



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE PETROQUÍMICA

“Utilización del residuo sólido del proceso de acabado de la industria de curtiembre al cromo como base de un proceso de biorrefinería para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del quitosano”

Autor:

Fustillos Suntasig, Alvaro Sebastián

Tutor:

Dr. Román Nicolay, Rodríguez Maecker

Latacunga, 2023



CONTENIDO

- 01 INTRODUCCIÓN
- 02 OBJETIVOS
- 03 METODOLOGÍA
- 04 RESULTADOS
- 05 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

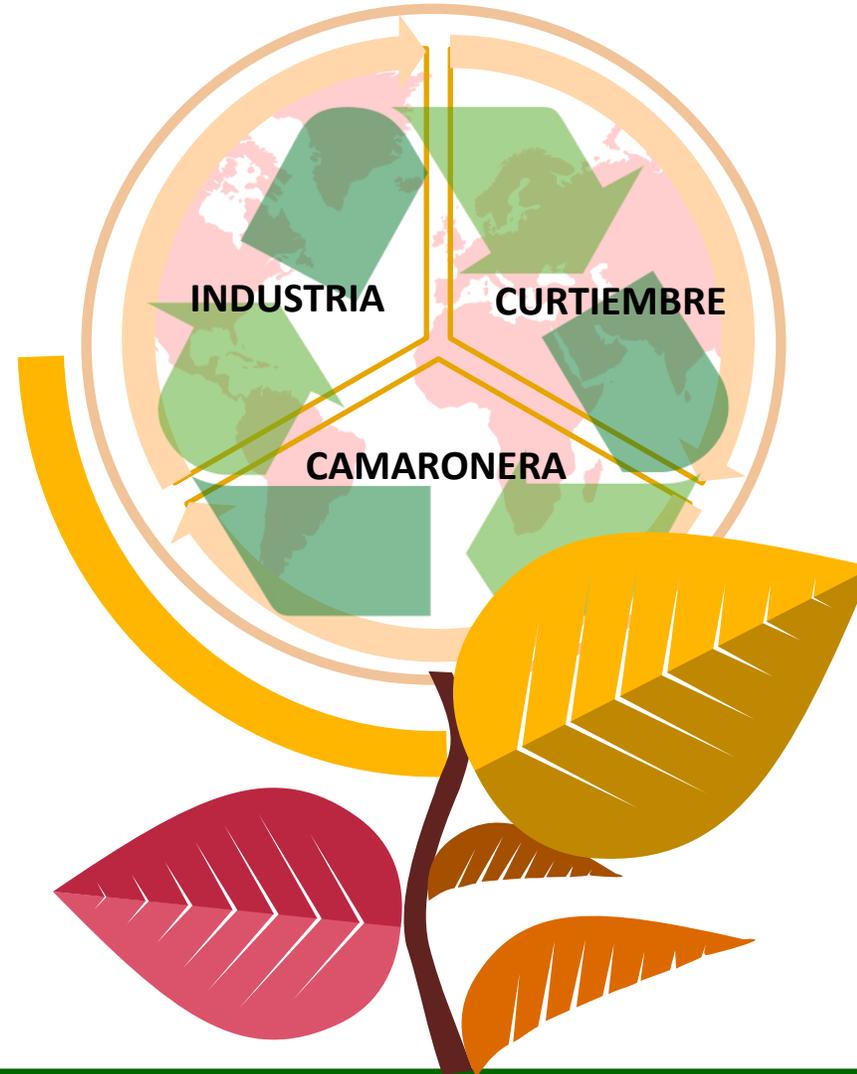




CURTIDURIA



INVESTIGACIÓN



CRUSTÁCEO - CAMARÓN



COMPOSITE - PELÍCULA

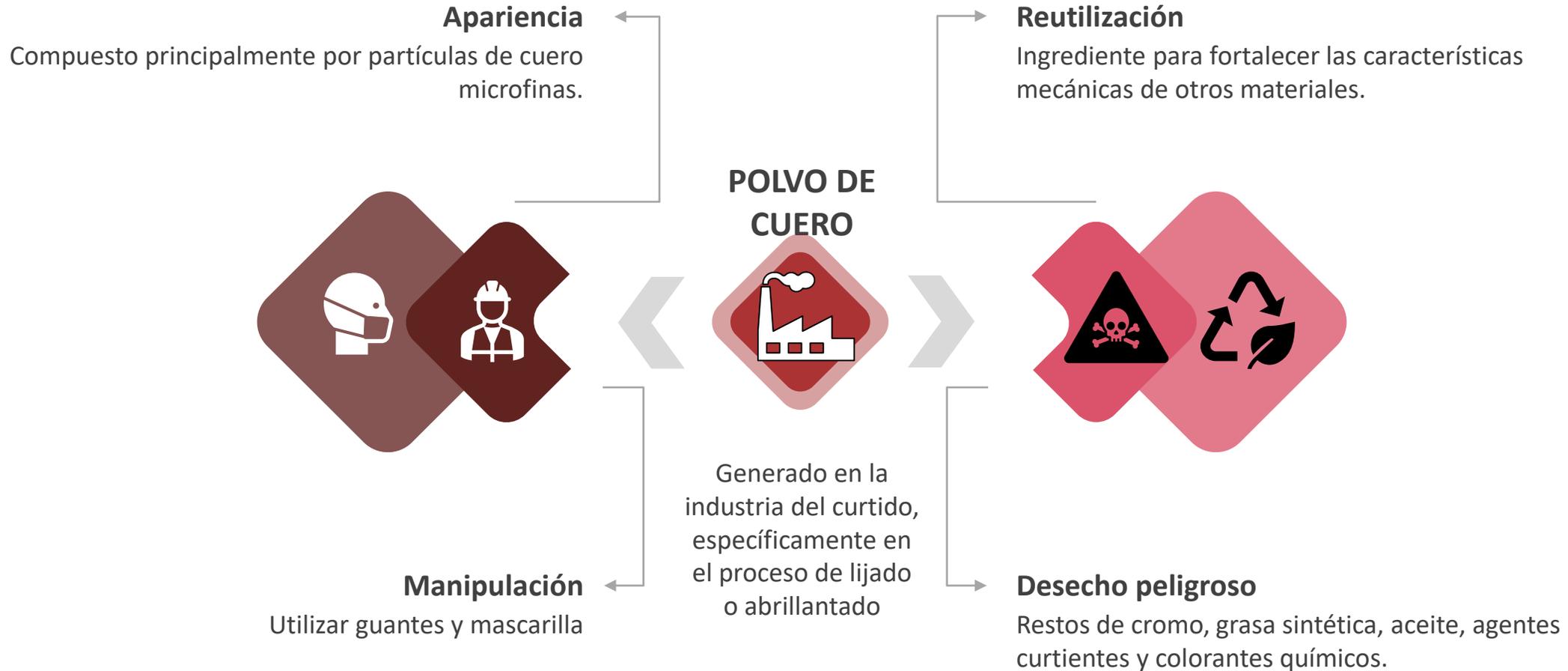
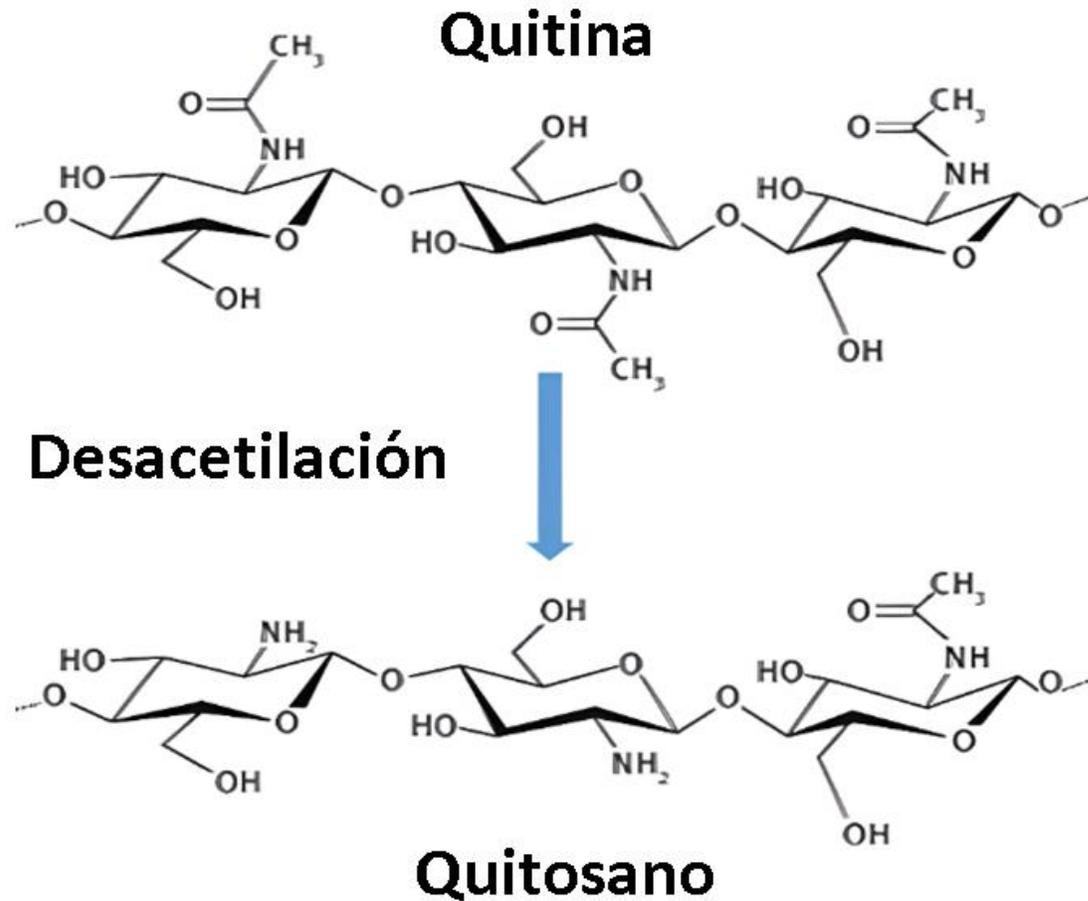


