



CICLO 2020

# DESAFIOS Y OPORTUNIDADES EN BIOMASA Y BIOENERGÍA RURAL EN IBEROAMERICA

Organizado por Red Iberoamericana de Tecnologías de Biomasa y Bioenergía Rural

[www.cytmed.org/es/rebibir](http://www.cytmed.org/es/rebibir)  
[www.redrebibir.wordpress.com](http://www.redrebibir.wordpress.com)  
[redrebibir@gmail.com](mailto:redrebibir@gmail.com)

27.05.2020

Transmite: NODO ESPAÑA  
Grupo: ENERGYLAB



TEMA WEBINAR:

**“Micro-cogeneración a partir de biomasa residual: eficiencia térmica y eléctrica en un Ciclo Rankine Orgánico”**

DISERTANTE:  
DRA. ING. YARIMA  
TORREIRO VILLARINO

Con el apoyo de :





Centro Tecnológico de Eficiencia  
y Sostenibilidad Energética

## Ciclo de webinarios REBIBIR

«Micro-cogeneración a partir de  
biomasa residual: eficiencia térmica  
y eléctrica en un Ciclo Orgánico de  
Rankine»

Yarima Torreiro Villarino  
Vigo (España), mayo 2020

# Índice

- Introducción
- Objetivo
- Materiales
- Métodos
- Resultados
- Conclusiones

# Índice

## ➤ Introducción

➤ Objetivo

➤ Materiales

➤ Métodos

➤ Resultados

➤ Conclusiones

## Introducción- Biomasa

- En las últimas décadas se han usado más que nunca en la historia los combustibles fósiles.



Subida costes

Recursos  
limitados



Impacto medioambiental

- Necesidad de buscar y fomentar nuevas fuentes de energía.

Biomasa  
residual

Biomasa



Energía  
térmica



Energía  
eléctrica

- Renovable
- Localmente disponible (ideal **zonas aisladas**)
- Mejora competitividad, empleo y desarrollo regional



# Introducción- Valorización energética biomasa

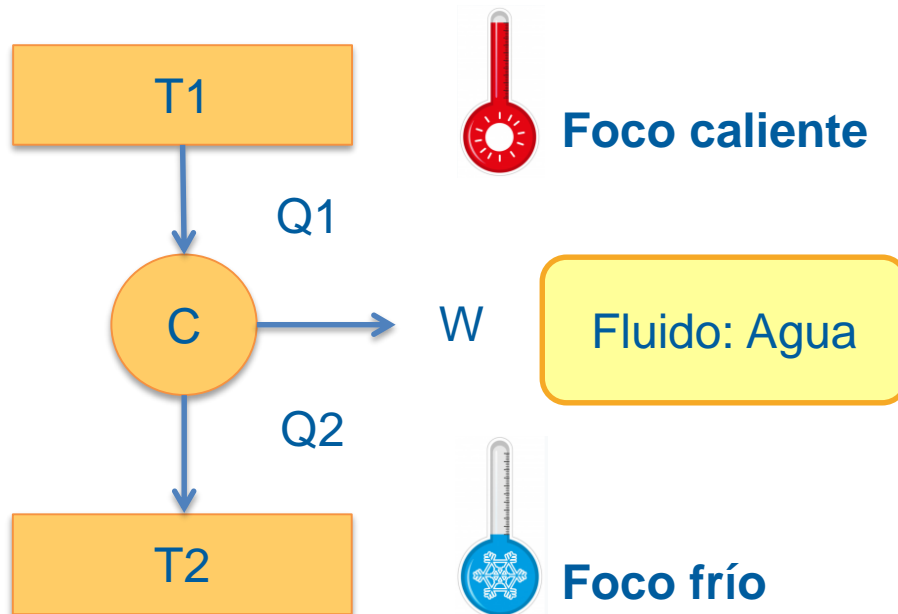
- Opciones valorización energética → Cogeneración



Microcogeneración  
(< 50 kW)

