



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



## Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



# SUSTRATOS DE SUELO, BIOCARBÓN DE BAMBÚ Y ZEOLITA PARA EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)

Rocio Elizabeth Velázquez Cabañas; Pablo Zaldívar Martínez; Juan  
Manuel Barrios Díaz; Raúl Berdeja Arbeu; Guillermo Jesuita Pérez  
Marroquin



Fecha de presentación del 09 al 11 de junio de 2021





# SUSTRATOS DE SUELO, BIOCARBÓN DE BAMBÚ Y ZEOLITA PARA EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)

## Introducción

En México se cultivan 21,149 ha de lechuga, los principales estados productores por superficie son Guanajuato con 7,043 ha, Zacatecas con 3431 ha y Puebla con 3,259 ha. El principal productor de lechuga en el estado de Puebla es Tecamachalco, con 352 ha (SIAP, 2017).





# Estados productores de lechuga en México

Estado	Superficie sembrada (ha)	Rendimiento t·ha <sup>-1</sup>
<b>Aguascalientes</b>	1,383.00	37.11
<b>San Luis Potosí</b>	361.00	32.89
<b>Querétaro</b>	750.00	30.75
<b>Tlaxcala</b>	469.00	27.45
<b>Sonora</b>	534.50	27.25
<b>Durango</b>	55.50	26.92
<b>Nayarit</b>	53.50	26.23
<b>Zacatecas</b>	3,431.00	25.73
<b>Michoacán</b>	624.50	23.91
<b>Chihuahua</b>	14.50	21.62
<b>Puebla</b>	3,259.54	21.29

Fuente: SIAP (2017).



# Municipios productores de lechuga en el estado de Puebla

Municipio	Superficie sembrada (ha)	Rendimiento t-ha <sup>-1</sup>
Tepanco de López	28.00	25.80
Tochtepec	60.00	25.45
Atzitzintla	214.26	25.40
Yehualtepec	14.50	25.40
Santo Tomás Hueyotlipan	48.50	25.34
San Salvador Huixcolotla	98.00	25.23
Tlanepantla	2.00	25.20
Acatzingo	210.00	25.11
Atoyatempan	11.00	25.11
Quecholac	447.00	25.02

Fuente: SIAP (2017).

[www.riego.mx](http://www.riego.mx) | [contacto@riego.mx](mailto:contacto@riego.mx)



## Características físicas de los sustratos

- Densidad aparente,
  - granulometría,
  - porosidad y retención de humedad,
- 
- Características químicas de los sustratos
  - Contenido de nutrimentos,
  - capacidad de intercambio catiónico,
  - pH, conductividad eléctrica y relación carbono nitrógeno (Gayosso *et al.* 2016).

## Principales sustratos que se utilizan en México

- Tierra de monte
- Turba
- Productos de madera
- Compostas
- Fibra de coco
- Lodos
- Estiércol
- Paja
- Arena





# Objetivo

**Evaluar el crecimiento y desarrollo de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* var. Paris isla) en pruebas de diferentes sustratos.**





# Material y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, localizada en la junta auxiliar de San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla.





# Material vegetativo

Se utilizaron plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Paris isla con una altura de 8 cm al trasplante.





## Establecimiento del cultivo

El experimento se estableció en un invernadero tipo macro túnel con dimensiones de 20 m de largo por 14 m de ancho.

# Diseño de tratamientos en lechuga con diferentes sustratos

## Diseño experimental

Tratamiento	Descripción
T1	100 % suelo (testigo)
T2	95 % de suelo más 2.5 % de zeolita más 2.5 % de carbón de bambú.
T3	90 % de suelo más 5 % de zeolita más 5 % carbón de bambú.
T4	80 % de suelo más 10 % de zeolita más 10 % carbón de bambú.
T5	95 % de suelo más 5 % de carbón de bambú.
T6	90 % de suelo más 10 % de carbón de bambú.
T7	80.% de suelo más 20 % de carbón de bambú.



# Contenido relativo de agua en las hojas

El contenido relativo de agua en las 28 muestras analizadas se calculó por medio de la siguiente fórmula programada en la hoja de cálculo de Microsoft Excel:

$$\text{CRA} = \frac{(PS) * (PT)}{(PF)} * (100)$$

Donde:

CRA = Contenido relativo de agua

PS = Peso seco

PT = Peso turgente

PF = Peso fresco





# Determinación de la humedad de los sustratos por el método gravimétrico

El contenido gravimétrico de humedad, expresándolo en porcentaje mediante la siguiente relación:

$$\%W = \left( \frac{S_{humedo}(g) - S_{seco}(g)}{S_{seco}(g)} \right) * (100)$$

Donde:

% W= Contenido de humedad gravimétrico (%)

$S_{humedo}$  = Peso de la muestra del suelo húmedo sin incluir el peso del recipiente (g)

$S_{seco}$  = Peso de la muestra del suelo seco sin incluir el peso del recipiente (g)



# Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos fue completamente al azar y se realizó un análisis de varianza y pruebas de media por el método de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).





