



PREDICCIÓN DE HELADAS RADIATIVAS EN SUELOS PLANOS SIN CUBIERTA VEGETAL

Dr. Pablo Alberto Venegas Fuentes
Ing. Agrónomo - INDAP

Chillán, Noviembre de 2013

INTRODUCCIÓN:

Definición de heladas:

Ocurrencia de temperaturas inferiores o iguales a 0°C medida a una altura entre 1,25 y 2,0 m. sobre el nivel del suelo (Hogg, 1971).

Ocurrencia de temperaturas inferiores a 0°C en la superficie (Cunha, 1952).

Tipos de heladas:

Advectivas

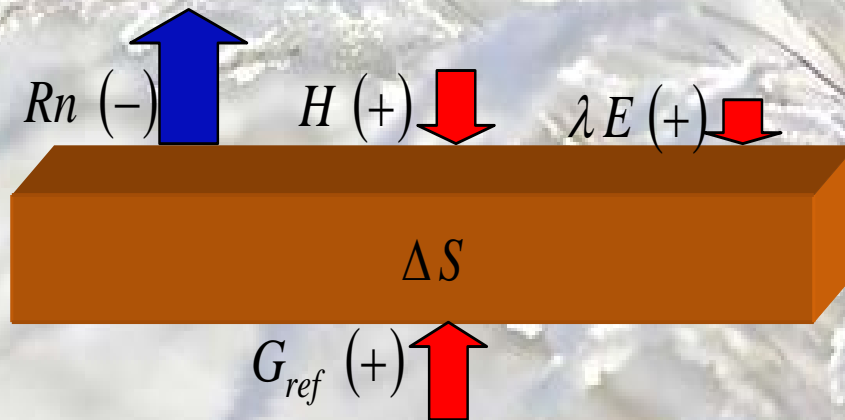
Se asocian con incursiones de masas de aire frío a gran escala, que se desarrollan en condiciones calmas o ventosas donde la temperatura es inferior a 0°C , durante el día o la noche.

Radiativas

Se asocian con el enfriamiento debido a la pérdida de energía radiante de la superficie del suelo, durante las noches claras y calmas.

