



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Carrera de  
Petroquímica**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA  
ENERGÍA Y MECÁNICA**

**TEMA: DESARROLLO DE UN ADHESIVO NATURAL A PARTIR  
DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA SU UTILIZACIÓN  
EN MATERIALES DE MADERA**

**AUTORA: NARANJO MARTÍNEZ, HEIDY FERNANDA**

**TUTOR: PHD. RODRIGUEZ MAECKER, ROMAN NICOLAY**



CONTENIDO INTRODUCCIÓN

---

OBJETIVOS

---

METODOLOGÍA

---

ANÁLISIS DE RESULTADOS

---

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

---

# INTRODUCCIÓN



Planta oleaginosa de crecimiento anual, alcanza una altura entre 1 y 2 metros

Crece en zonas tropicales en transición hacia sub-tropicales

Producción de 27 toneladas anuales en el Ecuador

## *Semilla de ajonjolí*

Se compone de:  
ácidos grasos  
insaturados, un  
20% de  
proteínas y el  
resto de fibra,  
almidones  
complejos y  
agua

Pequeña,  
oleaginosa y de  
color  
amarillento

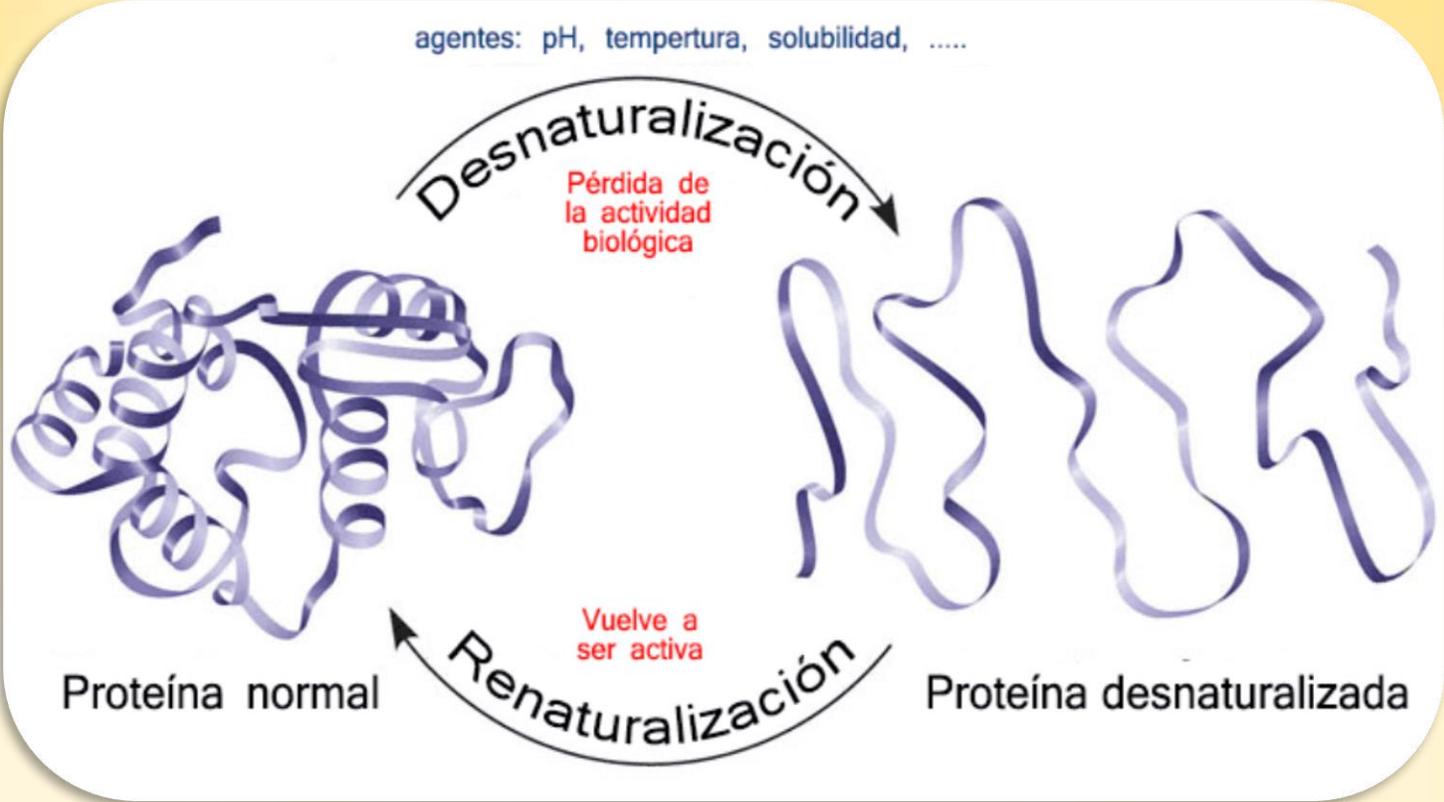
Usos  
principales:  
cocina y  
repostería , al  
igual que en  
cosmetología.