Tratamiento	PFR (g)	PSR (g)	BR (g)
1	8.42 e	1.05 c	7.37 e
2	55.80 bc	5.00 c b	50.80 bc
3	70.57 ab	7.02 ab	63.55 b
4	93.32 a	10.40 a	82.92 a
5	31.37 d	2.37 bc	29.00 d
6	41.27 cd	2.97 bc	38.30 cd
7	32.80 d	4.77 bc	28.02 d
CV	20.81	43.64	19.60
DMSH	22.79	4.81	19.30

## Resultados y Discusión

Promedio de peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR), biomasa de raíz (BR), contenido relativo de agua (CRA) y nitrógeno total en plantas de lechuga orejona 'Paris Isla' creciendo en diferentes sustratos.

Peso fresco de hoja (PFH) , peso seco de hoja (PSH) , biomasa de hoja (BH) y Área foliar (AF) en plantas de lechuga orejona 'Paris Isla' creciendo en diferentes sustratos.

Tratamiento	PFH (g)	PSH (g)	BH (g)	AF (cm <sup>2</sup> )
1	6.75 c	0.80 d	5.95 e	128.70 d
2	178.15 a	3.35 bcd	174.80 a	975.90 c
3	173.80 a	5.92 ab	167.88 a	1687.90 b
4	172.25 ab	6.97 a	165.28 ab	1925.70 b
5	100.40 c	2.60 cd	97.80 c	2717.80 a
6	131.70 bc	4.35 abc	127.35 bc	2740.40 a
7	59.08 d	2.42 cd	56.65 d	3047.50 a
<b>CV</b>	15.02	33.80	15.40	15.09
<b>DMSH</b>	40.56	2.93	40.26	655.00



