



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

MODELO DE PREDICCIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE ELEMENTOS MINERALES Y DE AZÚCARES SOLUBLES TOTALES EN ESPECIES DE PINOS IBÉRICOS POR ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIRS).

Luis Ferroel Gamarra Romero

Dra. Paloma García Rebollar y Dr. Juan Antonio Oliet Palá

Universidad Nacional Agraria La Molina y Universidad Politécnica de Madrid

26 de junio de 2017

CONTENIDO

Parte 0	Antecedentes	3
Parte 1	Justificación	5
Parte 2	Objetivos	6
Parte 3	Metodología	7
Parte 4	Resultados	9
Parte 5	Conclusiones	16



La tecnología de espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) se basa en la cuantificación de la energía absorbida por la vibración de las moléculas orgánicas tales como C-H, N-H, C-C y O-H.

ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

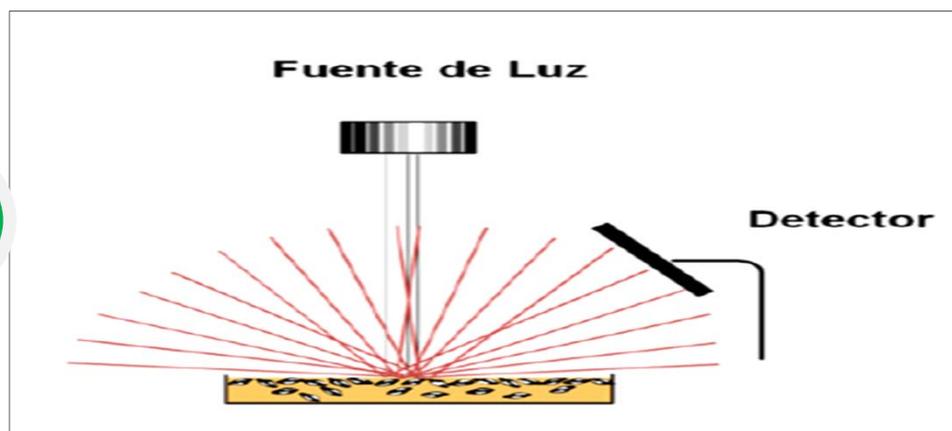
OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES

1



2





Elementos minerales y azúcares solubles.

ANTECEDENTES

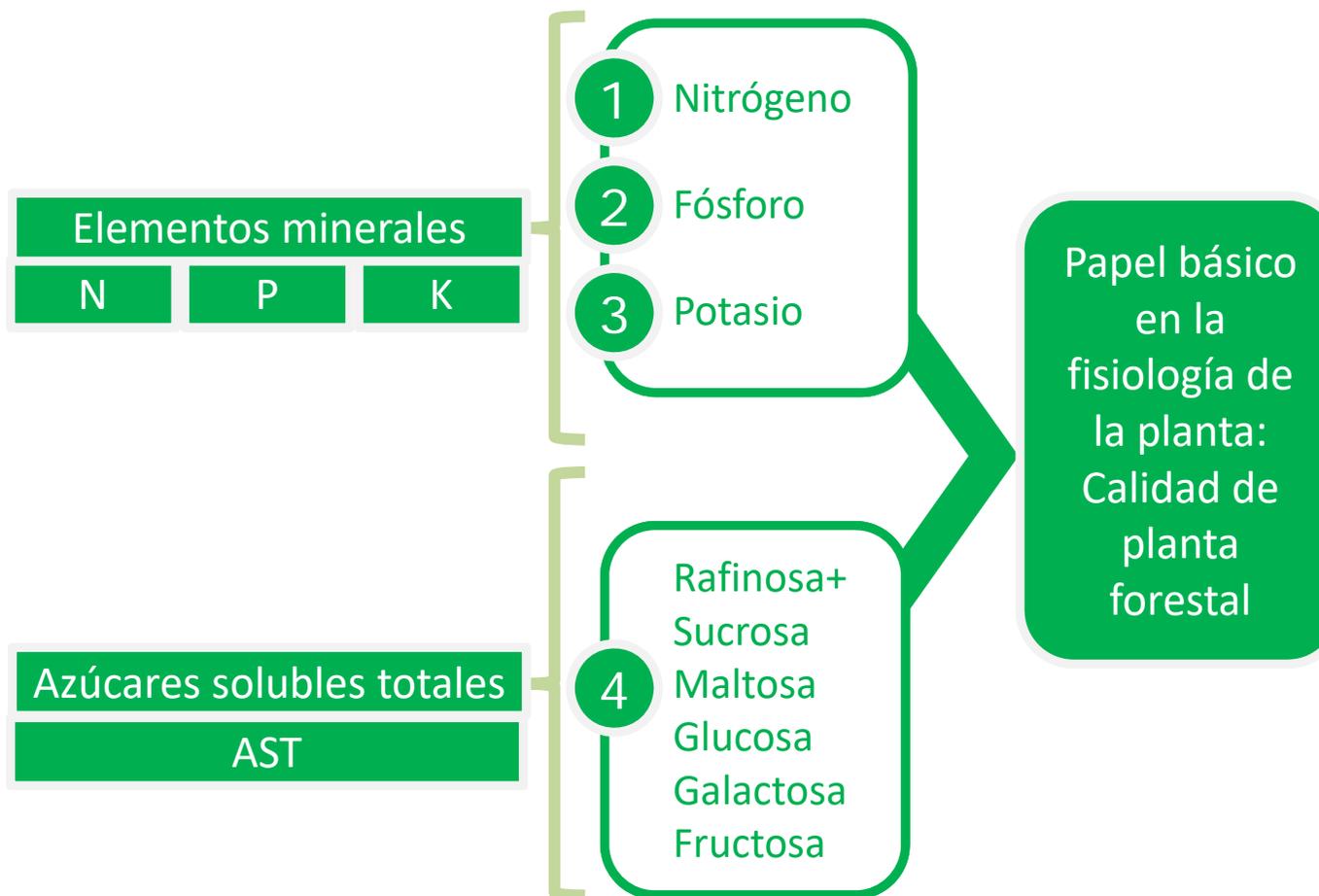
JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES





ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES

El análisis convencional para evaluar el estado nutricional de plantas implica inversión de recursos.

Actualmente en España la evaluación de calidad de planta forestal se reduce a aspectos cualitativos y tamaño de plantas.

El estado nutricional y de carbohidratos de la planta para repoblación influye en la calidad de la planta en mayor medida que la morfología.

La obtención de un modelo para la predicción de la concentración elementos minerales y azúcares solubles totales sería un avance de evaluación de calidad de planta forestal. Aplicaciones a multitud de otros estudios en ecología (dinámica de regeneración, etc.)



ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES

OBJETIVO GENERAL

- 1 Predecir mediante tecnología NIRS el estado nutricional de elementos minerales N, P, K y AST en planta forestal de vivero de especies de pinos ibéricos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 Elaborar modelos globales de predicción NIRS para evaluar el estado nutricional de elementos minerales N, P, K y de AST.
- 2 Evaluar si la precisión del modelo global seleccionado mejora al considerar colectivos de calibración de fracciones acículas, tallos y raíces por separado.

ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

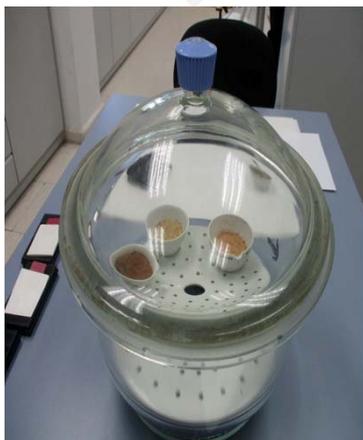
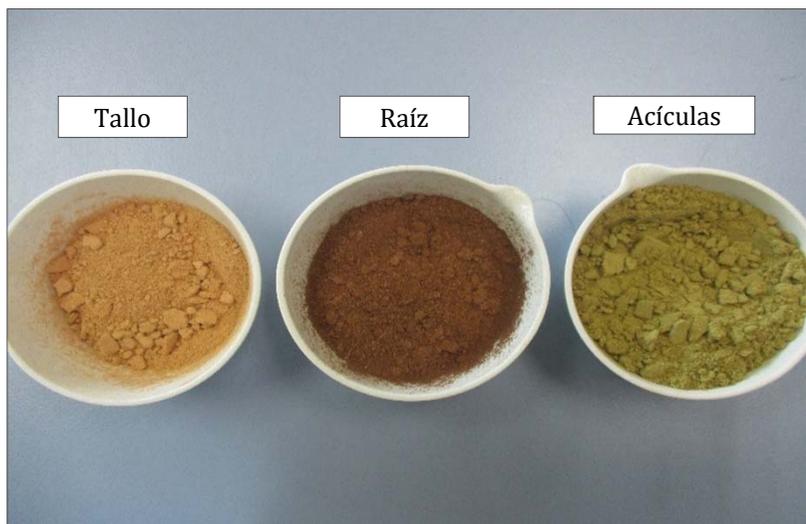
OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES

1 ORIGEN DE MUESTRAS



2 PREPARACIÓN DE MUESTRAS Y TOMA DE ESPECTROS



ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES

Eliminación de
muestras outliers

Probar los 16
modelos generados

Calibraciones por
fracciones (acículas,
tallo y raíz)

Selección del mejor
modelo global de
predicción

Validación externa

3

CALIBRACIÓN DE RUTINA Y VALIDACION EXTERNA



ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES

<i>Modelos</i>	<i>Corrección de scatter</i>	<i>Rango de longitud de onda; intervalo de lectura</i>	<i>Tratamiento matemático</i>
E1	<u>SNV&Detrend</u>	1100-2500;2	2,5,5,1
E2	<u>SNV&Detrend</u>	1100-2500;8	2,10,10,1
E3	<u>SNV&Detrend</u>	1100-2500;2	2,10,10,1
E4	<u>SNV&Detrend</u>	1100-2500;8	2,5,5,1
E5	<u>None</u>	1100-2500;2	2,4,4,1
E6	<u>None</u>	1100-2500;8	2,10,10,1
E7	<u>None</u>	1100-2500;2	2,10,10,1
E8	<u>None</u>	1100-2500;8	2,4,4,1
E9	<u>Detrend only</u>	1100-2500;2	1,10,10,1
E10	<u>Detrend only</u>	1100-2500;8	1,5,5,1
E11	<u>Detrend only</u>	1100-2500;2	1,5,5,1
E12	<u>Detrend only</u>	1100-2500;8	1,10,10,1
E13	<u>Estandar MSC</u>	1100-2500;2	1,5,5,1
E14	<u>Estandar MSC</u>	1100-2500;8	2,10,10,1
E15	<u>Estandar MSC</u>	1100-2500;2	2,10,10,1
E16	<u>Estandar MSC</u>	1100-2500;8	1,5,5,1

ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES

Variable	Población total		
	SECV	R ²	RPD
N	1,63	0,86	2,72
P	0,43	0,75	2,00
K	1,05	0,87	2,76
AST	5,56	0,97	5,56

ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES



El modelo seleccionado es el E6 que presenta R²

N → 0,86

P → 0,76

K → 0,87

AST → 0,96

Categoría del modelo	R ²
Excelente capacidad predictiva	mayor que 0,90
Buena capacidad predictiva	0,70-0,90
Moderada capacidad predictiva	0,50-0,70

Fuente: *Shenk y Westerhaus (1996) citado por Ares (2010)*. R² = índice de determinación



Además que todos los coeficientes de determinación están por encima del límite mínimo del 0,60