PROTEÍNA DE AJONJOLÍ



18 gr de proteína en 100 gr de ajonjolí





CONTENIDO INTRODUCCIÓN

---

OBJETIVOS

---

METODOLOGÍA

---

ANÁLISIS DE RESULTADOS

---

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

---

# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un adhesivo natural a partir de residuos agroindustriales para su utilización en materiales de madera.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Acondicionar la torta residual de ajonjolí mediante extracción sólido - líquido para su utilización como materia prima.

Obtener el aislado proteico mediante una extracción alcalina para su posterior uso en la elaboración de un adhesivo natural.

Elaborar el adhesivo natural mediante la modificación del aislado proteico para su empleo en materiales de madera.

Identificar los beneficios en las propiedades adhesivas del aislado proteínico modificado, mediante pruebas fisicoquímicas.

CONTENIDO INTRODUCCIÓN

---

OBJETIVOS

---

**METODOLOGÍA**

---

ANÁLISIS DE RESULTADOS

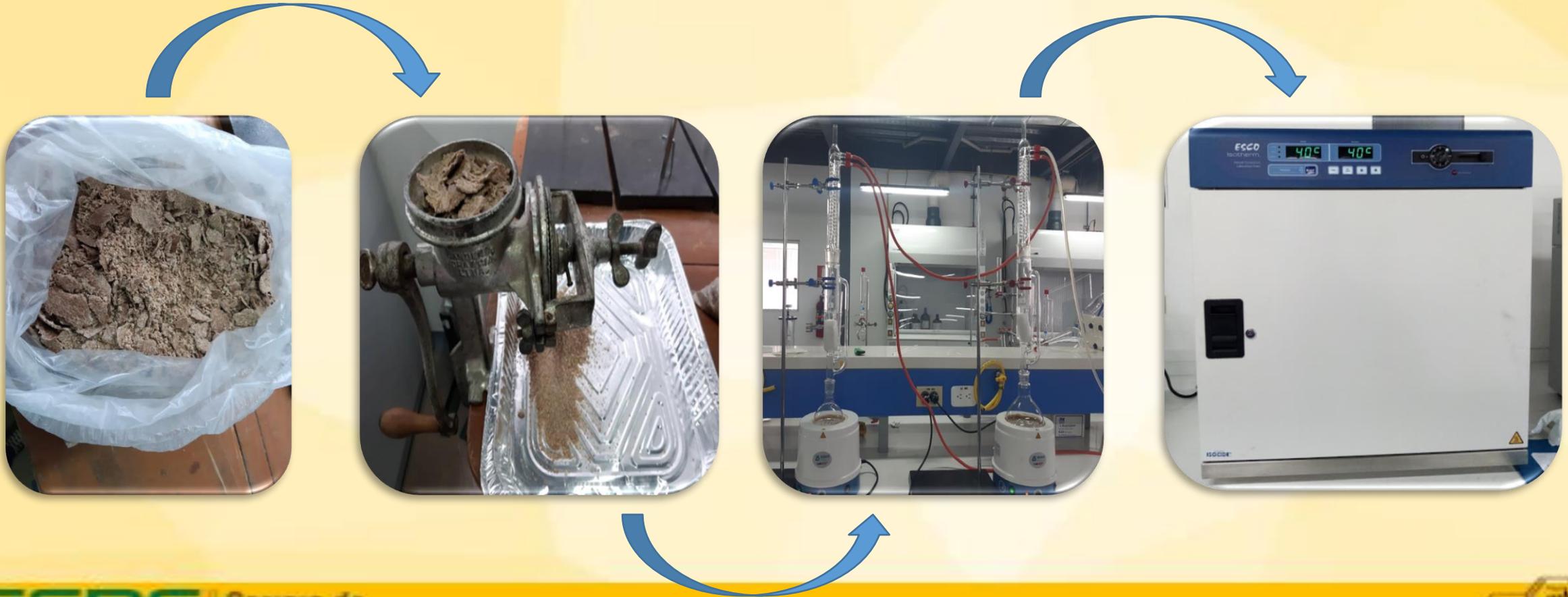
---

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

---

# METODOLOGÍA

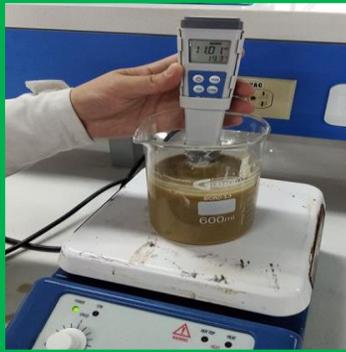