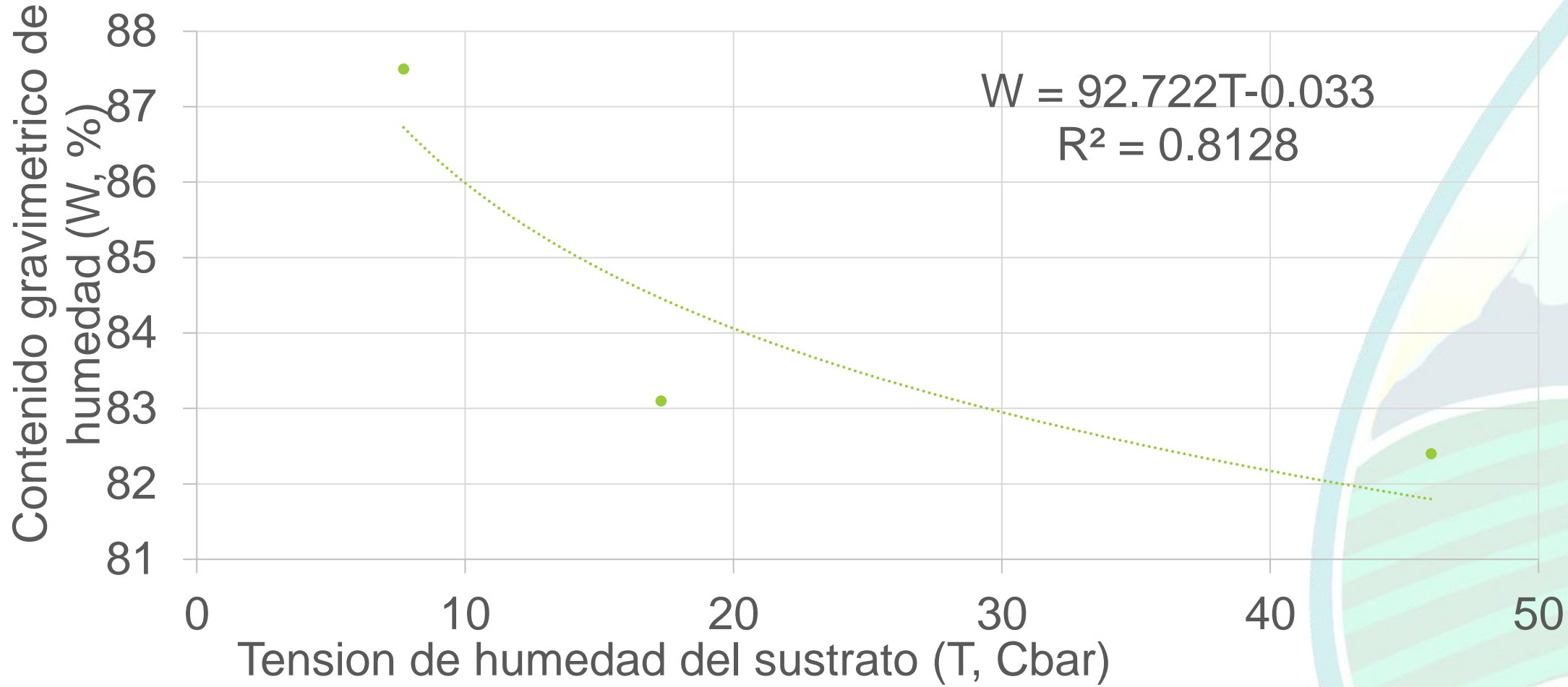


# Contenido relativo de agua (CRA) y nitrógeno total (NT) en plantas de lechuga orejona 'Paris Isla' creciendo en diferentes sustratos

Tratamiento	CRA (%)	NT (%)
1	86.11 a	3.30 ab
2	91.12 a	3.29 ab
3	92.01 a	3.15 ab
4	92.37 a	2.59 b
5	90.64 a	3.10 b
6	92.36 a	3.16 ab
7	114.48 a	4.64 a
CV	18.35	20.16
DMSH	39.73	1.53



# 100 % suelo (T1)

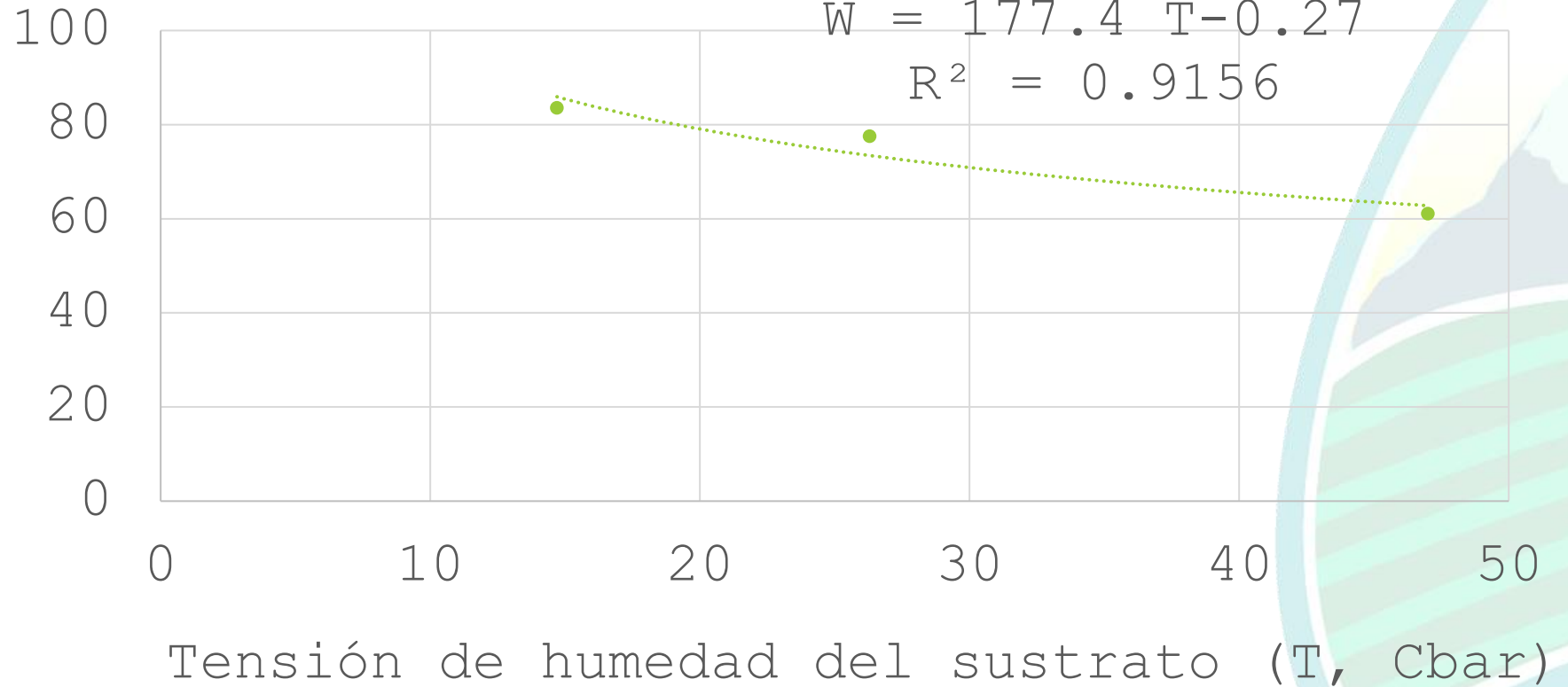


**Curva característica de la humedad del tratamiento 1**

95 % de suelo más 2.5 % de zeolita  
más 2.5 % de carbón de bambú (T 2)



