

Diseño y fabricación de secador solar de túnel tipo Hohenheim modificado para secado de almidón de sagú

**Carlos Armando De Castro
Orlando Porras Rey**

**Universidad de los Andes
Departamento de Ingeniería Mecánica
2012**

1. Introducción

- Contexto: programa OPEN de la Cámara de Comercio de Bogotá para la transferencia de tecnología de soluciones con energías renovables.

1. Introducción



1. Introducción



1. Introducción



1. Introducción



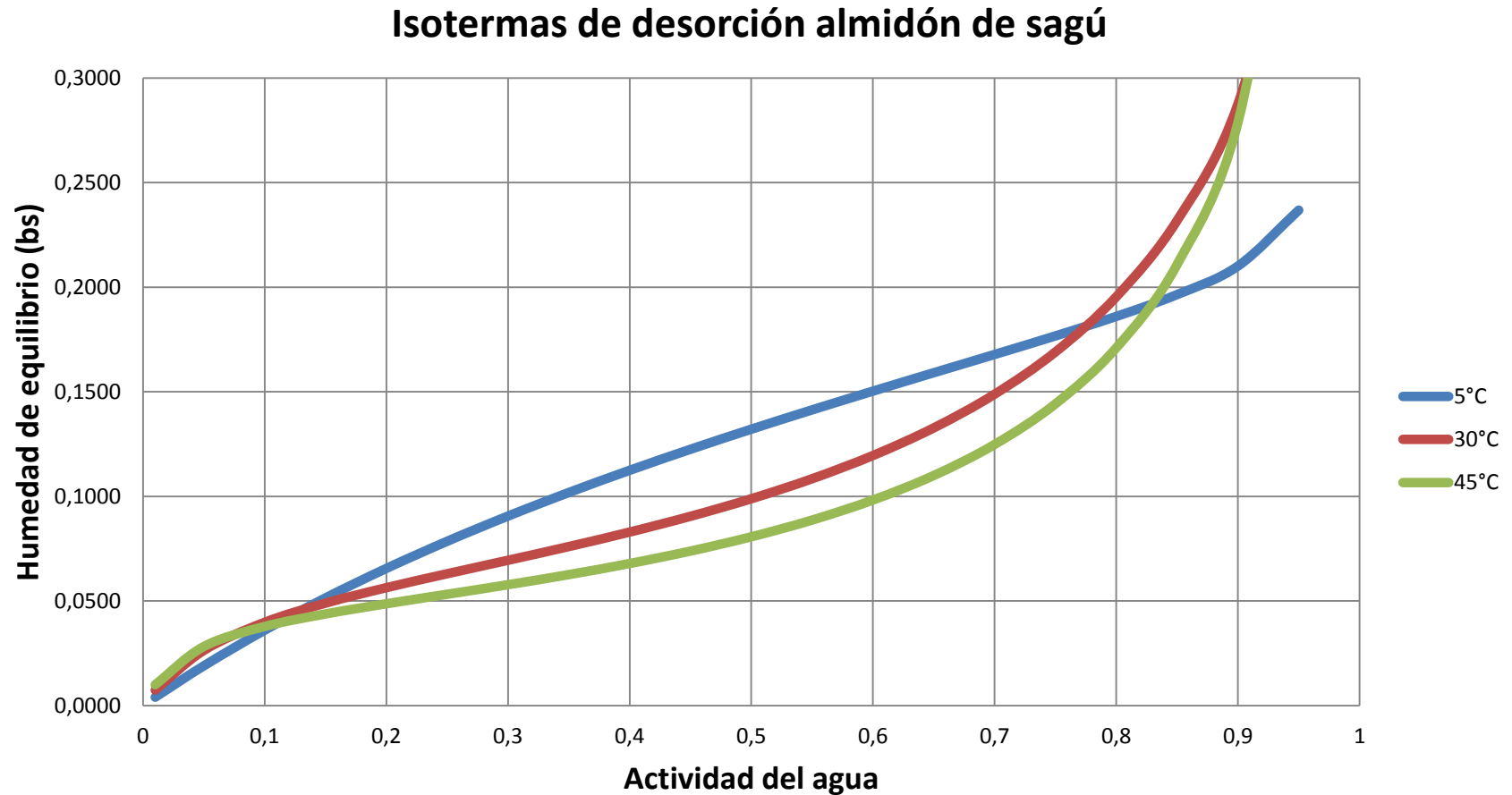
1. Introducción

- Objetivo: acelerar el proceso de secado del almidón de sagú.
- Mejorar la calidad del producto final.
- Transferir tecnología reproducible con los medios disponibles a pequeños productores.

2. Materiales y métodos

- Diseño basado en el secador tipo túnel de Hohenheim, modificado con una chimenea para inducir flujo natural.
- Modelo matemático para calcular comportamiento del secador.
- Se construyó un prototipo en acero para pruebas de comportamiento y uno final en madera con ventiladores accionados por paneles fotovoltaicos.

