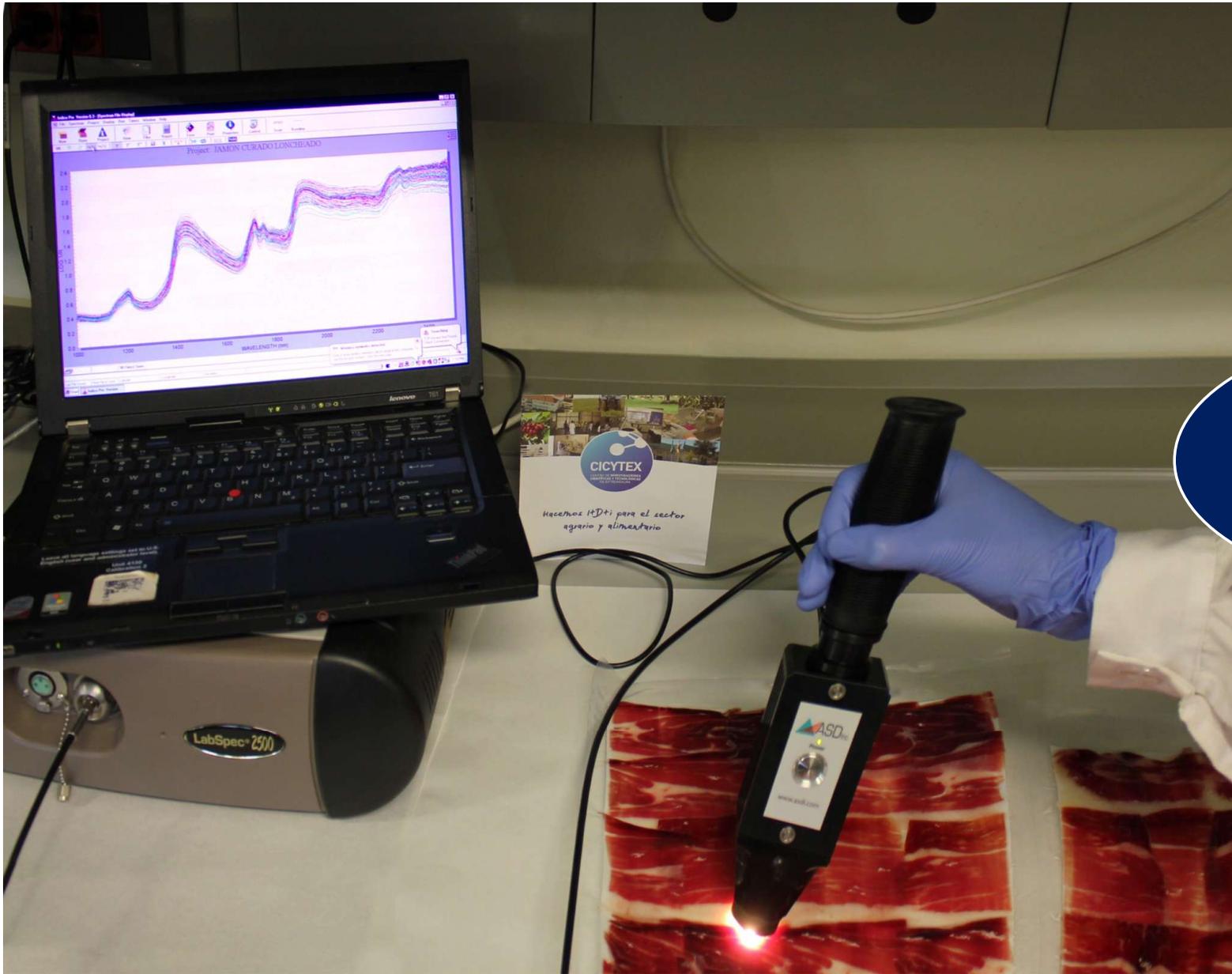
Centro de Agricultura Ecológica y de Montaña (CAEM) (Plasencia)



CENTRO DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DE EXTREMADURA

JUNTA DE EXTREMADURA

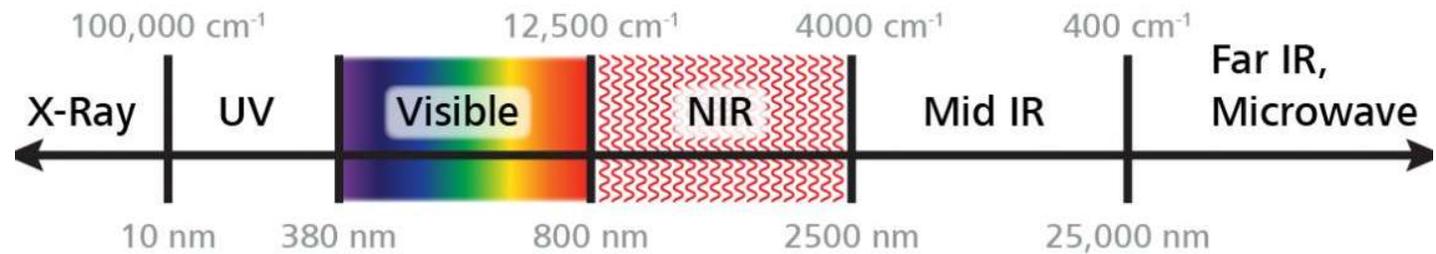
Consejería de Educación, Ciencia y Formación Profesional



NIRS
TECHNOLOGY

Near Infrared Spectroscopy (NIRS)

- No destructiva
- No genera residuos (Tecnología limpia)
- Multiparámetro y multiproducto
- Rapidez de análisis



Near Infrared Spectroscopy (NIRS)

Prototipos Área de Calidad de Carne y
Productos cárnicos (CICYTEX)

Indico TM Pro software package
(Analytical Spectral Device-ASD
Inc., Boulder, CO).

Unscrambler X vs 10.5

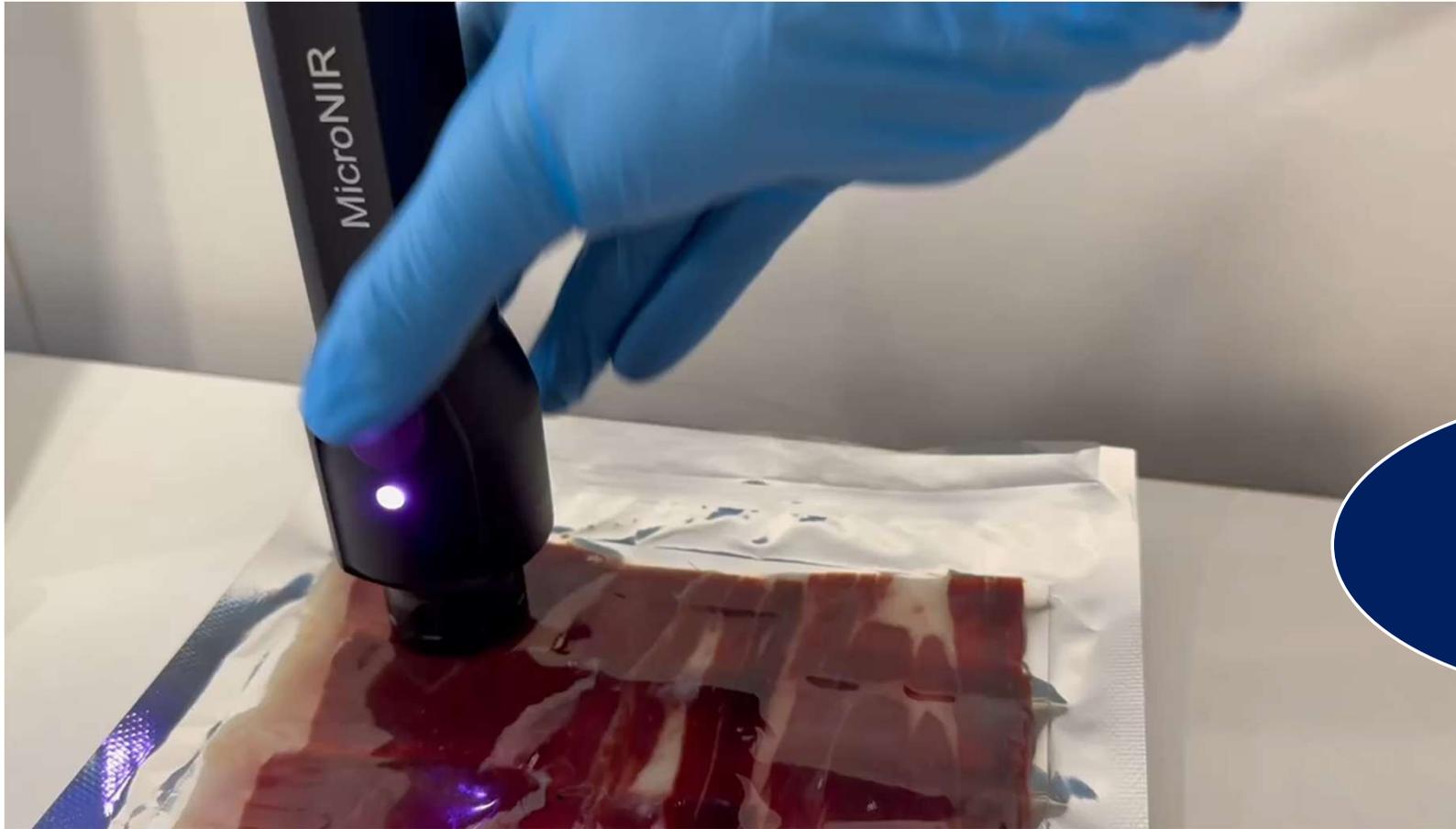


LabSpec 2500
(ASD Inc., USA)

ASD fibre-optic Contact Probe®
(21-mm window diameter)



MicroNIR™ 1700 OnSite-W

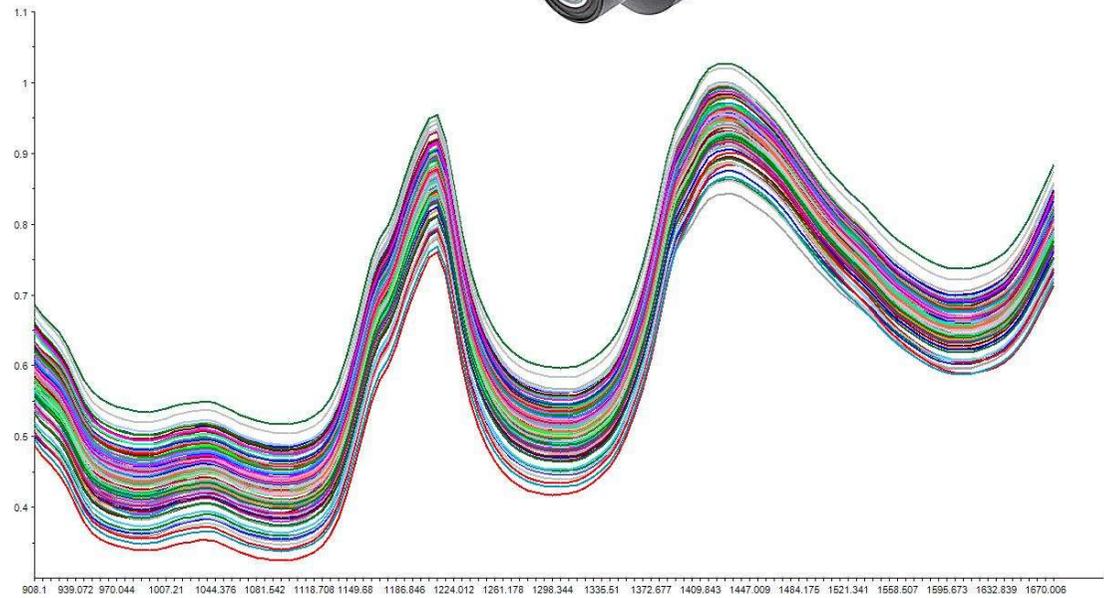
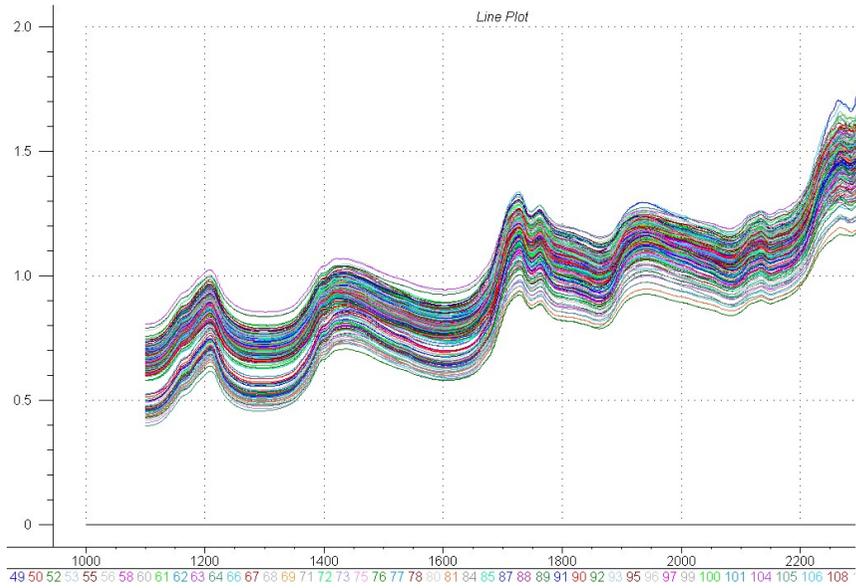


