

# ENSAYOS NUMÉRICOS Y DE LABORATORIO DE CABEZALES DISTRIBUIDORES DE SEMILLAS DE SEMBRADORAS AIR DRILL

Bourges, G.<sup>(i)</sup>; Medina, M.<sup>(ii)</sup>

<sup>(i)</sup> INTI Rosario – Diseño y Desarrollo, FCEIA

<sup>(ii)</sup> Universidad Nacional de Rosario

gbourges@inti.gob.ar

## INTRODUCCIÓN

Las sembradoras “air drill” están constituidas por dos unidades separadas y cada una de ellas puede ser usada independientemente en combinación con otro equipo. Las unidades son: la unidad tanque que contiene y dosifica las semillas, y la unidad sembradora que localiza las semillas en el suelo. Entre la unidad tanque y la unidad sembradora, se encuentran una serie de mangueras y cabezales distribuidores, por donde circulan las semillas impulsadas por la corriente de aire. Los dosificadores instalados en la parte inferior de las tolvas son del tipo mecánico y son accionados por un tren cinemático. Una corriente de aire, producida por un ventilador, transporta la semilla hasta la otra unidad que los localiza en el suelo en diferentes formas, según la configuración de los sistemas abresurcos. Las mangueras conductoras salen desde los dosificadores de la unidad tanque y culminan en un cabezal distribuidor, desde allí, y por conductos de menor sección, se traslada la semilla a cada uno de los cuerpos de siembra. Una de las problemáticas más importantes de estos sistemas de siembra es la falta de homogeneidad en la distribución de semillas entre líneas de siembra (surcos). Con la finalidad de disminuir la dispersión en la distribución de semillas entre los conductos de salida del distribuidor, el equipo de Ingeniería y Desarrollo del INTI Rosario, junto con investigadores de la Universidad Nacional de Rosario (U.N.R.), comenzó a estudiar el comportamiento de los cabezales distribuidores comerciales de semillas de sembradoras “air drill”. Los estudios realizados son tanto numéricos como experimentales y se llevan a cabo sobre componentes nacionales provistos por industriales de la zona de Rosario.

En el presente trabajo se realizan simulaciones numéricas del flujo aire-semillas con el objetivo de reducir los costes y tiempos en el proceso de investigación. Para ello es necesario, en primer lugar, validar los modelos numéricos con ensayos de laboratorio. Estos ensayos se realizan sobre un banco de pruebas para cabezales distribuidores de semillas, construido para tal fin.

Cabe destacar que este trabajo está enmarcado en el plan de trabajo del centro

Rosario, y forma parte del proyecto de evaluación de tecnologías de la maquinaria agrícola: “Evaluación de dispositivos para el transporte y distribución de semillas en equipos de siembra”.

## OBJETIVO

Comparar los resultados experimentales realizados sobre un banco de ensayos para cabezales distribuidores de semillas (Bourges & Medina, 2013), con modelos numéricos del flujo aire-semillas realizados en condiciones equivalentes a las experimentales.

## DESCRIPCION

En instalaciones de la U.N.R. se realizaron estudios de laboratorio en un banco de ensayos de cabezales distribuidores de sembradoras “air drill”. El equipo de ensayos (Figura 1) está compuesto por: Un ventilador, una tolva receptáculo de semillas, un dosificador tipo rodillo incorporado en la tolva, un cabezal distribuidor de semillas, provisto por un fabricante local de sembradoras “air drill”. El flujo aire semillas ingresa al distribuidor a través de un conducto flexible de 60 mm de diámetro interno, y 2 m de longitud. Los conductos de salida se acoplan al distribuidor por las conexiones correspondientes, y descargan las semillas en recipientes plásticos. En el experimento se utilizan dos kilos de semillas en la tolva de dosificación de semillas, las cuales son inyectadas en la corriente de aire que posee una velocidad promedio de 20 m/s, en el conducto de ingreso al distribuidor de 60 mm de diámetro interno.

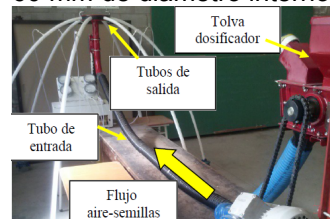


Figura 1: Banco de ensayo de distribuidores.

**Modelo numérico.** Para la resolución de las ecuaciones de Navier-Stokes del flujo de fluidos, se utiliza la técnica estándar de Reynolds Average Navier-Stokes, con el modelo de turbulencia Realizable k- $\epsilon$ . El algoritmo es estacionario, y se resuelve por el software de volúmenes finitos ANSYS Fluent®.

Se utiliza un resolvidor basado en presiones, con acople entre velocidad y presión.