- Cogeneración a partir de combustión de biomasa →

Ciclo de Rankine



Eficiencia teórica

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

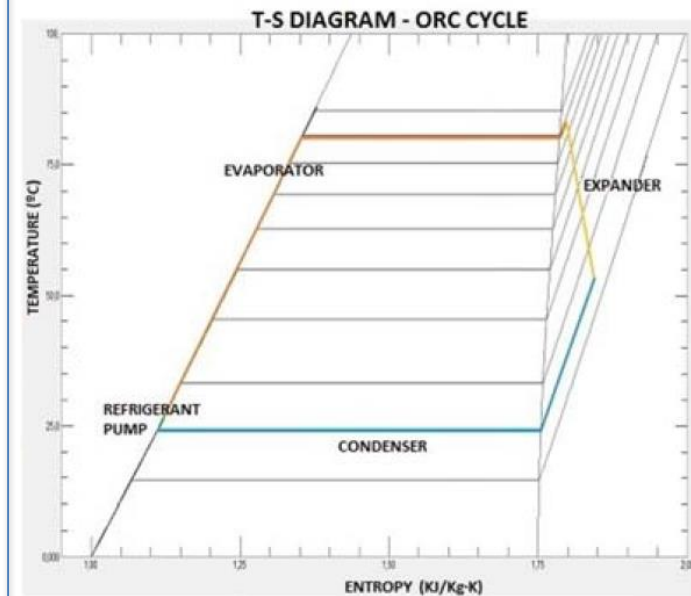
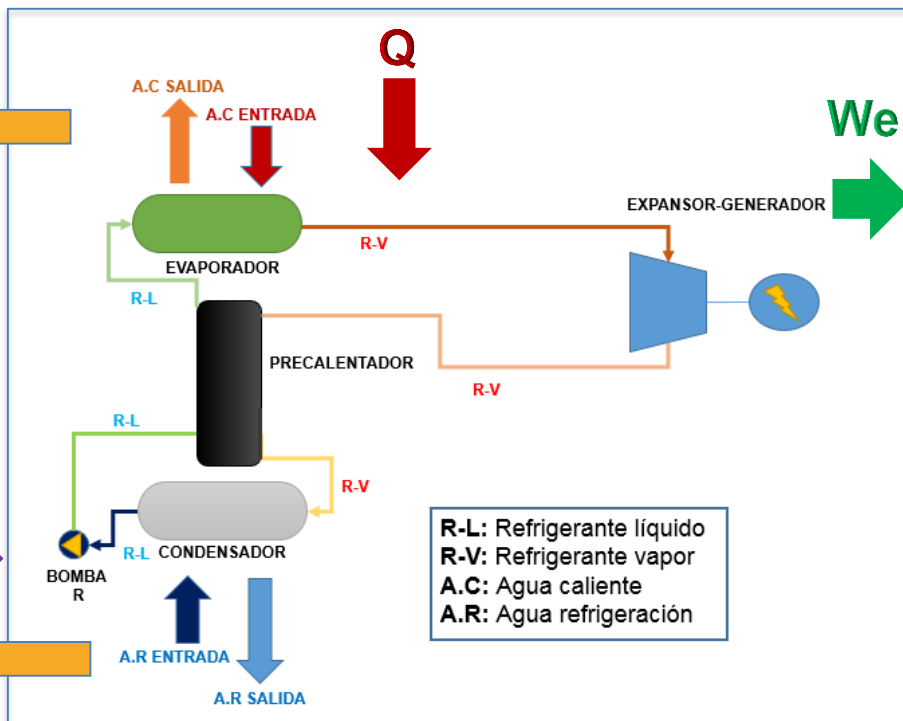
Fórmula de Carnot

# Introducción- Ciclo Orgánico de Rankine (ORC)

Fluido orgánico

Elevado peso molecular  
Punto ebullición  
< 100° C

$$\eta = \frac{W_e - W_b}{Q}$$



# Índice

- Introducción
- **Objetivo**
- Materiales
- Métodos
- Resultados
- Conclusiones



## Objetivo

- Evaluar la **viabilidad de aplicación de microcogeneración** como sistema de valorización energética de **biomasas residuales agrícolas** no valorizadas **y matorral** (restos de poda de vid, kiwi, tojo) mediante un ORC acoplado a una caldera de biomasa (planta de microcogeneración).