Figura 1

Estructura química de la quitina y el quitosano



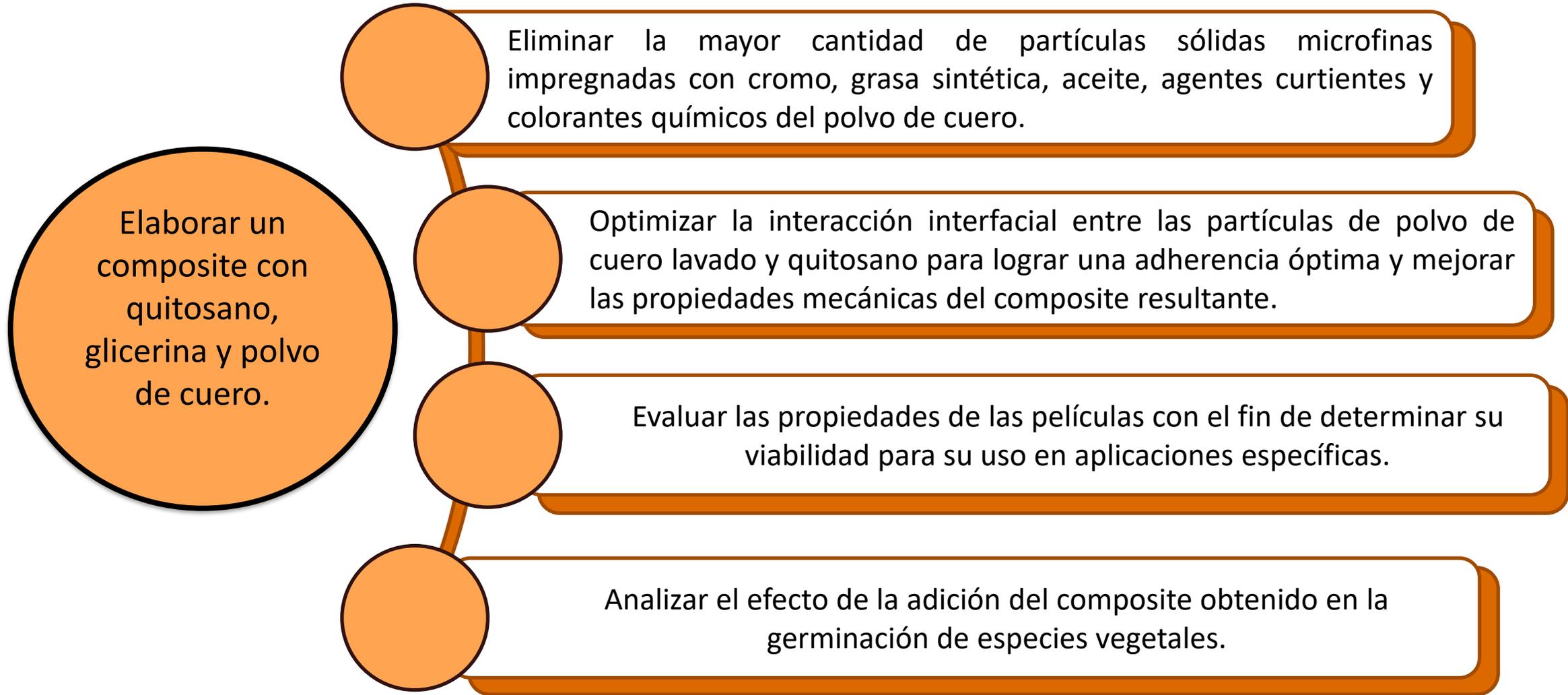
Nota. La gráfica muestra el proceso de desacetilización de la quitina a quitosano. Tomado de Chitosan and its Broad Applications: A Brief Review (p. 2) por Reshad et al., 2021, Journal of Clinical and Experimental Investigations.



CONTENIDO

- 01 INTRODUCCIÓN
- 02 OBJETIVOS
- 03 METODOLOGÍA
- 04 RESULTADOS
- 05 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES





CONTENIDO

01

INTRODUCCIÓN

02

OBJETIVOS

03

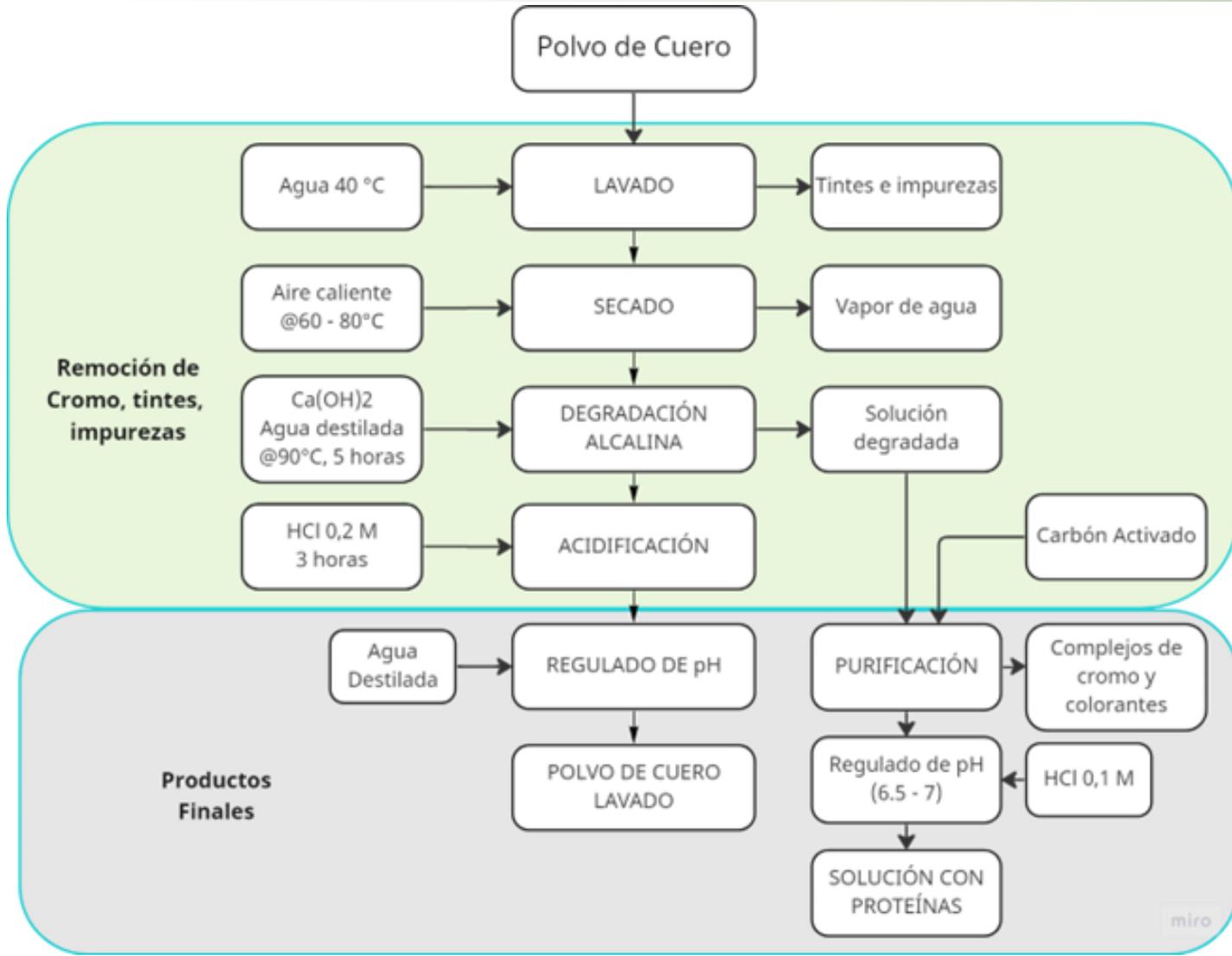
METODOLOGÍA

04

RESULTADOS

05

CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES



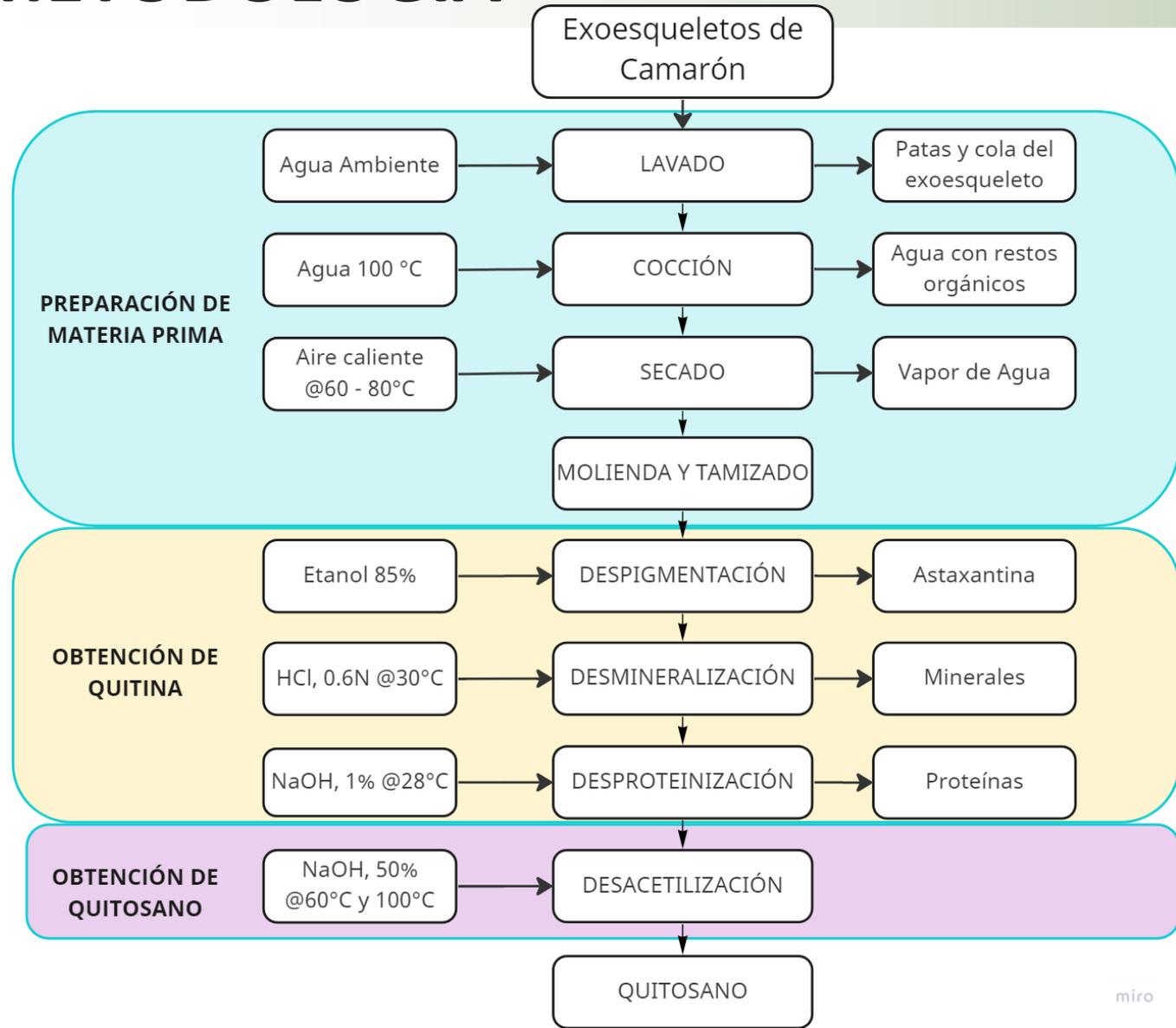
Polvo de Cuero (PC)



Solución Degradada



Polvo de Cuero lavado (PCL)



