



CARACTERIZACION FISICA DE LAS HELADAS RADIATIVAS EN EL VALLE DEL MANTARO

Miguel Saavedra Huanca ^{(1) (*)}, Ken Takahashi ⁽²⁾, Grace Trasmonte ⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad Nacional Mayor de San Marcos

⁽²⁾ Instituto Geofísico del Perú

^(*) msaavedra17@gmail.com, Bach. Física

RESUMEN

Se presenta un avance de los tres primeros meses (Agosto- Octubre 2009) del desarrollo de una tesis, para obtener la Licenciatura en Física (UNMSM). Inicialmente se ha buscado reconocer dos de los más importantes aspectos físicos que intervienen en el fenómeno de heladas: la distribución de temperaturas en el suelo y la cantidad de radiación neta de la superficie terrestre. Se ha desarrollado un modelo numérico simple para simular la distribución de temperatura en el suelo y se ha aplicado el modelo SBDART (Santa Barbara Disort Atmospheric Radiative Transfer) de transferencia radiativa en la atmósfera, que da la cantidad de radiación que llega a la superficie terrestre. Con ambos modelos se han realizado aproximaciones para diferentes condiciones del suelo y de la atmósfera.

INTRODUCCION

Las heladas radiativas como eventos extremos de la interfase suelo-atmósfera, causan perjuicios tanto sociales como económicos a la población, ya que son causantes, entre otros, de grandes pérdidas de cultivos, principalmente en las zonas andinas. En este sentido se requieren diversos estudios sobre este evento, siendo esta tesis uno de ellos, en la que se hace hincapié en la caracterización y análisis físico del fenómeno.

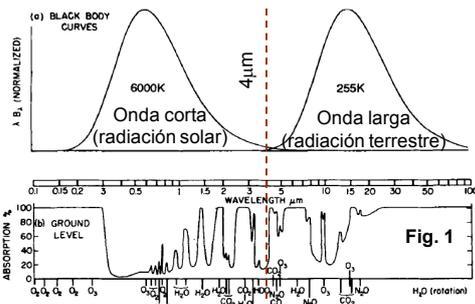
Se está presentando un avance de la tesis, sobre la variación de las anomalías de temperatura en el suelo y radiación, ajustando algunos parámetros referentes al suelo, y atmósfera, como son: tipo de suelo, cantidad de CO2 y vapor de agua (H2O). Posteriormente, se validarán los resultados obtenidos con información radiativa in situ (mediante Pirgeómetros), del Valle del Mantaro.

OBJETIVOS (Primera parte de la Tesis)

- Simular las variaciones de temperatura (especialmente las temp. Mínimas) del suelo de acuerdo a sus características.
- Poner operativo y evaluar el modelo SBDART.
- Realizar pruebas con el SBDART con una atmósfera no variable en el tiempo.

FISICA DEL PROBLEMA

Espectro de Absorción de la Atmósfera



En la figura 1 (abajo) se presenta el espectro de absorción de los principales gases de efecto invernadero (H2O, CO2, NO2, etc.), los cuales absorben principalmente la radiación de onda larga y sin cuya presencia la temperatura media global del planeta sería mas de 30 grados menor.

Difusión en el suelo

Los procesos relacionados al flujo de energía debajo de la superficie del suelo, pueden ser descritos matemáticamente por la ec. de difusión de calor.

Ec. De Difusión

$$\frac{\partial T}{\partial t} = D \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

Condición de Frontera

$$-k \frac{\partial T}{\partial z} = F_{net}$$

Donde $D = k/(\rho c)$.

Como condición de frontera, indicamos que el flujo neto de energía que ingresa y escapa de la superficie terrestre, ya sea como procesos asociados a la radiación que emite y recibe la tierra, como cambios de fase y otros, puede ser descrito, por un forzante externo $-F$ y una componente asociada a la componente de temperatura λT .

METODOLOGIA

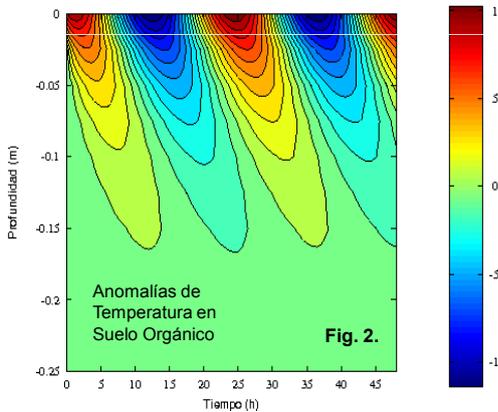
Modelo de Difusión

Se elaboró un modelo numérico simple (unidimensional) en base a la solución numérica de la ecuación de difusión de calor, seguidamente se determino la distribución de temperaturas asociado a un forzante diurno ($F = -F_0 \cos(2\pi t/\tau)$, $\tau = 1$ día) y para diferentes tipos de suelo, esta última representada por la difusividad.

