

Comportamiento de los materiales polímeros termoplásticos reforzados con productos vegetales

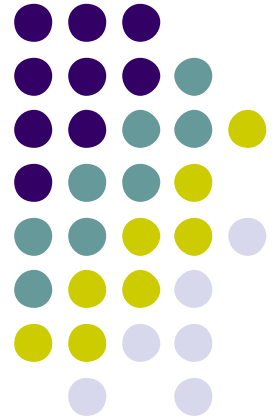
Fabiola Vilaseca

Laboratorio de Ingeniería Papelera y Materiales
Polímeros (LEPAMAP)

Departamento de Ingeniería Química, Agraria y
Tecnología Agroalimentaria,

Universitat de Girona, Campus Montilivi, 17071 Girona

email: fabiola.vilaseca@udg.edu



Los recursos naturales



Cultivo de *agave sisalana*
(sisal) en el este de África



Filamento de sisal

Tipos de productos vegetales



- Sistemas particulados
- Fibras de madera
- Filamentos de plantas anuales
- Fibras lignocelulósicas de residuos agrícolas

Tipos de productos vegetales



- Sistemas particulados

- Serrines de madera (principalmente)
 - Clasificados, o sin clasificar
- Residuos agrícolas triturados
 - Maíz, corcho, sorgo, pajas, cañamizas...



- Fibras de madera

- Fibras de pasta mecánica de muela
- Fibras de pasta termomecánica
- Fibras de pastas semi-químicas
- Fibras de papel recuperado



- Filamentos de plantas anuales

- Cábamo, sisal, yute, hénquen...

- Fibras lignocelulósicas de residuos agrícolas

- Fibras lignocelulósicas procedentes de residuos agrícolas (maíz, sorgo, pajas de cereales...)



Uso de sistemas particulados

- Sistemas particulados

- Serrines de madera (principalmente)
 - Sin tratar (sin clasificar)
 - Elaborados (clasificados, Ej. Rettenmeyer)
- Residuos agrícolas triturados
 - Maíz, corcho, sorgo, pajas, cañamizas...

0,06 €/kg

0,3 – 0,35 €/kg

➔ MOTIVACIÓN ECONÓMICA:

- Abaratar costes
- Menor cantidad de polímero

➔ MOTIVACIÓN MEDIOAMBIENTAL:

- Aprovechamiento de residuos
- Materias primas renovables
- Reciclabilidad del producto final
- Menor dependencia del petróleo

➔ MOTIVACIÓN TÉCNICA...

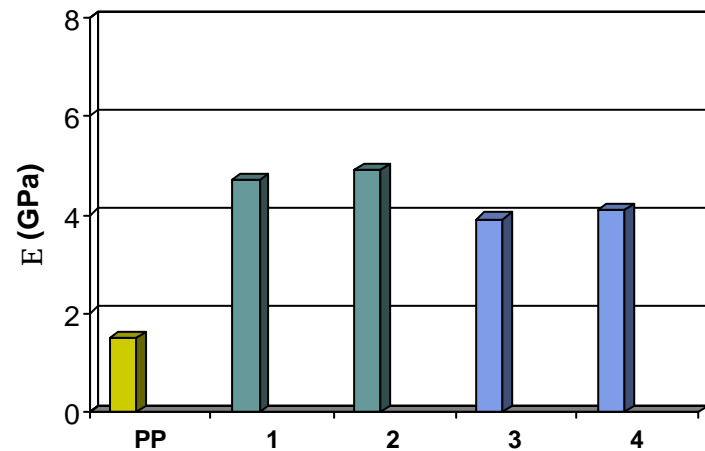
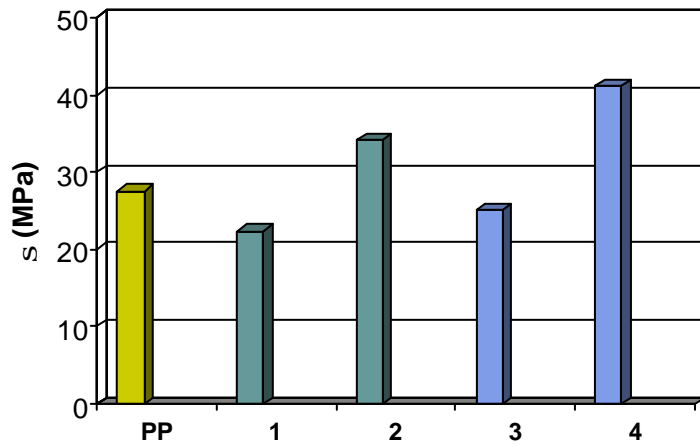
- Aumento de la rigidez

