

Sistemes d'embalatge sostenible per aliments

El repte de l'envàs sostenible en el sector agroalimentari
de Girona

Marc Delgado-Aguilar
m.delgado@udg.edu

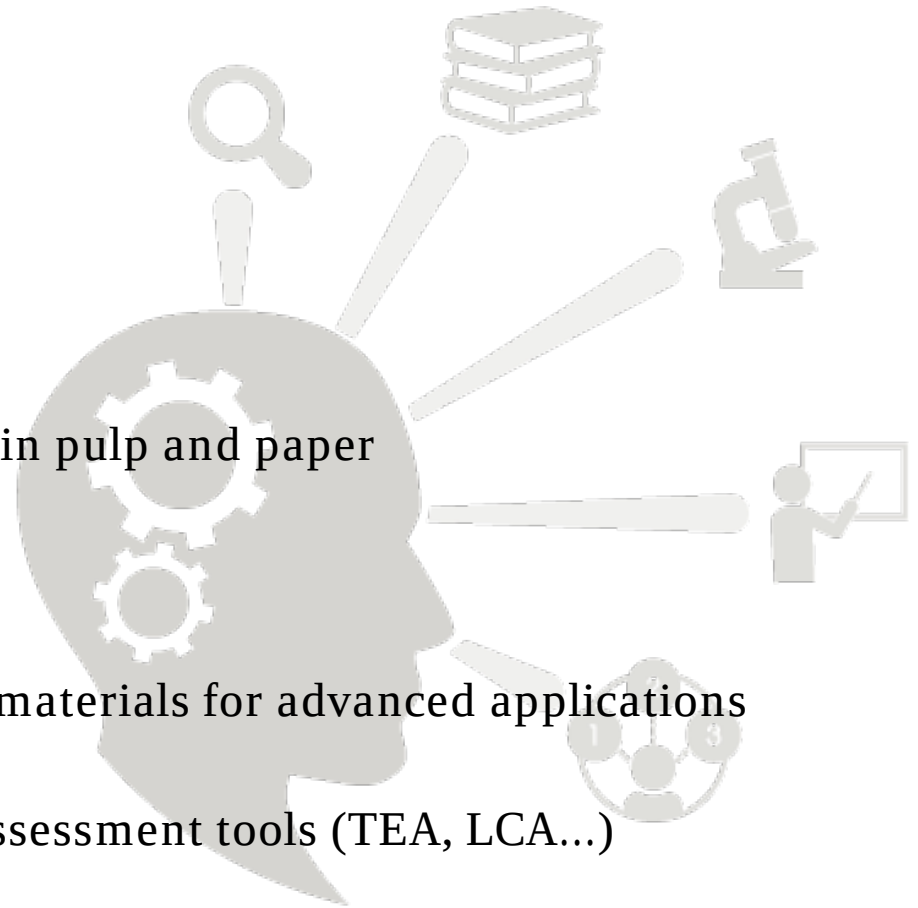
LEPAMAP-PRODIS

Research lines

4

Main
research
units

- Sustainable practices in pulp and paper
- Biocomposites
- Nanocellulose-based materials for advanced applications
- Product design and assessment tools (TEA, LCA...)



LEPAMAP-PRODIS

Research lines

4

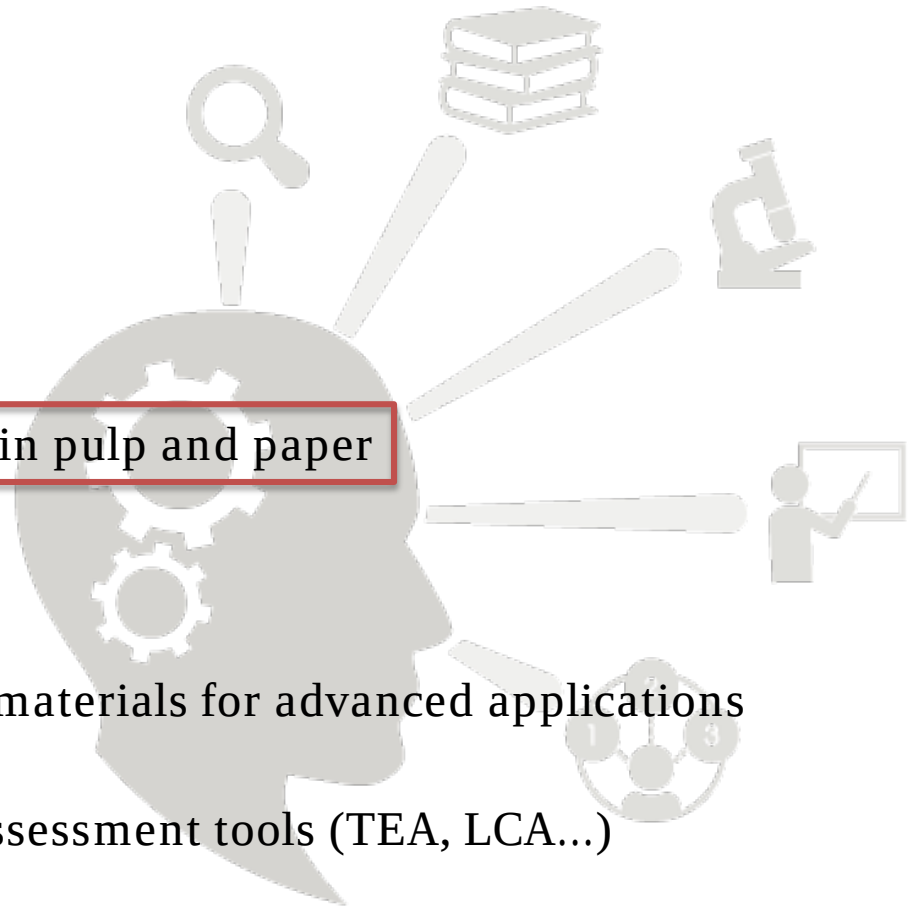
Main
research
units

Sustainable practices in pulp and paper

Biocomposites

Nanocellulose-based materials for advanced applications

Product design and assessment tools (TEA, LCA...)