Exoesqueletos



Quitina



Quitosano

miro



CONTENIDO

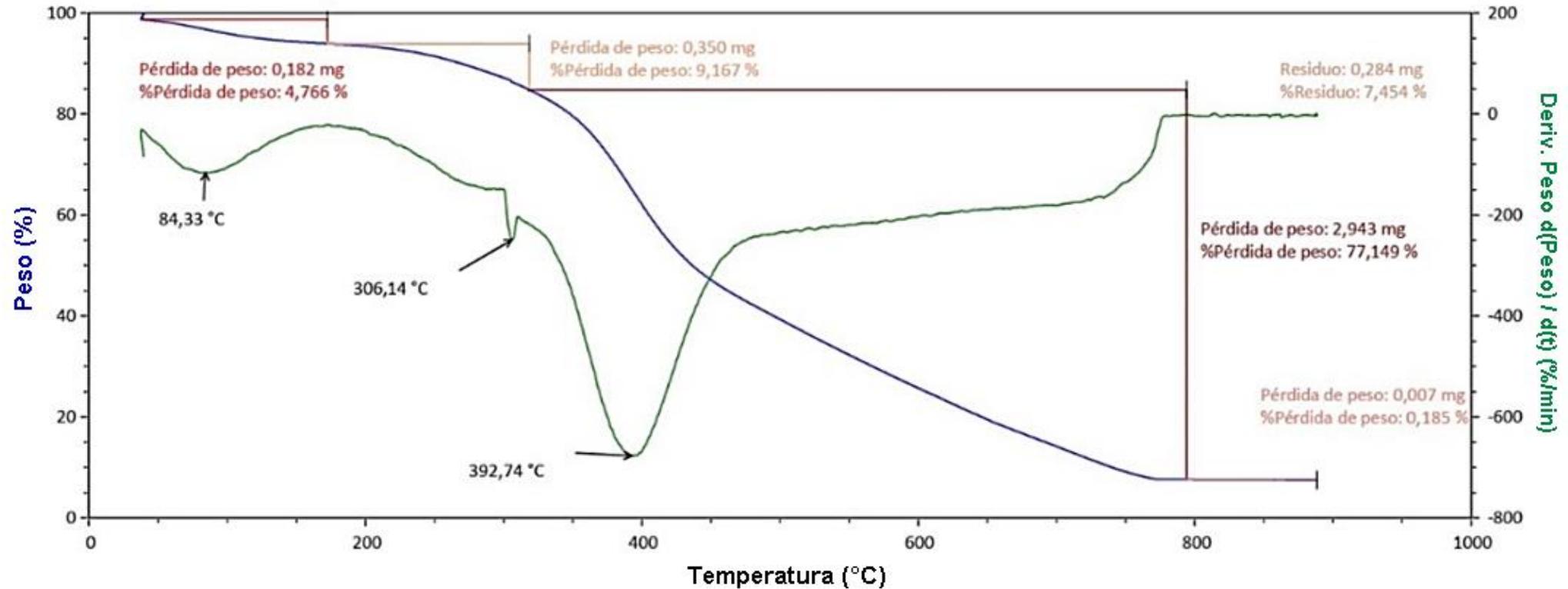
- 
- 01 INTRODUCCIÓN
 - 02 OBJETIVOS
 - 03 METODOLOGÍA
 - 04 RESULTADOS
 - 05 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



TGA – Polvo de cuero lavado (PCL)

Figura 2

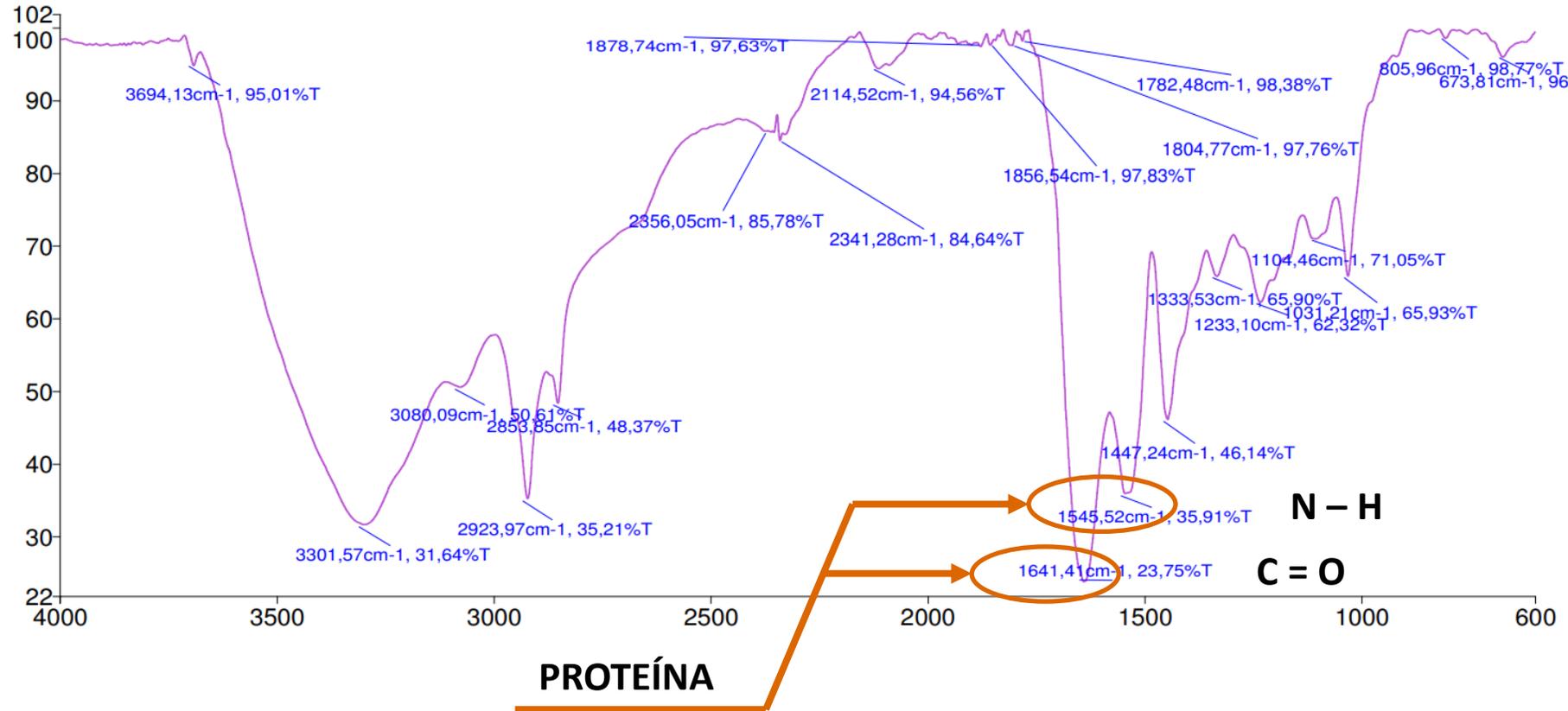
Análisis termogravimétrico TGA – Muestra de Polvo de cuero lavado



Nota. La imagen presenta los resultados obtenidos para los puntos de degradación del polvo de cuero lavado.

FTIR - Polvo de Cuero Lavado (PCL)

Figura 3
FTIR del polvo de cuero lavado (PCL).



Nota. Resultado del análisis por espectroscopía FT-IR del PCL.