Control de Calidad y Trazabilidad

NIRS
TECHNOLOGY

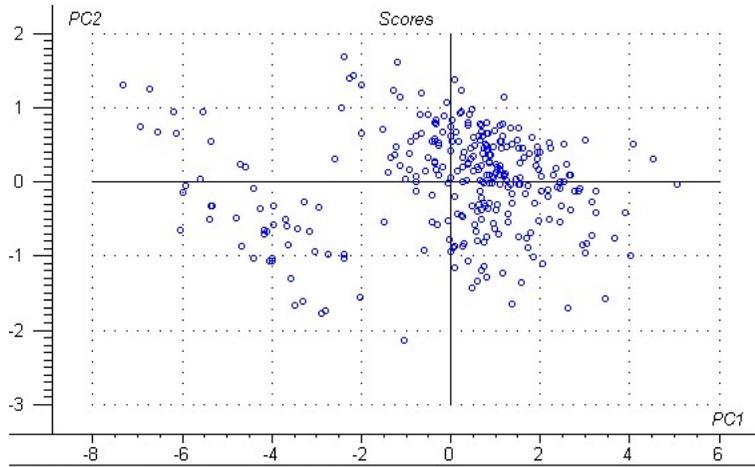
METODOLOGÍA

1 Toma de datos espectrales

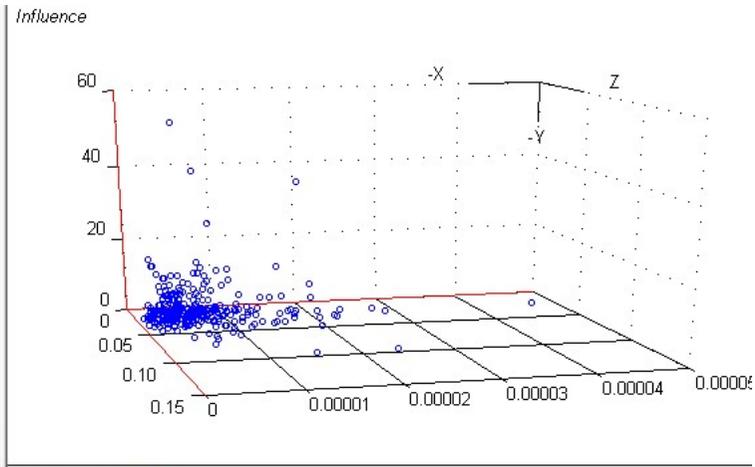


METODOLOGÍA

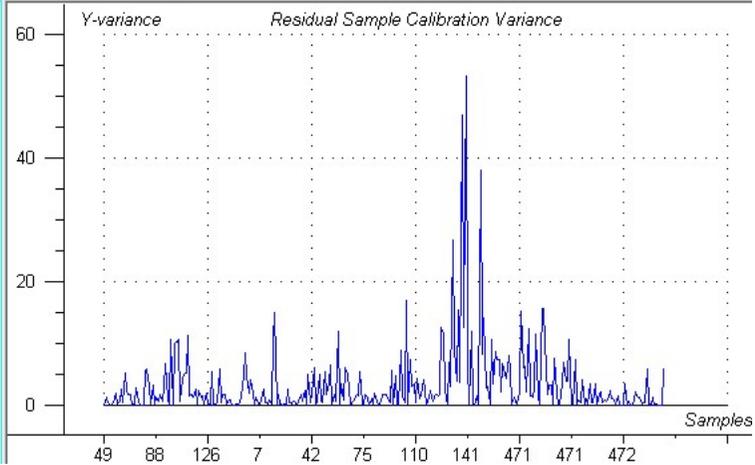
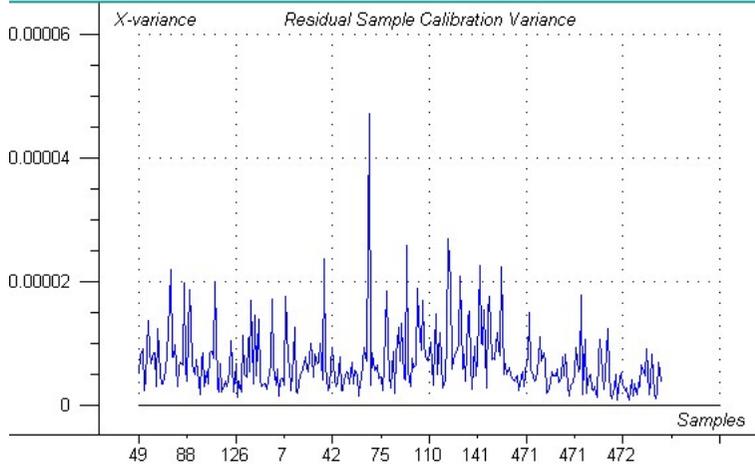
2 Eliminación de outliers



RESULT1, X-expl: 90%,9% Y-expl: 40%,9%



RESULT1, PC: 7,7,7



METODOLOGÍA

3 Pre-tratamientos espectrales

PLS	n	CP	CALIBRACIÓN		VALIDACIÓN CRUZADA			RPD (DE/E _{VC})
Tratamiento			R ²	EEC	1-VR	EE _{VC}	DE	
Absorbancia								
EMSC								
SNV								
1,11,15								
1,11,15+EMSC								
1,11,15+SNV								
2,10,15								
2,10,15 + EMSC								
2,10,15 + SNV								

EMSC: corrección multiplicativa extensiva de la señal; SNV: corrección dispersiva desviación estándar normalizada; (1,11,5) y (2,10,5): donde el primer término es el orden de la derivada aplicada, el segundo hace referencia al intervalo de sustracción o GAP y el tercero a la longitud del segmento de suavizado; n: número de muestras; P: número de términos en la ecuación; R²: coeficiente de determinación en calibración; EEC: error estándar de calibración; 1-VR: coeficiente de determinación en validación cruzada; EE_{VC}: error estándar de validación cruzada; DE: desviación estándar; RPD: cociente entre la DE del grupo de validación y el EE_{VC}.

METODOLOGÍA

4 Selección de conjuntos de calibración y validación externa

Conjunto de calibración y validación externa

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de los ácidos grasos mayoritarios de la grasa subcutánea del conjunto de muestras de CALIBRACIÓN

	N	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
Media	303	21.74	1.72	11.25	52.12	8.76	0.53
DE	303	2.41	0.41	1.5	3.42	0.99	0.17

Datos expresados en g/100g de FAMEs.
DE, desviación estándar

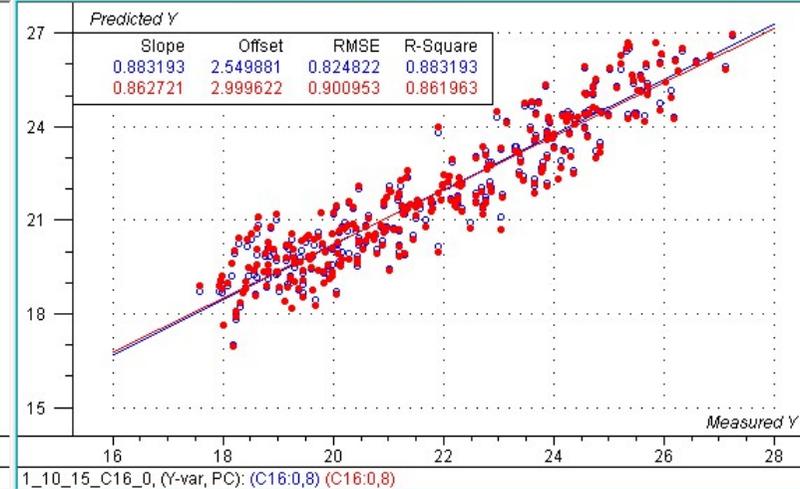
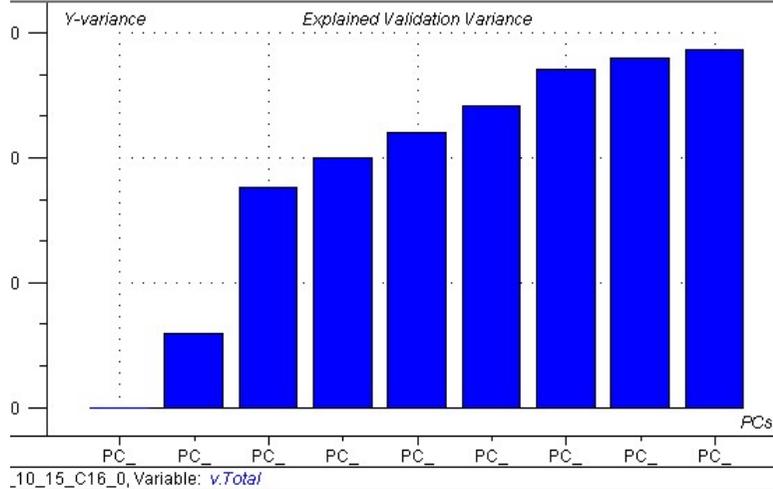
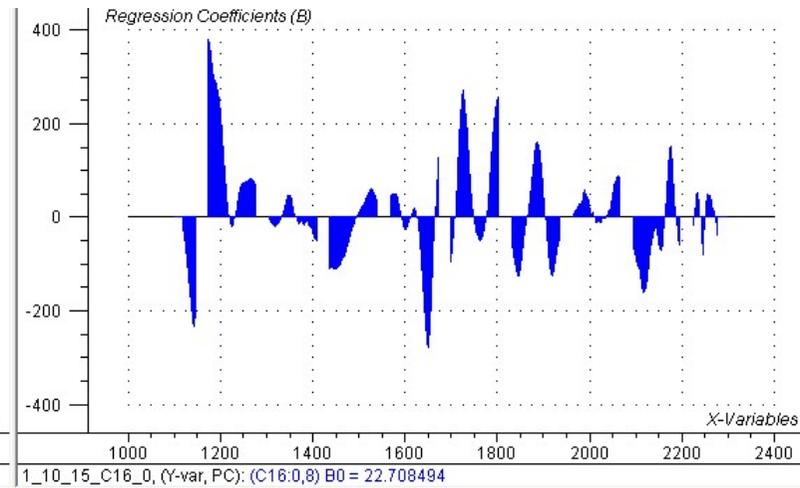
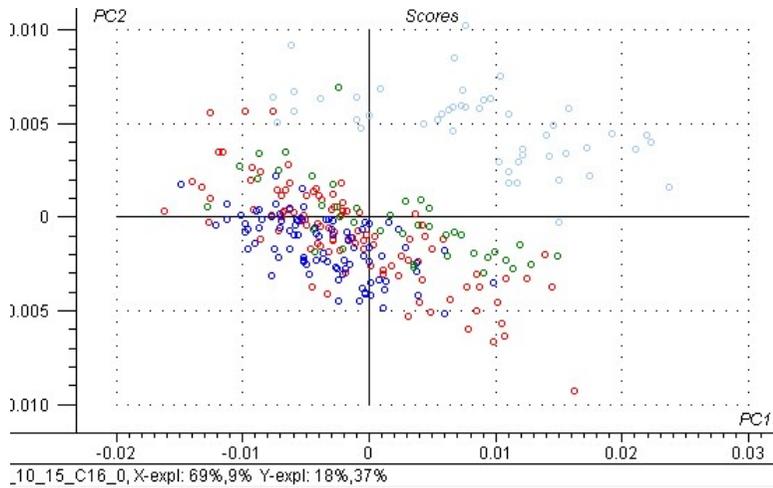
Tabla 3. Estadísticos descriptivos de los ácidos grasos mayoritarios de la grasa subcutánea del conjunto de muestras de VALIDACIÓN

	N	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
Media	70	21.7	1.75	11.1	52.15	8.86	0.56
DE	70	2.25	0.37	1.37	3.05	0.804	0.21