LEPAMAP-PRODIS

Structure

Group leader: Prof. Marc Delgado-Aguilar

Emeritus: Prof. Pere Mutjé
Prof. Josep Tresserras

Project leaders and researchers:

Prof. M. Àngels Pèlach

Prof. José Alberto Méndez

Prof. Núria Fiol

Dr. Roberto Aguado

Prof. Quim Tarrés

Prof. Xavier Espinach

Dr. Helena Oliver-Ortega

Dr. Israel González

PhD students:

Ferran Serra-Parareda

André Mazega

Rosa Coll

Faust Seculi

Genís Bayés



Sistemes d'embalatge sostenible per aliments

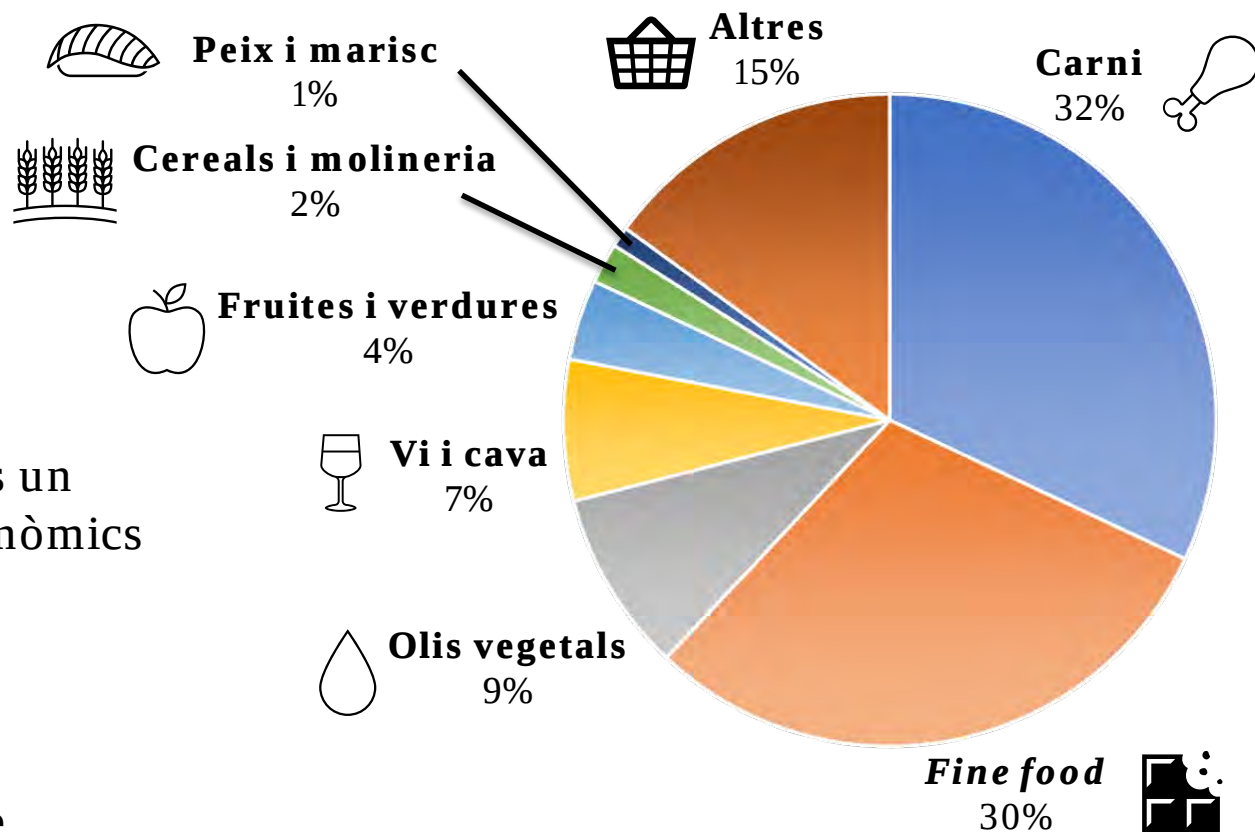
- Sistemes d'embalatge sostenible per aliments: per què?
- Sabem què és i com es quantifica la sostenibilitat?
- Embalatge sostenible a LEPAMAP-PRODIS UdG: en què treballem?

El sector agroalimentari a Catalunya

El sector agroalimentari és un dels principals sectors econòmics a Catalunya.

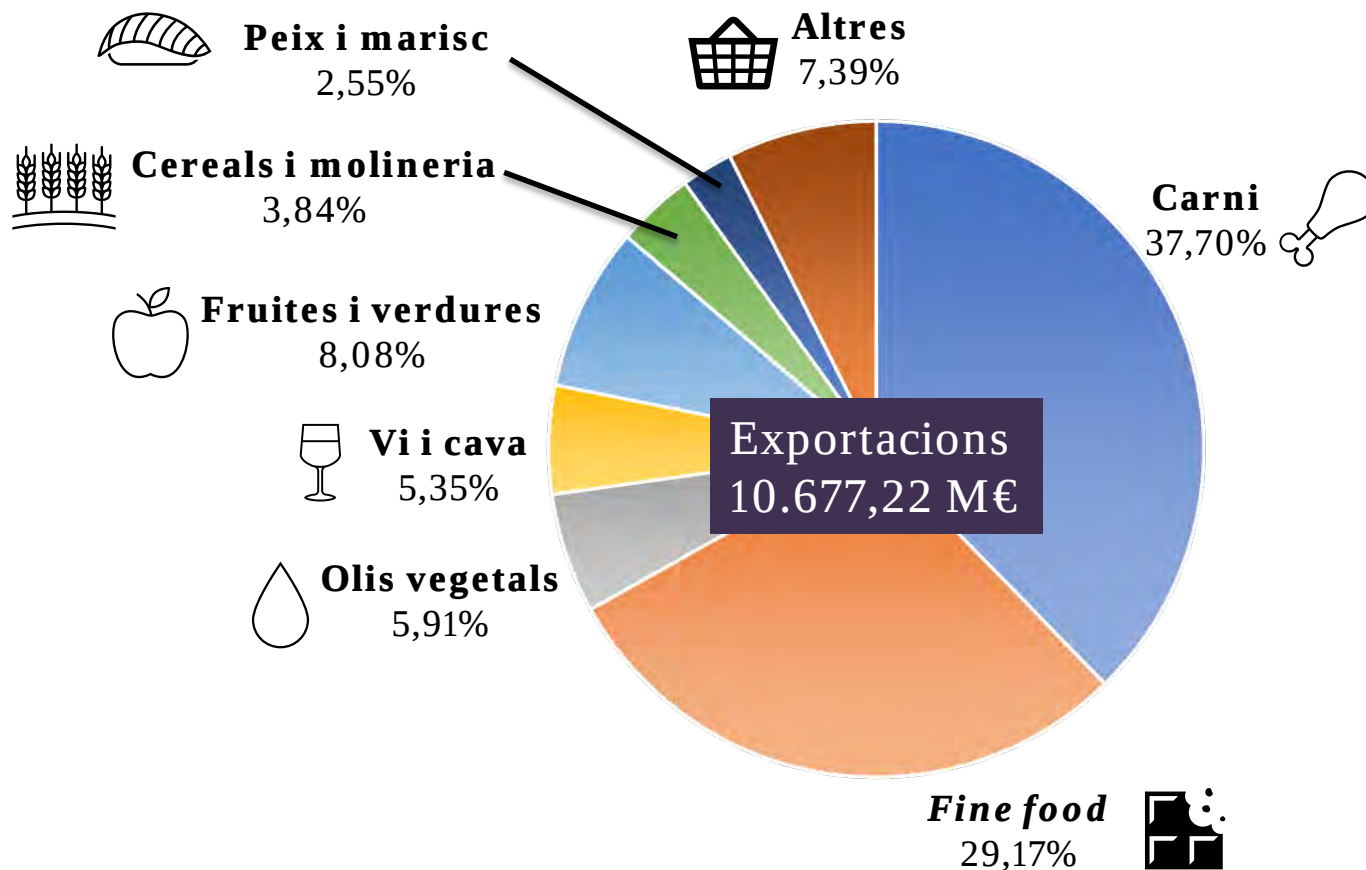
Segons dades de 2018:

- 163.372 treballadors
- 38.205 M€ de volum de negoci (16,28 % del PIB de Catalunya).