**BIOMASA NO  
VALORIZADA**



# Índice

- Introducción
- Objetivo
- **Materiales**
- Métodos
- Resultados
- Conclusiones

## Materiales

- Pellets cilíndricos con diámetro de 6 mm y longitud < 40 mm (D06)

KIWI



TOJO



VID



- Pellets de pino con certificación ENplus A1 (**combustible referencia**)

# Índice

- Introducción
- Objetivo
- Materiales
- **Métodos**
- Resultados
- Conclusiones



# Métodos- Planta de microcogeneración



**Caldera  
policombustible  
(60 kW)**



**Aerorrefrigerador**



**ORC**



<b>Potencia eléctrica nominal/máxima (kW)</b>	4/4,4
---	-------

<b>Potencia térmica nominal de entrada (kW)</b>	50
---	----

<b>Fluido de trabajo</b>	Hidro- fluoro- carbono R245fa
--------------------------	--

<b>Rendimiento eléctrico mínimo (%)</b>	7,5
---	-----

<b>Rendimiento térmico mínimo (%)</b>	83
---	----



## Métodos- Banco de ensayos/Ecuaciones

- Pruebas experimentales basadas fundamentalmente en variar las condiciones de disipación: temperatura del foco caliente entre 82°C - 98°C y temperatura del foco frío prácticamente constante.

### Cálculos

$$\text{Rendimiento eléctrico bruto (RE)} = \frac{\text{Potencia eléctrica bornas generador (kWe)}}{\text{Potencia térmica aportada en el evaporador (kWt)}}$$

$$\text{Rendimiento térmico (RT)} = \frac{\text{Calor cedido por el condensador (kWt)}}{\text{Calor captado en el evaporador (kWt)}}$$

$$\text{Rendimiento cogeneración} = RE_{\text{neto}} + RT$$

$$\text{Calor cedido condensador} = \rho \cdot Q \cdot C_p (T_{\text{agua,salida}} - T_{\text{agua,entrada}})$$

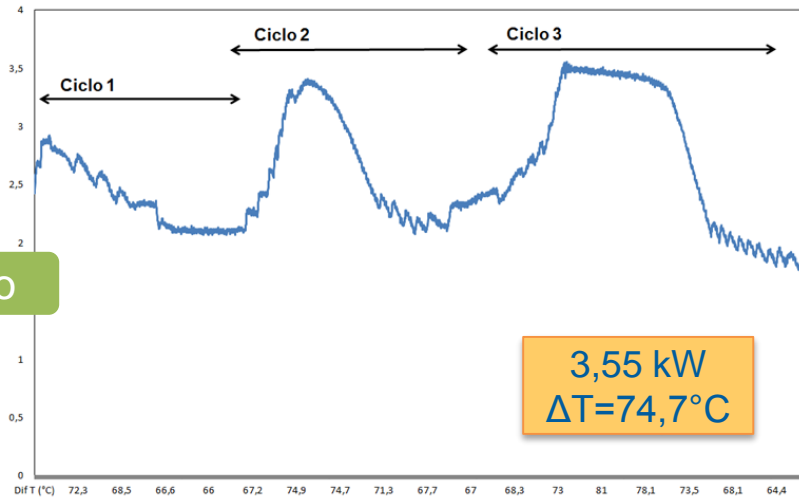
$$\text{Calor captado evaporador} = \rho \cdot Q \cdot C_p (T_{\text{agua,entrada}} - T_{\text{agua,salida}})$$

# Índice

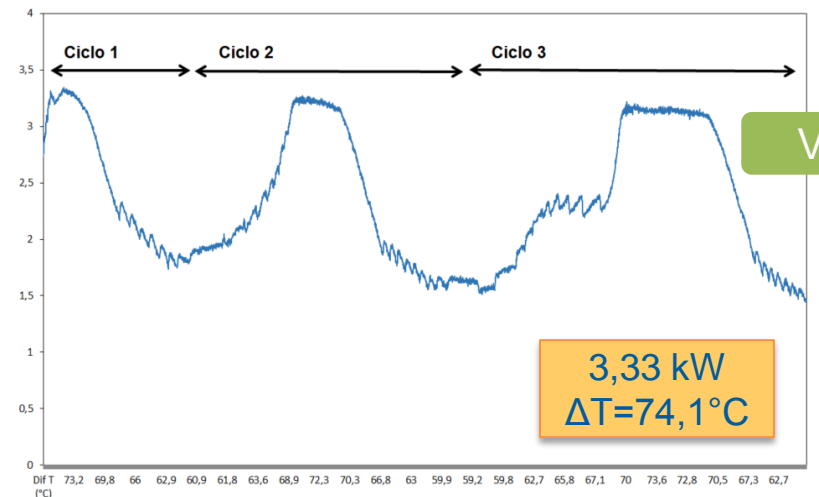
- Introducción
- Objetivo
- Materiales
- Métodos
- **Resultados**
- Conclusiones