Datos expresados en g/100g de FAMEs.
DE, desviación estándar

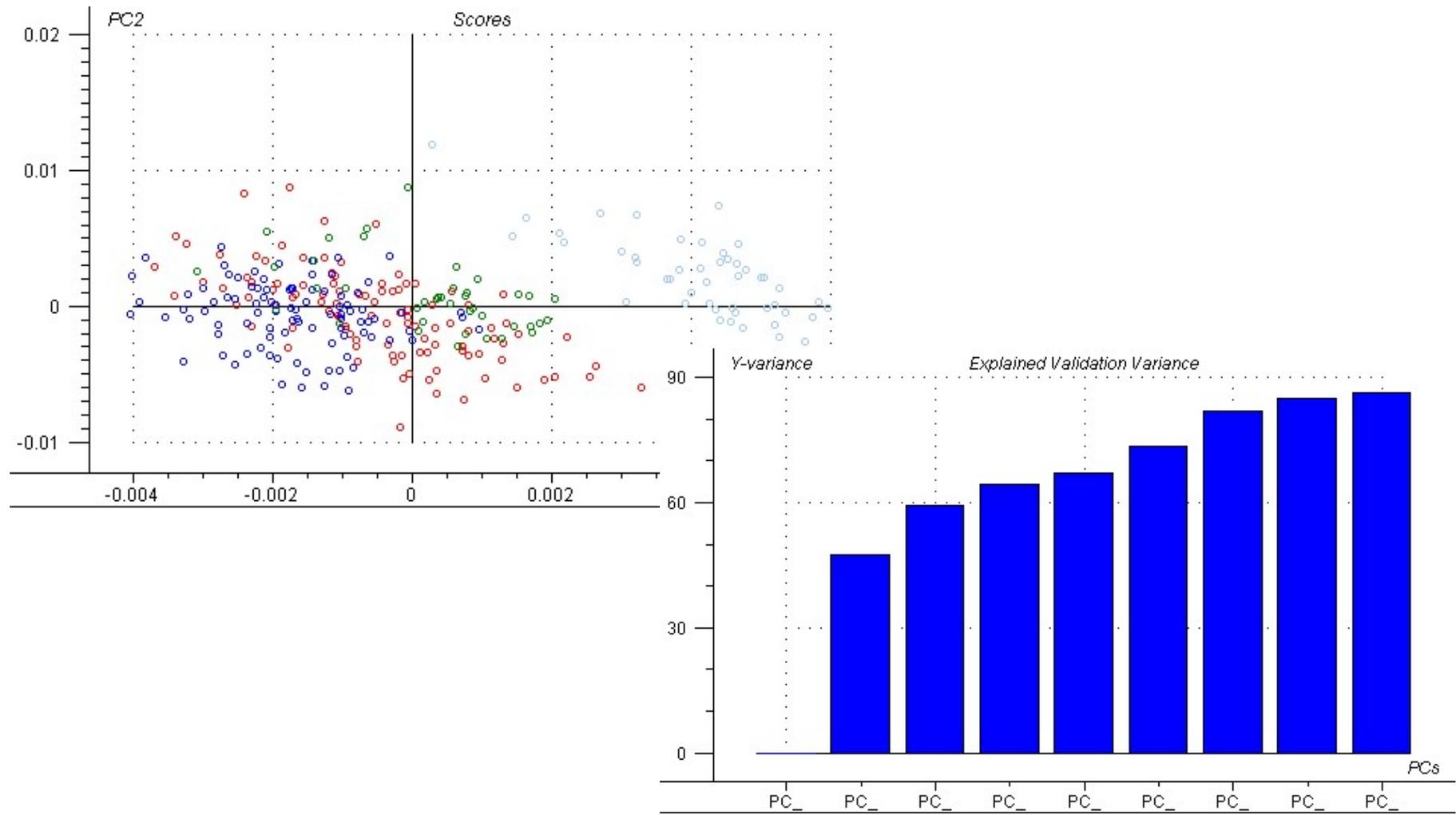
METODOLOGÍA

5 Desarrollo de las ecuaciones de predicción (PLS)



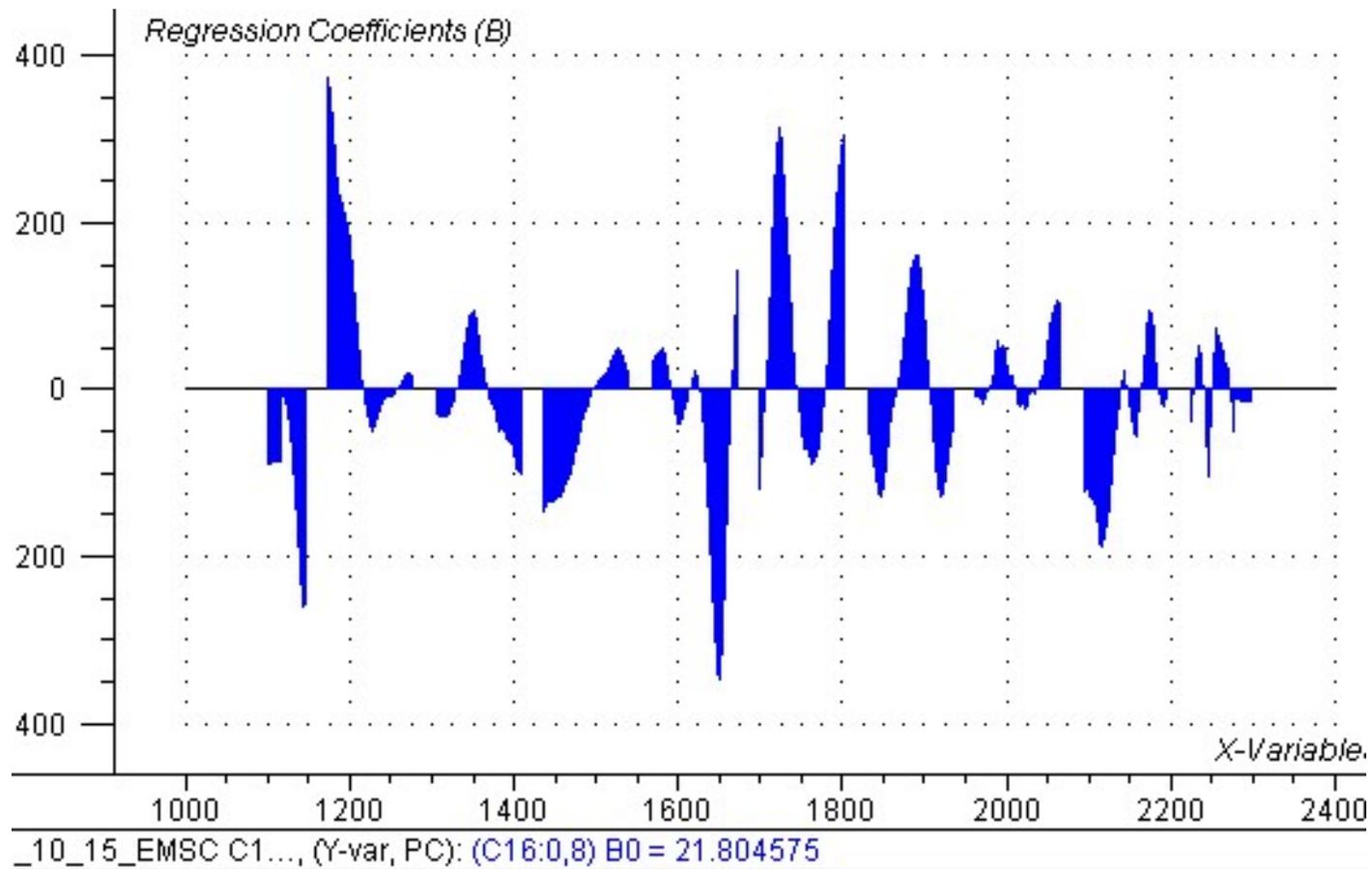
METODOLOGÍA

Reducción de variables. PCA



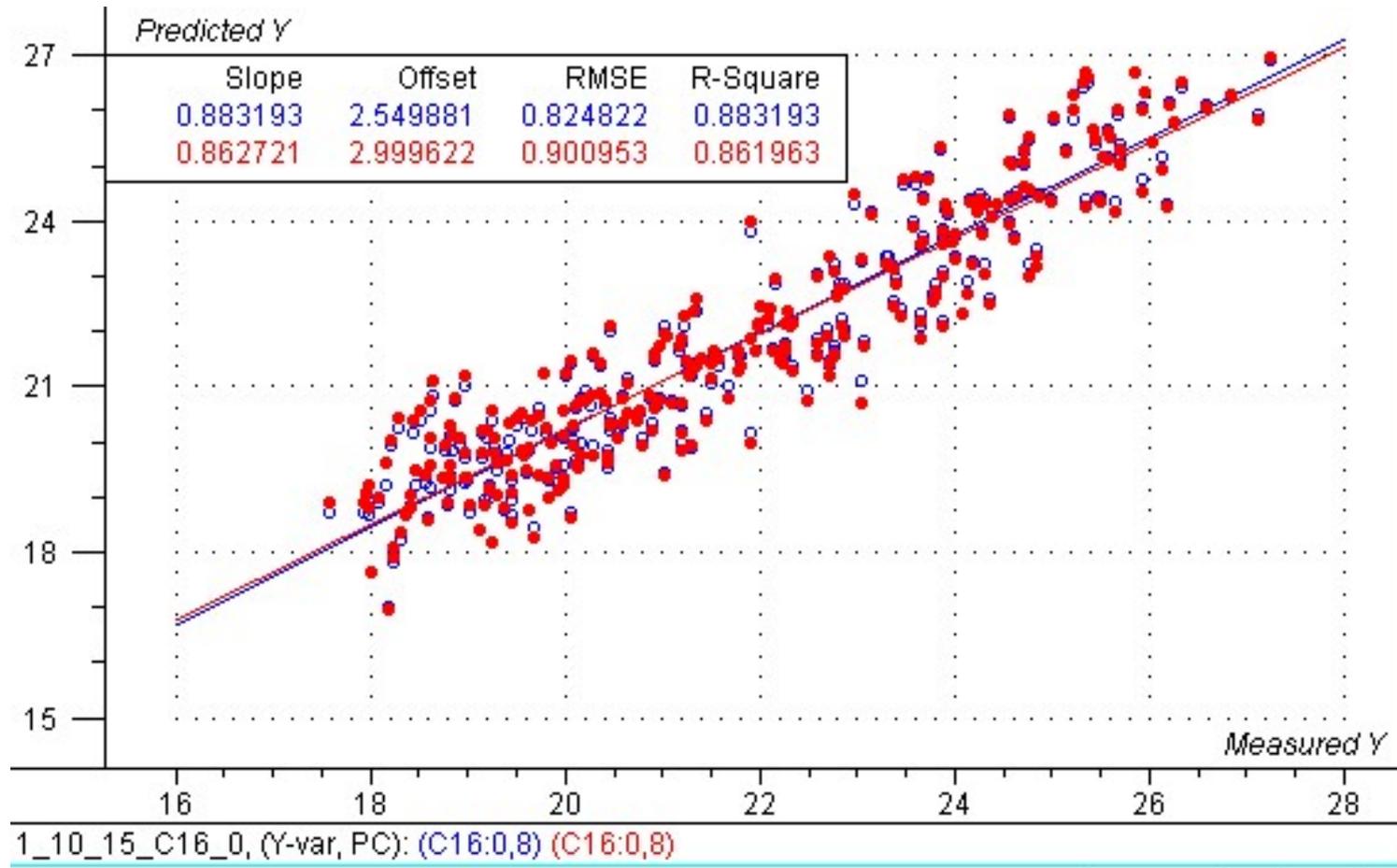
METODOLOGÍA

Coefficientes de Regresión



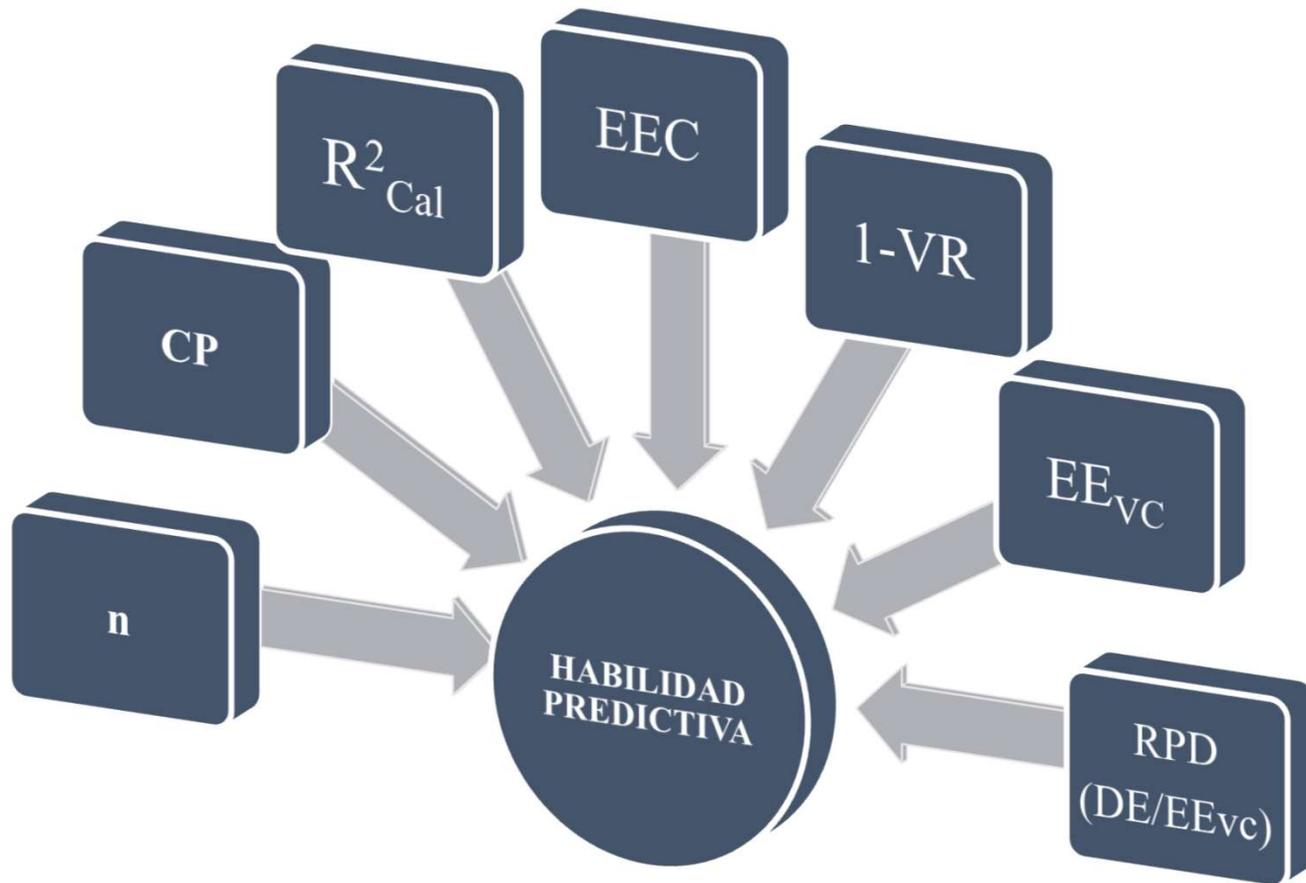
METODOLOGÍA

Ecuación de predicción. Regresión. Valor predicho vs real.



METODOLOGÍA

6 Evaluación e interpretación de los modelos



MODELOS CUALITATIVOS:

- Sensibilidad (SE)