## ACONDICIONAMIENTO Y DESENGRASADO DE LA TORTA RESIDUAL



# EXTRACCIÓN ALCALINA DE LA PROTEÍNA



Tamizado



Extracción  
alcalina a Ph  
11



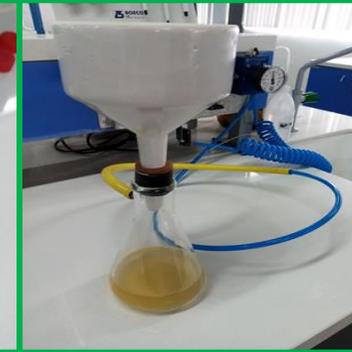
Centrifugación



Separación de  
la proteína en  
el  
sobrenadante



Precipitado  
que contiene  
la proteína



Lavado del  
aislado  
proteico



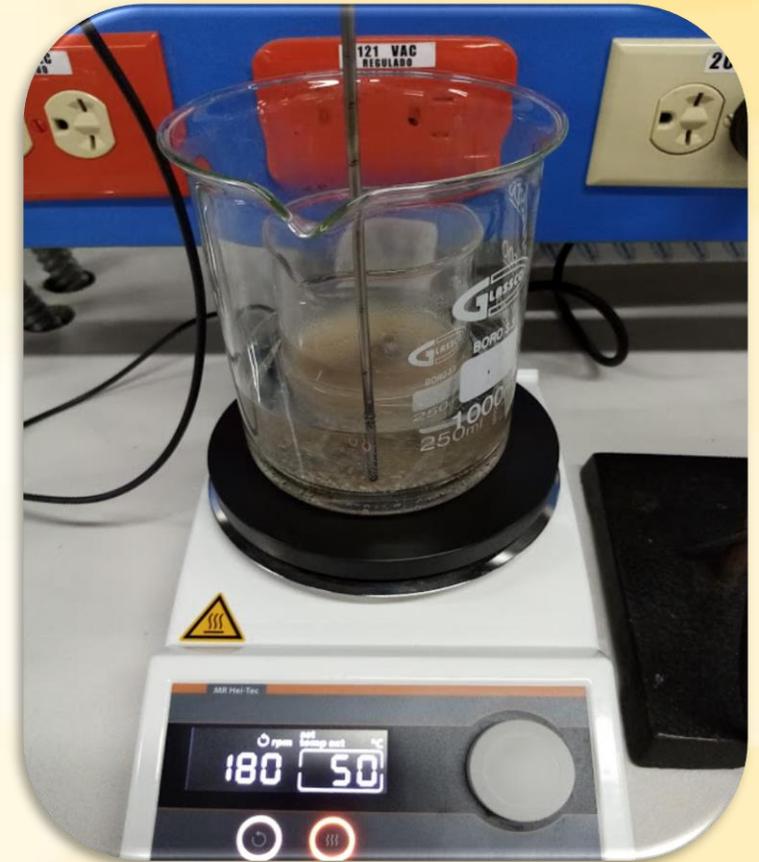
Proteína  
Obtenida

# OBTENCIÓN DEL ADHESIVO NATURAL

8 gramos del aislado proteico en 140 ml

Alteración del Ph al añadir NaOH a cierta temperatura a 180 rpm variando el tiempo de reacción

Concluido el tiempo de reacción, se obtuvo el adhesivo natural



CONTENIDO INTRODUCCIÓN

---

OBJETIVOS

---

METODOLOGÍA

---

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

---

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

---

# RESULTADOS

## TRATAMIENTO DE LA TORTA RESIDUAL

*RENDIMIENTO DE MOLIENDA DE LA TORTA DE  
AJONJOLÍ*

Torta	Rendimiento de Molienda
Ajonjolí	80%



## DESENGRASADO DE LA TORTA RESIDUAL

*CANTIDAD OBTENIDA DE TORTA DESENGRASADA Y ACEITE RESIDUAL EN GRAMOS.*

<b>Nº Réplicas</b>	<b>Torta Residual (g)</b>	<b>Torta desengrasada (g)</b>	<b>Aceite residual (g)</b>
47	1240,7838	1039,339	201,4448