# Resultados obtenidos- Potencia eléctrica (kW)

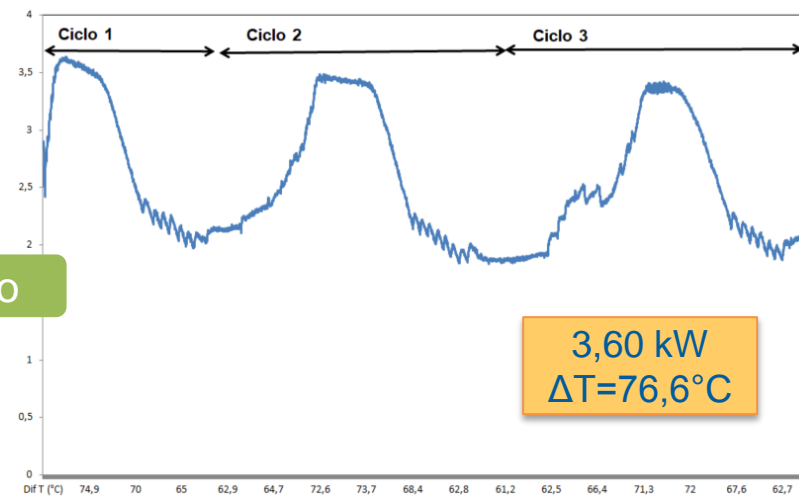
Pino



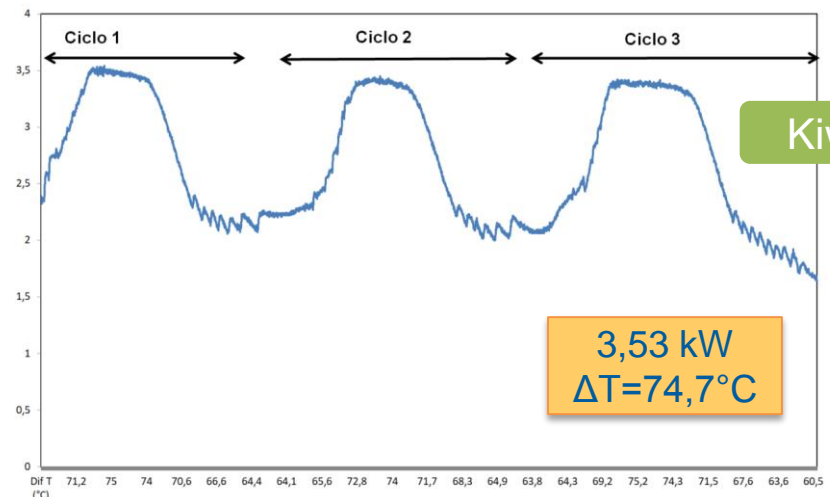
Vid



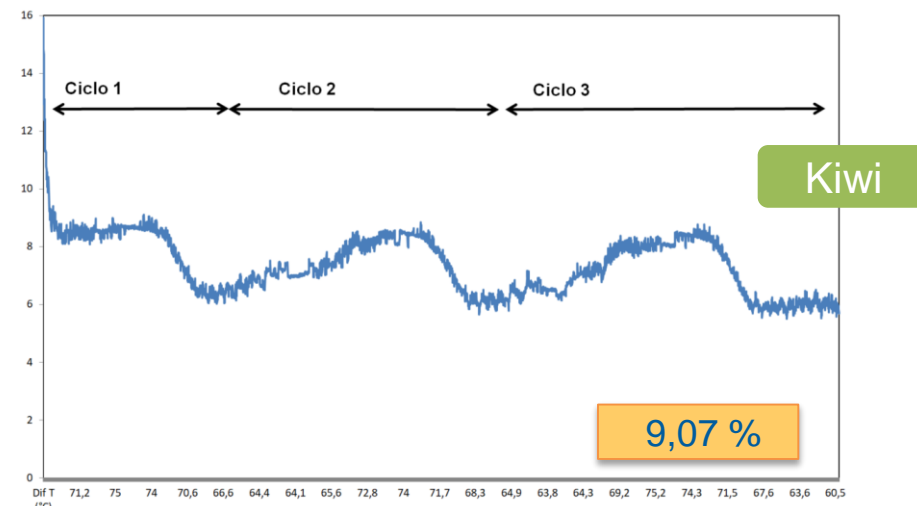
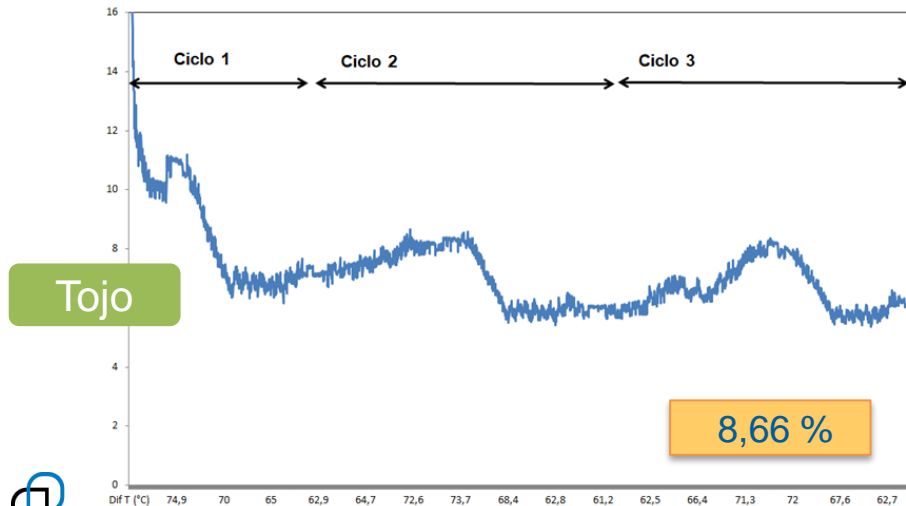
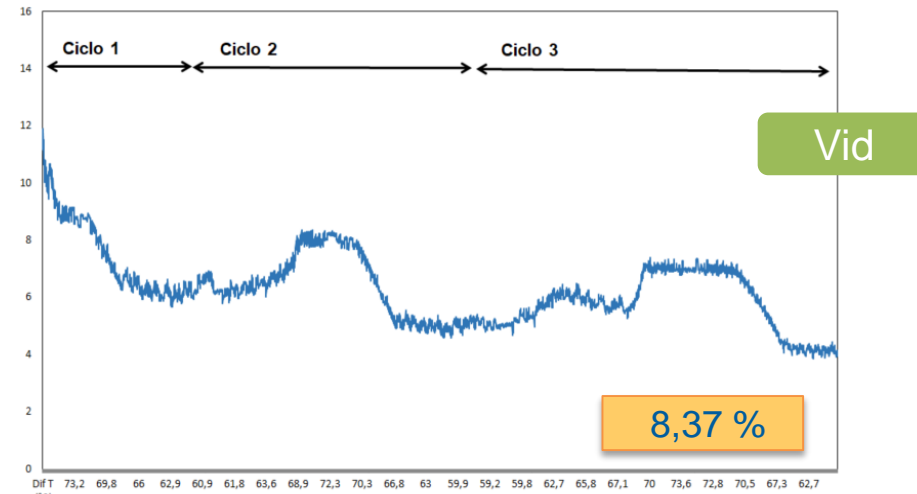
Tojo



Kiwi



# Resultados obtenidos- Rendimiento eléctrico neto (%)



## Resultados obtenidos

### Caracterización módulo cogeneración

T entrada agua evaporador (° C)	89,5
T entrada agua al condensador (° C)	15,8
Potencia eléctrica bruta (kW)	3,85
Potencia eléctrica neta (kW)	3,31
Potencia térmica captada (kW)	35,02
Calor útil producido (kW)	34,47
Rendimiento eléctrico bruto (%)	10,99
Rendimiento eléctrico neto (%)	<b>9,45</b>
Rendimiento térmico (%)	99,42
Eficiencia cogeneración (%)	≥100

Eficiencias de cogeneración 96 %



# Índice

- Introducción
- Objetivo
- Materiales
- Métodos
- Resultados
- **Conclusiones**

## Conclusiones

- El ORC empleado únicamente **atiende a la diferencia de temperatura entre focos y no al material empleado.**
- Las **diferencias de temperatura entre el foco caliente y el foco frío** influyen de un modo significativo en los resultados obtenidos.
- **Los rendimientos eléctricos y de cogeneración** obtenidos se aproximan a los **máximos** del equipo **en las condiciones de funcionamiento óptimas**, siendo éste último **próximo a un 96%.**
- La microcogeneración se perfila como un **método idóneo para la valorización energética de las biomasaas residuales seleccionadas** convirtiéndolo en una opción a tener en cuenta para el **abastecimiento energético a pequeña escala.**



Centro Tecnológico de Eficiencia  
y Sostenibilidad Energética



# Gracias por su atención

[yarima.torreiro@energylab.es](mailto:yarima.torreiro@energylab.es)