- Especificidad (SP)
- Precisión

Near Infrared Spectroscopy (NIRS)



CUANTITATIVO:

- Composición nutritiva: Proteínas, humedad, Grasa, fibra,...
- Antioxidantes, ácidos grasos,...

CUALITATIVO:

- Clasificación de productos
- Categorías comerciales
- Detección de fraudes



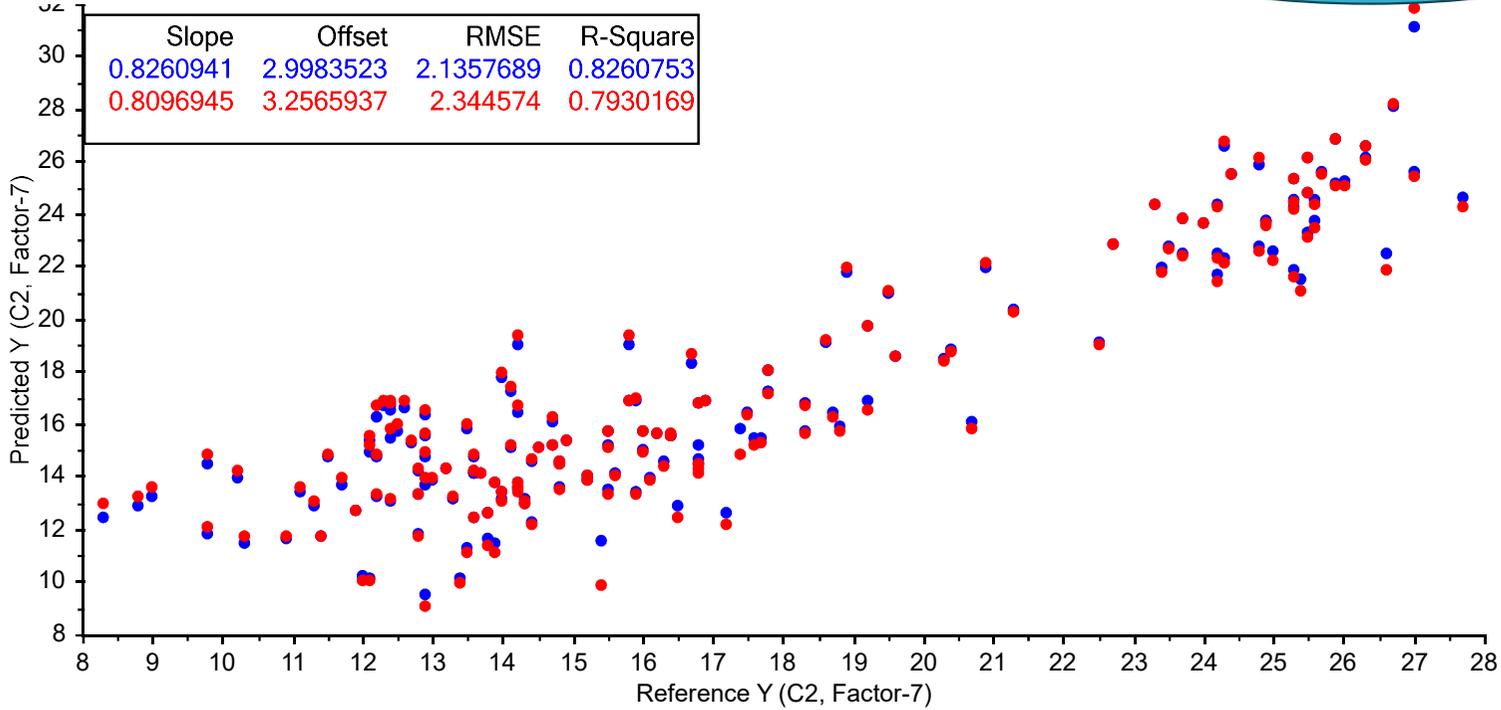
SECTOR FRUTÍCOLA



° BRIX

R²=0.8
EEV= 2.3

Predicted vs. Reference

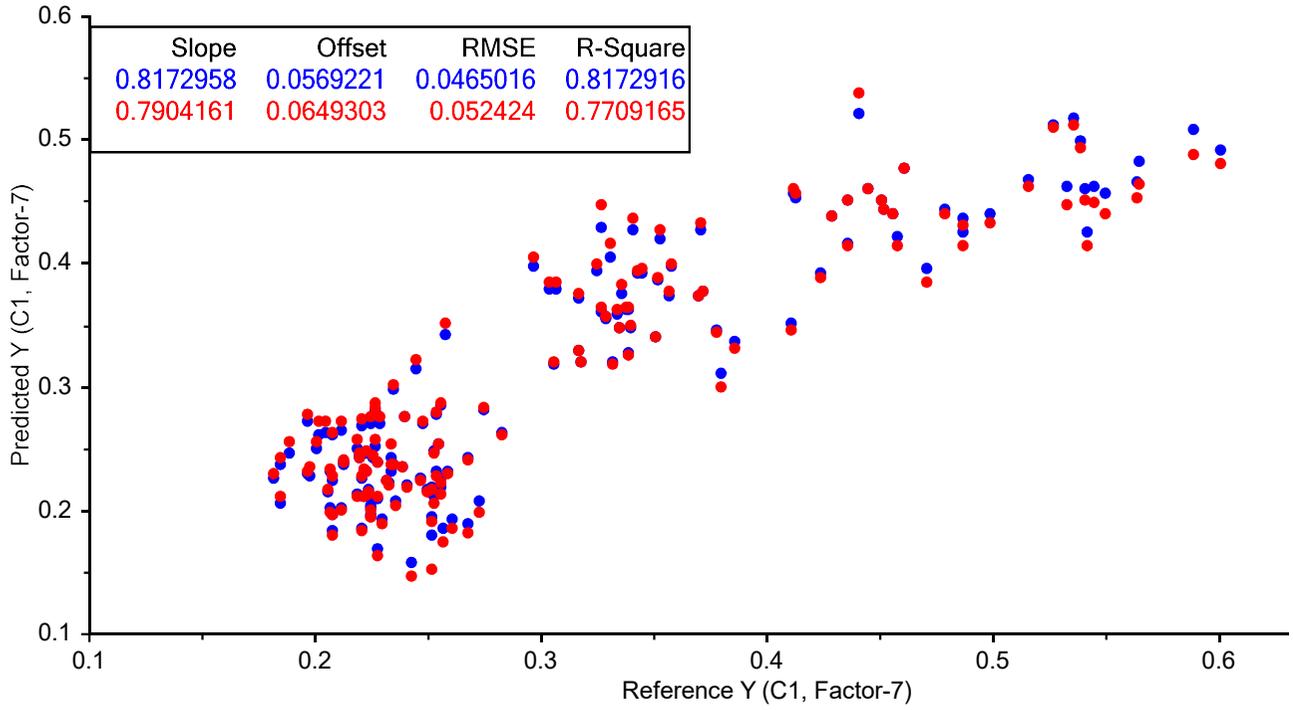




Acidez

R²=0.78
EEV= 0.05

Predicted vs. Reference



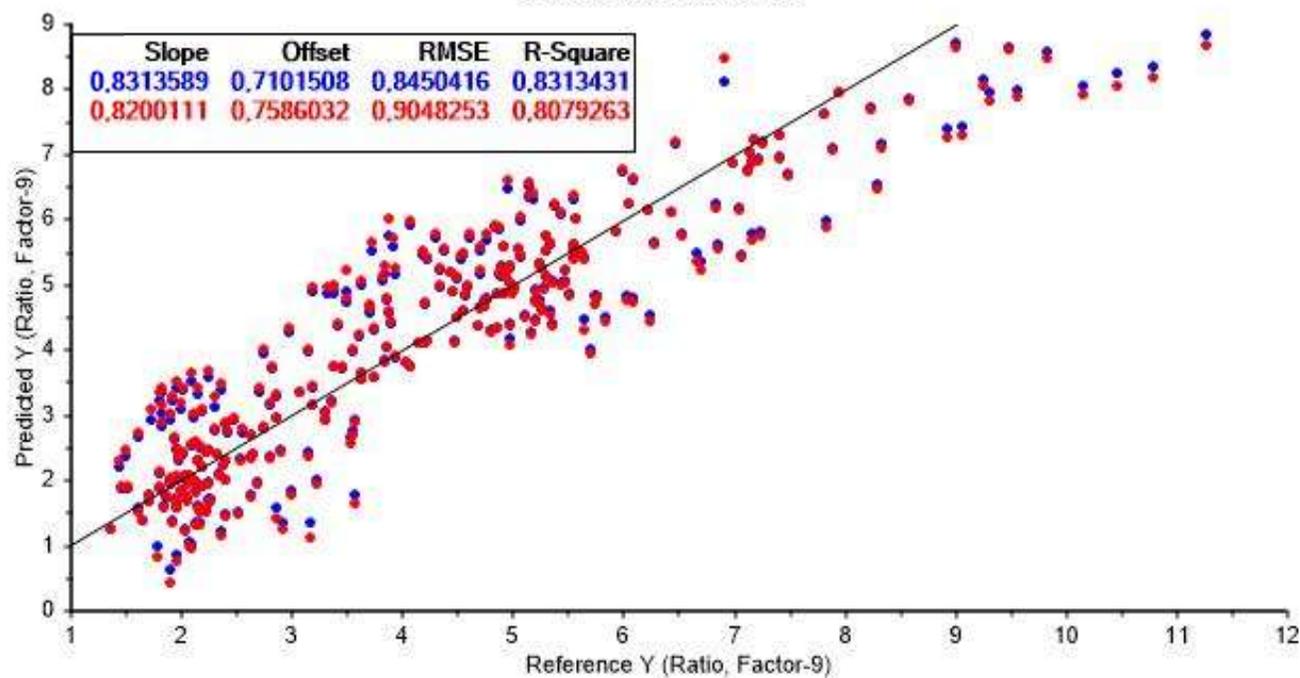


Índice de madurez

(SST/ Acidez)