ANTECEDENTES

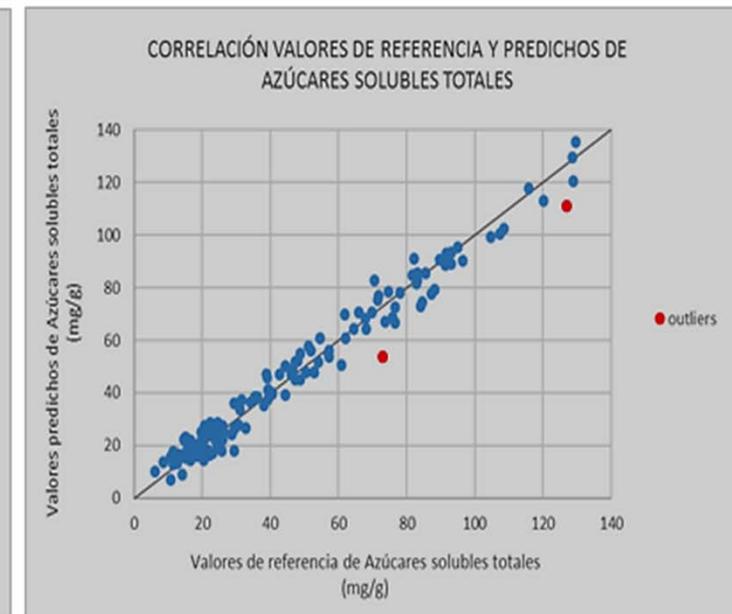
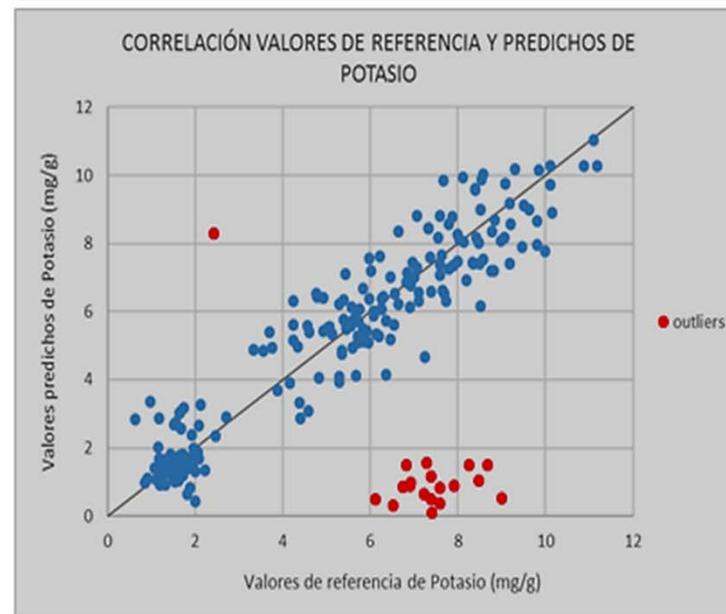
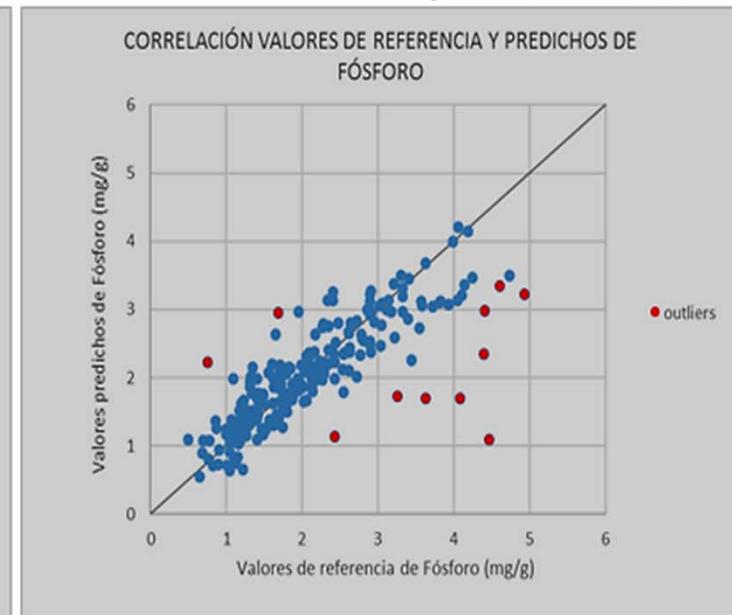
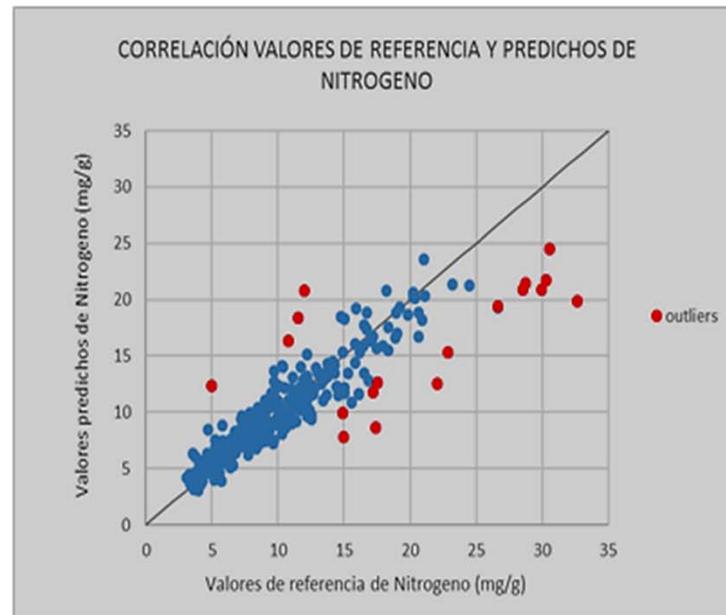
JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES



ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES

Variable	Población total			Acículas			Tallo			Raíces		
	SECV	R ²	RPD	SECV	R ²	RPD	SECV	R ²	RPD	SECV	R ²	RPD
N	1,63	0,86	2,72	1,68	0,91	3,4	0,69	0,93	3,65	1,02	0,8	2,34
P	0,43	0,75	2	0,33	0,87	2,74	0,51	0,35	1,23	0,21	0,76	2,02
K	1,05	0,87	2,76	0,95	0,76	2,05	1,42	0,55	1,5	2,36	0,39	1,28
AST	5,56	0,97	5,56	6,21	0,94	4,02	n	n	n	2,83	0,86	2,61



ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES

Variable	POBLACIÓN TOTAL
	RPD
N	2,72
P	2,00
K	2,76
AST	5,56

RPD=relacion entre la desviacion estandar de los datos de referencia y el SECV.

El modelo global E6 mejora para el N y P al considerar la calibración por fracciones

Para el N el RPD aumenta a 3,40 y 3,45 en acículas y tallo respectivamente. Para P el RPD aumenta a 2,74 en acículas

El modelo global E6 no mejora para el K y AST al considerar la calibración por fracciones

Para el K el RPD disminuye a 1,50 y 1,28 en tallos y acículas respectivamente. Para AST disminuye a 4,02 y 2,61 en acículas y raíces.



El modelo seleccionado es el E6 que presenta RPDv en la validación externa

ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES

N → 2,31

P → 1,45

K → 1,34

AST → 8,54

Categoría del modelo	RPDv/
Excelente	mayor que 4
Éxito	3 a 4
Éxito moderado	2,25 a 3
Moderadamente útil	1,75 a 2,25

Fuente: Malley et al. (2004) citado por Gálvez, L. et al. (2015). RPD= desviación estándar de la población de validación dividida por el SEP.



El modelo seleccionado es el E6 que presenta SEP en la validación externa

ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES

VALIDACIÓN EXTERNA	Variable	Población total		
		SEP	SEL	SECV
	N	2,13	1,36	1,65
	P	0,49	0,13	0,51
	K	2,14	1,27	1,13

De acuerdo con Ares (2010) el SEL debe ser lo más parecido al SECV o al SEP. Y cuanto más próximo a cero se encuentren mejor será el ajuste. Además, se puede apreciar que el SEP (error estándar de predicción), el SEL (error estándar del laboratorio) y SECV (error estándar de validación cruzada) poseen valores muy parecidos, lo que demuestra la validez de las predicciones con la tecnología NIRS.



ANTECEDENTES

La técnica NIRS permite evaluar el estado nutricional de elementos minerales N, P, K y AST en tejidos juveniles de especies de pino.

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

El modelo global tiene una buena capacidad predictiva para los tres constituyentes minerales N, P y K y una excelente capacidad predictiva para los AST.

METODOLOGÍA

RESULTADOS

CONCLUSIONES

La precisión del modelo de predicción del N mejora al considerar acículas y tallos como colectivos de calibración específicos, mientras que para la predicción del P solo mejora al considerar el colectivo de acículas.

La precisión del modelo global E6 para el caso del K no mejora al considerar la calibración por fracciones tallos y acículas. También para los AST disminuye al considerar fracciones acículas y raíces.

AGRADECIMIENTOS

Nombre de la persona o entidad (Franklin Gothic Medium, 16 negrita)

Contacto

(Franklin Gothic Medium, 12 normal)

¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía



26 - 30 junio 2017 | **Plasencia**
Cáceres, Extremadura



www.congresoforestal.es