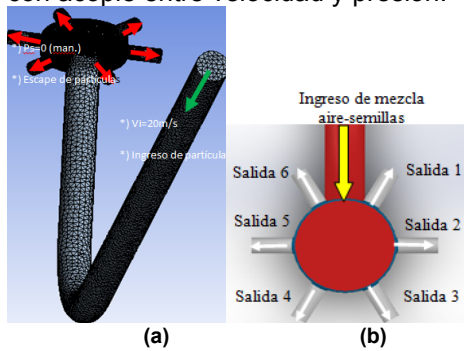


Figura 2: (a) Condiciones de borde. (b) Esquema de flujo.

En cuanto al modelado de trayectorias de semillas de soja, se supone a las mismas como partículas esféricas, de tamaño uniforme e indeformable. Su trayectoria se calcula utilizando un enfoque lagrangiano. Se analiza la mezcla aire-semillas como un flujo en fase diluida, considerando la iteración entre ambas fases como acople de doble vía. Las fuerzas actuantes consideradas son la fuerza de gravedad y la fuerza de arrastre aerodinámica. El balance de fuerzas por unidad de masa sobre la partícula es el siguiente:

$$\frac{d}{dt}(u_p) = F_{Drag} + \frac{g(\rho_p - \rho)}{\rho}$$

Donde  $F_{Drag}$  es la fuerza de Resistencia aerodinámica por unidad de masa de partícula:

$$F_{Drag} = \frac{18 \mu C_D R_{ep}}{24 \rho_p D_p^2}$$

Siendo  $u$ , velocidad de la fase continua,  $u_p$ , la velocidad de la partícula,  $\rho$  y  $\mu$  la densidad y

la viscosidad dinámica del fluido,  $\rho_p$  la densidad de la partícula y  $D_p$  el diámetro de la partícula.  $R_{ep}$  es el número de Reynolds de partícula, dado por:

$$R_{ep} = \frac{\rho D_p |u_p - u|}{\mu}$$

El término  $g(\rho_p - \rho)$  representa la fuerza gravitatoria por unidad de masa de la par. El coeficiente de arrastre  $C_D$ , viene dado por:

$$C_D = a_1 + \frac{a_2}{R_{ep}} + \frac{a_3}{R_{ep}^2}$$

Siendo  $a_1$ ,  $a_2$  y  $a_3$  constantes que dependen de los valores de  $R_{ep}$ , de acuerdo con lo descrito

por **Morsi & Alexander (1972)**.

## RESULTADOS

**Resultados experimentales.** En la Figura 3 se muestran los diagramas de cajas de los pesos de las semillas que se obtuvieron por cada "salida". Las líneas horizontales en las cajas corresponden a las medianas y los círculos a las medias. Se observa que las salidas 1 y 6 poseen medias más grandes, mientras que las salidas 3 y 4 presentan valores inferiores. Esto indica que las salidas anteriores envían más semillas que las posteriores.

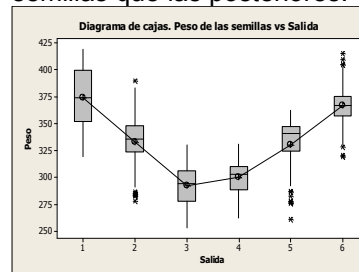


Figura 3: Masa de semillas (kg.) por salida.

**Resultados numéricos.** Como se observa en la figura 4 las salidas 1 y 6 son las que poseen mayor porcentaje de partículas, siendo la salida 6 la que mayor porcentaje posee (21% del total).

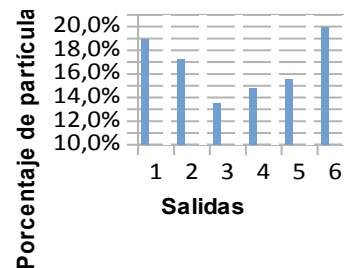


Figura 4: Distribución en porcentaje (%) de partículas por salida.

**Conclusiones.** Las trayectorias obtenidas a través de las simulaciones numéricas dieron resultados consistentes con los obtenidos en ensayos controlados. En ambos casos los mayores caudales de semillas se producen en las salidas frontales (salidas 1 y 6), siendo las salidas posteriores las que menor caudal presentan.

## BIBLIOGRAFÍA

Bourges G., Medina M. 2013. Verificación experimental en banco de ensayos de cabezales distribuidores de sembradoras air drill. XI CIBIM. La Plata, Arg. ISBN 978-950 341025-7, parte 2, pp. 1174-1181.  
Morsi S. A., Alexander A. J. 1972. An Investigation of Particle Trajectories in Two Phase Flow Systems. J. Fluid Mech. Vol. 55(2) 193-208.