Font: Promotora dels aliments catalans (Prodeca)

El sector agroalimentari a Catalunya



Font: Promotora dels aliments catalans (Prodeca)

Quantificar la sostenibilitat



Quantificar la sostenibilitat



Inconcebible amb la gran majoria d'envasos

Quantificar la sostenibilitat



Inconcebible amb la gran majoria d'envasos

On sovint posem el focus

Quantificar la sostenibilitat

REDUCE
REUSE
RECYCLE



El que sovint fem malament

Inconcebible amb la gran majoria d'envasos

On sovint posem el focus

Quantificar la sostenibilitat

REDUCE
REUSE
RECYCLE



El que sovint fem malament

Inconcebible amb la gran majoria d'envasos

On sovint posem el focus

“Ahora con un 90% menos de plástico”

“Hemos eliminado el plástico de nuestras bolsas”

“Hecho con materiales 100% reciclables”

“Envase de origen 100% reciclado”



Quantificar la sostenibilitat

REDUCE

REUSE

RECYCLE



El que sovint fem malament

Inconcebible amb la gran majoria d'envasos

On sovint posem el foc

“Ahora con un 90% menos de plástico”

“Hemos eliminado el plástico de nuestras bolsas”

“Hecho con materiales 100% reciclables”

“Envase de origen 100% reciclado”



Quantificar la sostenibilitat

REDUCE
REUSE
RECYCLE



El que sovint fem malament

Inconcebible amb la gran majoria d'envasos

On sovint posem el

“Ahora con un 90% menos de plástico”

“Hemos eliminado el plástico de nuestras bolsas”

“Hecho con materiales 100% reciclables”

“Envase de origen 100% reciclado”



Quantificar la sostenibilitat

REDUCE

REUSE

RECYCLE



El que sovint fem malament

Inconcebible amb la gran majoria d'envasos

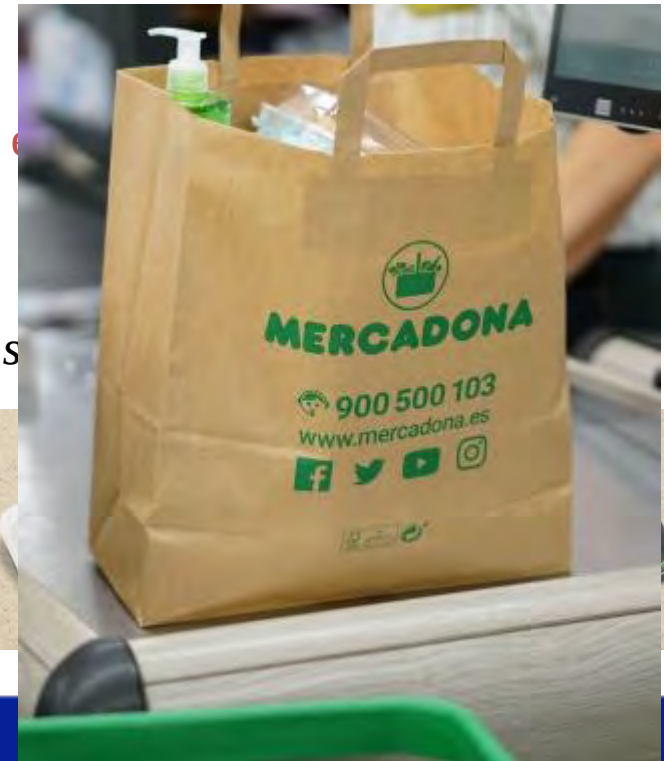
On sovint posem

“Ahora con un 90% menos de plástico”

“Hemos eliminado el plástico de nuestras bolsas”

“Hecho con materiales 100% reciclables”

“Envase de origen 100% reciclado”



Quantificar la sostenibilitat

REDUCE
REUSE
RECYCLE



El que sovint fem malament

Inconcebible amb la gran majoria d'envasos

On sovint

“Ahora con un 90% menos de plástico”

“Hemos eliminado el plástico de nuestra

“Hecho con materiales 100% reciclables”

“Envase de origen 100% reciclado”



Quantificar la sostenibilitat



Si la **reducció** es basa en la substitució parcial i obtenir una estructura multimaterial, pot comprometre la **reciclabilitat**



Recuperació de fibra < 50%

Destintada < 30%

Quantificar la sostenibilitat



Si la **reducció** es basa en la substitució parcial i obtenir una estructura multimaterial, pot comprometre la **reciclabilitat**

Si pensem en un envàs de paper, cal que sigui reciclable en tant que el paper ho és:

- Excessiva protecció.
- Combinació inadequada de materials.
- Presència de matèria orgànica.

Life Cycle Assessment

- Avaluar diferents categories d'impacte.
- Definir l'abast de l'estudi.
- Definir la unitat funcional del nostre estudi.
- Realitzar estudis comparatius: ens permet quantificar la millora.

S'ha acabat redimir-se.