R²=0.81
EEV= 0.9

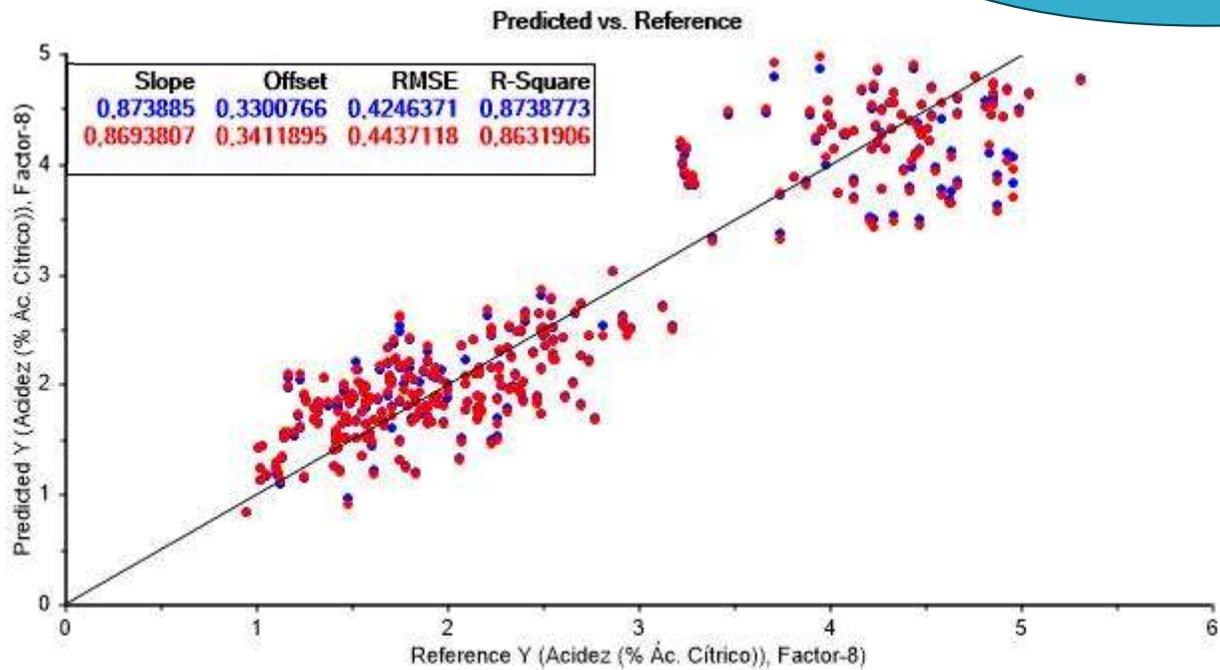
Predicted vs. Reference





Acidez

$R^2=0.86$
 $EEV= 0.44$





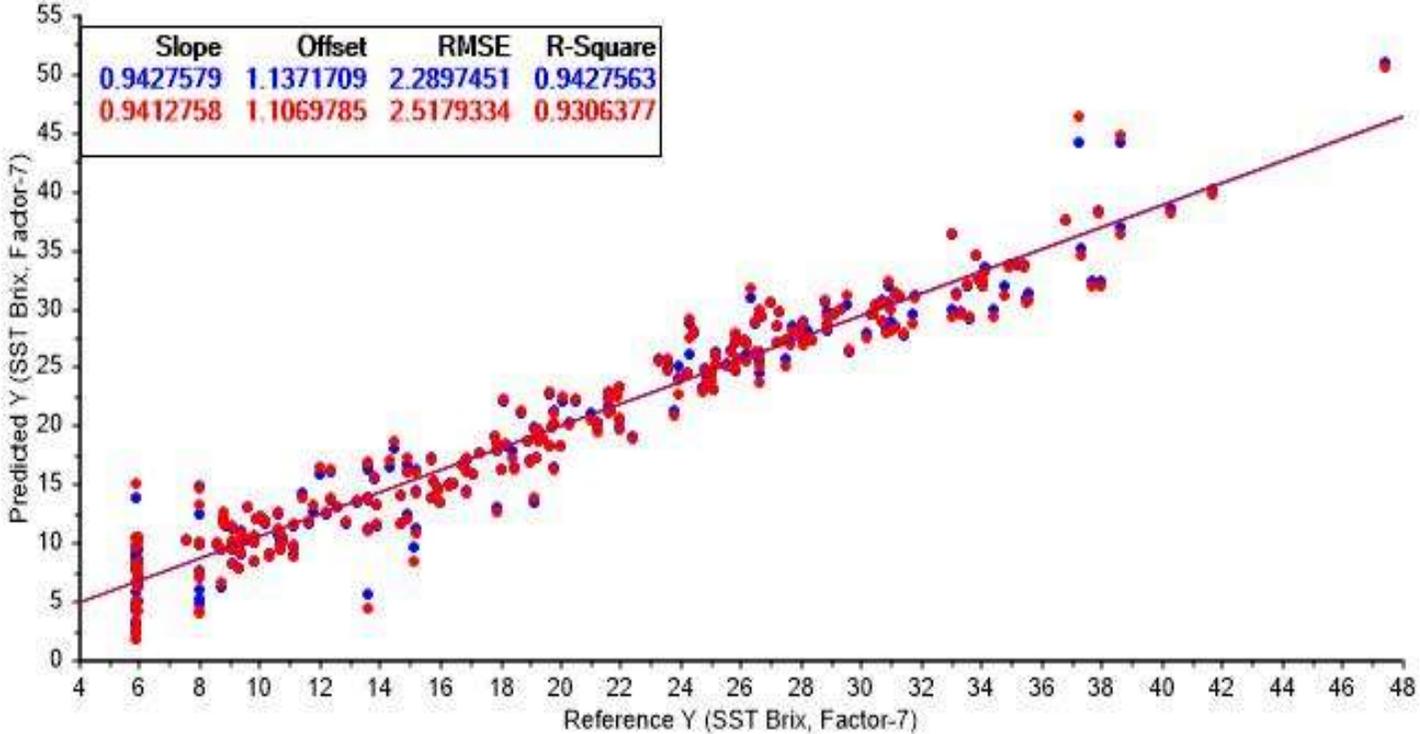
Otros casos de éxito



° BRIX

R²=0.93
EEV= 2.51

Predicted vs. Reference

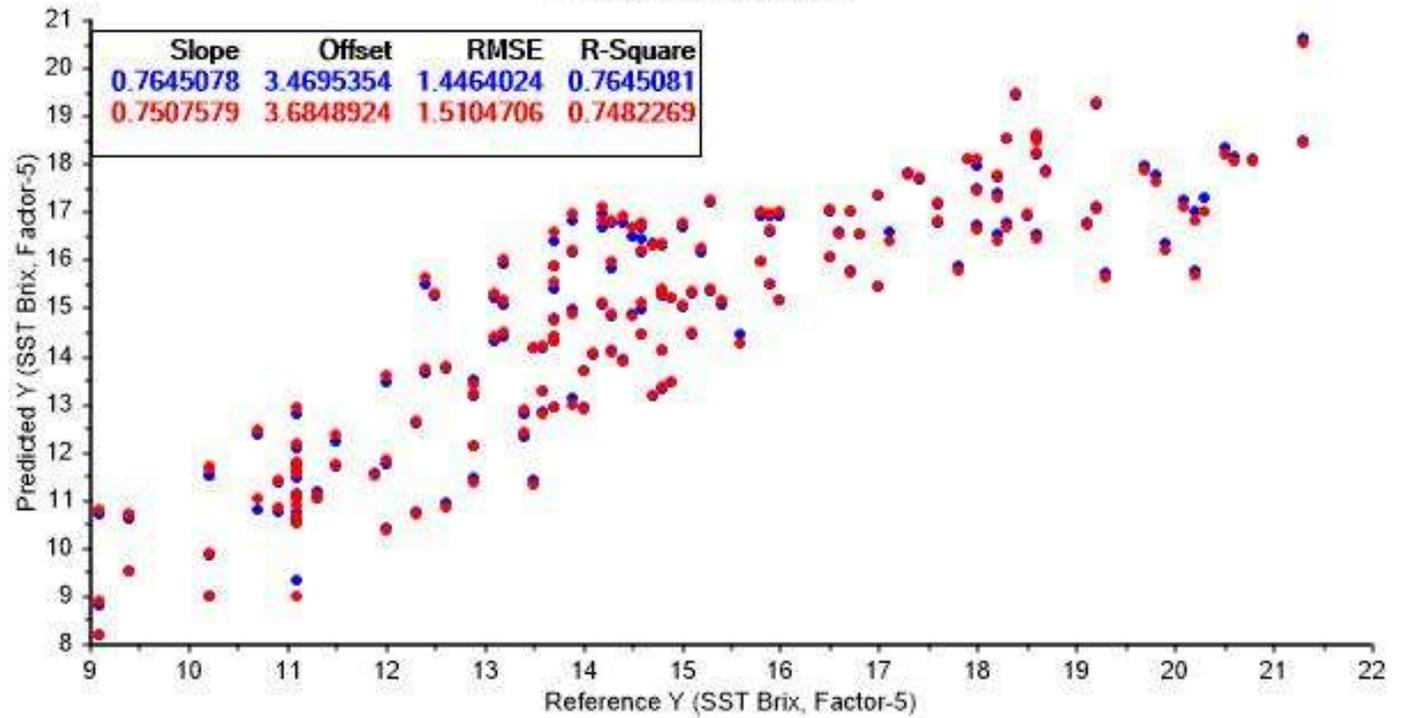




° BRIX

R2=0.75
EEV= 1.51

Predicted vs. Reference

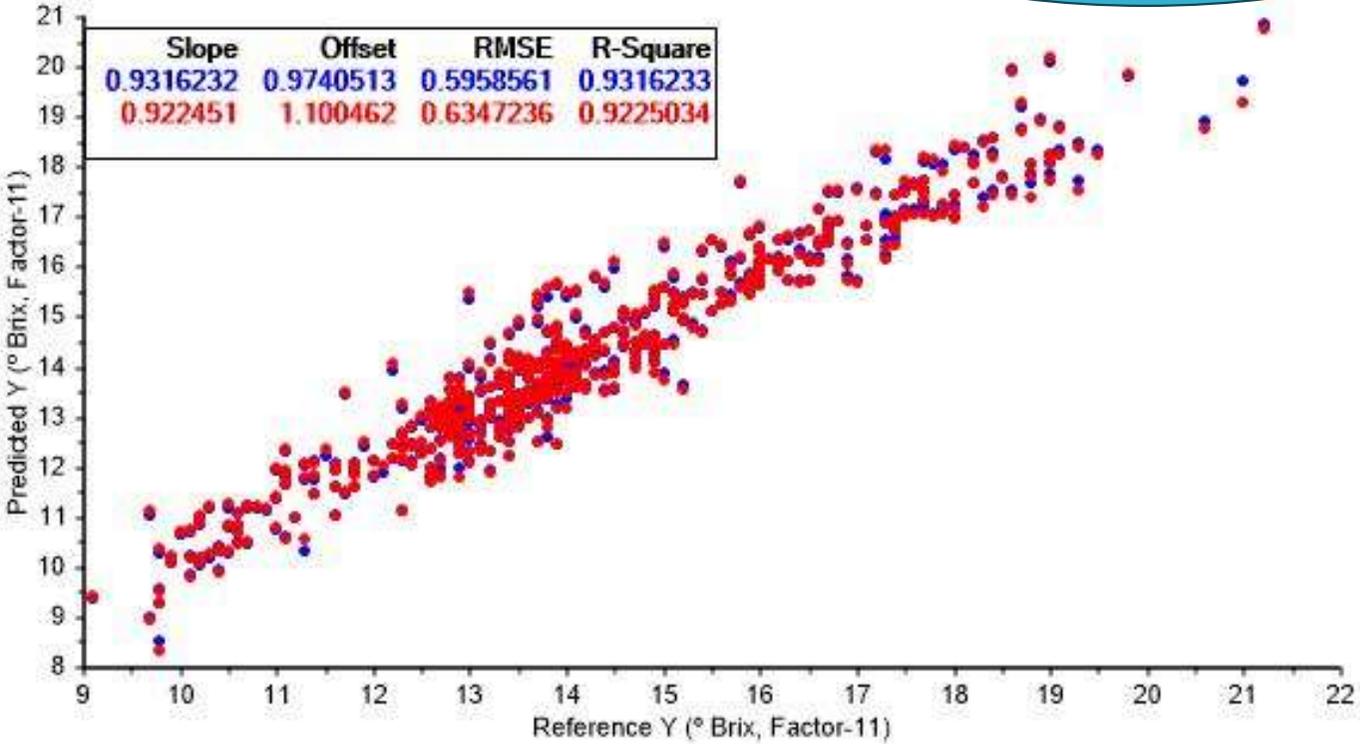