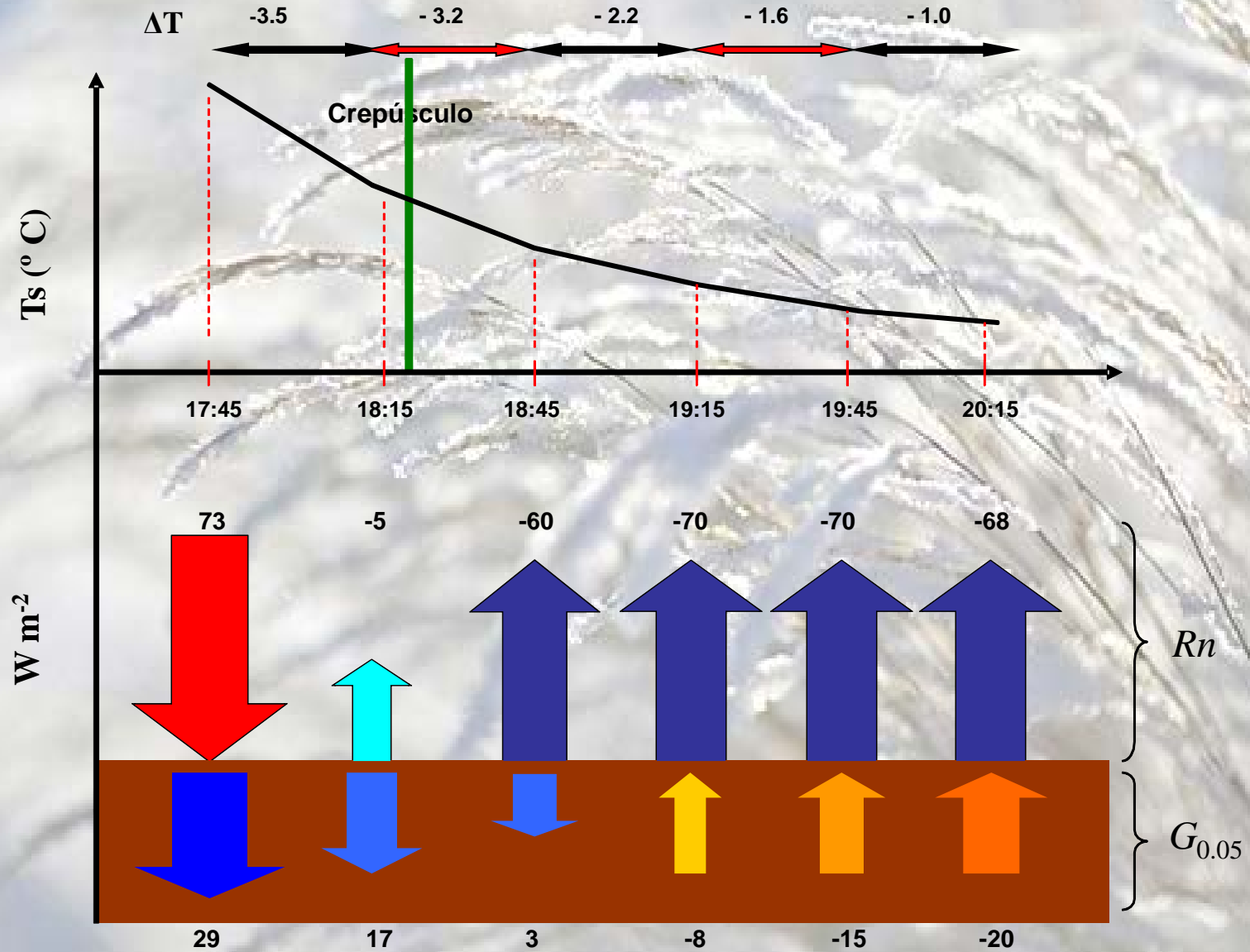
INTRODUCCIÓN:

Proceso de formación heladas radiativas:



INTRODUCCIÓN:

Proceso de formación heladas radiativas:



INTRODUCCIÓN:

Desarrollo de modelos:

Young (1920)

$$T_{\min} = \frac{2T_{dp}}{3} + \frac{98 - Hr}{12}$$

Brunt (1941)

$$Ts_{0,t} = Ts_{0,ss} - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \frac{Rn}{Cv_0 \sqrt{Ks_0}} \sqrt{t}$$

Allen (1957)

$$Ts_{0,t} = Ts_{0,ss} + b \sqrt{t}$$

Gandia (1985)