Comportamiento mecánico de los sistemas particulados (cargas)



- Sin anclaje químico
 - La carga máx. (σ) disminuye con el % de partícula
 - La rigidez (E) aumenta con el % de partícula
- Con anclaje químico
 - σ aumenta moderadamente
 - $E \sim$
 - E, es función del % de partículas (carga)
 - E, no se ve afectado por la calidad de la interfase

Comportamiento mecánico de los sistemas particulados (cargas)



1. Carga no clasificada
2. Carga no clasificada, con anclaje
3. Carga clasificada
4. Carga clasificada, con anclaje



Sistemas fibrosos

- Fibras de madera

- Fibras de pasta mecánica de muela
- Fibras de pasta termomecánica
- Fibras de pastas semi-químicas
- Fibras de papel recuperado

} Fibras de alto rendimiento

- Filamentos de plantas anuales

- Cábamo, sisal, yute, hénquen...

- Fibras lignocelulósicas de residuos agrícolas

- Fibras lignocelulósicas procedentes de residuos agrícolas (maíz, sorgo, pajas de cereales...)

(Económicamente poco viable)



Uso de sistemas fibrosos

2. Fibras

- Fibras de madera (0,3-0,35 €/kg)
- Fibras recicladas (0,09 €/kg)
- Filamentos de plantas anuales (0,45 – 0,75 – 0,89 €/kg)
- Fibras procedentes de residuos agrícolas y forestales (0,3 - 0,4 €/kg)

➔ MOTIVACIÓN ECONÓMICA:

➔ MOTIVACIÓN MEDIOAMBIENTAL:

➔ MEJORA DE PROPIEDADES:

- Mayor carga máxima
- Mayor rigidez

Propiedades mecánicas en compuestos con sistemas fibrosos



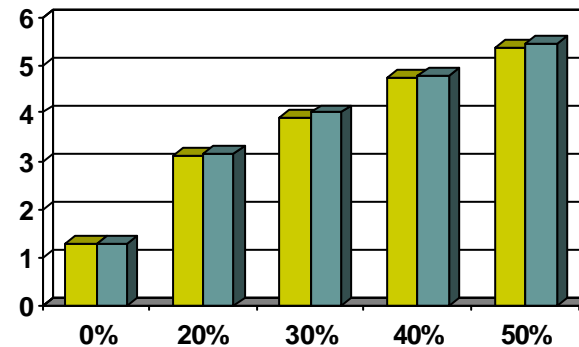
- La propiedad final es función de:
 - Tipo de refuerzo
 - % refuerzo
 - Relación de aspecto del refuerzo (L/ϕ)
 - Dispersión
 - Interfase
 - Tipo de polímero
- Evolución de las propiedades con el % de refuerzo



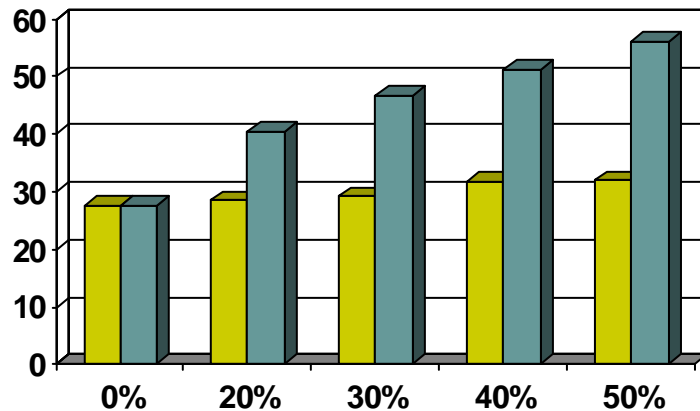
Influencia del % de refuerzo

- Evolución de las propiedades con el % de refuerzo

Módulo elástico (GPa)