2. Materiales y métodos



Ref: Tesis Pedro Moreno

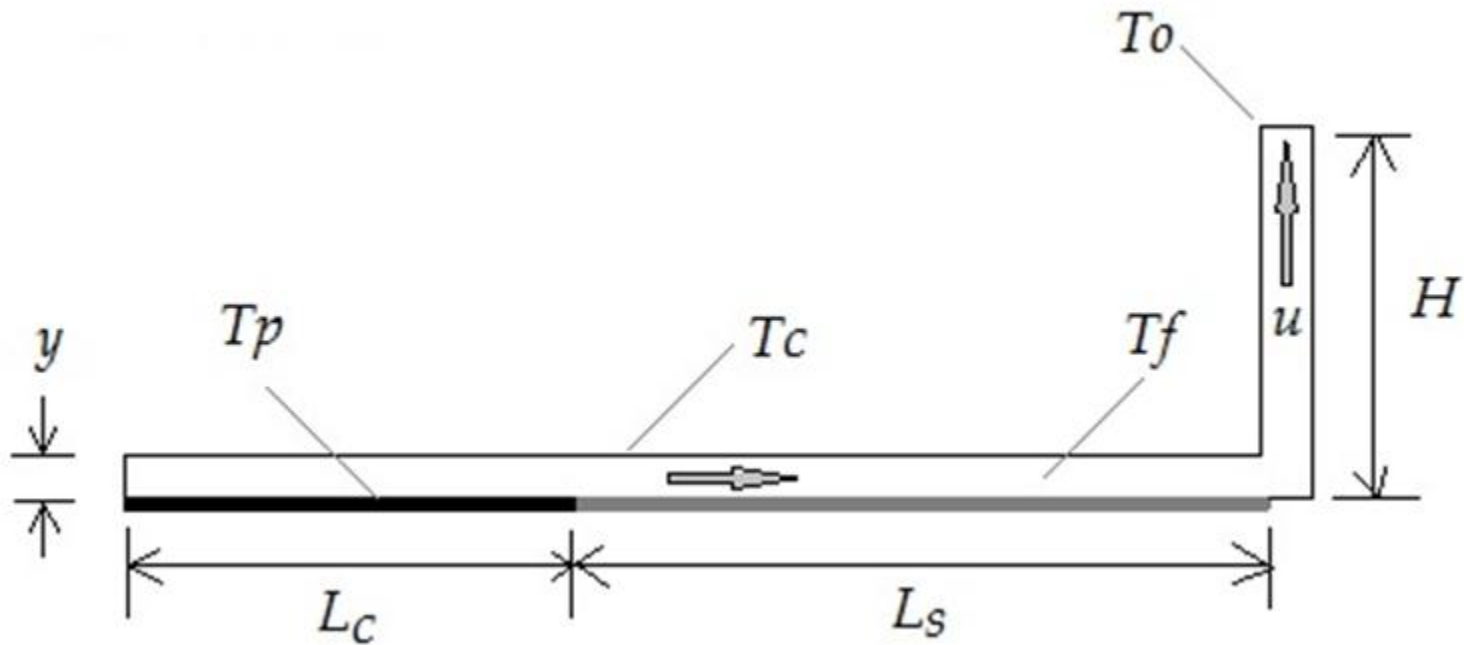
2. Materiales y métodos

- La temperatura del almidón no debe superar 62°C cuando está húmedo para evitar gelatinización.

Ref: Tesis Pedro Moreno

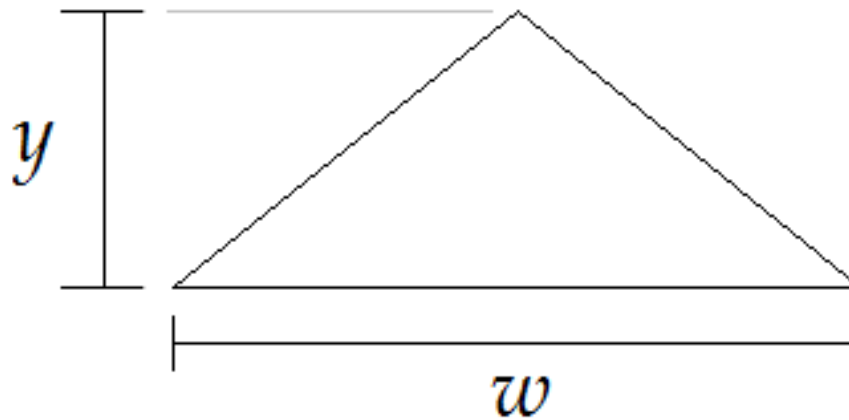
2. Materiales y métodos

- Secador Hohenheim modificado:



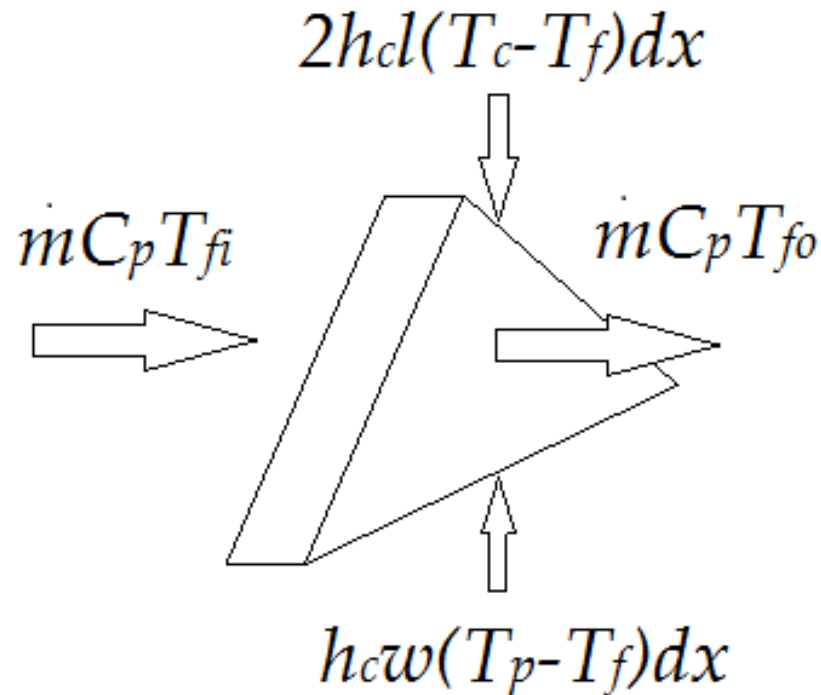
2. Materiales y métodos

- Secador Hohenheim modificado:



2. Materiales y métodos

- Modelo físico:



2. Materiales y métodos

- Modelo matemático:

$$\frac{dT_f}{dx} = \frac{2h_c}{\rho_f u y c_p} \left[- \left(1 + \frac{2l}{w} \right) T_f + \left(T_p + \frac{2l}{w} T_c \right) \right]$$

$$(\tau\alpha)I + h_c(T_{fm} - T_p) + h_{rpc}(T_c - T_p) + h_{rps}(T_s - T_p) = 0$$

$$\alpha_c I + h_c(T_{fm} - T_c) + h_{rcp}(T_p - T_c) + h_{rcs}(T_s - T_c) + h_w(T_a - T_c) = 0$$

2. Materiales y métodos

- Modelo matemático:

$$T_{fo} = \frac{T_p + (2l/w)T_c}{1 + 2l/w} + \left(T_a - \frac{T_p + (2l/w)T_c}{1 + 2l/w} \right) \exp \left[-\frac{2h_c L_c}{\rho_f u y c_p} \left(1 + \frac{2l}{w} \right) \right]$$

2. Materiales y métodos

- Prototipo 1:

Construcción en acero para pruebas de concepto.

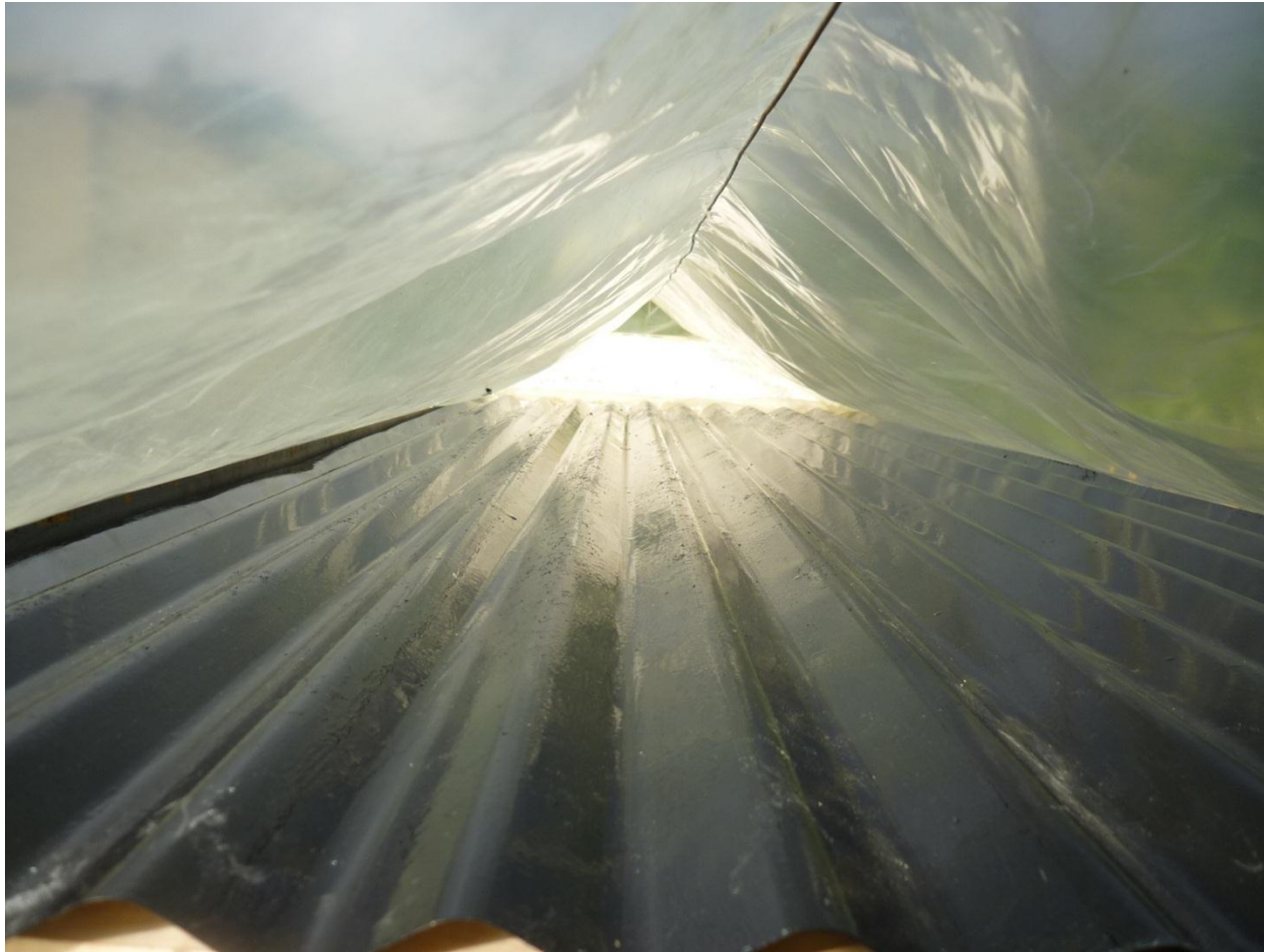
2. Materiales y métodos



2. Materiales y métodos



2. Materiales y métodos



2. Materiales y métodos

- Prototipo 2:

Hecho en madera, se adicionaron ventiladores acciones por paneles fotovoltaicos que se encontraban en la misma finca para otro equipo.

Construcción: Arq. Germán Pardo

2. Materiales y métodos



2. Materiales y métodos



2. Materiales y métodos



2. Materiales y métodos

- Mediciones de temperatura y humedad relativa del aire hechas con HOBO.
- Radiación solar medida con piranómetro Eppley.

2. Materiales y métodos



2. Materiales y métodos



2. Materiales y métodos

- **Medición humedad almidón:**

Equipo utilizado: Precisa XM120-HR

Precisión equipo: 0.0001 g

Tamaño de cada muestra: 0.90 \pm 0.05 g

Temperatura secado: 110°C

Tiempo aprox. de secado: 5.5 min

3. Resultados

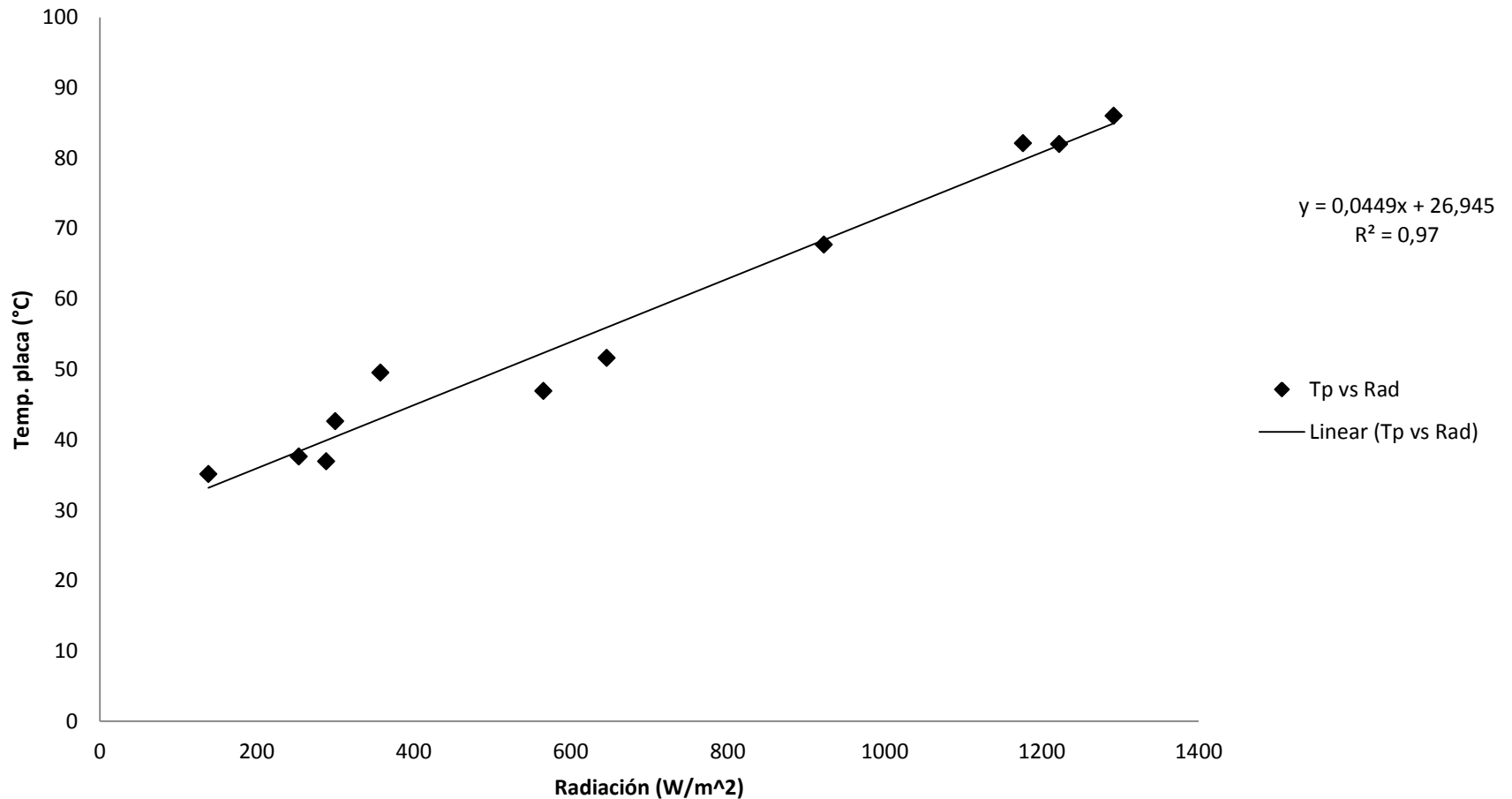
- Para el primer prototipo del secador hecho en acero se midieron las temperaturas y la radiación solar con el objetivo de observar la influencia en el potencial de secado. Con eso se hizo el secador definitivo en el cual se midió la humedad de dos tandas de producto comparando con el método tradicional utilizado.