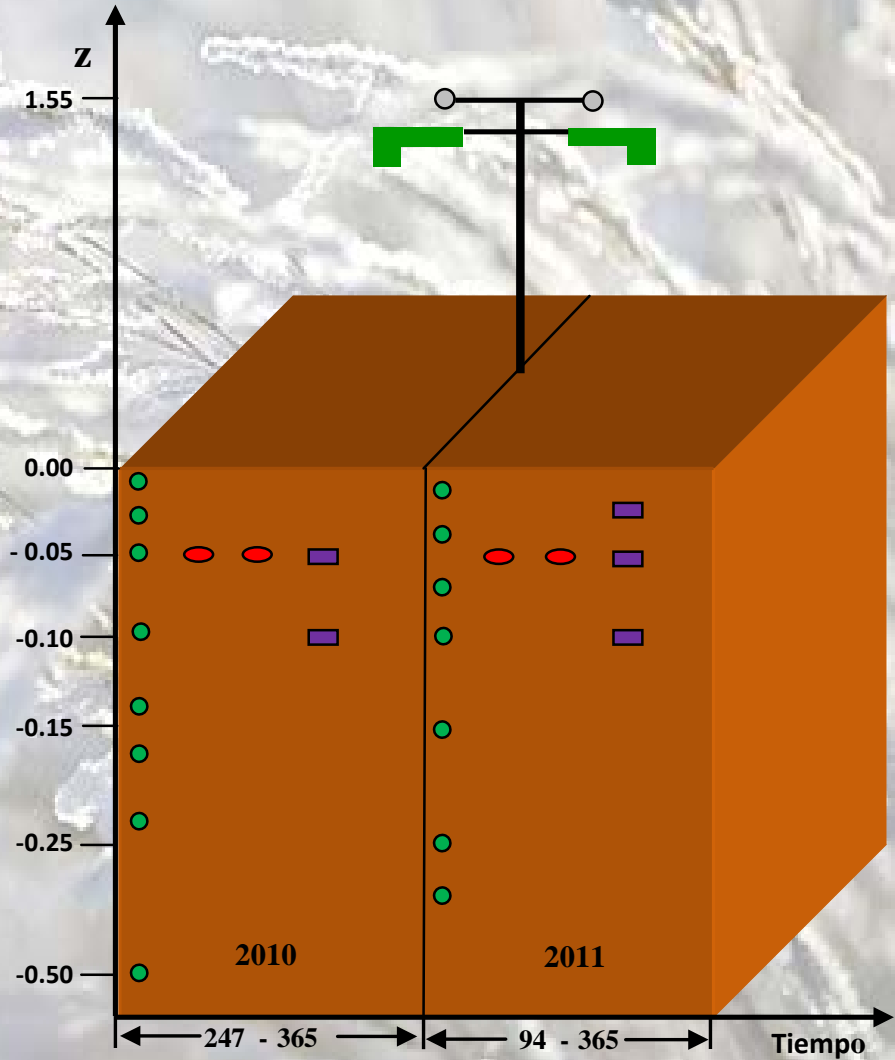
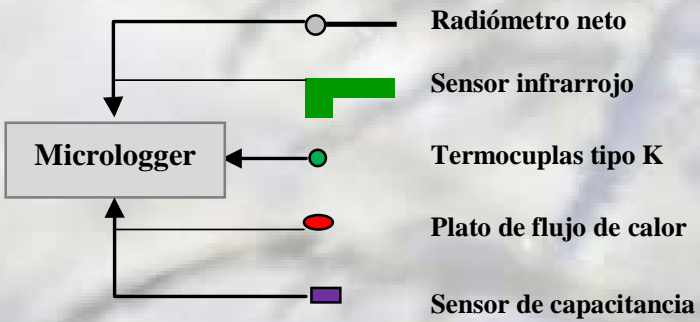
$$Ts_{0,t} = Ts_0^{\min} + (Ts_{0,ss} - Ts_0^{\min}) \exp(At + B)$$

INTRODUCCIÓN:

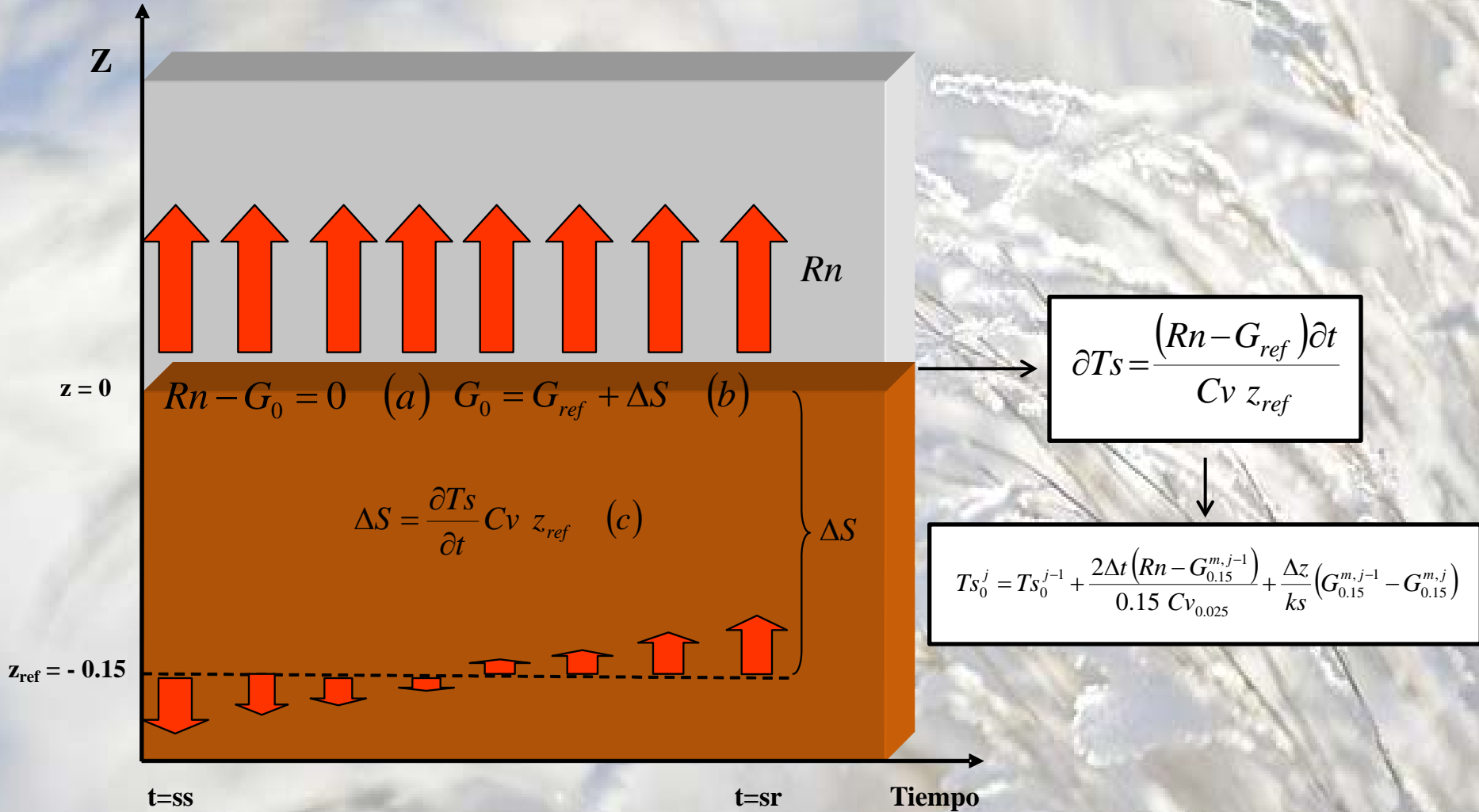
Variables meteorológicas consideradas en los modelos:

- Radiación neta nocturna.
- **Densidad de flujo de calor en el suelo.**
- Radiación solar.
- **Temperatura de punto de rocío.**
- Temperatura del suelo (aire) al momento del crepúsculo.
- **Humedad relativa.**
- Contenido de humedad del suelo.
- **Difusividad termal del suelo.**
- Capacidad específica de calor del suelo.
- **Conductividad termal.**
- Velocidad de viento

MATERIALES Y MÉTODOS



MATERIALES Y MÉTODOS: Desarrollo modelo mecánico



MATERIALES Y MÉTODOS: Desarrollo modelo mecánico

Para implementar el modelo se requiere:

Radiación neta nocturna (medida o estimada).

Radiación solar entre las 10 y 17 horas del día (medida o estimada).

Difusividad termal (función del contenido de humedad y densidad del suelo).

Conductividad termal del suelo (función de la humedad y densidad del suelo).