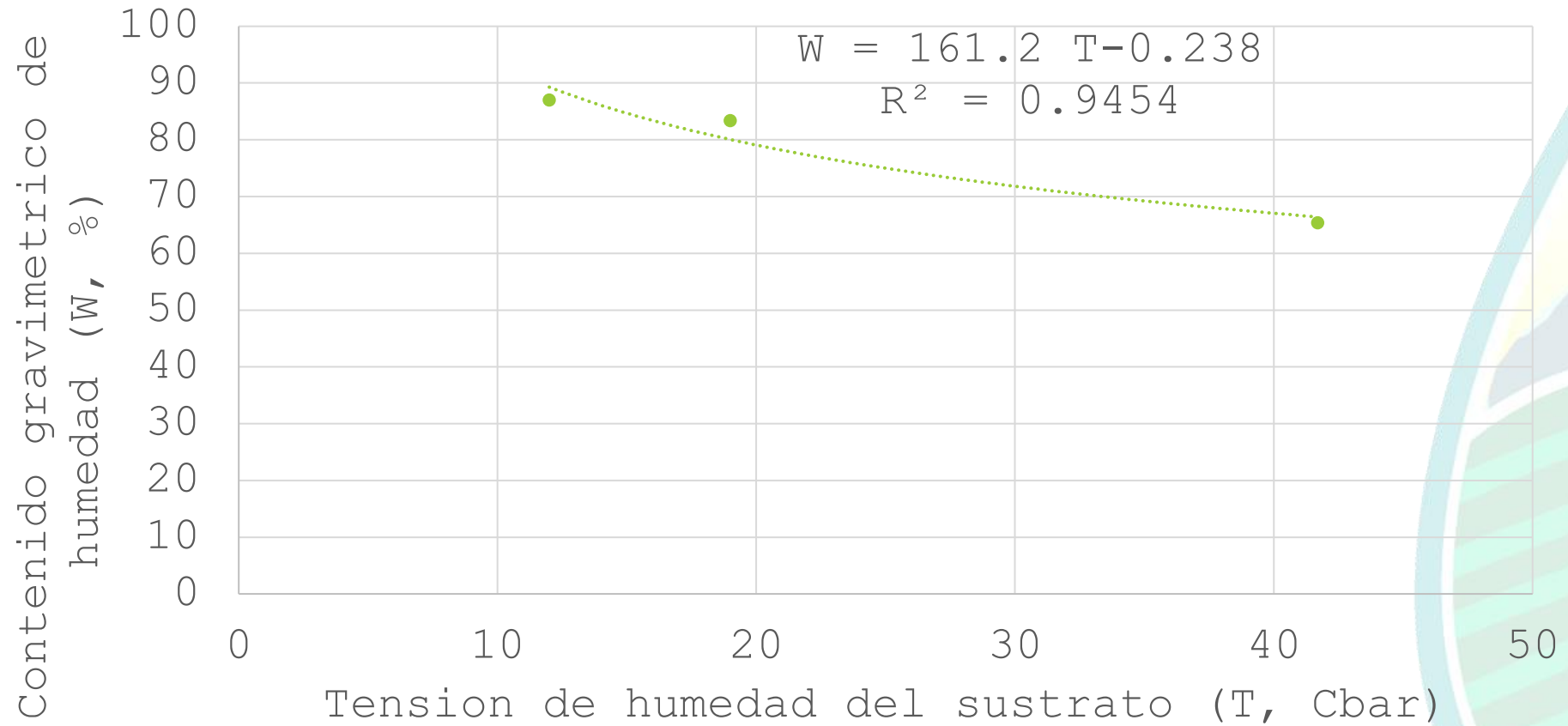
Contenido gravimétrico de humedad (W, %)