° BRIX

R2=0.92
EEV= 0.63

Predicted vs. Reference

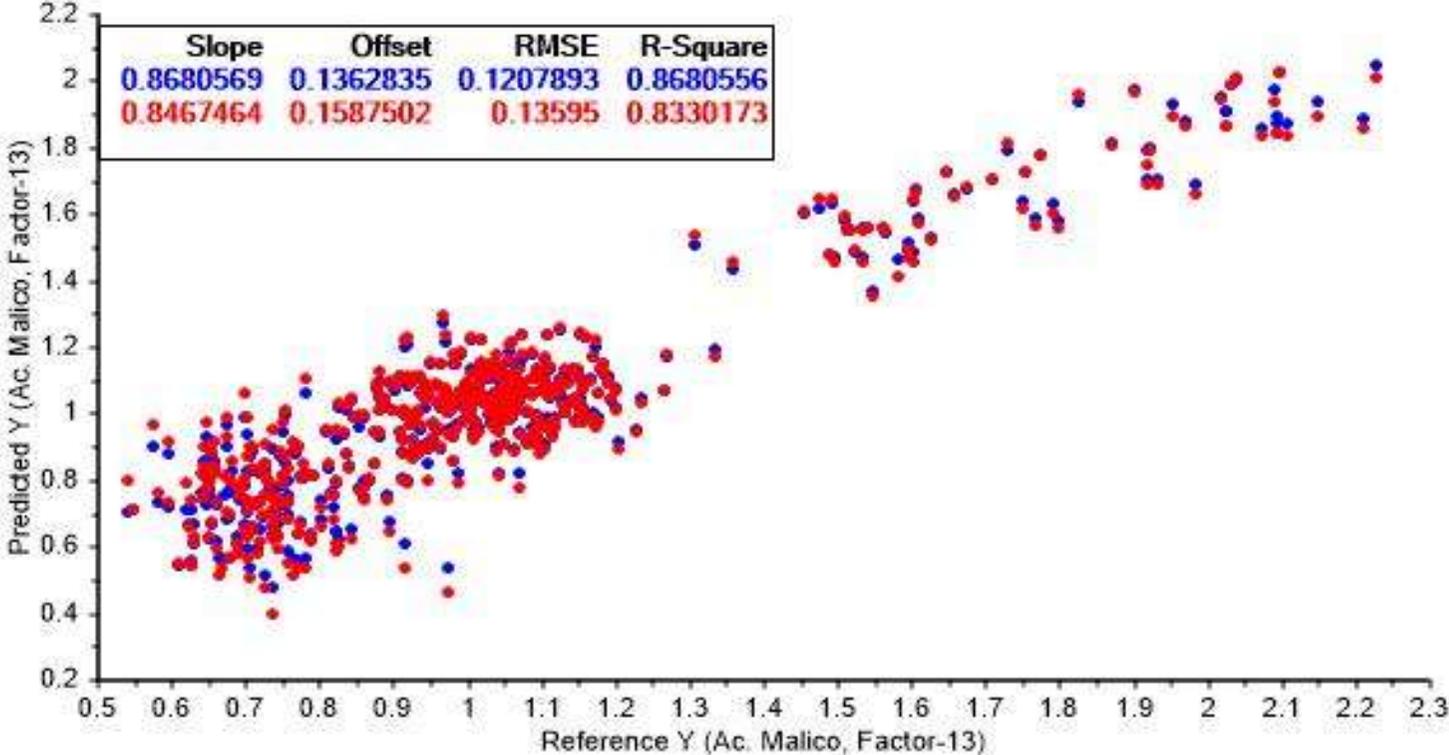




Ác. Málico

R²=0.83
EEV= 1.14

Predicted vs. Reference



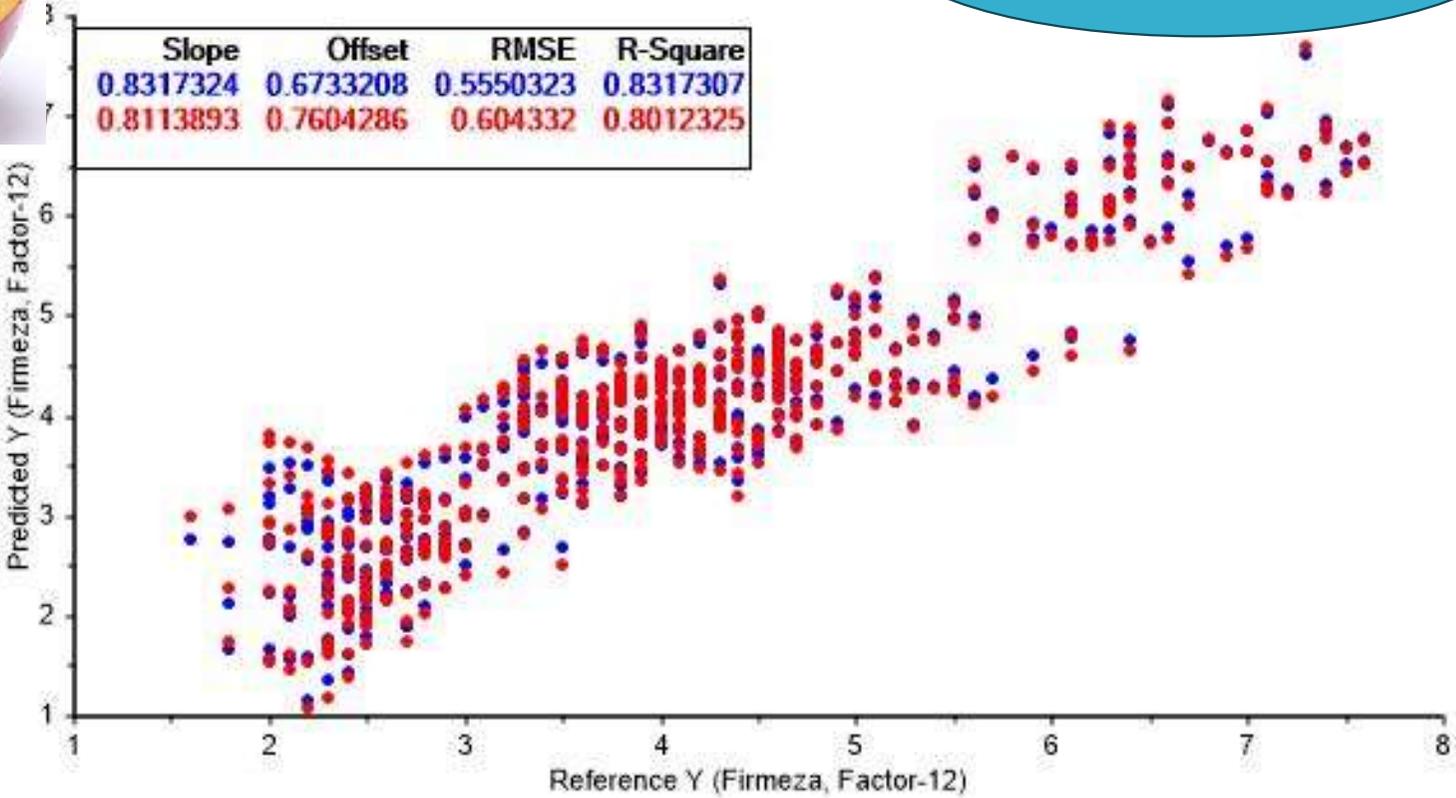


Firmeza

$R^2=0.8$
 $EEV=0.6$

Predicted vs. Reference

Slope	Offset	RMSE	R-Square
0.8317324	0.6733208	0.5550323	0.8317307
0.8113893	0.7604286	0.604332	0.8012325