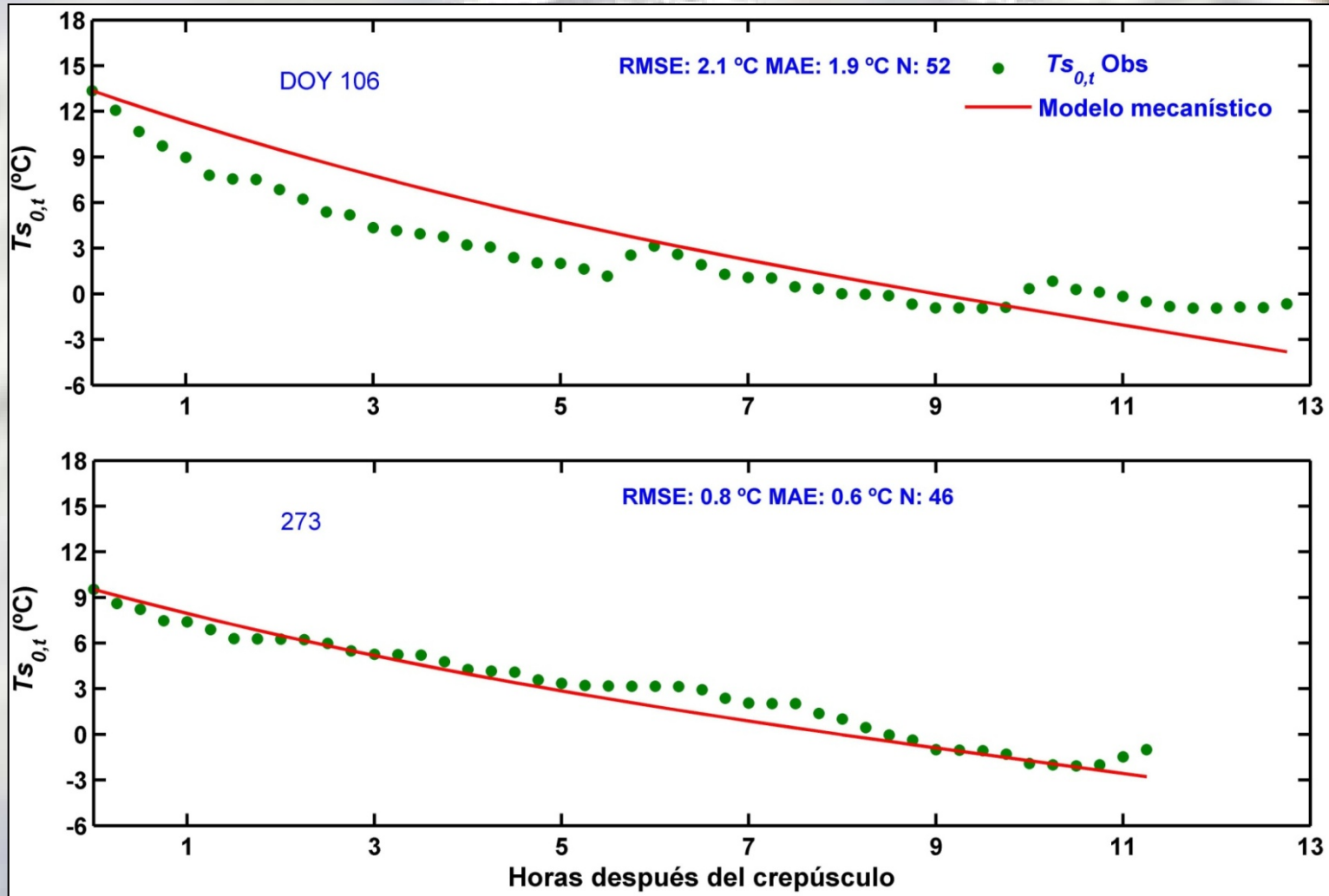
A close-up photograph of a grass seed head, showing the intricate structure of the spikelets. A semi-transparent, light-colored mechanical model is overlaid on the image, illustrating the internal structure and movement of the seed head. The model consists of various interconnected parts, including what appears to be a central shaft, a curved lever or arm, and a spring-like mechanism, all rendered in a light, almost white color. The background is a soft, out-of-focus green, suggesting a natural outdoor setting.