Modelo Radiativo

Para calcular la radiación incidente en superficie en condiciones de cielo despejado se hizo uso del modelo de transferencia radiativa SBDART (Santa Barbara DISORT Atmospheric Radiative Transfer), para ángulos cenitales correspondientes a diferentes horas del día. Con este modelo se hicieron simulaciones con distintos perfiles atmosféricos de vapor de agua y CO2, manteniendo la distribución de las otras variables atmosféricas.

RESULTADOS DE LOS MODELOS



La distribución en el tiempo de las anomalías de temperatura por debajo de la superficie de los diferentes tipos de suelo, tienen un comportamiento análogo al que se muestra en la figura 2, pero la magnitud, profundidad y velocidad de propagación de las anomalías dependerán básicamente de las propiedades del suelo. En la tabla se muestra como varía la profundidad de penetración (Prof. Max) de las anomalías y su relación con la difusividad (D).

	D[10E-4 m2/s]	Prof. Max[m]
Roca	0.54	3.0
Arena seca	0.01	1.0
Suelo orgánico	0.001	0.25

En la figura 3.a se presenta la variación de la radiación incidente de onda larga (color verde) y corta (color rojo) durante las 24 horas del día, en la superficie del suelo y en la 3.b la radiación total.

Variando la cantidad de vapor de agua en la atmósfera desde 0.6 hasta 2.0 (proporcional en todo el perfil), la cantidad de radiación incidente aumenta, pero cada vez en menor proporción (Fig. 4), esto debido a la saturación en el espectro de absorción del vapor de agua en la atmósfera. No siendo así con el CO2 (Fig. 5), que tiene un comportamiento lineal (aproximadamente) pero un incremento mucho menor si lo comparamos con la cantidad de radiación que se generaría si se duplicase la cantidad de vapor de agua.

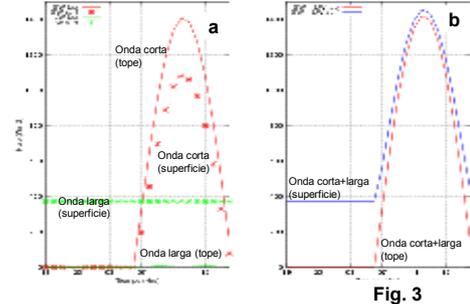


Fig. 3

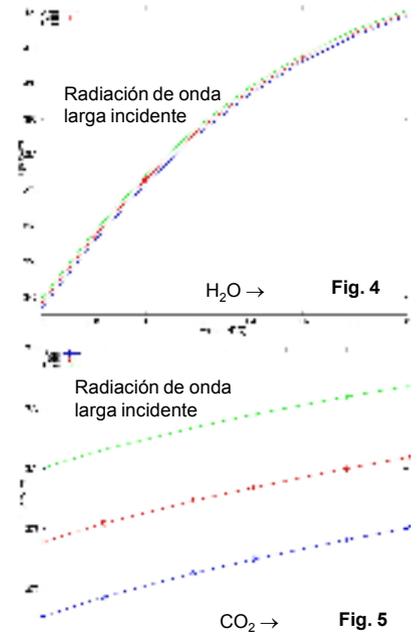


Fig. 4

Fig. 5

En los próximos meses se espera acoplar los dos modelos analizados, además de implementar otros procesos asociados a la capa límite superficial (cerca al suelo), allí donde la temperatura tiene una fuerte variación con la altura, y a investigar el efecto de la nubosidad en los flujos radiativos.

Referencias

Geiger, R., (2003), The Climate Near the Ground (Sixth Ed), Oxford, Rowman & Littlefield, 584 pp.

Viúdez-Mora, A., J. Calbó, J. A. González, and M. A. Jiménez (2009), Modeling atmospheric longwave radiation at the surface under cloudless skies, J. Geophys. Res., 114.

Farouki, O. T., (1986), Thermal Properties of Soils. Series on Rock and Soil Mechanics, Vol. 11, Trans Tech, 136 pp.

Agradecimientos

Se agradece al Instituto Geofísico del Perú y al Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo (IDRC) – Canadá, por el financiamiento y la infraestructura necesaria, a través del Proyecto MAREMEX MANTARO. Se agradece de manera especial a la Mg. Grace Trasmonte y al Dr. Ken Takahashi, por la asesoría y apoyo en el desarrollo de esta tesis.