**Curva característica de la humedad del tratamiento 2**



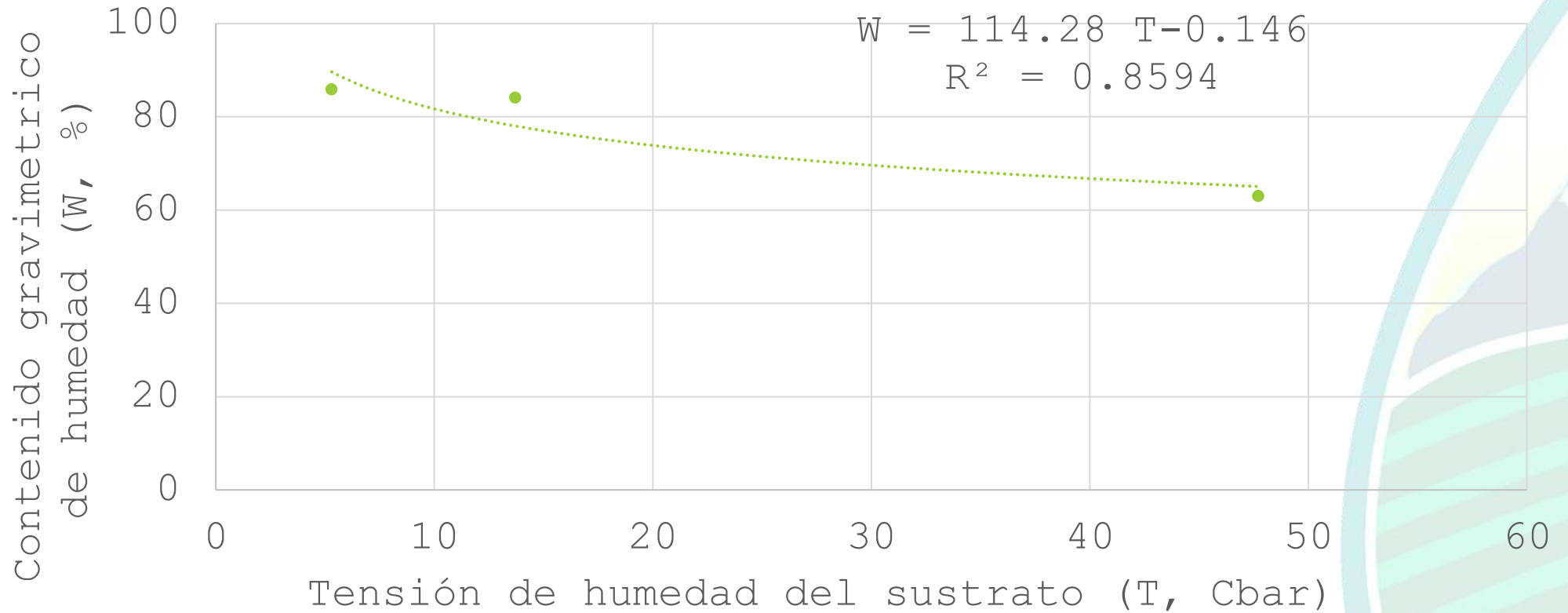
90 % de suelo más 5 % de zeolita más 5 % carbón de bambú (T3)