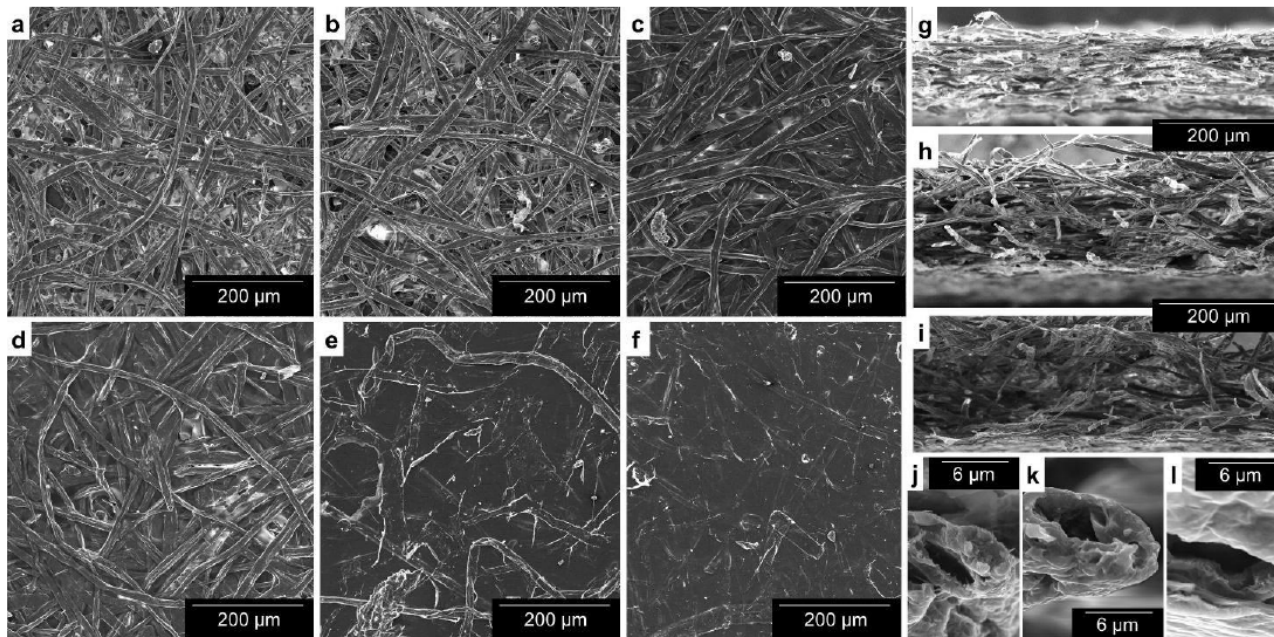
En què treballem?

Desenvolupament d'embalatge per aliments basat en **paper**:

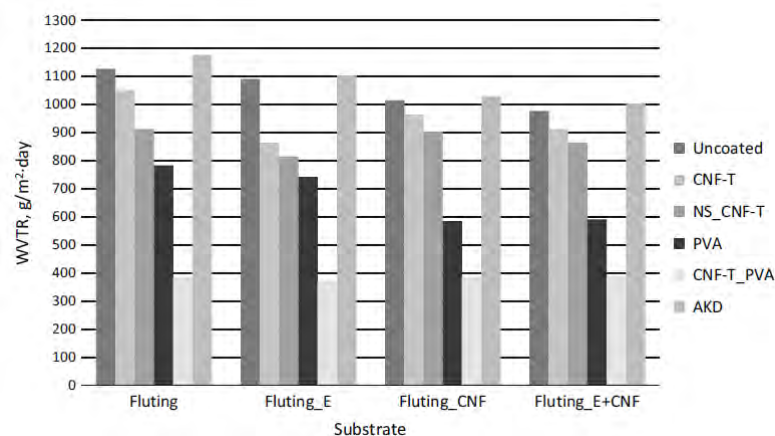
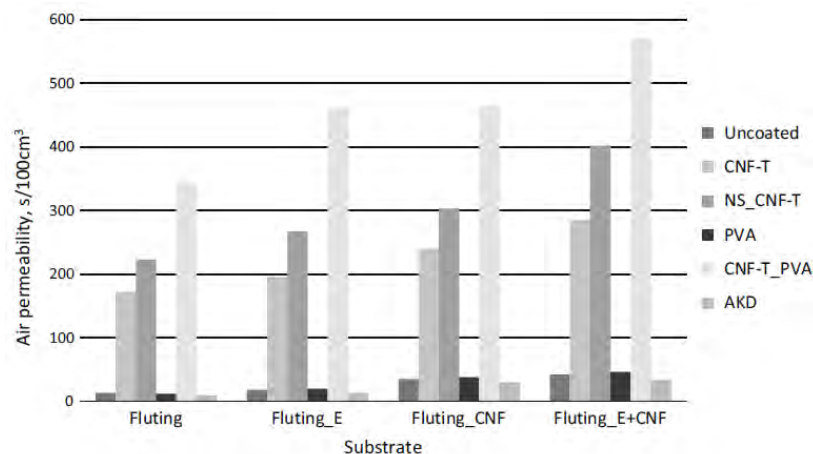
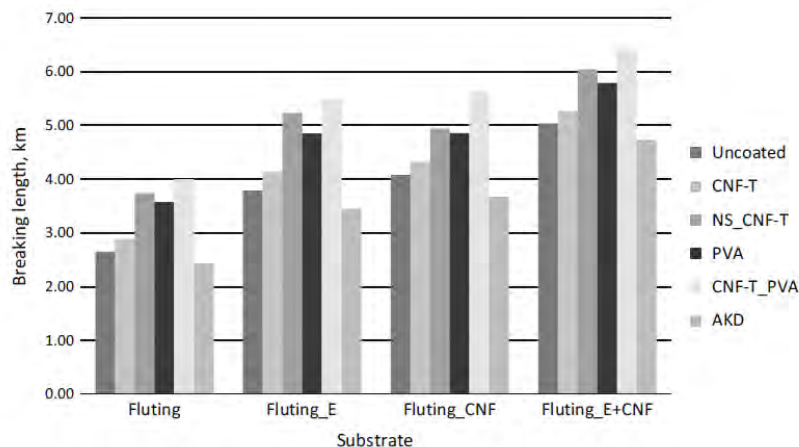
- Millora de les propietats barrera.
- Millora de les propietats superficials.
- Compromís amb la reciclabilitat.
- Evitar l'ús de materials derivats del petroli.
- Mantenir l'aptitud al contacte alimentari.
- Estratègies d'embalatge actiu.

En què treballem?

CON-FUTURO-ES: industrialització de la nanocel·lulosa i propietats barrera + superficials al paper