FTIR - Polvo de Cuero Lavado (PCL)

Tabla 1

Números de onda obtenidos en el espectro FT-IR del polvo de cuero

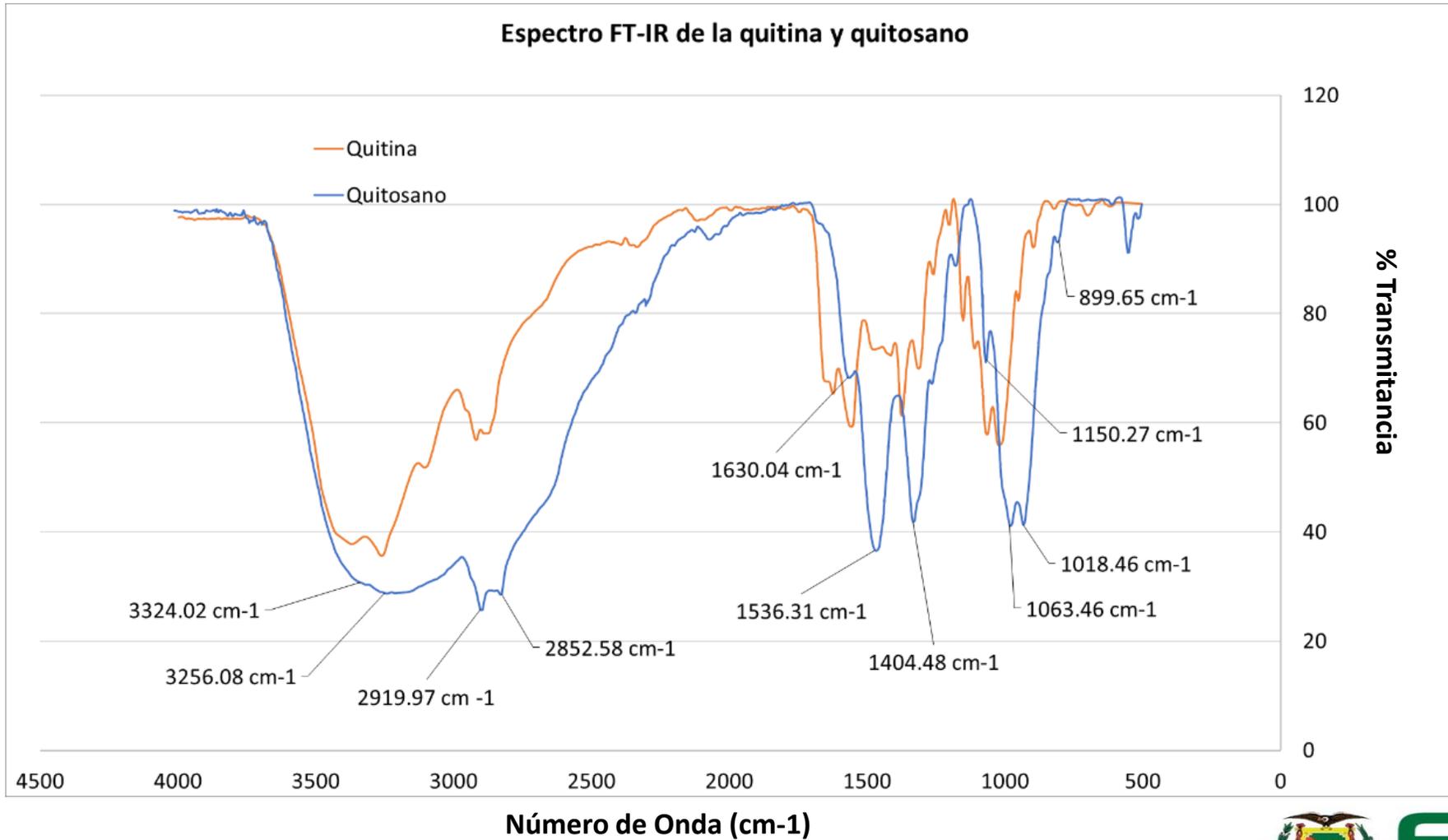
Apariencia	Intervalos cm-1	Absorción (cm-1)	Grupo
Fuerte, amplia	3550 – 3200	3301.57	O – H
			N – H
Débil, amplia	3200 – 2700	2923.97	O – H tensión
Fuerte, aguda	1650 – 1600	1641.41	C=O – grupo amida
Fuerte, aguda	1540	1545.52	flexión N–H de los aminoácidos
		1104.46	
Débil, amplia	1250 – 1000	1031.21	C – N y C = O de los aminoácidos del cuero
		1233.10	

Nota. Bandas características para los principales grupos funcionales del PCL.

FTIR QUITINA - QUITOSANO

Figura 4

FT-IR de la quitina y quitosano



Nota. Gráfico comparativo de la espectroscopía FT-IR obtenidas para quitina y quitosano.

Tabla 2

Números de onda obtenidos en el espectro FT-IR de la quitina y quitosano

Apariencia	Referencia (cm-1)	Experimental (cm-1)	Grupos principales Quitosano
Media	3450	3334	O – H
Media	3292	3256	N – H
Débil	2919 y 2862	2919.79 y 2852.58	Grupo C – H
Media	1655	1630.04	Amida I
Débil	1580	1536.31	Doblaje del grupo – NH ₂
Débil	1313	1404.48	Amida III
Media	1154	1150.27	Tensión del C-O-C
Alta y media	1082 y 1032	1063 y 1018	Vibración de estructura piranósica
Débil	896	899.65	Tensión C-H en partes anoméricas

Nota. Bandas características para los principales grupos funcionales del quitosano en referencia a los principales grupos funcionales obtenidos de Rodríguez Hamamura et al., (2010).

GRADO DE DESACETILACIÓN (DD) – QUITINA (DDQi) & QUITOSANO (DDQo)

Figura 5
Absorbancia IR de quitina (a) y quitosano (b)

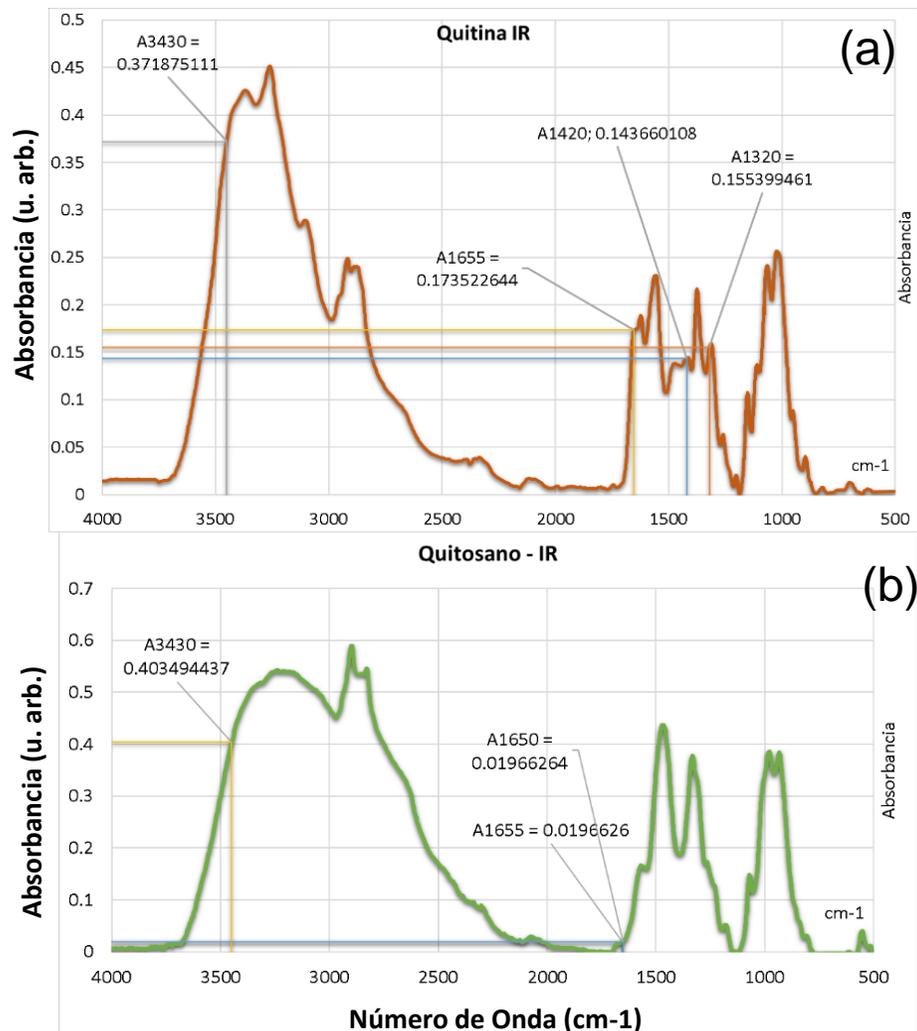


Tabla 3
Resultados de desacetilización de quitina (DDQi) y quitosano (DDQo)

Absorbancia	Abs	Metodología	%DD	Muestra
A1320	0.3734	Kazaai	22.33%	DDQi
A1420	0.17535			
A3450	0.403494	Domszy & Roberts	96.011%	DDQo
A1655	0.019663	Lima & Airoidi	96.379%	DDQo
A1650	0.021406	Baxter	94.395%	DDQo

Nota. Resultados obtenidos en función de las absorbancias encontradas en IR.