**Curva característica de la humedad del tratamiento 3**



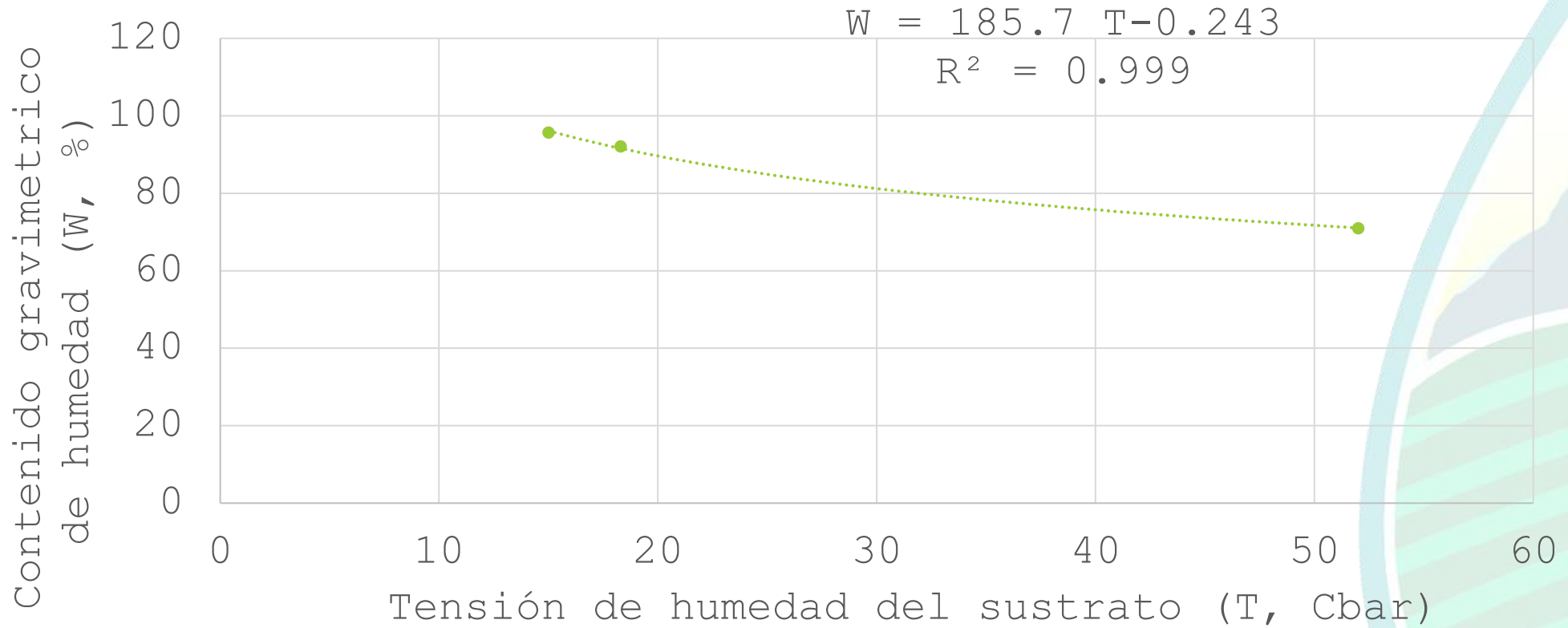
80 % de suelo más 10 % de zeolita más 10 %  
carbón de bambú (T4)



**Curva característica de la humedad del tratamiento 4**



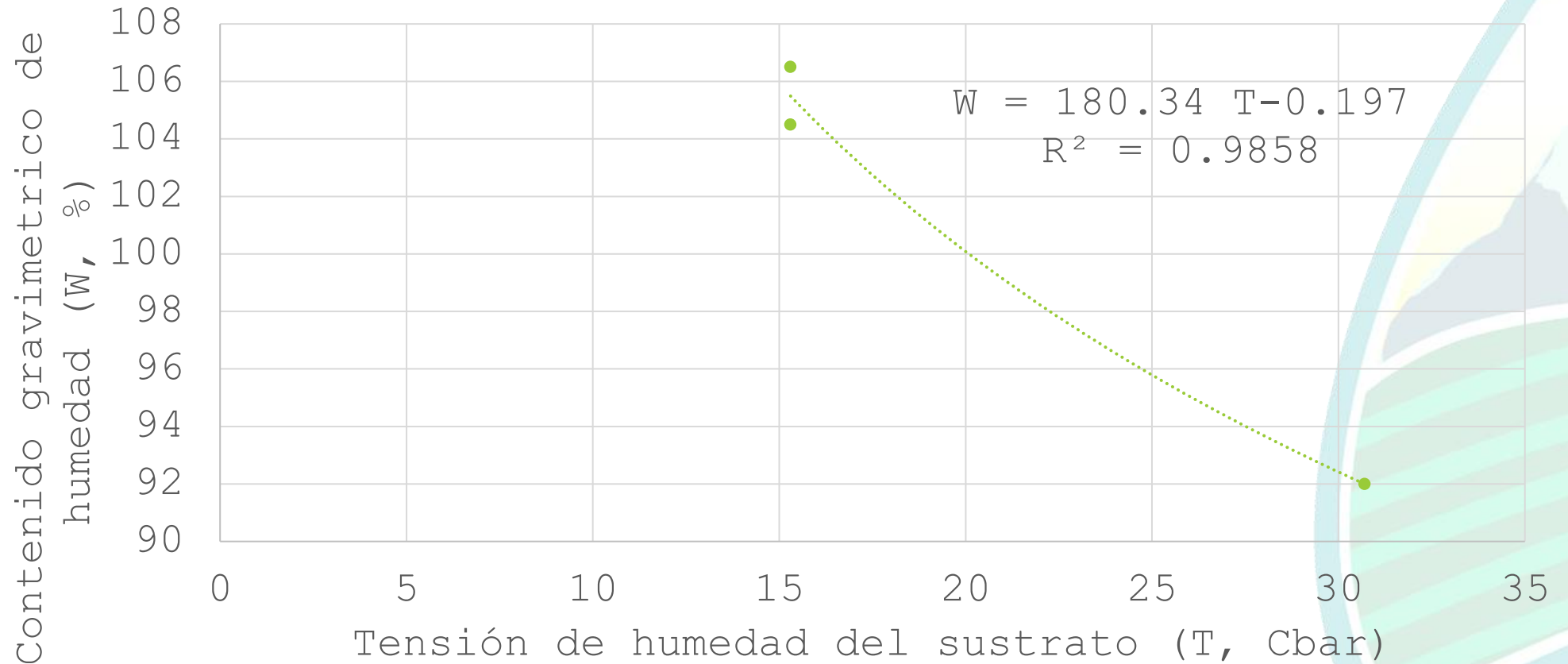
95 % de suelo más 5 % de carbón de bambú  
(T5)