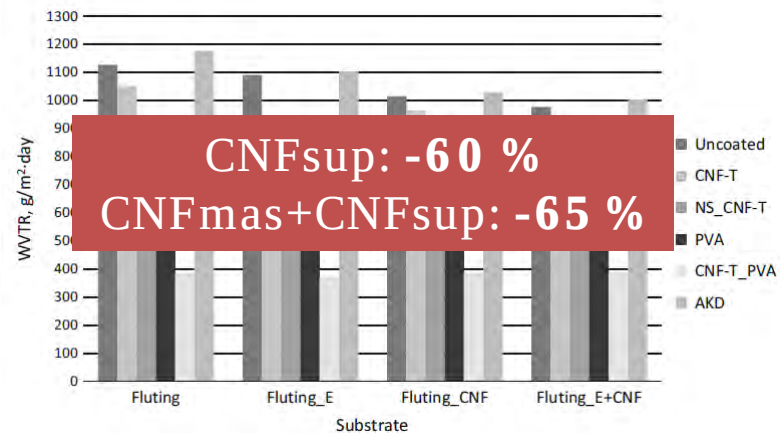
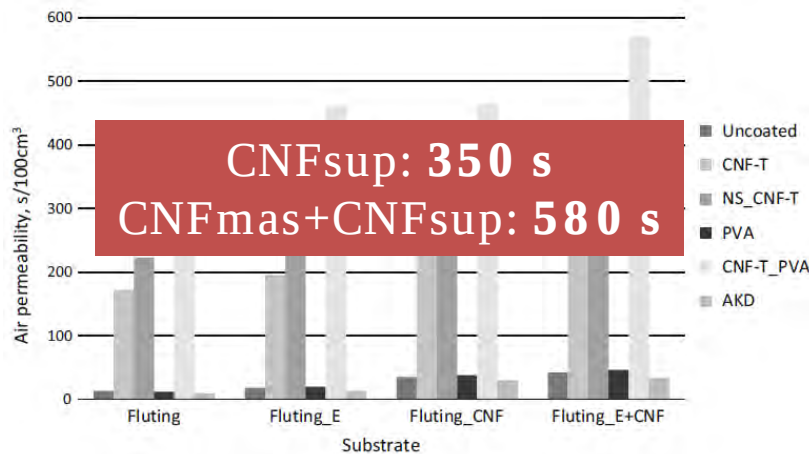
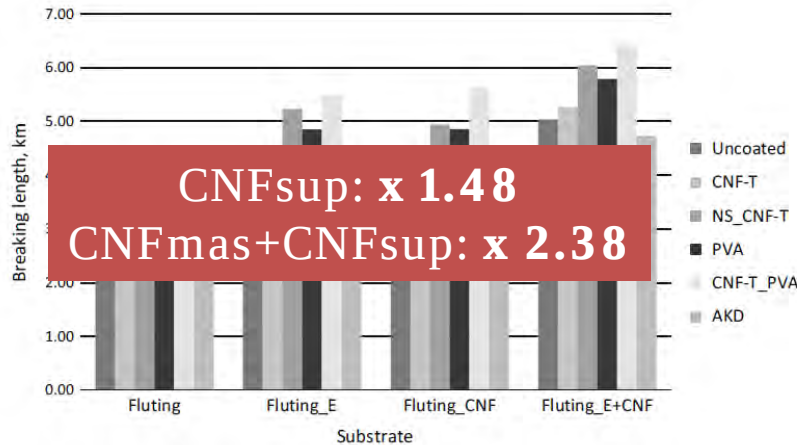


En què treballem?



Substrate	Coating formulation	Water contact angle (°)	
		No AKD	AKD coated
Commercial	None	16.37 ± 0.93	Not tested
	None	–	97.07 ± 5.09
Fluting	CNF-T	26.15 ± 1.74	103.12 ± 4.18
	NS_CNF-T	37.16 ± 3.21	108.66 ± 4.87
	PVA	–	99.60 ± 3.32
Fluting_E	CNF-T_PVA	38.87 ± 1.29	106.26 ± 3.21
	None	–	99.03 ± 3.10
	CNF-T	28.16 ± 2.51	101.30 ± 4.02
Fluting_CNF	NS_CNF-T	34.01 ± 4.53	106.88 ± 2.65
	PVA	–	98.19 ± 1.77
	CNF-T_PVA	38.10 ± 3.67	107.13 ± 1.54
	None	–	98.23 ± 2.97
	CNF-T	30.02 ± 2.87	102.69 ± 2.83
Fluting_E + CNF	NS_CNF-T	38.34 ± 4.68	107.28 ± 4.01
	PVA	–	100.13 ± 5.08
	CNF-T_PVA	39.04 ± 3.64	112.35 ± 3.42
	None	–	101.26 ± 2.87
	CNF-T	29.19 ± 2.96	106.25 ± 4.14
	NS_CNF-T	38.22 ± 3.94	110.51 ± 3.03
	PVA	–	104.39 ± 4.61
	CNF-T_PVA	38.46 ± 2.69	115.38 ± 3.40

En què treballem?



Substrate	Coating formulation	Water contact angle (°)	
		No AKD	AKD coated
Commercial	None	16.37 ± 0.93	Not tested
	None	—	97.07 ± 5.09
Fluting	CNF-T	26.15 ± 1.74	103.12 ± 4.18
	NS_CNF-T	37.16 ± 3.21	108.66 ± 4.87
	PVA	—	99.60 ± 3.32
	CNF-T_PVA	38.87 ± 1.29	106.26 ± 3.21
Fluting_CNF	None	—	98.23 ± 2.97
Fluting_E + CNF	CNF-T	30.02 ± 2.87	102.69 ± 2.83
	NS_CNF-T	38.34 ± 4.68	107.28 ± 4.01
	PVA	—	100.13 ± 5.08
	CNF-T_PVA	39.04 ± 3.64	112.35 ± 3.42
	None	—	101.26 ± 2.87
	CNF-T	29.19 ± 2.96	106.25 ± 4.14
	NS_CNF-T	38.22 ± 3.94	110.51 ± 3.03
Fluting_E + CNF	PVA	—	104.39 ± 4.61
	CNF-T_PVA	38.46 ± 2.69	115.38 ± 3.40

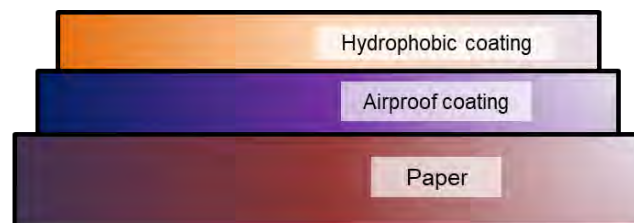
CNFsup: 106 °
CNFmas+CNFsup: 115 °

En què treballem?

CON-FUTURO-ES: industrialització de la nanocel·lulosa i propietats barrera + superficials al paper

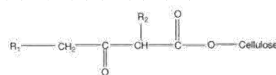
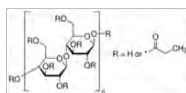
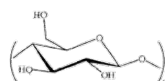
Bilayer coating:

- A hydrophilic layer seeking to seal paper **against O₂**.
- A hydrophobic layer aiming to seal the previously coated sheet **against water vapor**.



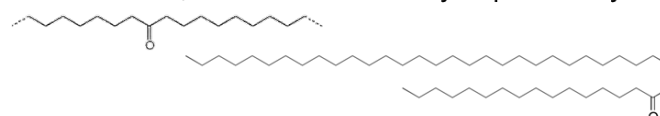
Solution pathway 1:

Polysaccharides + nanocellulose esters



Solution pathway 2:

Also CNFs, but with a natural hydrophobic layer

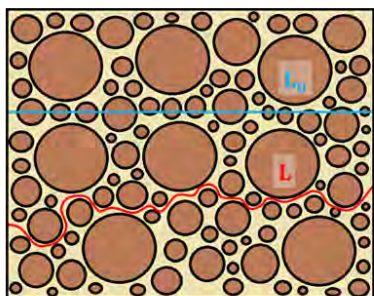


En què treballem?