Formación de Películas

Tabla 4

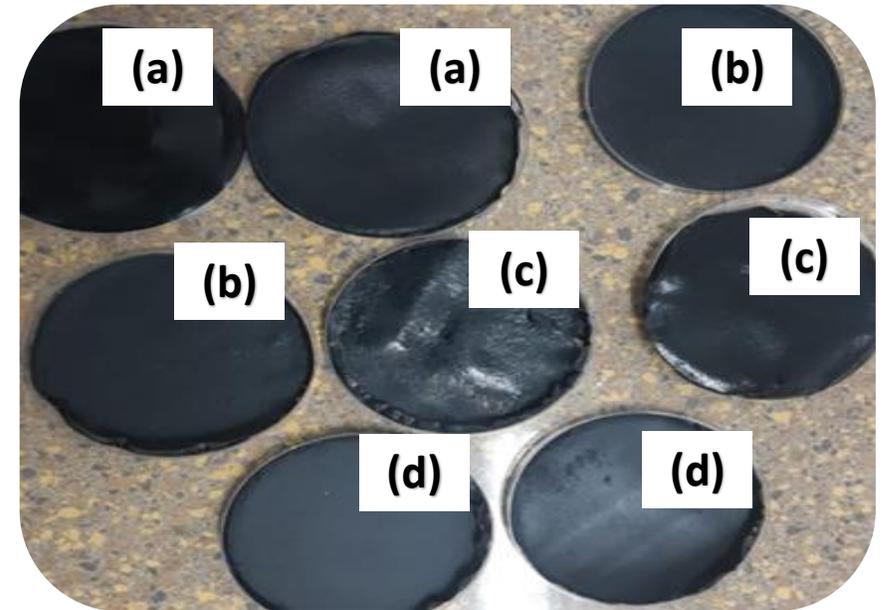
Diseño de factores y niveles de estudio utilizados

Tratamientos	Cod.	PCL (g)	Glicerina (g)
1	PCLQG1 (a)	1	1
2	PCLQG2 (b)	0.5	1
3	PCLQG3 (c)	1	2
4	PCLQG4 (d)	0.5	2

Nota. Composición de Polvo de Cuero Lavado (PCL) y Glicerina (G), manteniendo constante la proporción de Quitosano (Q) a 0.5 gramos, para la formación de películas PCLQG.

Figura 6

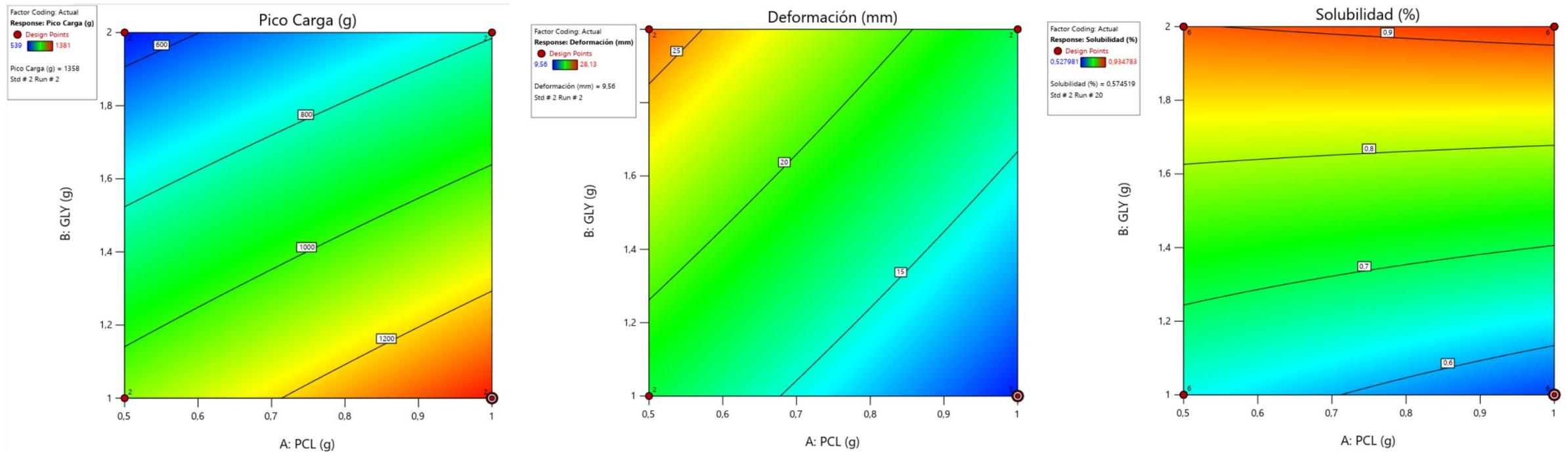
Películas PCLQG formadas



Nota. Películas PCLQG1 (a), PCLQG2 (b), PCLQG3 (c) y PCLQG4 (d) con dos repeticiones

Gráfica de Contorno – Pico Carga, Deformación y Solubilidad

Figura 7
Gráficos de Contorno



Nota. El gráfico de contorno muestra la capacidad de soporte de Pico carga (g), Solubilidad (%) y Deformación (mm) de la película formada.

Resultados del análisis termogravimétrico (TGA)

