

## BALANCE DE ENERGÍA SOBRE UN CULTIVO DE SOJA

Natalia Tonti<sup>1,2</sup>, María Gassmann<sup>1,2</sup>, Mauro Covi<sup>1</sup>, Claudio Pérez<sup>1,2</sup>, Silvina Righetti<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Dept. de Cs. de la Atmósfera y los Océanos – FCEN – UBA, <sup>2</sup>CONICET, <sup>3</sup>Servicio Meteorológico Nacional

ntonti@at.fcen.uba.ar

**ABSTRACT:** On the basis of micrometeorological observations we explore the terms of the surface energy partition on a soybean crop. The imbalance energy, after rejecting the heat accumulated in the canopy, has a value of 22% of the net radiation. During the observational period a 60% of the available energy was used for evapotranspiration.

**RESUMEN:** A partir de observaciones micrometeorológicas se estudiaron los términos de la partición energética sobre un cultivo de soja. El desbalance observado, despreciando el calor acumulado por la cobertura vegetal, fue de 22% de la radiación neta. Durante el período completo de observaciones el 60% de la energía del sistema fue utilizada para evapotranspiración.

### INTRODUCCIÓN

Los principales componentes en el balance de energía sobre la superficie son la radiación neta, los flujos de calor sensible, de calor latente y de calor en el suelo. En particular, en superficies con coberturas vegetales se debe contemplar también términos representativos del almacenaje de calor dentro de la cobertura. Algunos autores encuentran fallas a la hora de mostrar el cierre en el balance energético (Foken 2008). Esos trabajos indican la existencia de un desbalance de energía que ronda el 25 a 30% en condiciones diurnas, independientemente del tiempo de promedio que se utilice. Una de las consecuencias inmediatas que trae aparejado la existencia de un desbalance dentro de la ecuación de energía es la generación de errores en la aplicación de la ecuación de Penman-Monteith, pudiendo traer impactos negativos a la hora de estimar los intercambios de masa de vapor de agua sobre distintos tipos de cobertura vegetal con esta metodología (DeBruin y Holtslag

1982, Allen y otros 2004). El objetivo de este trabajo es el de cuantificar el desbalance energético observado sobre una cobertura de soja en la región de la pampa húmeda de Argentina.

## METODOLOGÍA Y DATOS

Sobre un lote de producción de soja de 19 ha se instaló una torre micrometeorológica en el extremo SE del lote para aprovechar las observaciones de flujos con direcciones de viento del sector NO a NE con un fetch aproximado de 500m. La siembra se hizo el 17 de noviembre y el cultivo emergió alrededor del 25 de noviembre. La orientación de los surcos fue NE-SO y la separación entre ellos fue de 37cm. Se realizaron mediciones de los flujos de calor sensible y latente utilizando el método de las covarianzas turbulentas, por otra parte se midió radiación neta, flujo de calor en el suelo y dos niveles de temperatura dentro de la cobertura vegetal. De acuerdo con Oke (1987) el balance energético se representa por la siguiente ecuación:

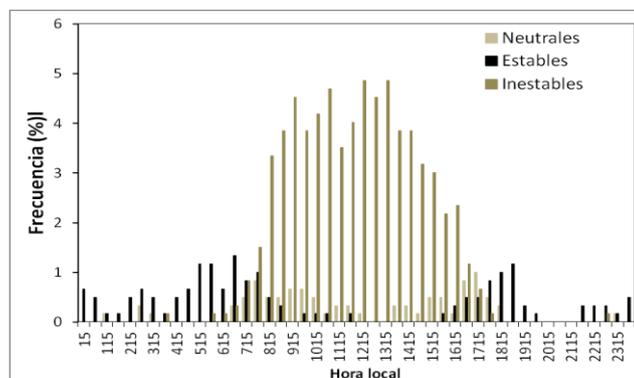
$$R_n + Q_H + Q_E + Q_G + \Delta Q_S = 0$$

donde ( $R_n$ ) es la radiación neta, ( $Q_H$ ) es el flujo de calor sensible, ( $Q_E$ ) es el flujo de calor latente, ( $Q_G$ ) es el flujo de calor en el suelo. En superficies con presencia de algún tipo de cobertura (vegetal o urbana) también parte de la energía es utilizada para almacenar calor dentro de la cobertura ( $\Delta Q_S$ ).