CON-FUTURO-ES: industrialització de la nanocel·lulosa i propietats barrera + superficials al paper

Why not monolayer?

Because creating tortuosity **may not be enough** to meet such demanding goals.



As known, tortuosity slows down the rate of both Knudsen and molecular diffusion —assuming no pore wall-gas interactions.

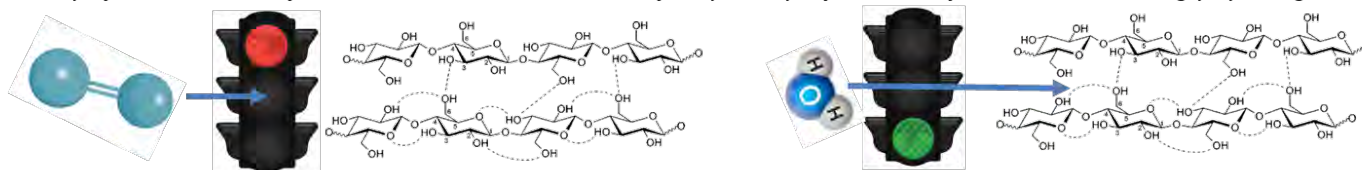
$$D_{K,i,\text{eff}} = \frac{\varepsilon D_{K,i}}{\tau}$$

Knudsen

$$d'_m = \frac{d_m}{\tau^2}$$

Molecular

A physical barrier by means of CNFs and other hydrophilic polymers may suffice for sealing paper against O₂...



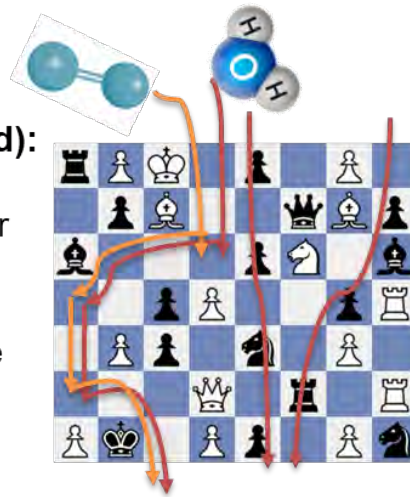
But we cannot ignore intermolecular **interactions**, especially hydrogen bonding between the hydrophilic polymer on the pore wall (no matter how crystalline it is) and water itself.

En què treballem?

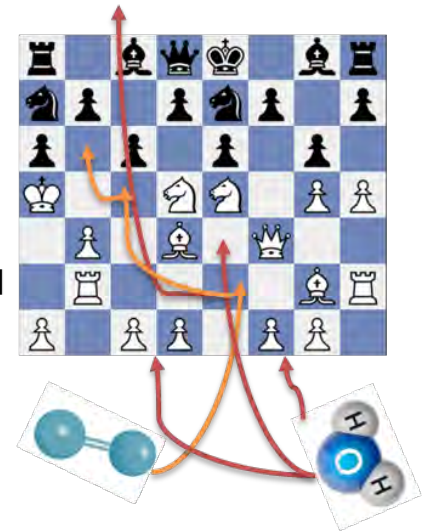
CON-FUTURO-ES: industrialització de la nanocel·lulosa i propietats barrera + superficials al paper

Monolayer case (all mixed):

Both oxygen and water diffuse through easily: polar pathways (black pieces represent hydrophilic) and less tortuous pathway (white pieces represent hydrophobic).

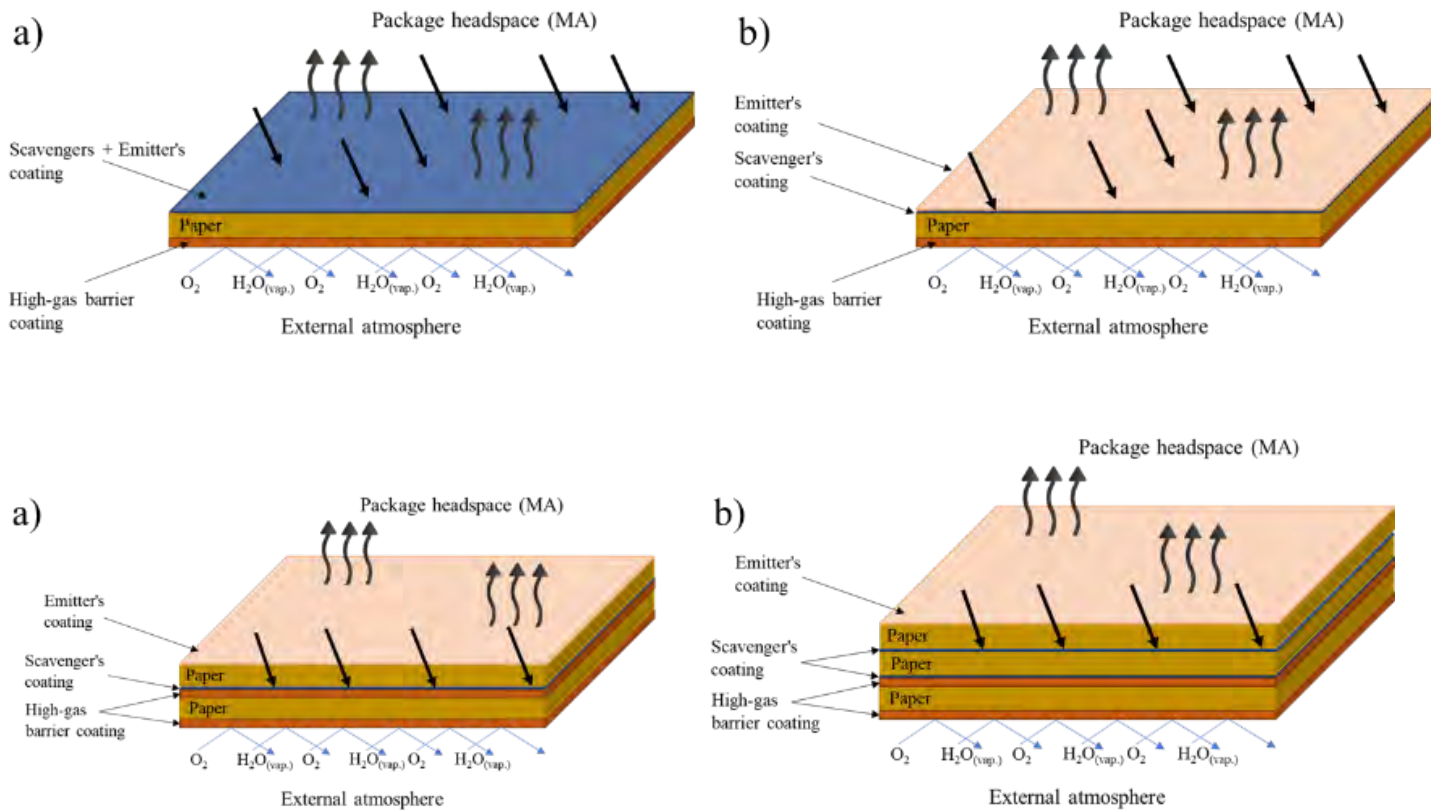


Bilayer case: a more compact and crystalline airproof layer (black), but through which water would pass, and a more disorganized hydrophobic layer (white).