*MASA DE TORTA RESIDUAL, ANTES Y DESPUÉS DE  
LA EXTRACCIÓN SOXHLET*

<b>Masa inicial de Torta Antes – Extracción Soxhlet</b>	<b>Masa final de Torta Después– Extracción Soxhlet</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>1240,7838</b>	<b>1039,339</b>	<b>83,7647 %</b>



*PORCENTAJE DE ACEITE PRESENTE EN LA TORTA RESIDUAL DE AJONJOLÍ*

Torta	Nº de repeticiones	Aceite residual en gramos	% de aceite residual
Ajonjolí	47	201,4448	16,23%

*ANÁLISIS DE DISPERSIÓN DE DATOS PARA EL ACEITE PRESENTE EN LA TORTA RESIDUAL*

Media	4,2860
Desviación Estándar (s)	0,31
Intervalo de Confianza ( $\mu$ )	95%
Superior	4,37
Inferior	4,19



# EXTRACCIÓN ALCALINA DE LA PROTEÍNA

## *RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE PROTEÍNA*

<b>Nº Réplicas</b>	<b>Torta desengrasada (g)</b>	<b>Cantidad Proteína Extraída (g)</b>	<b>de Cantidad proteína (g)</b>	<b>de Rendimiento (%) teórica</b>
23	920	161,37	165,6	97,44

## *ANÁLISIS DE DISPERSIÓN DE DATOS PARA LA PROTEÍNA PRESENTE EN LA TORTA DESENGRASADA DE AJONJOLÍ*

Media	7,016
Desviación Estándar (s)	0,096
Intervalo de Confianza ( $\mu$ )	95%
Superior	7,057
Inferior	6,97

# CONCLUSIONES

- La torta residual de ajonjolí es considerada un desecho agroindustrial, constituida principalmente por material proteico. De acuerdo a esta investigación, la torta residual de ajonjolí puede ser considerada una materia prima óptima para la elaboración de diversos productos, entre ellos un adhesivo natural debido a la cantidad de proteína que presenta.
- La utilización de NaOH como base fuerte en la extracción alcalina de la proteína, presentó un rendimiento del 97,44% considerándose un alto porcentaje en comparación a la cantidad de proteína teórica presente en la torta residual de ajonjolí, siendo la extracción alcalina uno de los métodos más eficientes al momento de sustraer la proteína.
- Independientemente de la proteína, la adición de un modificador como el NaOH, permite la desnaturalización de la proteína de ajonjolí lo que provoca que esta pueda interactuar con otros materiales cuando esta se encuentra en solución, como la madera o el papel. Al añadir este modificador a la proteína obtenida, mejoró la capacidad de adhesión de la misma, lo que se pudo observar al poner el contacto el adhesivo con dos láminas de madera triplex.

- Mediante observación, se determinó las condiciones óptimas para la producción del adhesivo natural por medio del diseño experimental Box-Behnken, estas fueron a la temperatura de 50°C, con un pH de 10 y un tiempo de reacción de 60 min, permitiendo la unión covalente entre el material celulósico polar de la madera con los grupos hidroxilo presentes en el adhesivo natural de la proteína de ajonjolí cuyos aminoácidos son en su mayoría polares.
- En el proceso de elaboración del adhesivo se pudo observar que no es necesario que la proteína se encuentre totalmente seca, debido que al modificarla, la misma tiene que ser re-humectada, por lo que para la elaboración del adhesivo se puede partir con proteína con concentración de 50 % de humedad, lo que favorece en la disminución de costos en materia prima, y energía.

# RECOMENDACIONES

- El proceso de liofilizado para el secado de la proteína extraída permite un mejor desempeño en la elaboración del adhesivo natural, por lo que se recomienda tomar en cuenta dicho proceso para liberar la humedad de las muestras.
- Se propone realizar un estudio de factibilidad económica en la obtención de productos biodegradables, como el adhesivo natural a partir de residuos agroindustriales en el Ecuador.
- Luego de la extracción soxhlet se recomienda realizar una rota-evaporación para así poder recuperar el disolvente utilizado y separar las sustancias que se disolvieron en el mismo.
- La torta residual de ajonjolí es una materia prima potencial en la industria petroquímica, debido a la cantidad de proteína que posee, por lo tanto, se recomienda realizar más estudios que permitan determinar nuevas rutas de reacción para la obtención de nuevos productos.

# GRACIAS