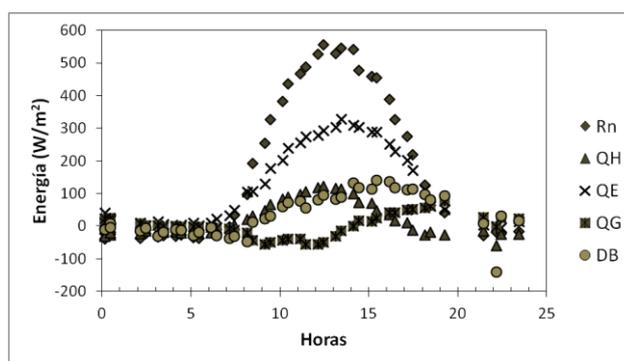
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se consideró que el flujo de calor almacenado en la cobertura vegetal fue despreciable. Se aplicó el modelo TK3 (Mauder y Foken, 2011) para calcular los flujos turbulentos de cantidad de movimiento, energía y masa promediados cada 30 minutos. De un total de 97 días se utilizaron solo aquellas rondas que tuvieran viento del sector NO-NE, reduciéndose a un 30% del total. Además se suprimieron los casos con velocidades de viento inferiores a 1m/s a una altura equivalente a 2 veces la altura del cultivo. De los datos utilizados 10.4% tuvieron condiciones neutrales, 18.9% tuvieron condiciones estables y 70.8 % tuvieron condiciones inestables. En la Figura 1 se observa la frecuencia absoluta horaria de casos por estabilidad. Los casos neutrales se acumulan en las horas de transición entre el día y la noche. Hay una disminución notable de casos durante la noche debido a la alta frecuencia de calmas durante esas horas. En la Figura 2 se observan los valores medios de los flujos

observados durante todo el registro. En promedio durante las horas diurnas, el 61% de la energía disponible por el sistema es utilizada para evapotranspirar, el 15% se utiliza para calentar el aire y de forma neta un 1% se utiliza para calentar el suelo.



**Figura 1: Frecuencia porcentual de condiciones de estabilidad por hora del día.**



**Figura 2: Promedios horarios de los términos de la partición energética considerando todo el período de observación. DB es el desbalance energético promedio calculado.**

Durante la noche el flujo de calor latente continúa siendo positivo debido al transporte de masa por transpiración en el cultivo. Durante esas horas son los flujos de calor sensible y de calor en el suelo quienes compensan el déficit de energía en el sistema. La onda del flujo de calor en el suelo muestra un calentamiento por la mañana y un enfriamiento por la tarde, debido a la orientación de los surcos.

## CONCLUSIONES

El desbalance calculado se incrementa durante las horas diurnas alcanzando valores similares al flujo de calor sensible. Pero en horas de la tarde supera a este flujo. El

desbalance diurno ronda el 22% de la energía disponible. Parte de este desbalance en la ecuación de energía se debe al hecho de considerar despreciable al término de calor almacenado en la cobertura y que en horas diurnas como nocturnas no puede despreciarse (Oliphant y otros, 2004).

### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo de investigación fue financiado con los fondos de los subsidios PICT 2010-0554 de la ANPCyT y por PIP 11220100100044 del CONICET.

### **REFERENCIAS**

- ALLEN RG, PEREIRA LS, Raes D, SMITH M (2004) Crop evaporation. FAO Irrigation Drainage Paper 56: XXVI, 300 pp
- DE BRUIN HAR, HOLTSLAG AAM (1982) A simple parametrization of the surface fluxes of sensible and latent heat during daytime compared with Penman-Monteith concept. J. of Climate Appl. Meteorol. 21: 1610-1621
- FOKEN T (2008) The energy balance closure problem: an overview. Ecological Applications 18, 6: 1351-1367
- MAUDER M., FOKEN T., 2011. Documentation and Instruction Manual of the Eddy-Covariance Software Package TK3. Universität Bayreuth, Abteilung Mikrometeorologie: Arbeitsergebnisse 46, ISSN 1614-924, 60p.
- OKE T.R. Boundary Layer Climates. Methuen. London, UK. 1987.
- OLIPHANT A. J., GRIMMOND C. S. B., ZUTTER H. N., SCHMID H. P., SU H. B., SCOTT S. L., OFFERLE B., RANDOLP J. C., EHMAN J. (2004). Heat storage and energy balance fluxes for a temperate deciduous forest. Agric. Forest. Meteorol. 126, 3-4, 185-201