Figura 8
TGA de las películas PCLQG1, PCLQG2, PCLQG3 y PCLQG4

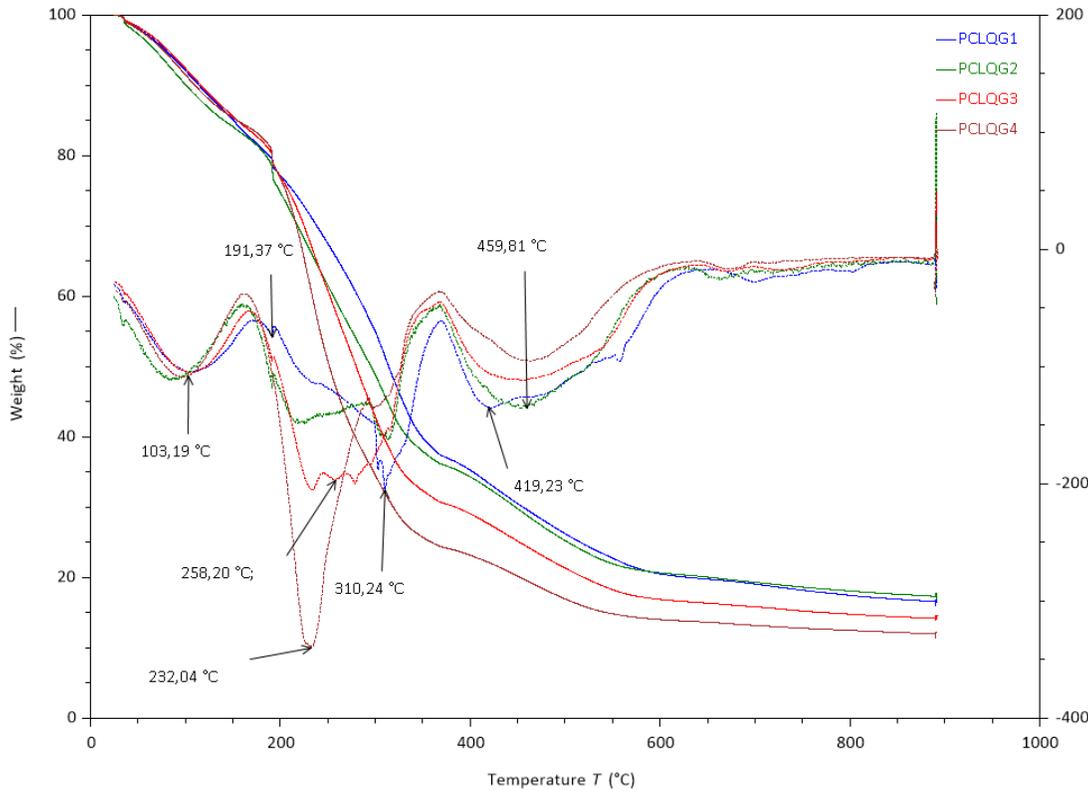
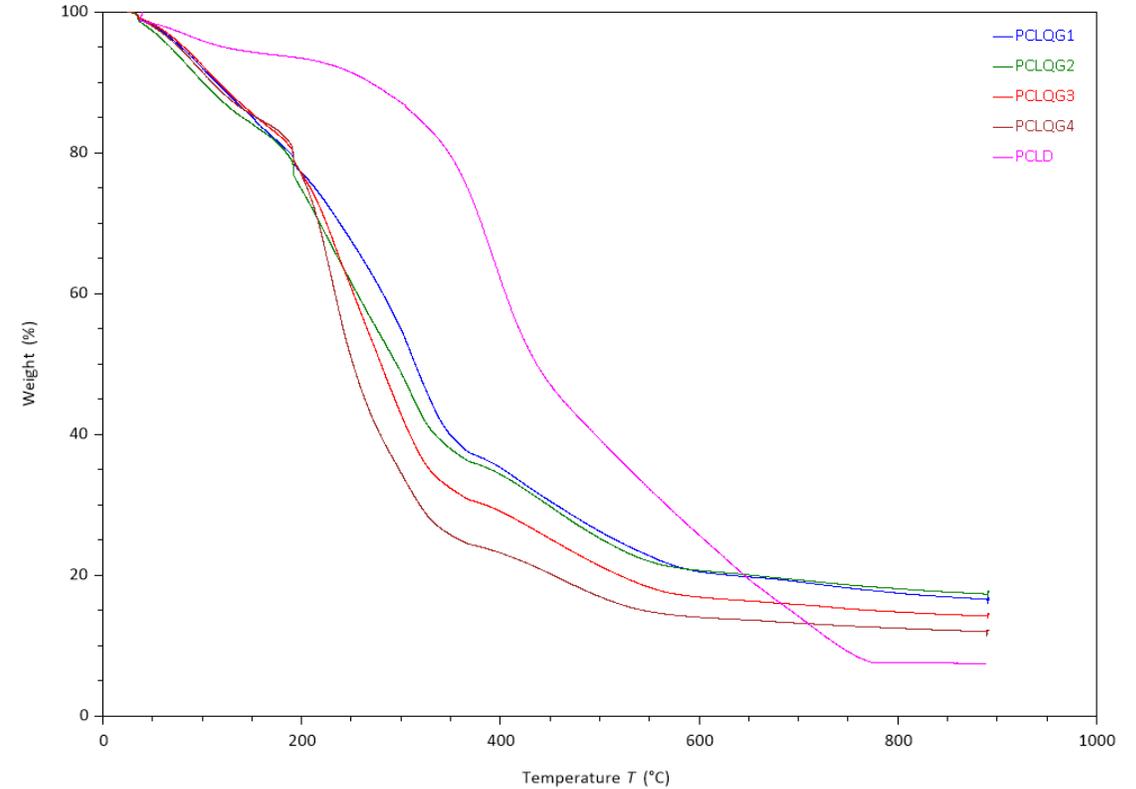


Figura 9
TGA – Composición PCLQG y PCL



Nota. La figura 6 muestra una comparativa respecto a la degradación térmica para las películas PCLQG obtenidas, la figura 7 muestra la resistencia térmica del material base (PCL) frente a las películas PCLQG.

Resultados del análisis termogravimétrico (TGA)

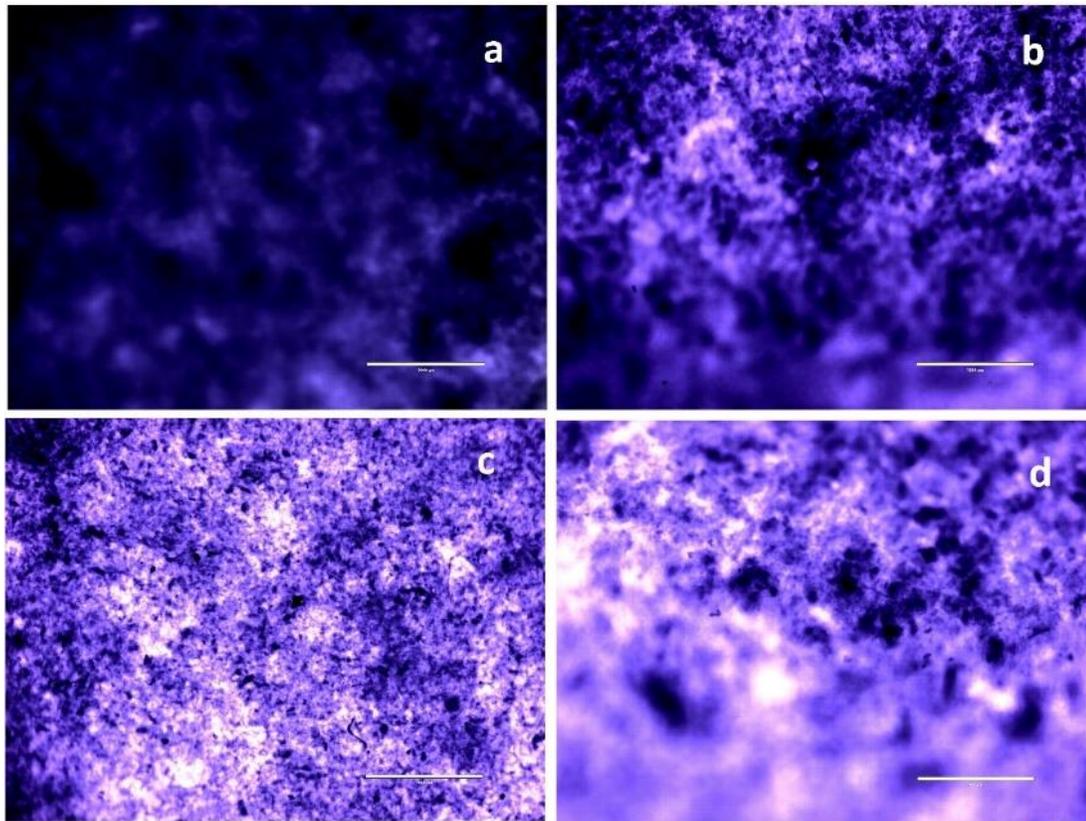
Tabla 5
Resultados de temperatura de degradación (TD) – Quitosano/Glicerol

Película	Valores de Referencia		Valores Experimentales		Muestra
	TD (°C)	%Pérdida peso	TD (°C)	%Pérdida peso	Código
Quitosano	313.3	35.62	310.24	40.469	PCLQG1
			314.06	40.028	PCLQG2
			314.19	47.582	PCLQG3
			-	-	PCLQG4
Quitosano/Glicerol	190 y 302	28.8	191.63	3.836	PCLQG1
			191.35	6.376	PCLQG2
			191.27	4.41	PCLQG3
			191.53	5.381	PCLQG4
Glicerol	236.7	-	-	-	PCLQG1
			221.43	-	PCLQG2
			233.96	-	PCLQG3
			231.12	-	PCLQG4

Nota. La presente tabla compara los valores obtenidos en el TGA para las muestras PCLGQ, en función de la referencia descrita por Cardenas & Miranda, (2004) para muestras de quitosano con glicerol.