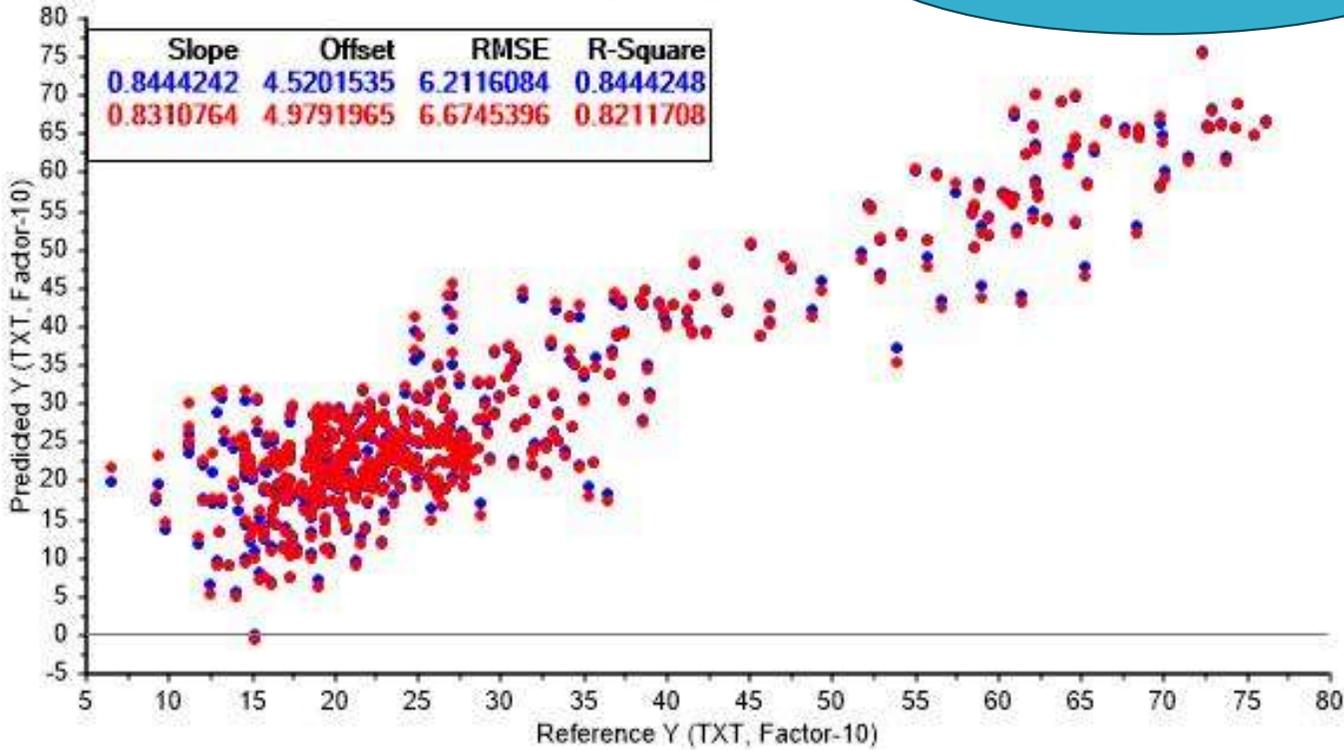


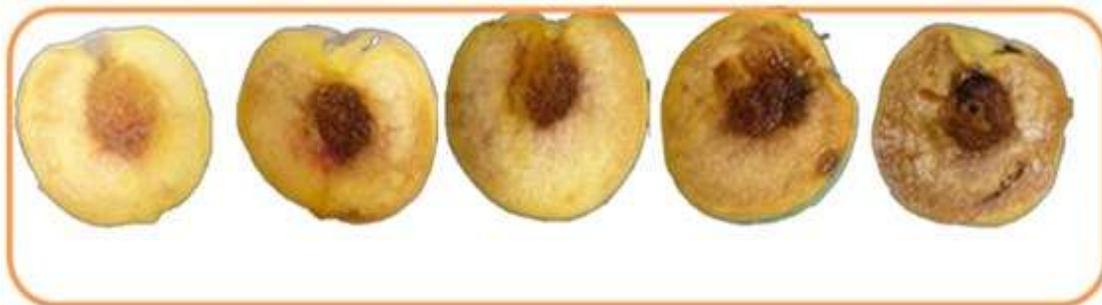


Textura

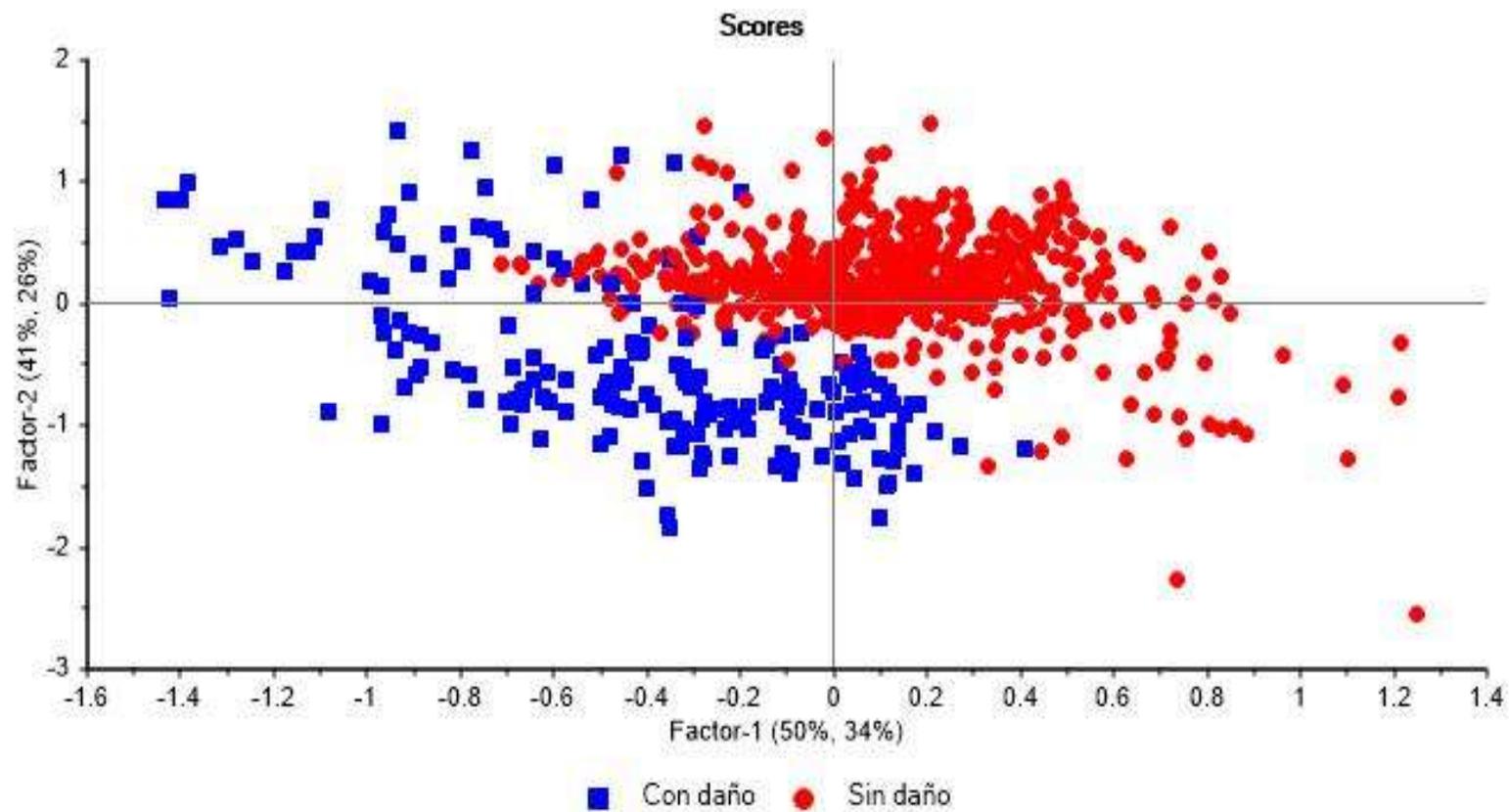
R²=0.82
EEV= 6.67

Predicted vs. Reference





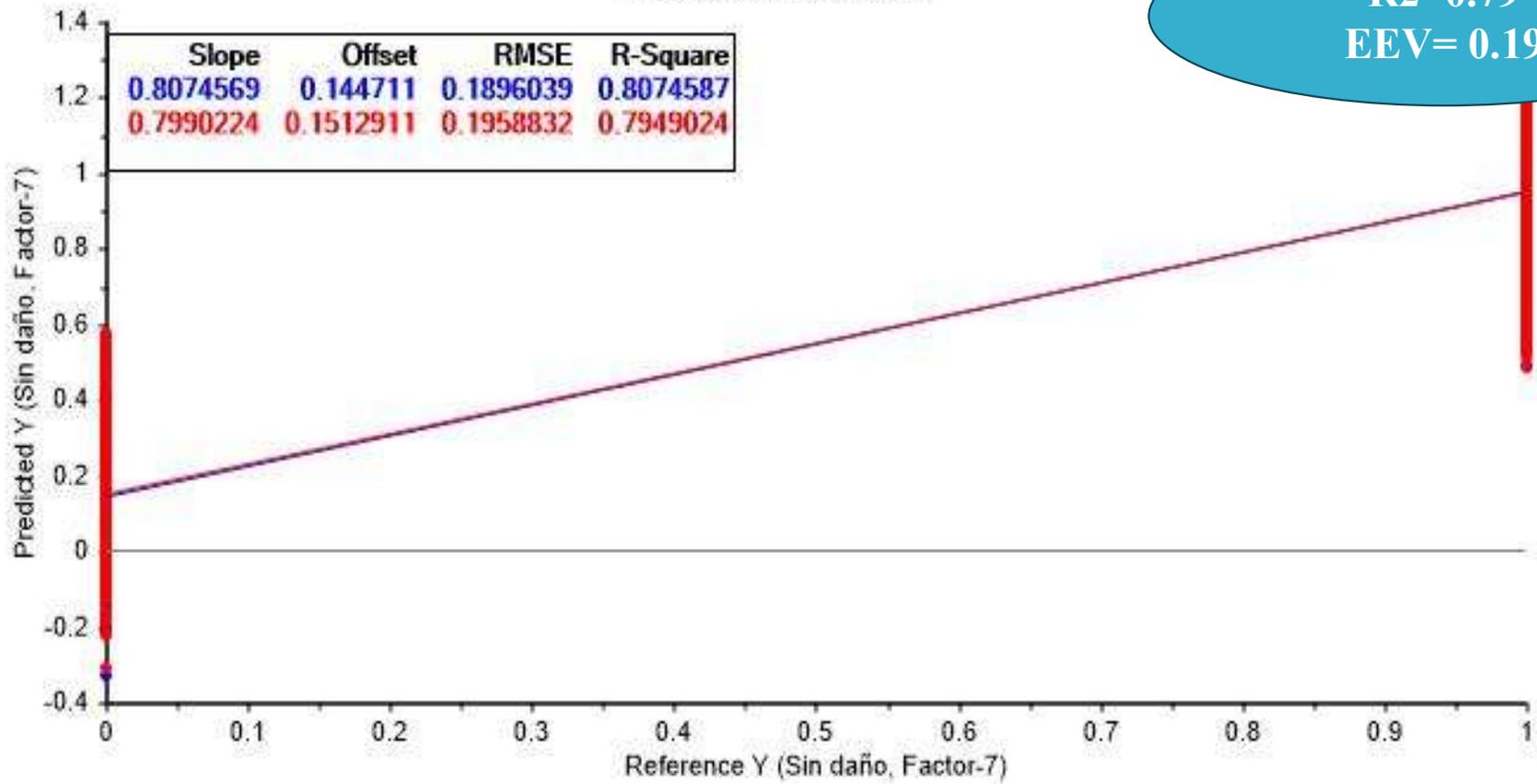
Detección de daños internos





Detección de daños internos

$R^2=0.79$
 $EEV= 0.19$





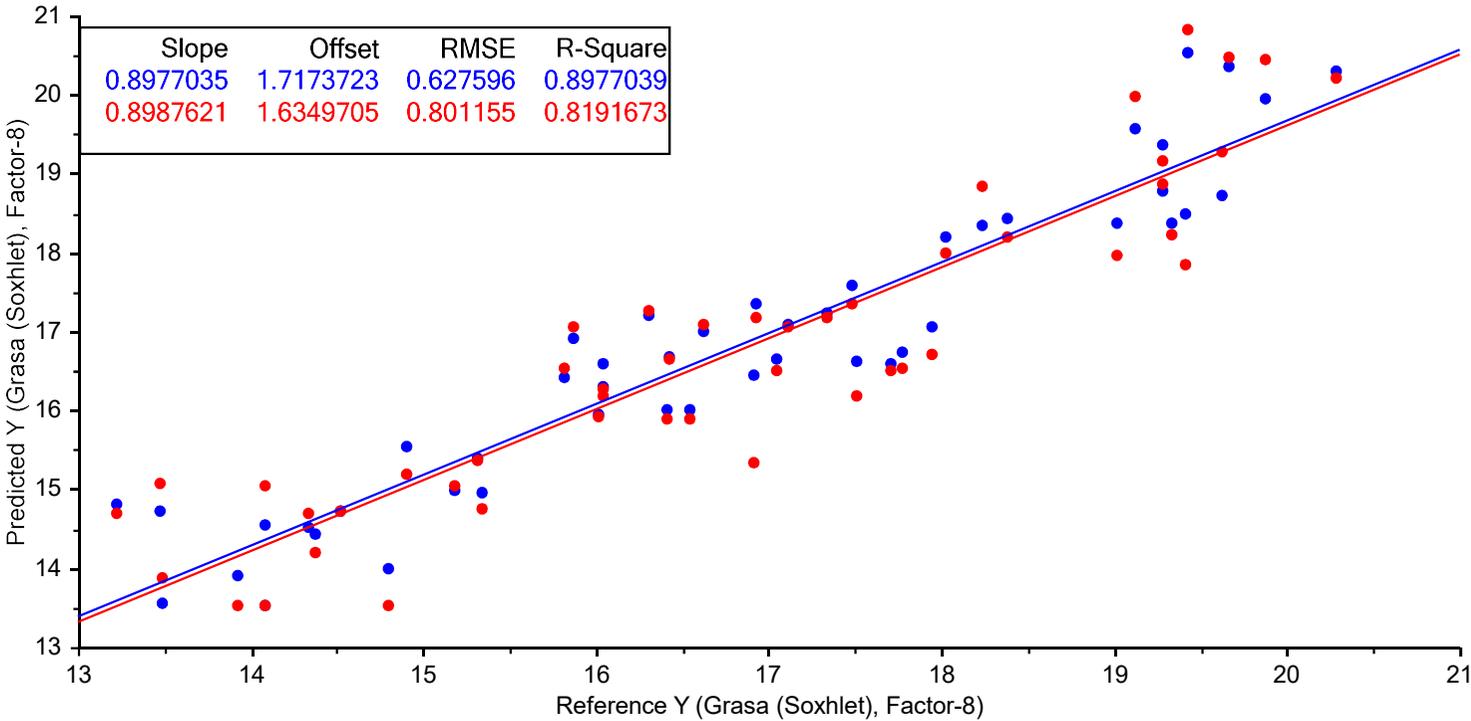
SECTOR OLIVAR



% GRASA

R2=0.82
EEV= 0.8

Predicted vs. Reference

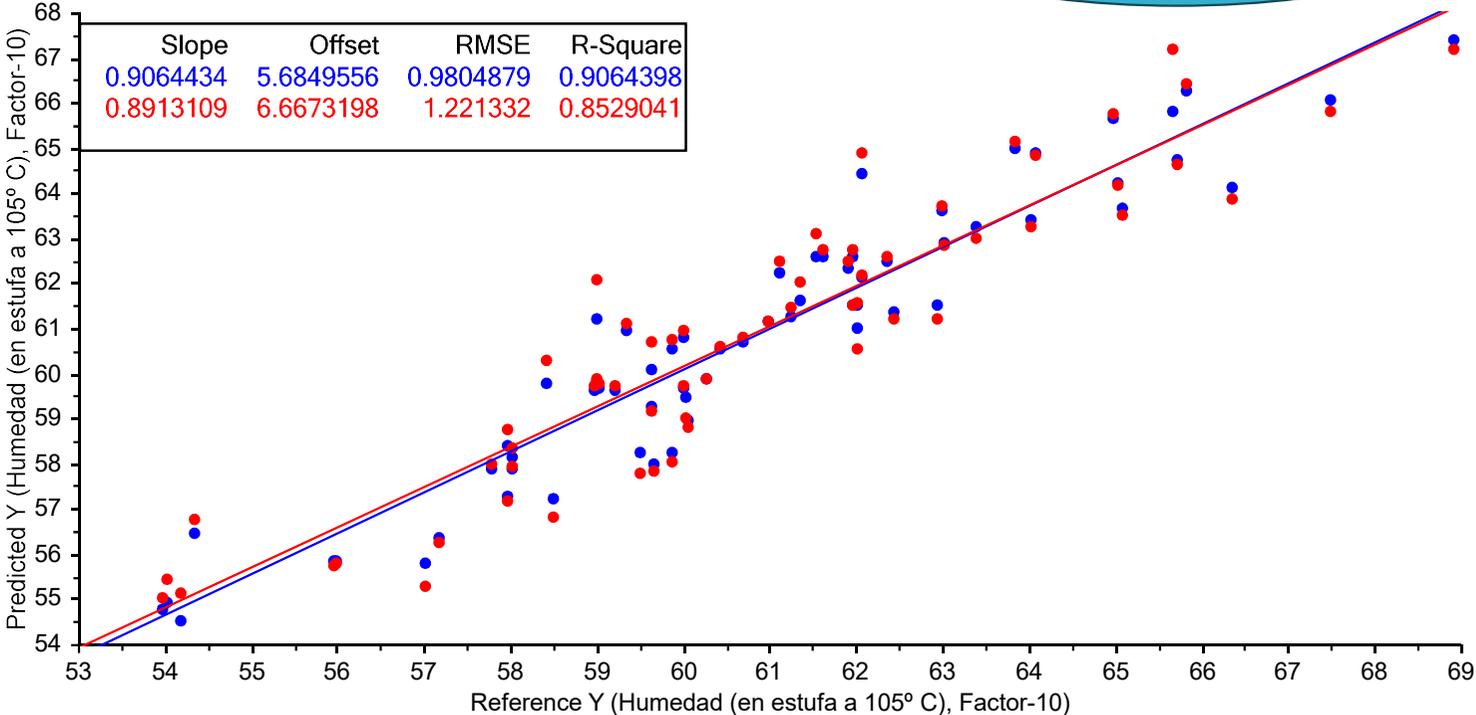




% HUMEDAD

R2=0.85
EEV= 1.22

Predicted vs. Reference



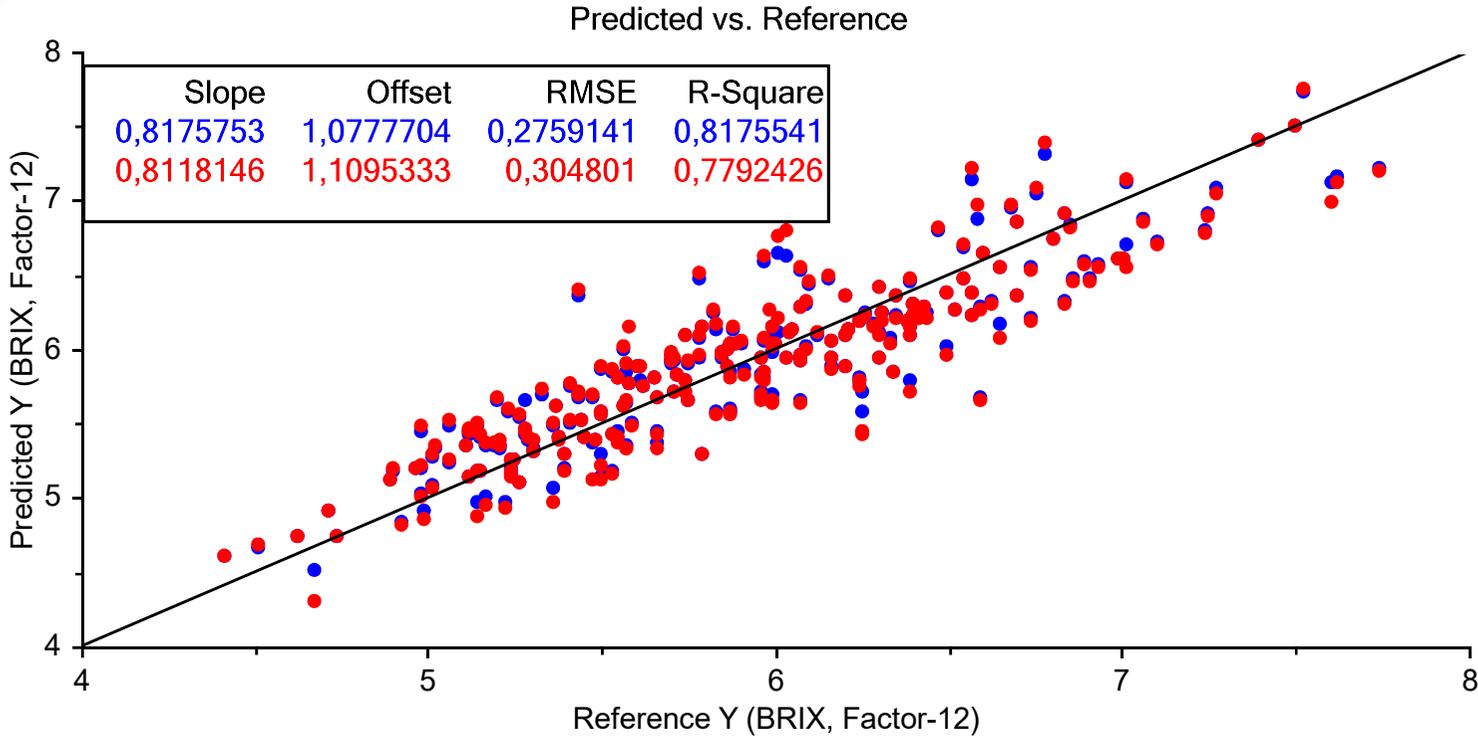


SECTOR TOMATE



° BRIX

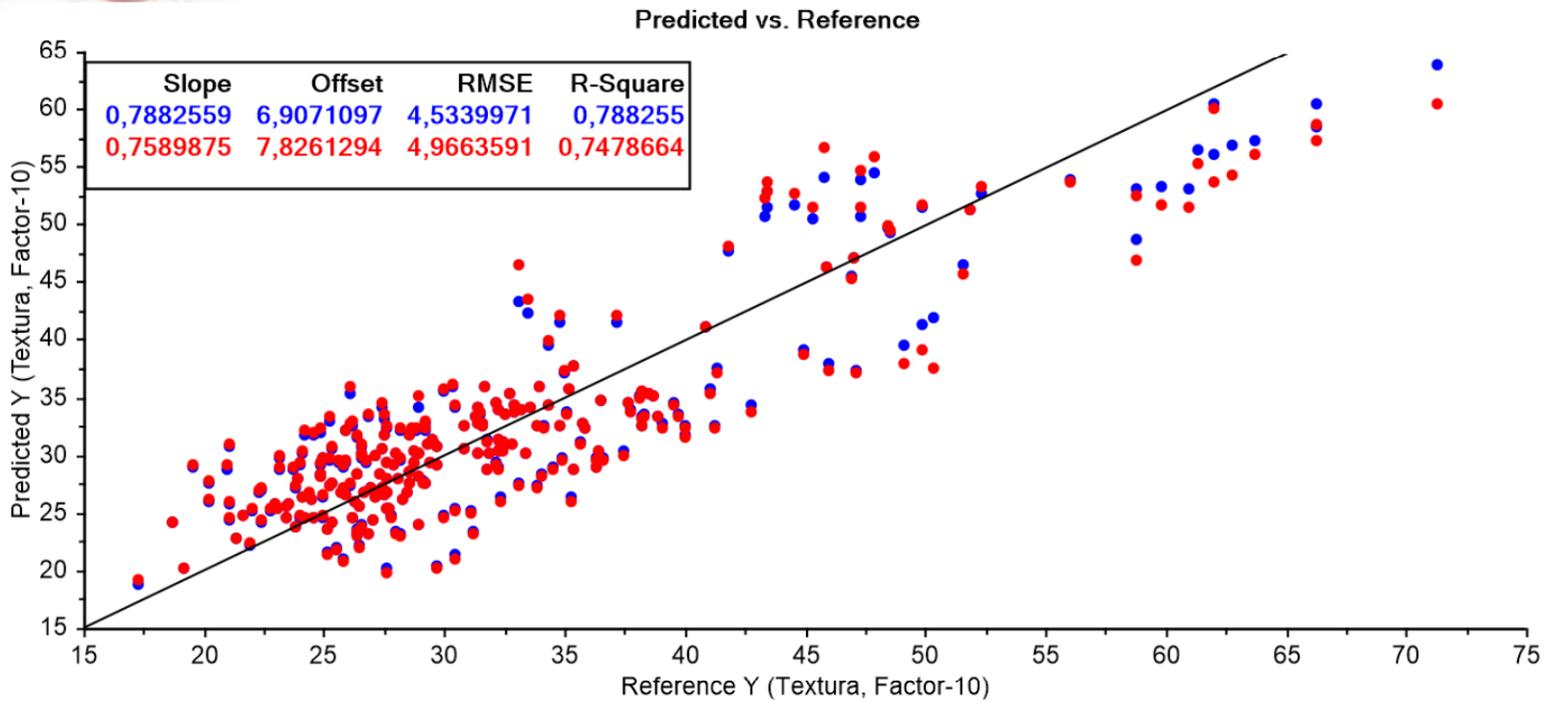
R2=0.78
EEV= 0.3





FIRMEZA

R²=0.75
EEV= 4.96



Reference Y (Textura, Factor-10)

Conclusión

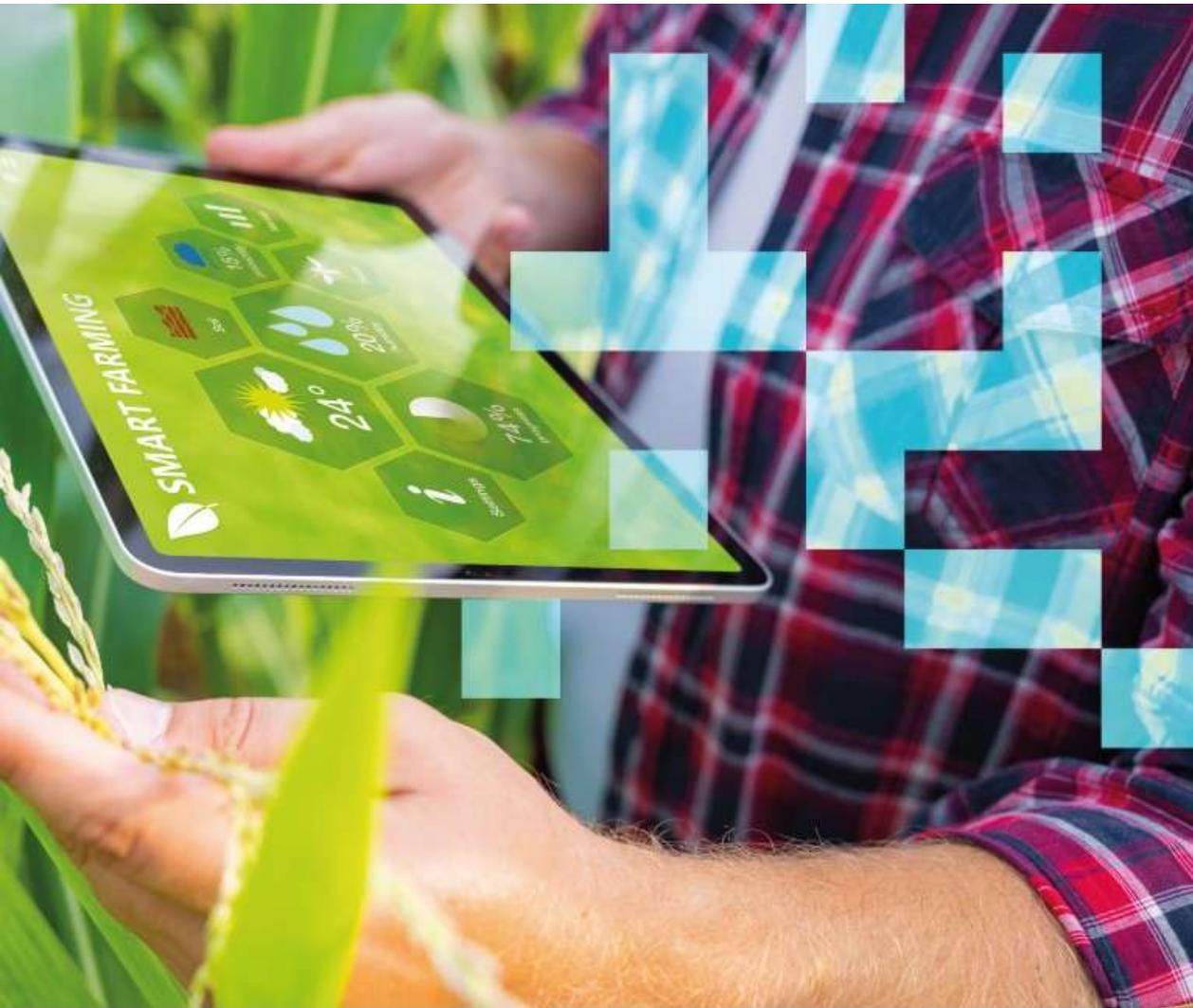
La tecnología NIRS ha demostrado ser una herramienta potencial para el control de calidad en los productos agroalimentarios. Esto permite obtener información de interés a tiempo real, in situ, agilizando la toma de decisiones.

Agradecimientos

Dr. Alberto Ortiz Llerena

Dra. María Freire Rodríguez

Lda. Lucía León Silva



Interreg
España - Portugal



Gracias por su atención

David Tejerina Barrado
Área de Calidad de Carnes
CICYTEX



david.tejerina@juntaex.es

Tlf. 924 014 088

www.tid4agro.eu



CENTRO DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DE EXTREMADURA



UNIVERSIDADE DE ÉVORA



FUNDECYT PCTEX



Instituto Nacional de
Investigação Agrária e
Veterinária, I.P.



universidade
de aveiro



IPN
INSTITUTO PEDRO NUNES



cooperativas
agro-alimentarias
Extremadura



SMART FARM
COLAB
LABORATÓRIO COLABORATIVO
PARA A INOVAÇÃO DIGITAL
NA AGRICULTURA



CONFAGRI



CATAA
CENTRO TECNOLÓGICO DE AGRICULTURA E
EXTREMADURA