**Curva característica de la humedad del tratamiento 5**



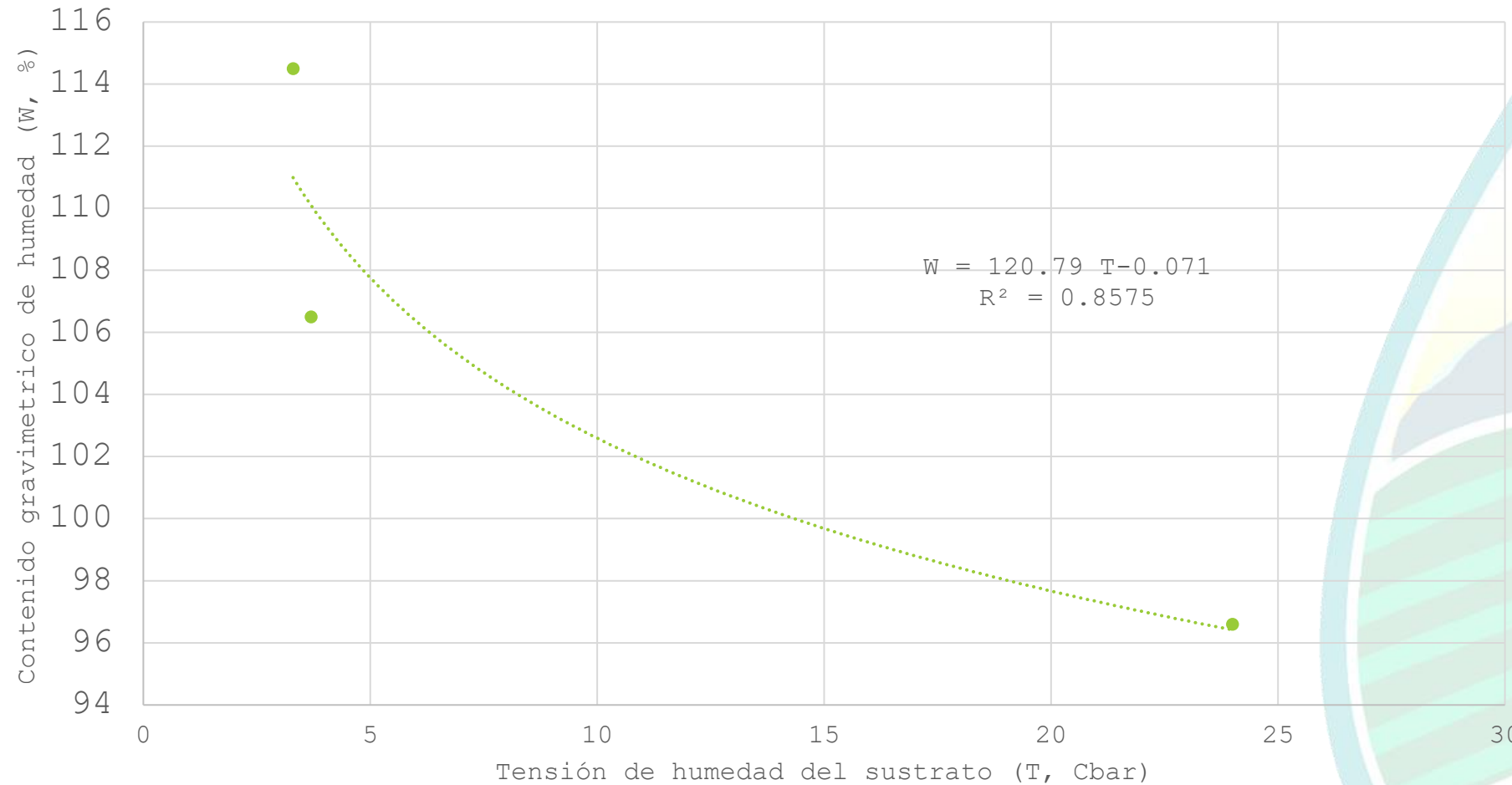
90 % de suelo más 10 % de carbón de bambú  
(T6)