Figura 10

Resultados capturados de Microscopia EVOS



Nota. La presente imagen denota las capturas tomadas por el Microscopio EVOS para las películas PCLQG1 (a), PCLQG2 (b), PCLQG3 (c) y PCLQG4 (d).



Resultados en pruebas de germinación con Acelga

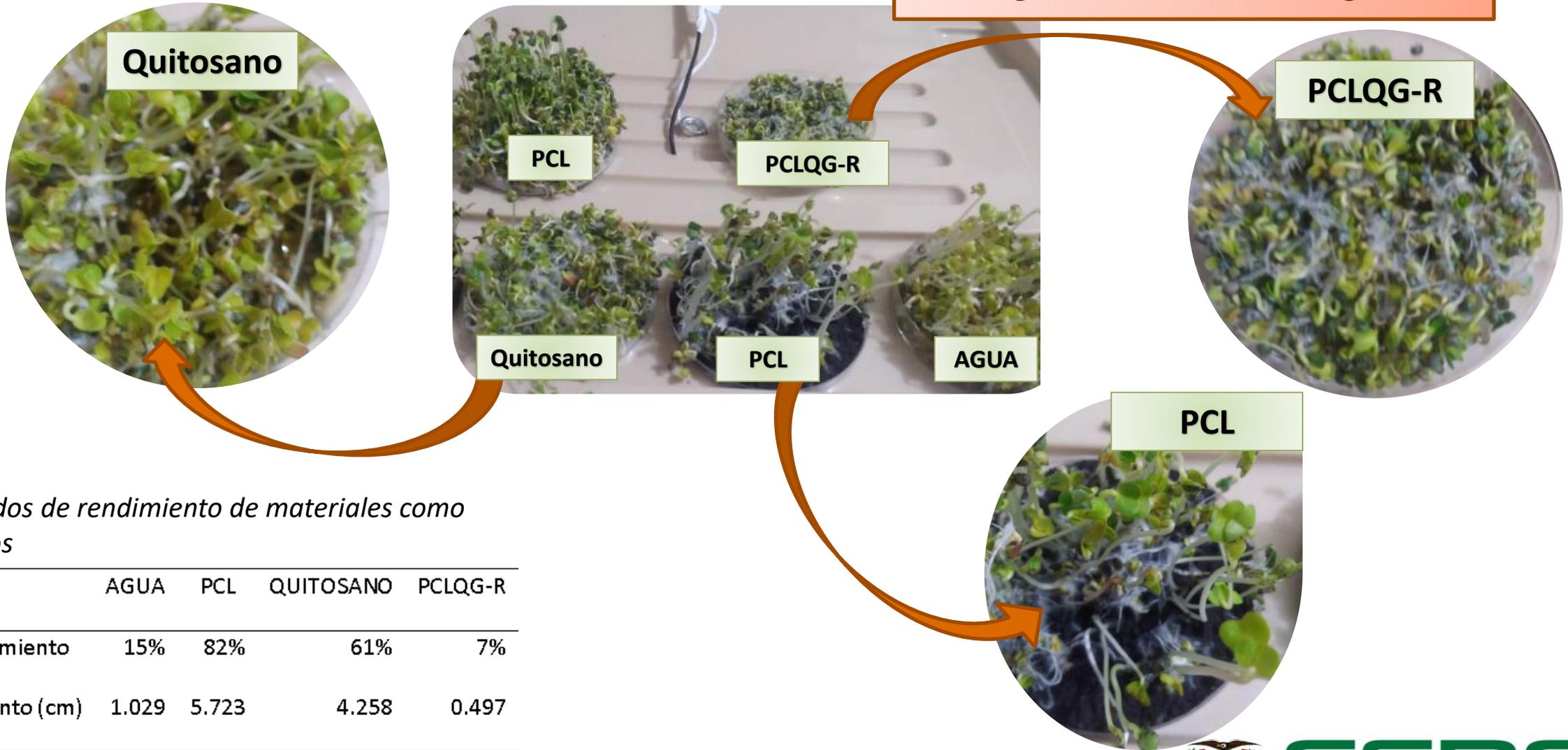


Tabla 6
Resultados de rendimiento de materiales como sustratos

	AGUA	PCL	QUITOSANO	PCLQG-R
%Rendimiento	15%	82%	61%	7%
Crecimiento (cm)	1.029	5.723	4.258	0.497

Nota. La presente tabla indica el uso de Agua, Polvo de Cuero Lavado (PCL), Quitosano, y la película PCLQG-R (en forma de recubrimiento R) como sustrato para la obtención del rendimiento en función de la longitud obtenida en la radícula de la Acelga.



CONTENIDO

- 
- 01 INTRODUCCIÓN
 - 02 OBJETIVOS
 - 03 METODOLOGÍA
 - 04 RESULTADOS
 - 05 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES

- La elaboración de un composite con quitosano, glicerina y polvo de cuero lavado (PCL) demuestran su efectividad en la **mejora de las propiedades mecánicas** del biopolímero de quitosano.
- La evaluación por medio de FTIR indica que **el producto final es limpio**, con una estructura **similar a la del colágeno** y sin apreciarse residuos significativos de cromo en los rangos preestablecidos. Esto demuestra la viabilidad de utilizar el polvo de cuero limpio en la elaboración de composites con quitosano para obtener un producto seguro y efectivo.
- Las películas formadas con quitosano, glicerina y polvo de cuero poseen propiedades mecánicas adecuadas para su implementación en aplicaciones específicas. Se encontró que estas películas resultan en **un biopolímero resistente y duradero** que puede ser utilizado en la fabricación de envases y materiales de embalaje biodegradables, materiales de revestimiento perforado para plantas y otras aplicaciones.

- Los resultados de las **pruebas de germinación a corto plazo** para la prolongación de la raíz de la especie vegetal acelga demuestran que la adición de polvo de cuero tratado en el composite con quitosano y glicerina en forma de sustrato resulta en un alto rendimiento del crecimiento en comparación con el agua y el quitosano solamente, con un **82% de crecimiento en el Polvo de Cuero Lavado (PCL)** en comparación con un 15% en el agua y un 61% en el quitosano. Estos resultados sugieren que el uso de polvo de cuero puede ser una **alternativa prometedora para mejorar la germinación y crecimiento de plantas.**



- Se propone realizar un estudio antimicrobiano de la película obtenida a fin de mejorar su resistencia frente a microorganismos dañinos.
- Implementar la incorporación de plastificantes hidrofóbicos para aumentar la resistencia al agua de la película PCLQG.
- Realizar perforaciones en las películas PCLQG-R para incrementar la aeración de las especies vegetales y optimizar su crecimiento.
- Se recomienda incorporar el polvo de cuero de la industria de la curtiembre en matrices poliméricas de industrias plásticas para su mejoramiento mecánico.



¡Gracias!



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA