

## Determinación del parámetro de rugosidad en un cultivo de soja

Silvina Righetti<sup>1,2</sup>, María Gassmann<sup>1,2</sup>, Jesús Gardiol<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Cs. de la Atmósfera y los Océanos  
Facultad de Cs. Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires*  
<sup>2</sup>*CONICET*  
*E-mail: srighetti@at.fcen.uba.ar*

### Abstract

It was studied the evolution of the roughness parameter,  $z_0$ , of a soybean cropping system in the area of Balcarce (Buenos Aires province, Argentina). As a function of day this evolution was parameterized by a third degree polynomial function, with a determination coefficient value of 0.52. It was considered only cases of north-component wind and velocities below 6m/s.

### 1. Introducción

El parámetro de rugosidad ( $z_0$ ) es una medida de la rugosidad de la superficie sobre la cual se desplaza el flujo de aire y que modifica al perfil de velocidades. Puede ser estimado a partir de observaciones de intensidad de viento ( $u$ ) a distintas alturas ( $z$ ). En particular, para condiciones de estabilidad atmosférica neutrales y para un uso de suelo con cultivo (Stull, 1988) se puede utilizar la siguiente parametrización:  $u(z) = u_* / k \ln[(z-d)/z_0]$  (1), donde  $u_*$  es la velocidad de fricción y  $k$  la constante de von Kármán. La variable  $d$  es el desplazamiento del plano cero y sumado a  $z_0$  representa el nivel virtual que actúa como sumidero de cantidad de movimiento para la superficie con obstáculos sobre la cual fluye el aire. Para una amplia variedad de especies dicha variable suele ser estimada en función de la altura del cultivo ( $h$ ) como:  $d = \frac{2}{3}h$  (Oke, 1978).

En este trabajo se estimó el valor del parámetro de rugosidad a partir de información meteorológica observada con una torre micrometeorológica ubicada dentro de un cultivo extenso de soja en la localidad de Balcarce (37°45'S, 50°18'W), provincia de Buenos Aires, Argentina. Asimismo, se estudió la variabilidad de este parámetro a lo largo del ciclo del cultivo.

## 2. Metodología y datos

El trabajo utilizó datos experimentales observados durante la campaña agrícola 2008-2009 en la Unidad Integrada Estación Experimental Agrícola INTA Balcarce y Facultad de Ciencias Agrarias (Universidad de Mar del Plata). El cultivo seleccionado para el estudio fue soja (*Glicine max*), cultivar 4209 de Nidera. Se utilizaron datos observados cada 15 minutos en una torre micrometeorológica con 4 niveles de medición de temperatura, humedad y dirección e intensidad de viento (los niveles fueron: 1.1, 1.7, 2.65 y 4.16m). La torre fue instalada en un lote de forma rectangular cuyas dimensiones fueron aproximadamente de 380m x 550m, orientado en dirección noroeste-sudeste. Además, se realizaron observaciones de la altura de la cobertura y de la fenología del cultivo cada 4 días. El período de muestreo comenzó el 1 de enero y finalizó el 3 de marzo de 2009. Se estimó el parámetro de rugosidad en condiciones de estabilidad atmosférica de tipo neutral, mediante un ajuste por cuadrados mínimos teniendo en cuenta la expresión (1).

## 3. Resultados y discusión

### 3.1 Evolución del parámetro de rugosidad

Los valores de  $z_0$  para los casos estudiados presentaron una importante dispersión (no se muestra), pero a pesar de ella se pudo observar un comportamiento acorde a la evolución del cultivo. Inicialmente se produce un aumento del parámetro de rugosidad que coincide con la etapa de mayor crecimiento del cultivo, para luego permanecer aproximadamente constante una vez que la cobertura ya ha alcanzado su máximo desarrollo y comienza la etapa de llenado de frutos. Por último, para finales de marzo, la senescencia del cultivo produce una disminución en el  $z_0$  debido a la modificación que produce el cultivo al disminuir el área frontal que enfrenta al flujo de aire.

### 3.2 Variabilidad en el valor del $z_0$

Con el fin de analizar la dispersión en los valores del parámetro de rugosidad se estudió la influencia de la dirección y la intensidad del viento en los resultados obtenidos. Para esto se separaron en casos según las componentes del viento fueran: NO-NE, NE-SE, SE-SO y SO-NO. A los casos se los tipificó respectivamente como CN, CE, CS y CO. La mayor cantidad de casos correspondieron a la situación denominada CN (48%), seguida de los CE (26%), luego los CS (17%) y, por último, los

CO (9%). La dispersión de los valores fue notablemente menor en los CN en comparación con las otras situaciones. Esta diferencia entre componentes del viento podría estar relacionada con la homogeneidad de los obstáculos respecto de la torre y con el fetch necesario para que todos los instrumentos se encuentren dentro de la capa límite interna generada por el cultivo. La combinación de una mayor frecuencia de ocurrencia de CN y el hecho de que la disposición del cultivo en ese cuadrante de viento tendría un fetch superior a 180 m, permitieron encontrar  $z_0$  más estables que con vientos de otras direcciones.

Asimismo, se analizó la influencia de la intensidad del viento en la variabilidad presentada por el  $z_0$  para el cuadrante CN. Se distinguieron 2 tipos de intensidades: *viento débil a moderado* ( $V \leq 6$  m/s) y *viento fuerte* ( $V > 6$  m/s). En los casos menos intensos la dispersión de los valores del parámetro de rugosidad es inferior a la de los casos de viento fuerte. Las condiciones de viento más intensas podrían requerir un fetch más largo para poder considerar homogeneidad horizontal, ya que presentaron una mayor variabilidad y menores valores de  $z_0$ .

Considerando solo los valores de  $z_0$  correspondientes al cuadrante CN e intensidades inferiores a 6m/s, se obtuvieron los valores diarios promediados de  $z_0$ . Se realizó un ajuste a estos datos con una función polinomial de tercer grado. El ajuste presentó un coeficiente de determinación de 0.52 (Figura 1).

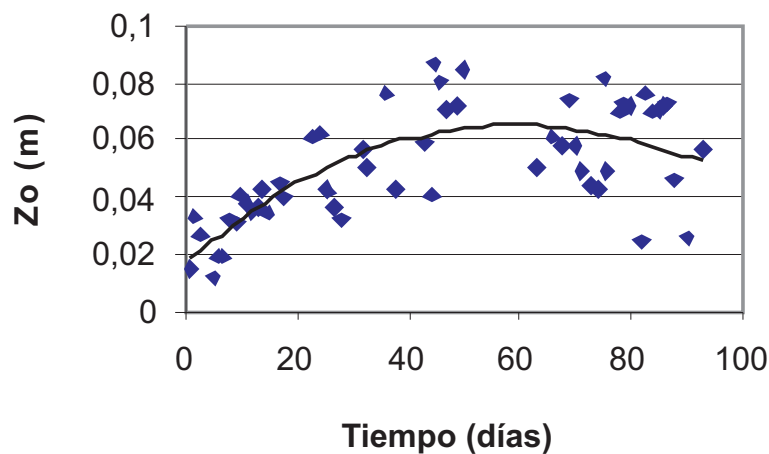


Figura 1. Evolución de  $z_0$  diario para los casos de intensidad de viento menor a 6 m/s. La línea negra representa el ajuste poli-nomial de los datos ( $z_0 = 3E-08 D^3 - 2E-05 D^2 + 0,0018 D + 0,0164$ , con D día de observación).

#### 4. Conclusiones

Se caracterizó el parámetro de rugosidad en un cultivo de soja durante todo su ciclo de crecimiento. Se consideraron condiciones neutrales de estabilidad y se tuvo en cuenta el desplazamiento del plano cero acorde con el crecimiento en altura del cultivo. Se obtuvo una ecuación polinomial de grado 3 que logró representar la evolución de este parámetro a lo largo del ciclo del cultivo, similar a los resultados presentados por otros autores (Raupach, 1994; Verhoef y otros, 1997). En la evolución del parámetro se pueden evidenciar los ciclos de desarrollo. Las características del experimento determinaron que sólo se pudieran utilizar los datos provenientes del sector N e intensidades de viento débiles a moderadas ( $1\text{m/s} < V < \leq 6\text{m/s}$ ).

#### Agradecimientos

El presente trabajo se realizó con fondos provenientes del subsidio UBACyT 440/08.

#### Referencias

- OKE T.R. *Boundary Layer Climates*. Methuen. London, UK. 1987.
- RAUPACH, M.R. Simplified expressions for vegetation roughness length and zero-plane displacement height as functions of canopy height and area index. *Boundary-Layer Meteorology*, v.71, p. 211-216, 1994.
- STULL, R.B. *An introduction to boundary layer meteorology*. 2. ed. The Netherlands. Kluwer Academic Publishers, 1988. p. 251-289.
- VERHOEF, A; MCNAUGHTON, K.G; JACOBS A.F.G. A parameterization of momentum roughness length and displacement height for a wide range of canopy densities. *Hydrology and Earth System Sciences*, v.1, p. 81-91, 1997.