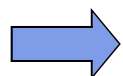
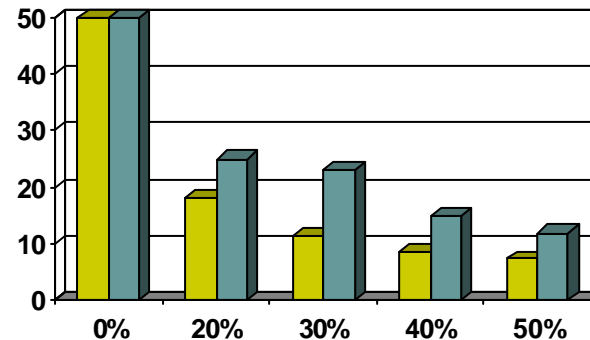


Resistencia máxima (MPa)



■ Sin anclaje
■ Con anclaje

Impacto (kJ/m²)




Comportamiento lineal hasta el 60% de carga / refuerzo



Comportamiento de las fibras

FIBRAS DE MADERA

0,3 – 0,35 €/kg

- Sin anclaje químico
 - La carga máx. (σ) aumenta ligeramente
 - La rigidez (E) aumenta
- Con anclaje químico
 - σ aumenta ↑
 - $E \sim$ (aumenta igualmente)
 - El impacto disminuye ↓  Solución?



Comportamiento de los filamentos

FILAMENTOS DE PLANTAS

Cáñamo: 0,45

Sisal: 0,75 €/kg

Abacá: 0,89 €/kg

- Con anclaje químico

- $\sigma_{\text{filamentos}} \sim \sigma_{\text{fibras-madera}}$

- E de filamentos es un 15% superior al E de fibras-madera



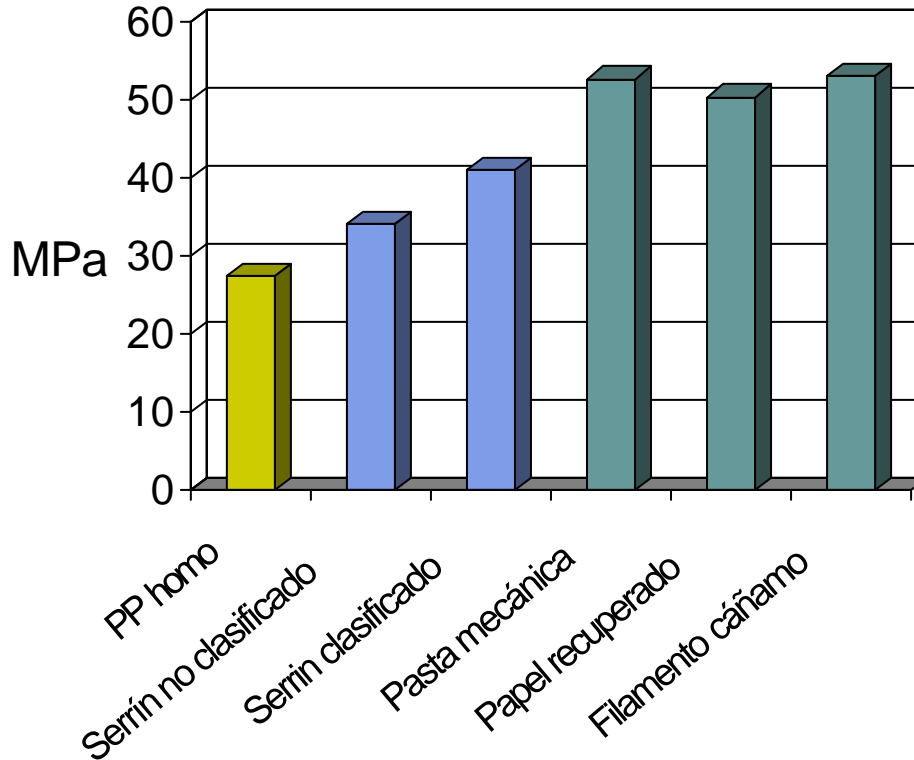
MAYOR PROPIEDAD INTRÍNSECA



RESULTADOS COMPARATIVOS

RESISTENCIA MÁXIMA

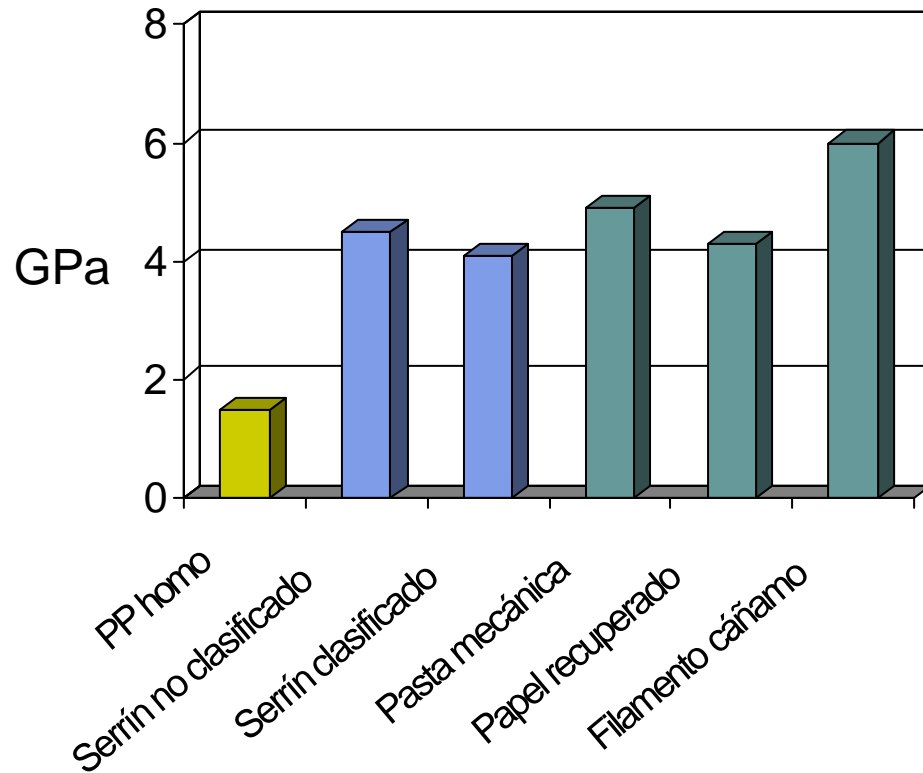
➔ Resultados comparativos al 40%





RESULTADOS COMPARATIVOS

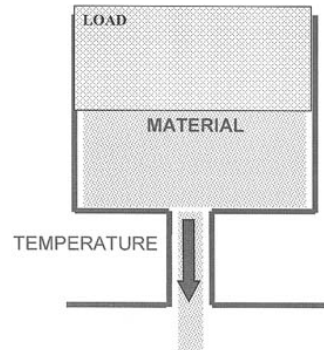
MÓDULO ELÁSTICO





PROCESABILIDAD

- Variación del índice de fluidez - MFI (g/10min)



Polímero: 30 – 60

Polímero + refuerzo: 4-5

- Inyección vs. Extrusión



- Alternativas:

- Fluidez del polímero / tipo de polímero
- Aditivos

CONCLUSIONES



- El uso de cargas vegetales sin anclaje químico aporta rigidez pero menor resistencia al material compuesto con respecto a la matriz; comporta además un ahorro económico.
- El uso de fibras y filamentos vegetales aporta rigidez y resistencia al material compuesto.
- Ambos casos requieren anclaje químico para satisfacer las sollicitaciones técnicas

Gracias por vuestra atención!