3. Resultados

CÁLCULOS COLECTOR SOLAR CON CHIMENEA CUBIERTA PLÁSTICA SECCIÓN TRIANGULAR											
Propiedades del aire											
Ra [J/kgK]	Rv [J/kgK]										
287	461,496										
Medidas del colector											
Lc [m]	Ls [m]	y [m]	w [m]	H [m]	K	I [m]	A [m^2]	Per [m]	Dh [m]		
2,00	4,00	0,30	1,00	1,40	2,0	0,58	0,15	2,17	0,28		
Condiciones externas											
I [W/m2]	P [Pa]	Ta [°C]	HR ext	V [m/s]	Ta [K]	Psat ext [Pa]	HE	Cp [J/kgK]	ρ ext [kg/m3]	hw [W/m2K]	Ts [K]
1200	80000	30	0,8	0	303,15	4231,09	0,027	1055,83	0,905	2,80	290,83
Propiedades ópticas de la cubierta											
τsc	ρsc	τlc	ρlc	εc							
0,733	0,265	0,6	0,298	0,102							
Propiedades ópticas de la placa colectora											
α	εp	ρlp	(τα)								
0,9	0,9	0,1	0,678								
					To [°C]	HR	u [m/s]				
					40,53	0,45	0,53				

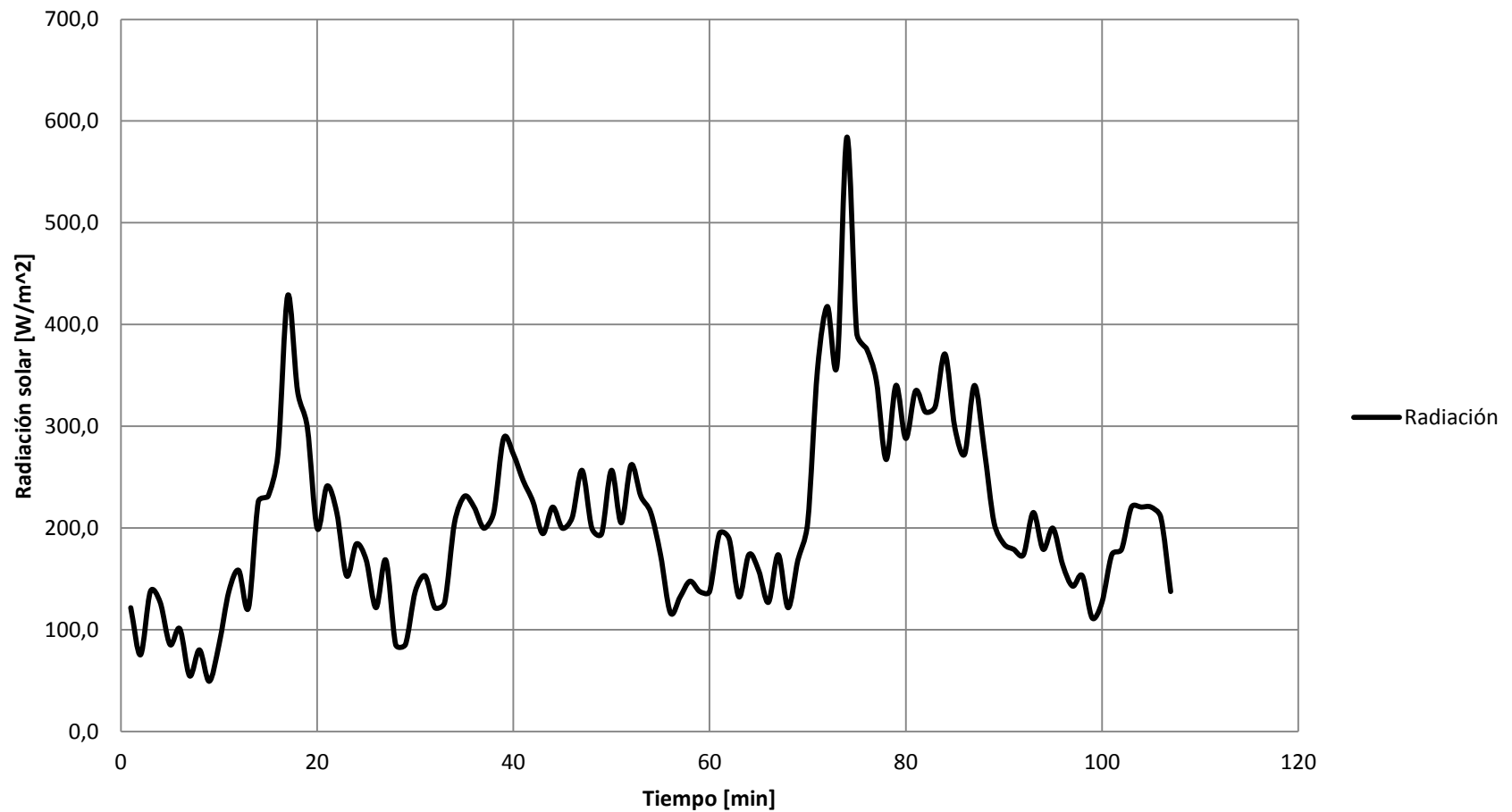
3. Resultados

Prototipo 1 – Prueba 1



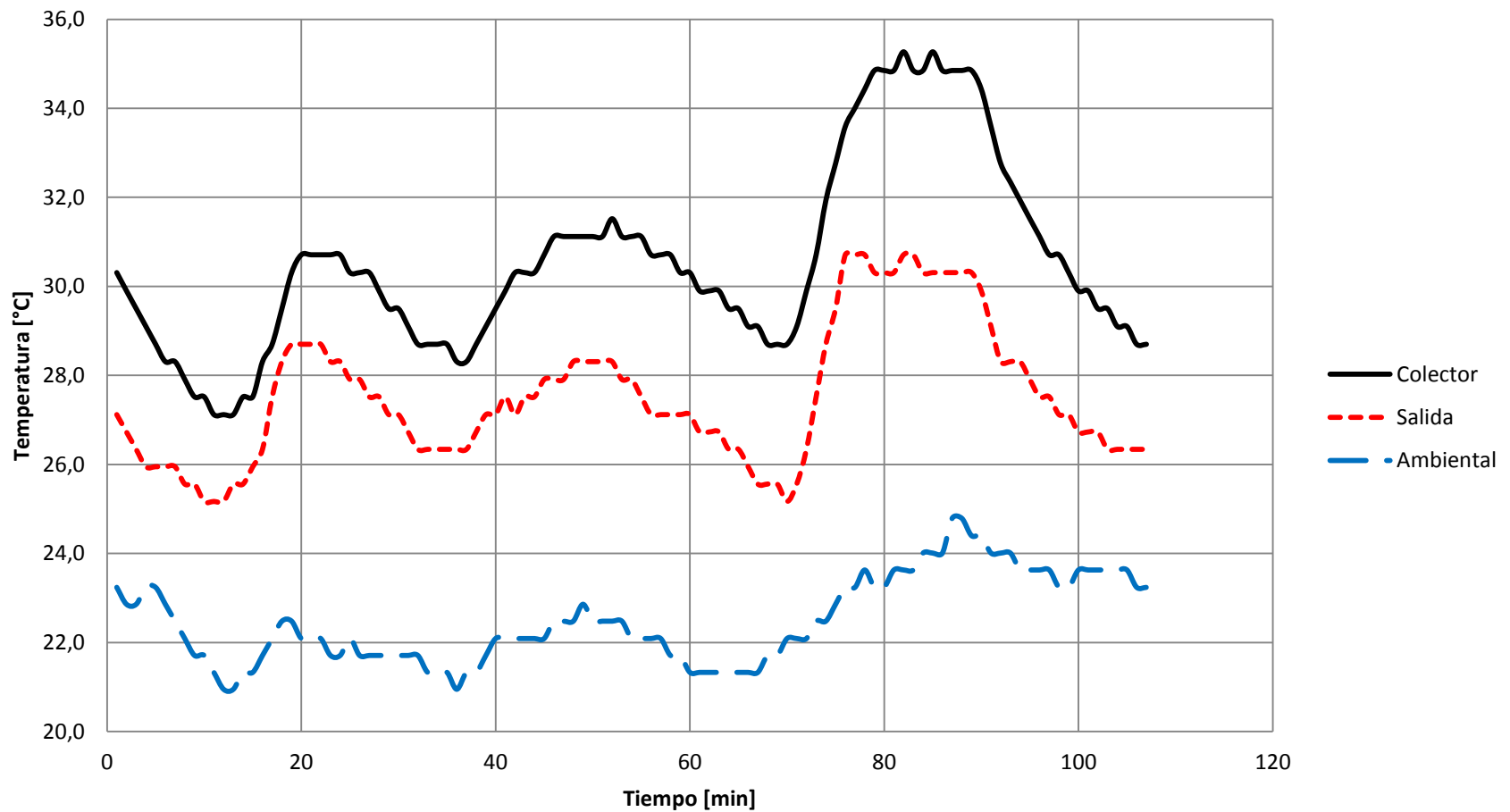
3. Resultados

Prototipo 1 – Prueba 2



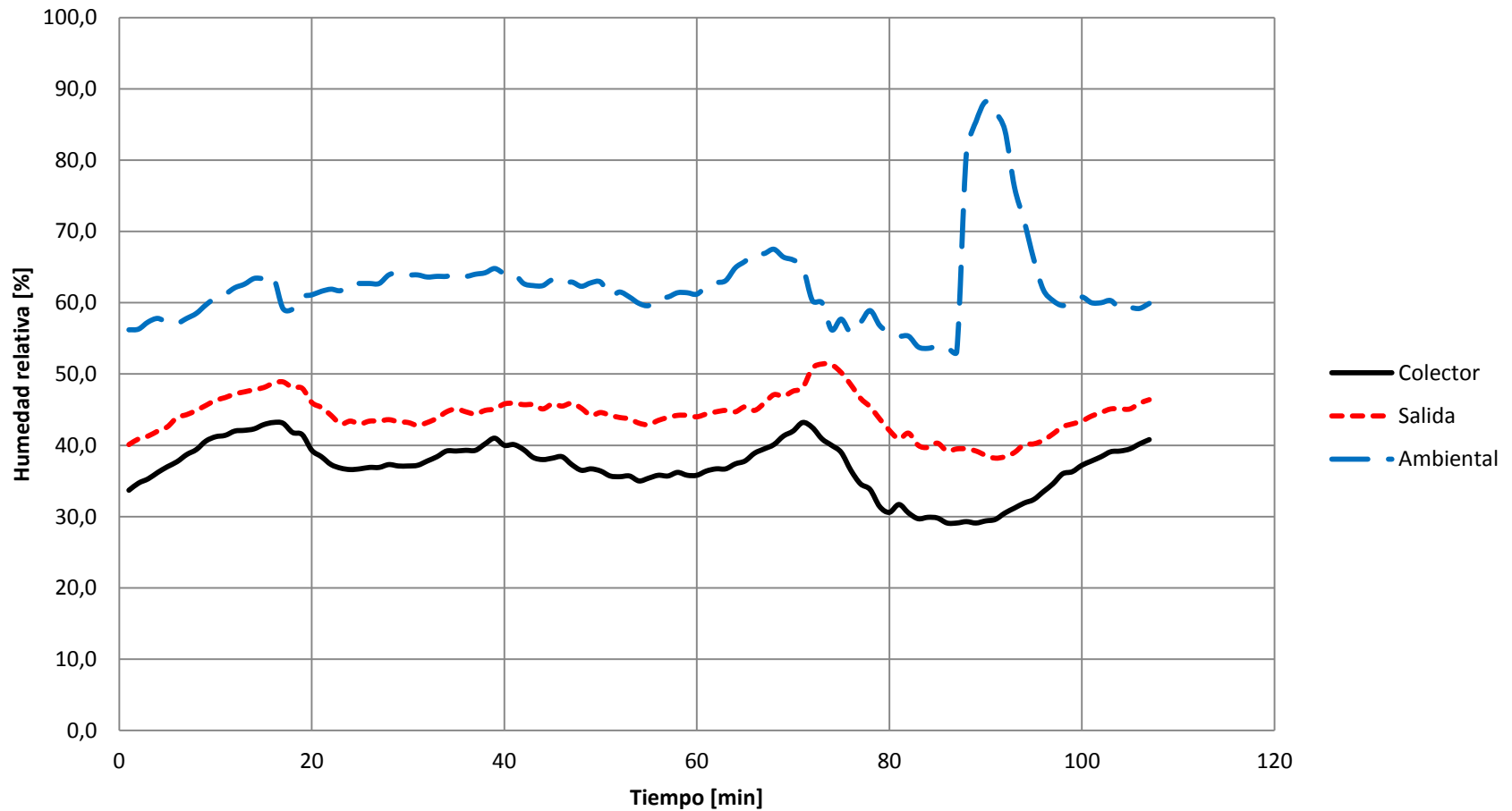
3. Resultados

Prototipo 1 – Prueba 2



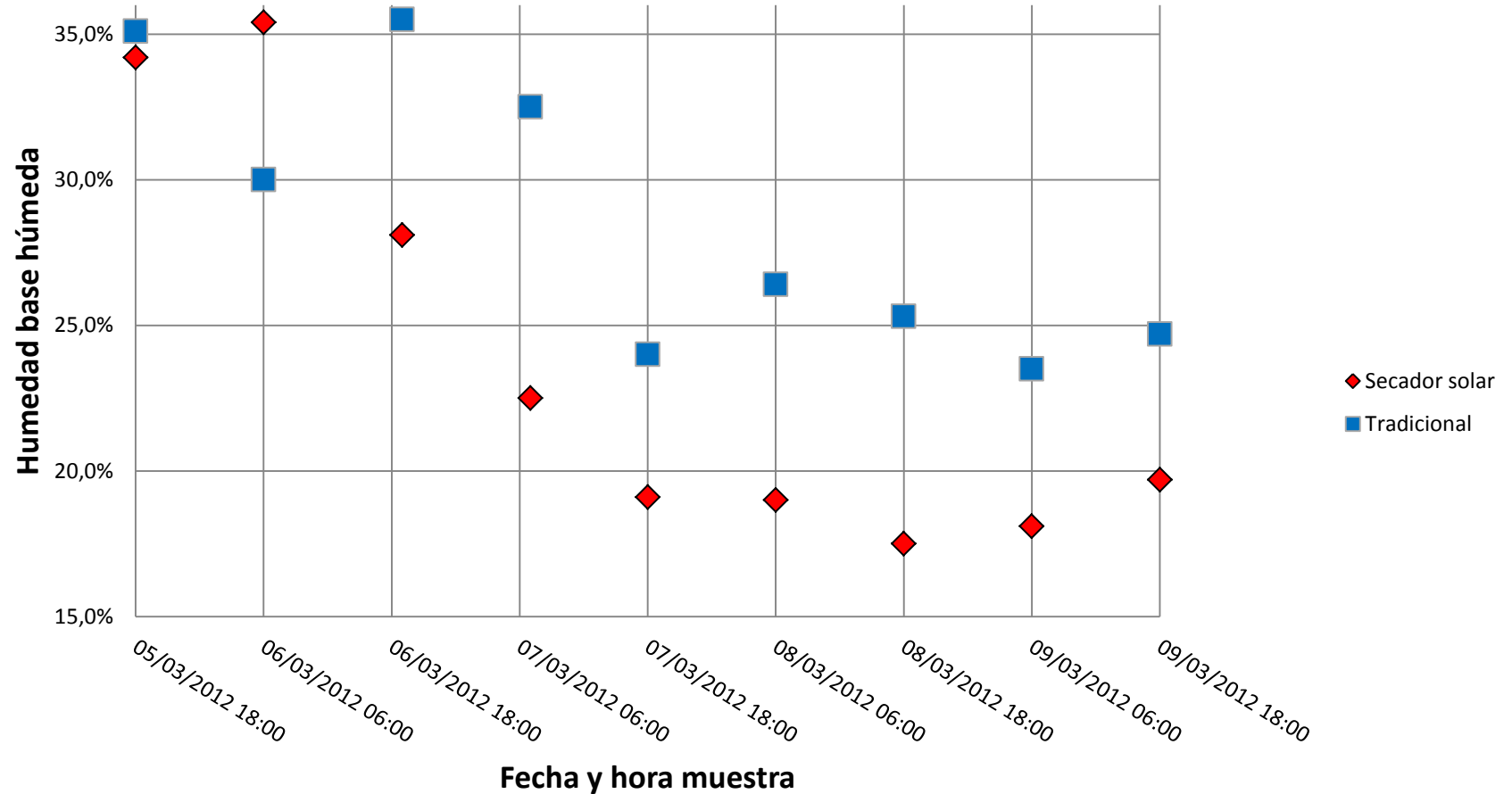
3. Resultados

Prototipo 1 – Prueba 2



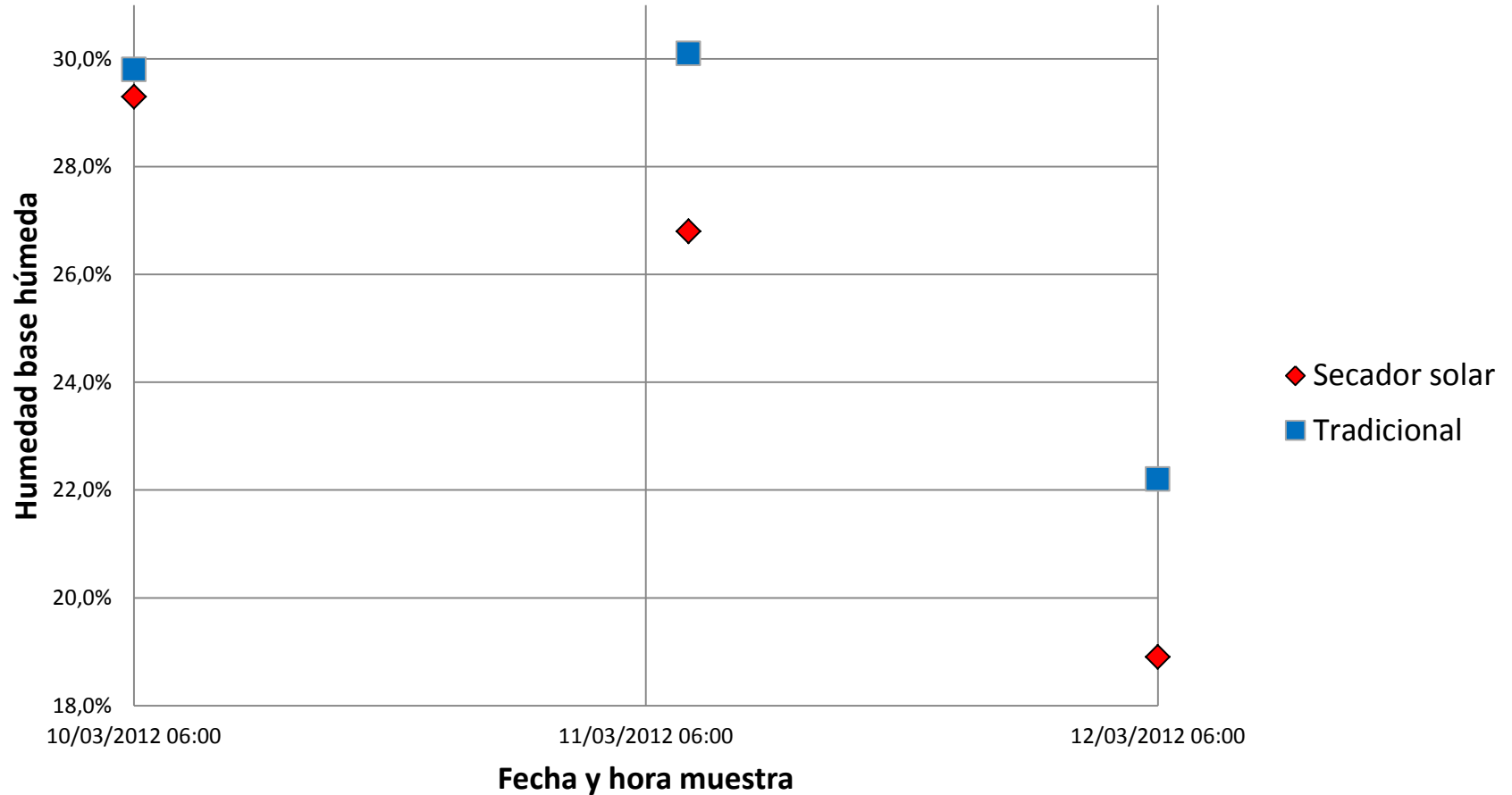
3. Resultados

Prototipo 2 – Prueba 1



3. Resultados

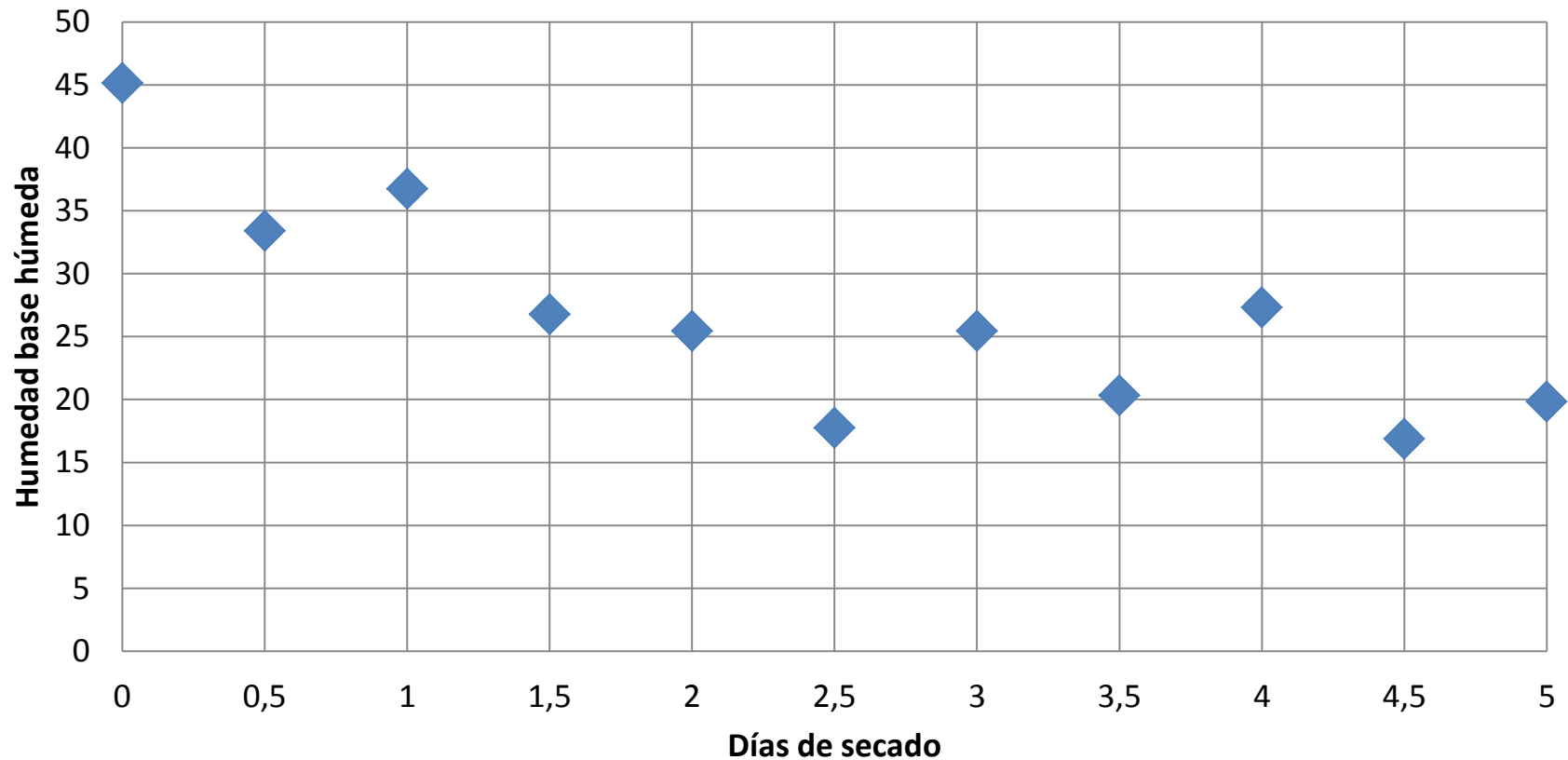
Prototipo 2 – Prueba 1



3. Resultados

Prototipo 2 – Prueba 2

Humedad almidón capa sup.