RESULTADOS:

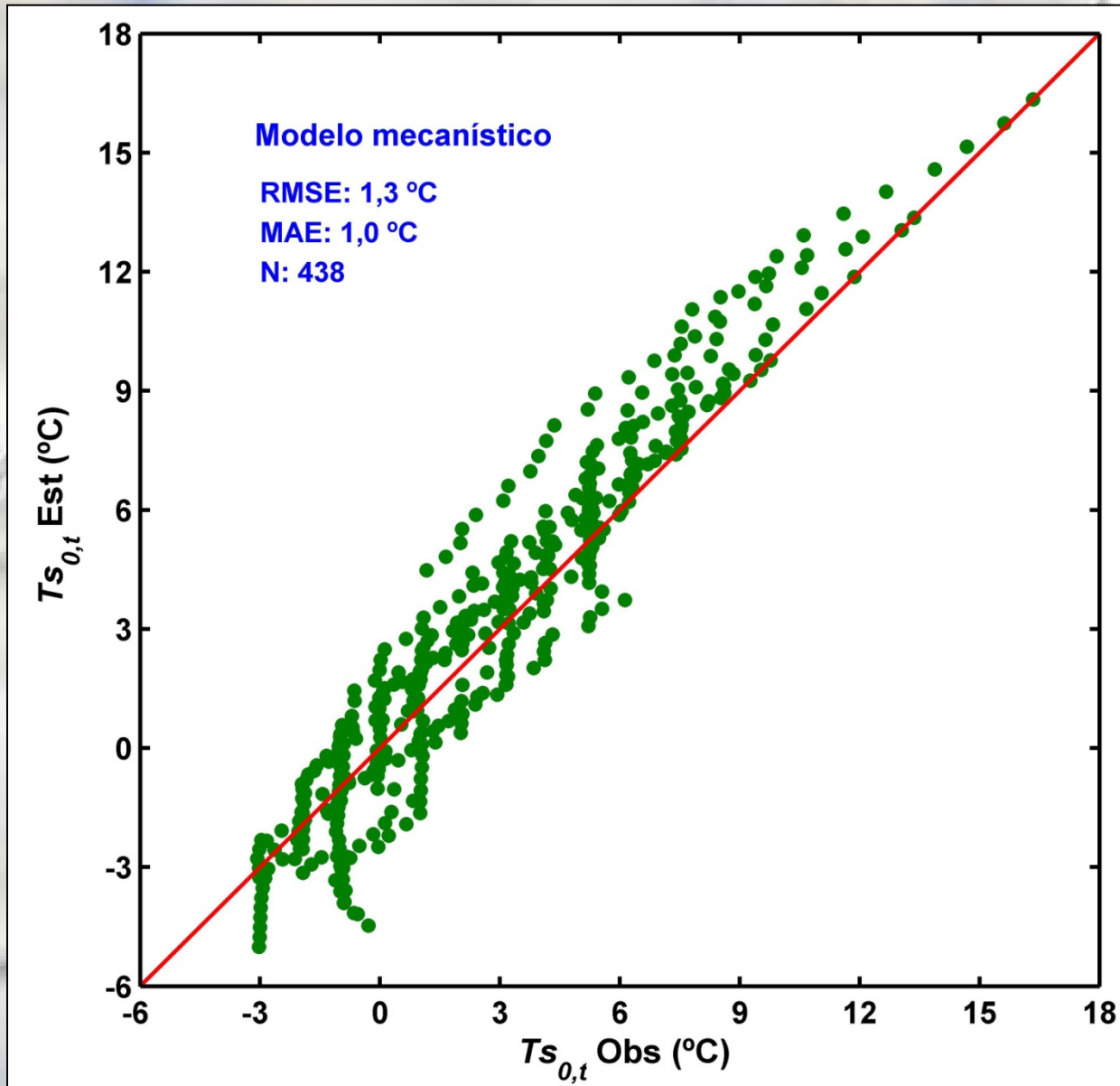
a) Evaluar el modelo mecanístico.

b) Comparar con otros modelos conocidos.