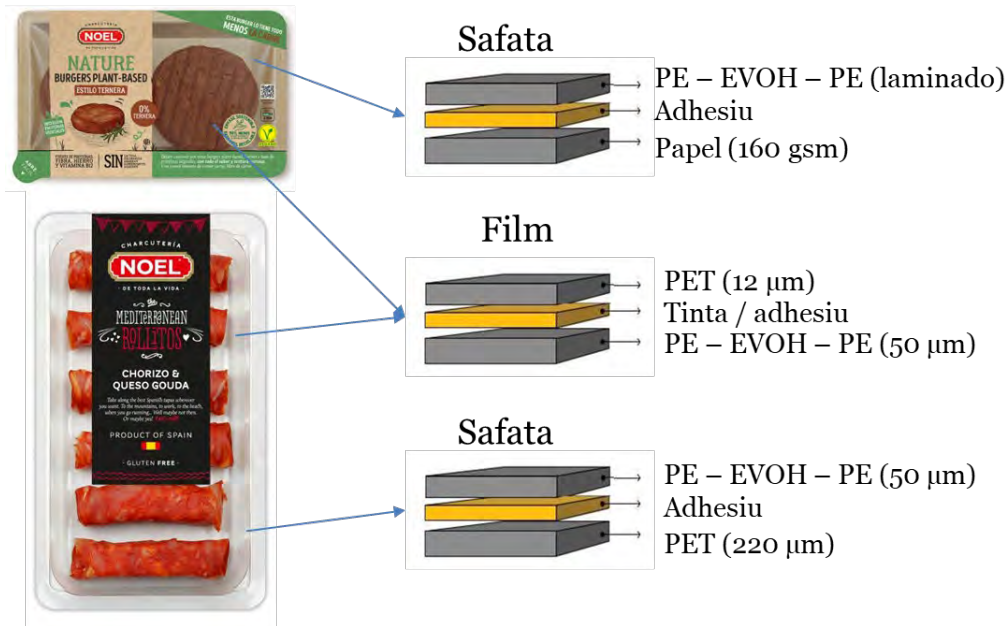
En què treballem?

NextPack: a partir de CON-FUTURO-ES, propiciar la conservació de les MAs



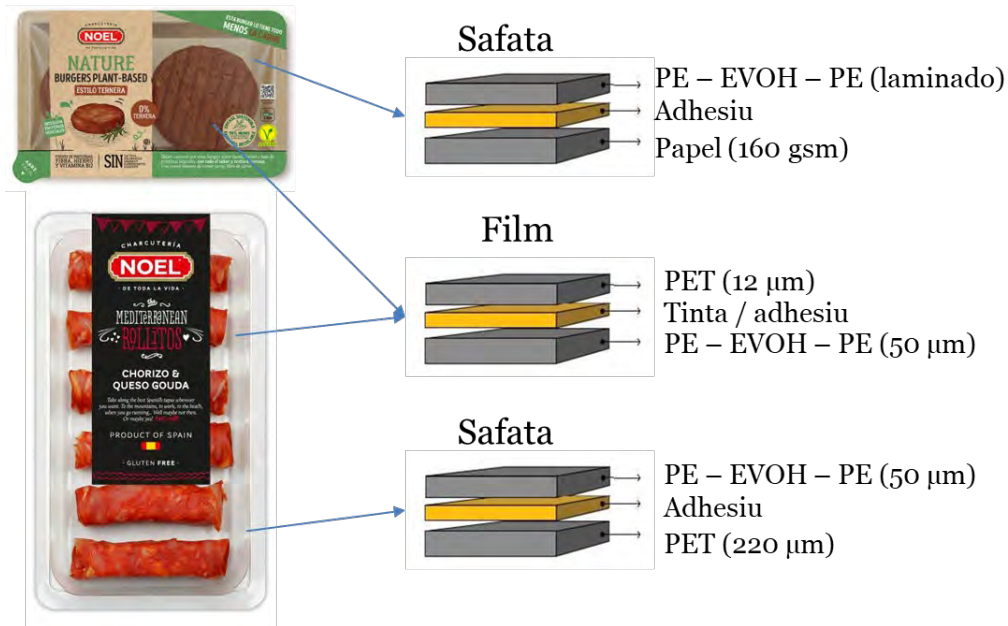
En què treballem?

Doctorat Industrial: Noel Alimentària SAU + UdG (Genís Bayés, DI)



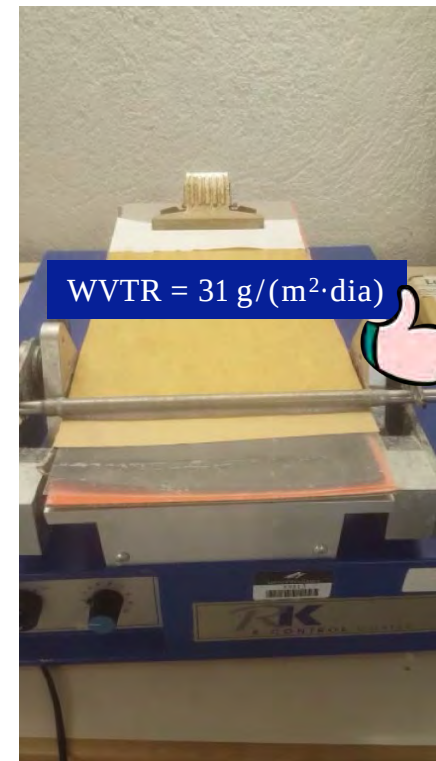
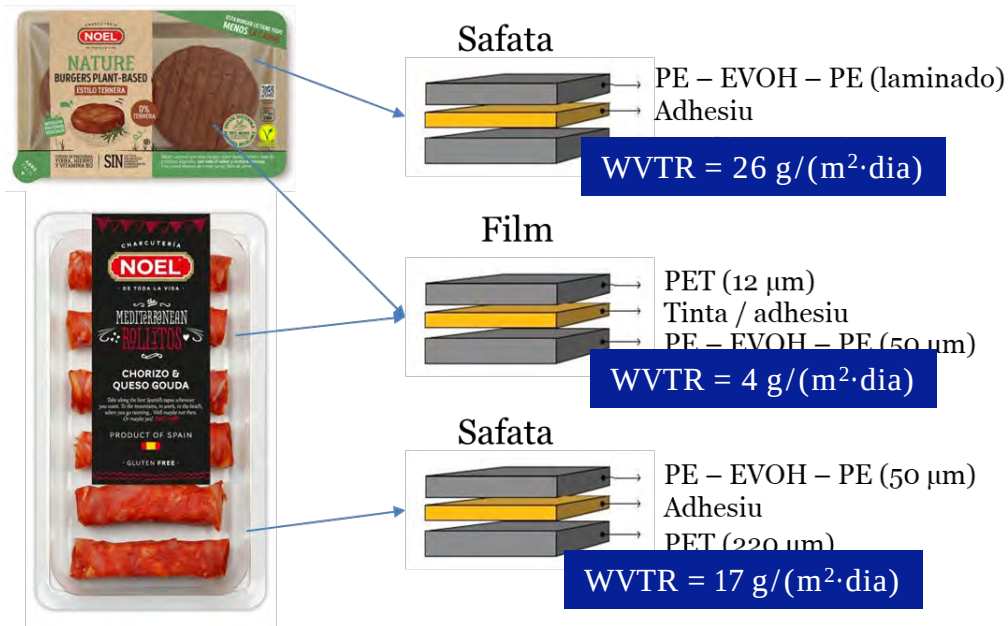
En què treballem?

Doctorat Industrial: Noel Alimentària SAU + UdG (Genís Bayés, DI)



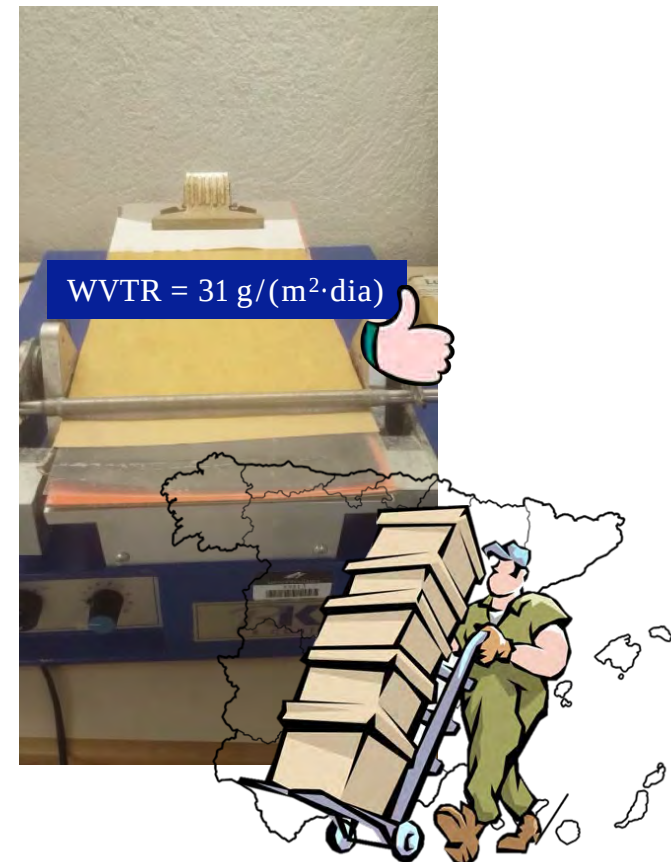
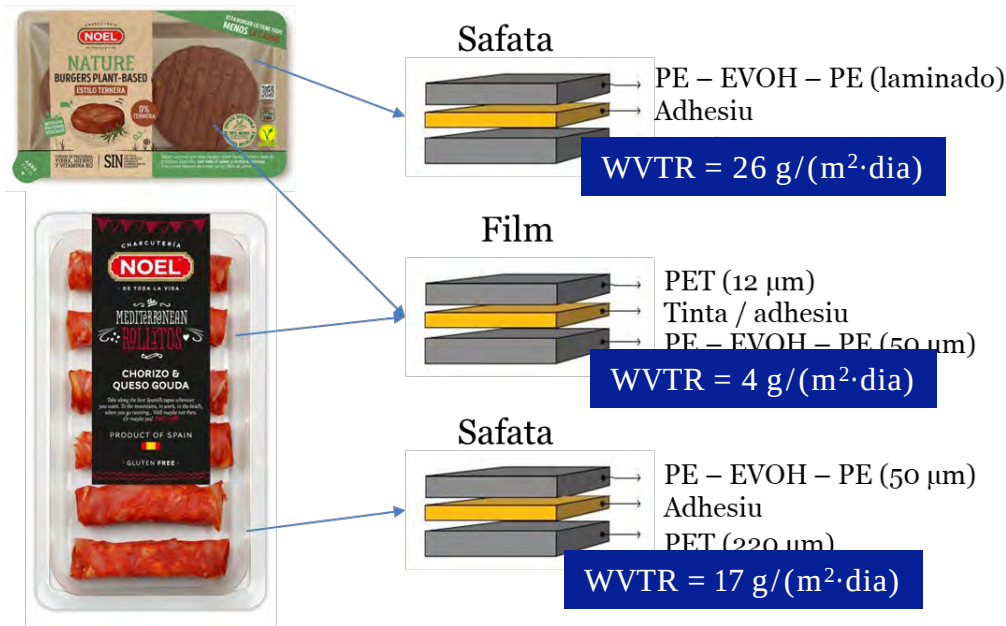
En què treballem?

Doctorat Industrial: Noel Alimentària SAU + UdG (Genís Bayés, DI)



En què treballem?

Doctorat Industrial: Noel Alimentària SAU + UdG (Genís Bayés, DI)





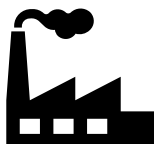
- Claredat legislativa i normativa.
- Instruments de finançament efectius.
- Suport a les empreses: accés a eines de R+D+i.
- Fomentar les interaccions universitat-empresa-societat.

Però ens cal...



- Orientar part dels projectes a necessitats empresarials i de territori.
- Major col·laboració i millora de la comunicació universitat-empresa.
- Explotar la capacitat formativa en el teixit industrial.
- Dissenyar els futurs perfils professionals.

- Iniciatives en tota la cadena de valor.
- Capacitat d'abstracció temporal.
- Comercial vs. Tècnic.
- Implementar sistemes de quantificació d'impacte ambiental.
- Prendre part en el canvi.
- Simbiosi industrial.



- Pedagogia.
- Participació ciutadana.
- Consum responsable.



Sistemes d'embalatge sostenible per aliments

El repte de l'envàs sostenible en el sector agroalimentari
de Girona

Marc Delgado-Aguilar
m.delgado@udg.edu