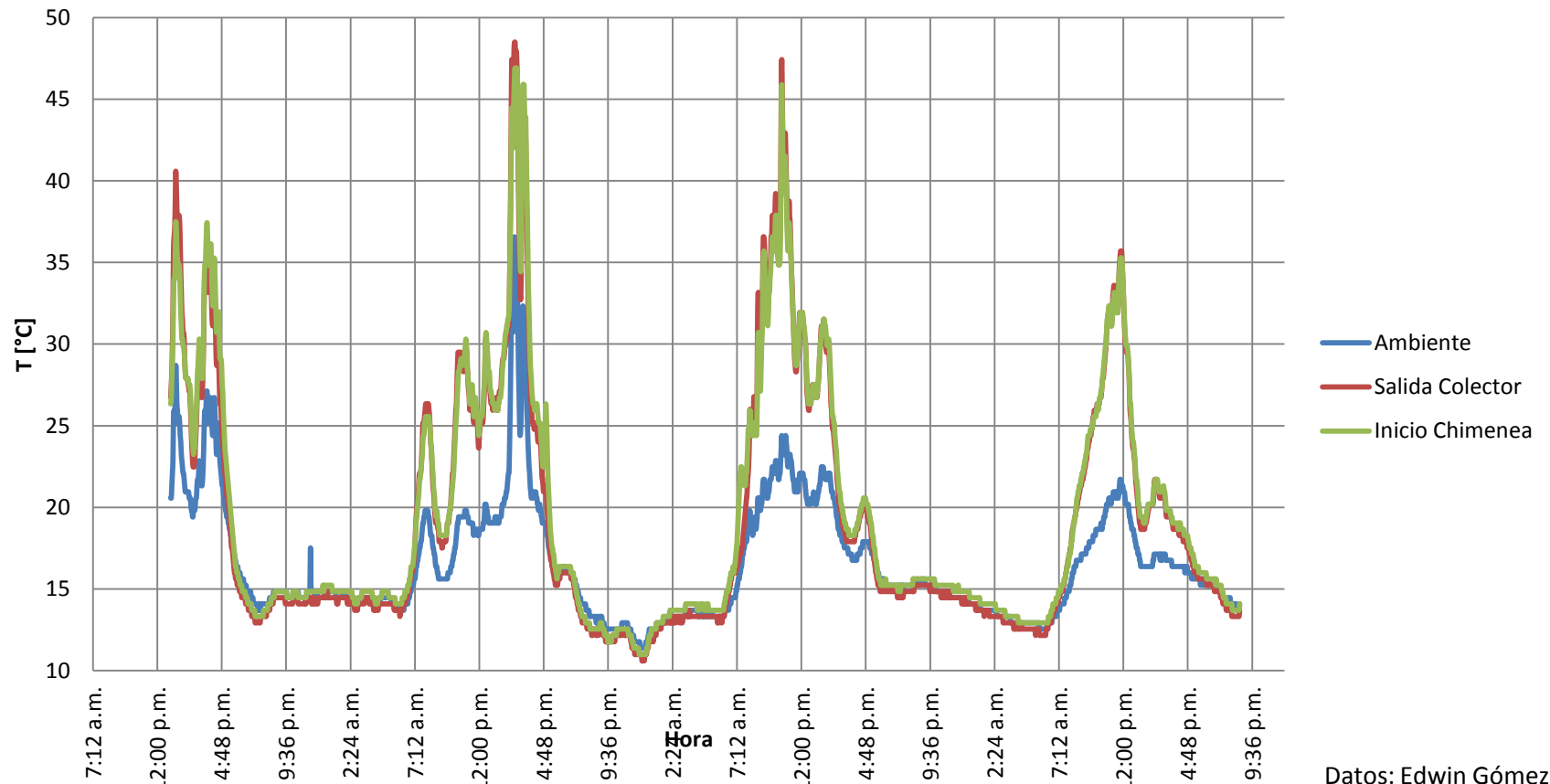


Datos: Edwin Gómez

3. Resultados

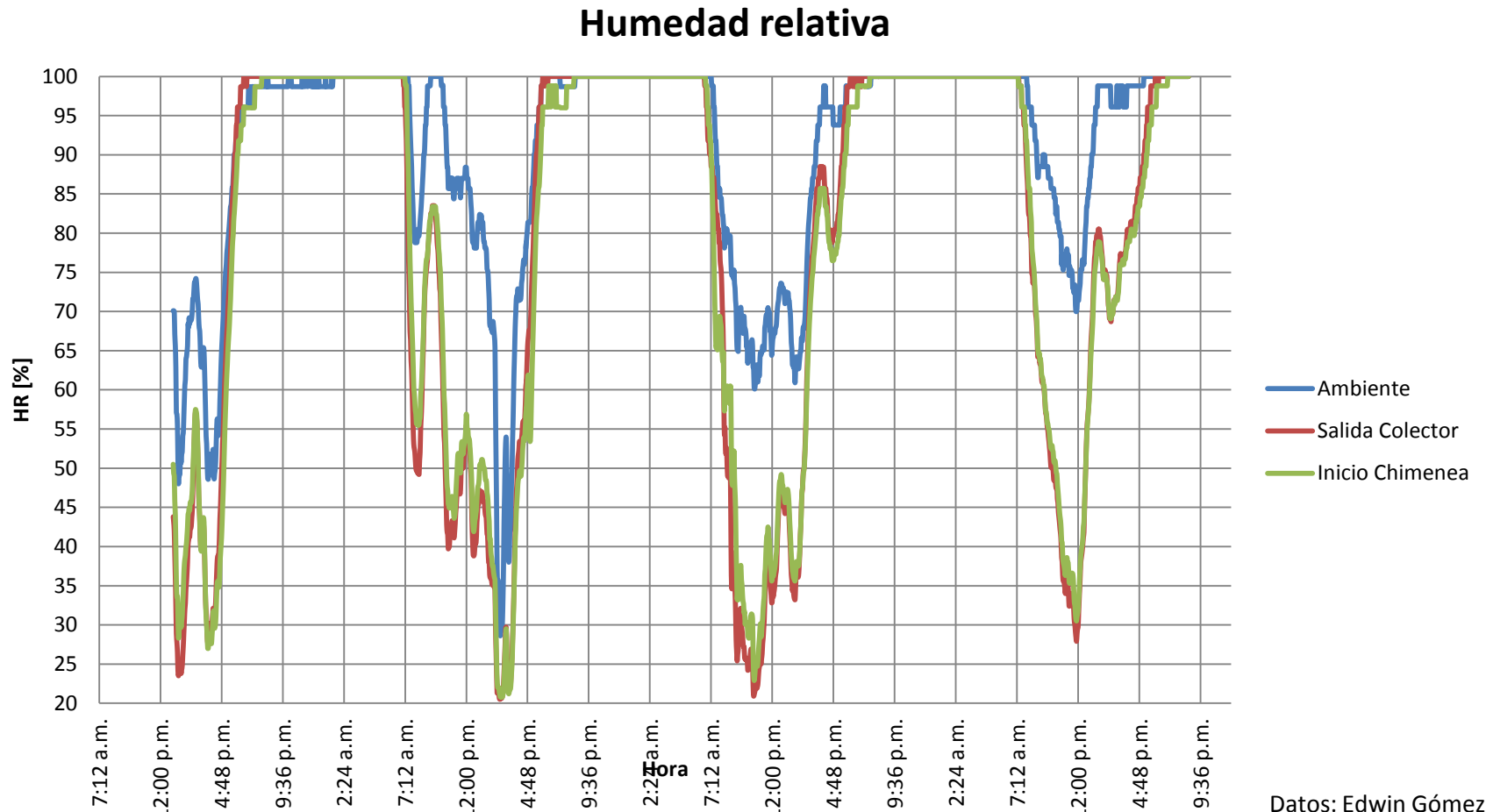
Prototipo 2 – Prueba 3

Temperaturas



3. Resultados

Prototipo 2 – Prueba 3



4. Conclusiones

- El secador desarrollado muestra una mejora sustancial respecto al método tradicional de secado del almidón, llegando al mismo valor de humedad del método tradicional en 25% menos del tiempo, y con humedad final en base húmeda de 25% en el método tradicional y 18% con el secador solar nuevo.
- Estos resultados muestran que la aplicación de los métodos de diseño y las tecnologías de secado solar ayudan a los procesos productivos del campo colombiano y tienen un amplio margen de aplicación. En particular, estos secadores son replicables por parte de los productores campesinos y no necesitan mano de obra calificada para ser construidos, por lo que la tecnología está al alcance de todos.

Referencias

Libro:

- BALA, B.K. *Solar Drying Systems: Simulations and Optimization*. Udaipur, India. Agrotech Publishing Academy. 1998.
- R. CORVALAN, M. HORN, R. ROMAN, L. SARAVIA (editores). *Ingeniería del secado solar*. CYTED-D.

Tesis Pregrado, Maestría o Doctorado

- MORENO, P. *Transferencia de tecnología de secado solar a productores de almidón de sagú en la región de Pasca*, Universidad de los Andes, Departamento de Ingeniería Mecánica, Proyecto de Grado, 2010

Contacto autores:

- Ing. Carlos Armando De Castro
cadecastro@gmail.com

Cel: 312 636 9880

- Ing. Orlando Porras, Dr. Sc.
oporras@uniandes.edu.co