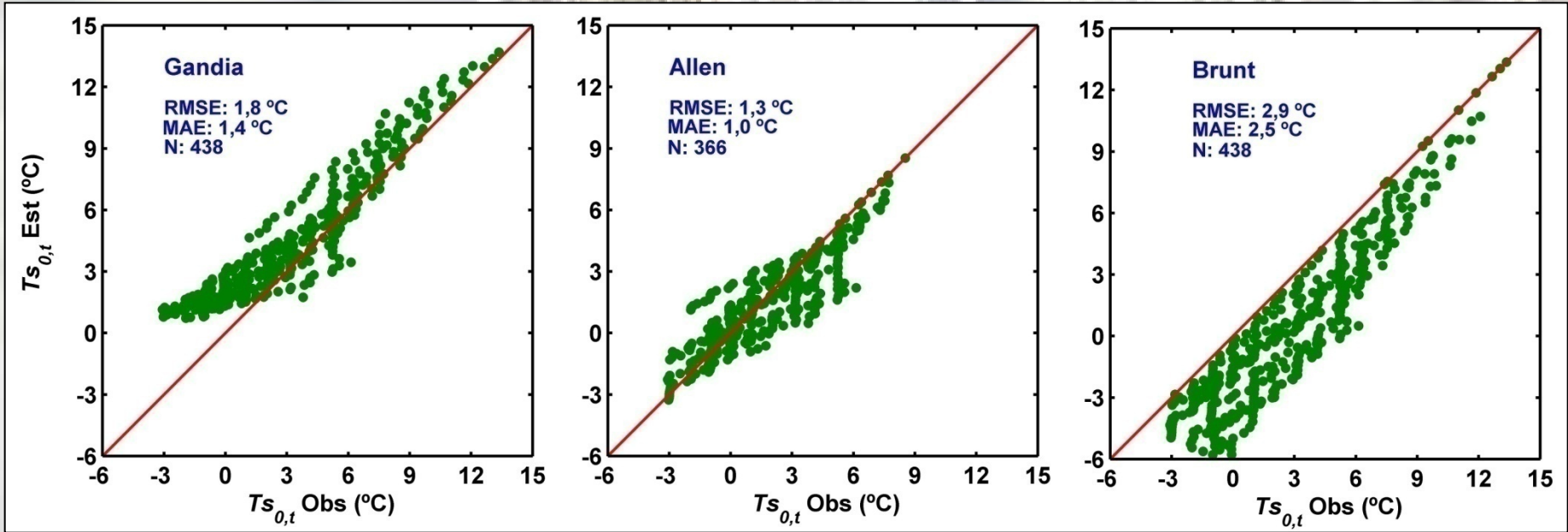
a.-) Evaluación del modelo mecánico.



a.-) Evaluación del modelo mecánico.



b.-) Comparación en la estimación de heladas radiativas con otros modelos conocidos



d.-) Comparación en la estimación de heladas radiativas con otros modelos conocidos

Modelo	Estimación	RMSE (°C)	MAE (°C)	N
Brunt	$T_{s_{0,t}}$	2,9	2,5	438
Allen	$T_{s_{0,t}}$	1,3	1,0	366
Gandia	$T_{s_{0,t}}$	2,0	1,6	438
Mecanístico	$T_{s_{0,t}}$	1,3	1,0	438

Gradiente termal:

Ts min (0 m) (°C)	Ta min (2 m) (°C)	Gradiente (°C/m)
-2.0	1.5	1.7
-0.1	2.5	1.3
-1.1	3.0	2.1
-0.9	2.6	1.7
-1.9	0.1	1.0
-2.9	-0.1	1.4
-3.0	-0.4	1.3
-3.0	-1.0	1.0
-1.9	-0.3	0.8
Promedio gradiente		1.37

CONCLUSIONES:

El modelo mecanístico desarrollado presenta un buen comportamiento en la estimación de la temperatura superficial del suelo, y es de fácil implementación en condiciones donde el contenido de humedad del suelo está sobre capacidad de campo, periodo que se asocia a inicios de primavera y presencia de heladas radiativas.

Los mejores modelos en cuanto a su comportamiento fueron el mecanístico y el de Allen, destacándose que el modelo mecanístico presenta la ventaja de no requerir calibración.

A close-up photograph of white, feathery grasses, possibly a type of ornamental grass, against a bright, hazy background. The grasses are in sharp focus, showing their intricate, feathery structure. The background is a soft, out-of-focus mix of light blue and white, suggesting a bright sky or a misty atmosphere. The overall mood is serene and peaceful.

GRACIAS