**Curva característica de la humedad del tratamiento 6**



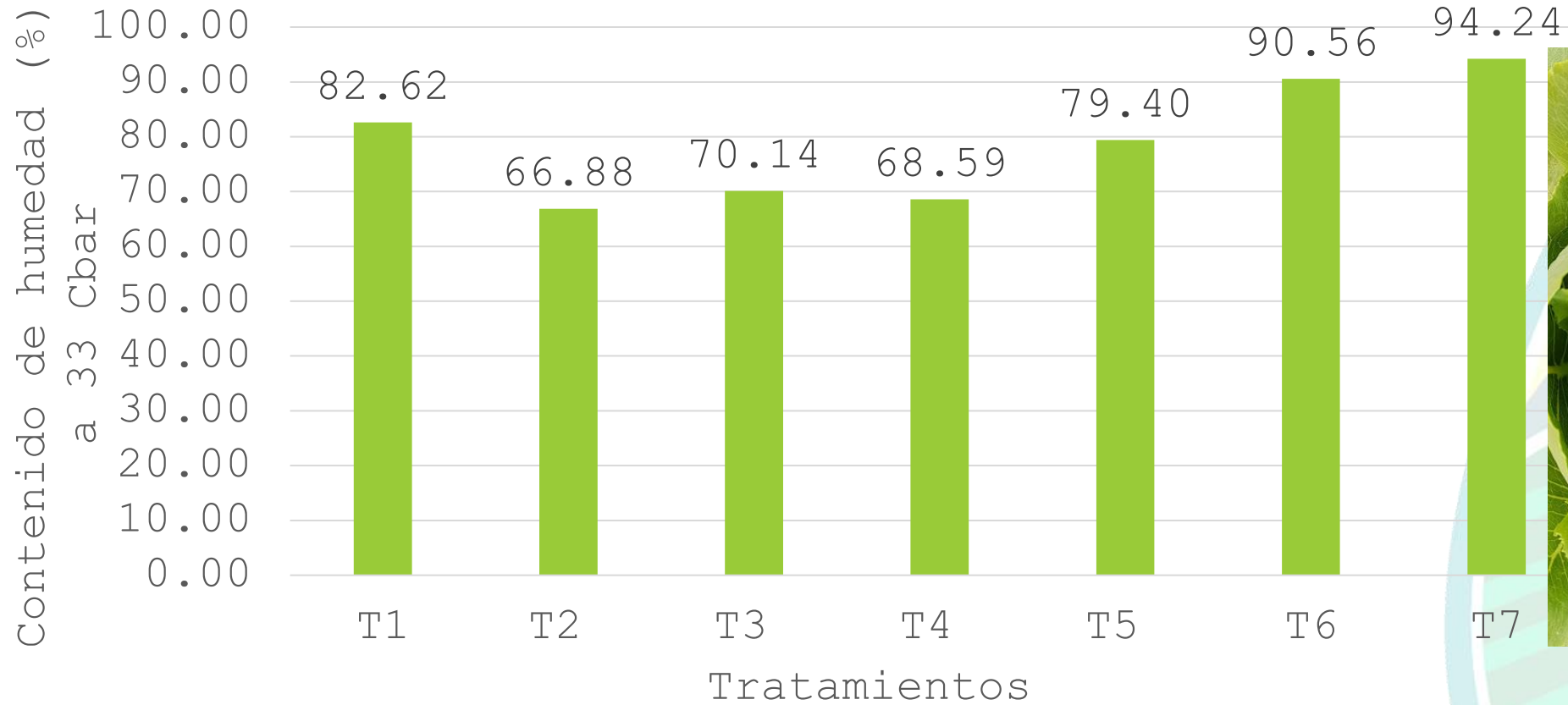
80 % de suelo más 20 % de carbón de bambú (T7)



## Curva característica de la humedad del tratamiento 7



## Retención de humedad de los diferentes sustratos



**Retención de humedad de las diferentes mezclas de sustratos**



# Conclusiones

- 1. La biomasa de raíz y de hoja dependió de la mezcla de sustratos utilizados.**
  - 2. El contenido relativo de agua no se modificó por el sustrato utilizado.**
  - 3. El contenido de nitrógeno total fue de 2.59% a 4.64%.**
- 
- 1. El área foliar dependió del sustrato utilizado.**





"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



## Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



# ¡GRACIAS!

**Pablo Zaldívar Martínez**

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

✉ [pablo.zaldivar@correo.buap.mx](mailto:pablo.zaldivar@correo.buap.mx)

