

Sembradoras Gil 5032 y 6040, la mejora continua aplicada al diseño



Este artículo presenta una nueva aproximación al conocimiento de las sembradoras neumáticas en líneas a chorrillo.

Partimos de la descripción del diseño realizado en primera persona por la empresa española Julio Gil Águeda e Hijos, y proseguimos con el empleo de un manómetro diferencial tipo Pitot, para caracterizar y comparar el funcionamiento de los circuitos neumáticos en los modelos Gil 5032 (5 m de ancho) y 6040 (6 m de ancho). Su diversa configuración: 4 filas y 32 brazos en el primer caso, respecto a 3 filas y 40 brazos en el segundo, refleja su distinta funcionalidad: adaptación a elevados niveles de rastrojo (vocación de evitar embozos), respecto a una mayor uniformidad neumática ajustada a un suelo previamente labrado.

Pilar Barreiro, Belén Diezma, Diego Urbina y Constantino Valero.

LPF_TAGRALIA. Dpto. Ingeniería Rural. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid. CEI Moncloa.

La siembra neumática es una práctica bien establecida que permite combinar grandes anchuras de trabajo con distribuidores centralizados y mecanismos de plegado para transporte. Las sembradoras de gran capacidad de trabajo pueden alcanzar los 9 m de anchura, y algunos fabricantes recomiendan velocidades de trabajo de hasta 16 km/h.

La Sociedad Americana de Agro-Bio Ingeniería (ASABE) otorga anualmente los premios a las cincuenta novedades más destacadas en su ámbito, premios denominados genéricamente AE50. En los últi-

mos siete años, han sido premiados diez sistemas de siembra neumática: dos en 2007 (3310 Paralink Hoe Drill, SD550 Air Hoe Drill), tres en 2008 (84 Air Drill See Hawk, Bourgault 6700ST Air Seeder, YP2425 Yield-Pro Planter), dos en 2010 (1260 Early Riser Planter, P2070 Precision Hoe Drill), dos en 2011 (New John Deere Application Pro Universal System, SeedStar XP Monitoring System), uno en 2012 (Omniseed Air Seeder Control Raven). Algunos de ellos alcanzan incluso 21 m de ancho útil de trabajo, con un alto rendimiento de plegado, situación que está lejos de ser razonable para el contexto del campo español.

Casística de la siembra neumática en campo

Hay poca información técnica sobre la calidad del funcionamiento en campo de las sembradoras neumáticas a chorrillo (Gil-Quirós *et al.*, 2007; Barreiro *et al.*, 2010; Diezma *et al.*, 2011, Profi, pruebas de 2010 y 2011), y ninguna de tipo científico, a pesar de que en última instancia la calidad de la distribución transversal de las semillas claramente depende de la uniformidad del flujo de aire en los distintos tubos de descarga que van a las botas, rejas o discos de enterrado.

Un ejemplo de ensayo estático sobre la distribución transversal de las semillas para una máquina con 26 tubos de descarga (6 m de ancho útil) fue publicado en un ensayo de campo anterior (Diezma *et al.*, 2011), observándose claras diferencias de caudal de semilla entre los tubos de descarga que están limpios y libres de obstrucciones respecto al resto. Cualquier obstrucción parcial o total tiene como contrapartida un incremento en la descarga de semillas en los tubos adyacentes, y el correcto mantenimiento de los circuitos neumáticos es desde luego un caballo de batalla, para el que la concienciación parece el método más eficaz. La solución es sencilla: revisarlo varias veces durante las largas jornadas de siembra, aunque a menudo esto se olvida.

Algunos de los documentos técnicos publicados recientemente (pruebas de Profi, 2010 y 2011) se refieren al hecho de que las pequeñas semillas como la colza (2-4 g, masa de mil semillas) muestran una distribución transversal muy deficiente en comparación con las semillas de mayor porte como el trigo (35-45 g, masa de mil semillas). Algunas sembradoras a chorrillo contemplan además emplear semillas tan grandes como las habas (Barreiro *et al.*,

2011) con una masa de mil semillas de 800-1.000 g, con lo que la diversidad de circunstancias está claramente servida.

Los circuitos neumáticos a examen

La supervisión de los circuitos neumáticos, en general, se limita a cuantificar la velocidad de rotación de la turbina o, alternativamente, la presión hidráulica que en muchos casos la impulsa, y que ha de ser ajustada de acuerdo con el tipo de semillas pues sus propiedades físicas (tamaño, forma y peso específico) afectan de manera determinante el flujo del material (Barreiro *et al.*, 2010). Por ello, en este trabajo el objetivo principal es analizar específicamente el circuito neumático, empleando para ello dos modelos distintos de sembradoras en líneas a chorrillo fabricadas por Julio Gil Águeda e Hijos: Airsem-4F-5032-SNL y Airsem-6040. Todo ello con el fin de valorar la homogeneidad del flujo de aire a lo largo de su anchura de trabajo (5 y 6 metros, respectivamente) en diversas condiciones de trabajo de la turbina. Esperamos en última instancia ser capaces de poner de manifiesto el dedicado análisis que la empresa realiza a la hora de diseñar sus prototipos, que como es sabido gozan de gran consideración y difusión entre los agricultores españoles.

Este estudio pretende por tanto ofrecer datos objetivos que nos permitan reflexionar sobre la idoneidad de los diseños, y quizás la utilidad/necesidad o no de incorporar nuevas herramientas de diagnóstico en un futuro a medio plazo.

Julio Gil Águeda e Hijos, ejemplo de innovación a nivel nacional

La empresa Julio Gil Águeda e Hijos fue fundada en el año 1954, en un pequeño taller donde se diseñaron y fabricaron las primeras sembradoras españolas. Durante los primeros años centró su esfuerzo en modificar las sembradoras arrastradas para adaptarlas a los primeros tractores agrícolas con elevador hidráulico a los tres puntos, esfuerzos que dieron lugar al primer diseño de sembradora suspendida española. En la actualidad la fábrica dispone de dos factorías con una superficie total de 12.500 m², y se caracteriza por realizar ensayos sistemáticos en campo de los nuevos prototipos. La marca Sembradoras Gil es la mayor exportadora de sembradoras españolas.

En 2007, la empresa establece un canal de comunicación directo con sus clientes, denominado boletín de noticias Agroimpulso (disponible en su página web), en el que se presentan noticias del sector, opiniones de personalidades relevantes en el mismo y las novedades técnicas más destacables de la empresa. En este sentido, cabe señalar que las sembradoras de los modelos Airsem de Gil son sembradoras a chorrillo neumáticas con tres cuerpos articulados para facilitar la adaptación al terreno, y chasis de plegado hidráulico para el transporte (**foto 1**). En la mayor parte de los modelos, los brazos se distribuyen en tres filas transversales con



Foto 1. Los modelos Airsem de Gil son sembradoras a chorrillo neumáticas con tres cuerpos articulados para facilitar la adaptación al terreno, y chasis de plegado hidráulico para el transporte.

control de profundidad al cuerpo central (foto 2); en los modelos Airsem-4F los brazos están distribuidos en cuatro filas para el trabajo en condiciones de mayores acumulaciones de residuos vegetales (siembra direc-

ta) (figura 1). Se pueden montar los tres tipos de brazos de Gil (curvo, recto y bota), siendo la distancia entre brazos en general de 12,5 cm, excepto en Airsem-6040 y Airsem-7046. Además, se ofrece la opción de

montar un chasis basculante. Otros elementos que incorporan de serie las sembradoras Gil son la rastra de púas, los borra-huellas de muelle, el anulador de siembra manual, un kit de luces y marcadores hidráulicos de bombines independientes.

Merece mención explícita una de las últimas novedades lanzadas al mercado por Gil: la sembradora Airsem 8064 que aumenta el ancho de trabajo hasta 8 m (plegando a 3 m de ancho para el transporte) y que incorpora aspectos de diseño que persiguen reducir las diferencias que se producen en el control de la profundidad en los modelos anteriores. La sembradora incorpora cuatro ruedas de control a la altura de los órganos de enterrado, lo que permite la adaptación al perfil del terreno a nivel de los brazos de siembra. El tren de siembra va colgado del chasis principal mediante un paralelogramo, lo que hace que sea independiente de la copia del perfil que van marcando las ruedas delanteras, que son las que soportan el peso de la tolva. Este sistema permite independizar la adaptación al perfil del tren de siembra respecto a la posición de las ruedas del tractor, y a las ruedas principales de la sembradora.

Los modelos Airsem-4F-SNL son sembradoras a chorrillo neumáticas de siembra directa con reja (fotos 3 y 4). Se diseñan también con tres cuerpos articulados y articulación hidráulica para el transporte. En todos los modelos los brazos se distribuyen en cuatro filas para optimizar el trabajo en condiciones de gran cantidad de residuos del cultivo anterior (foto 5). La profundidad de siembra se controla desde las cuatro ruedas. Opcionalmente se pueden equipar con sistemas electrónicos para el manejo de los anuladores parciales (cierre de la siembra a un lado),



Foto 2. En la mayor parte de los modelos, los brazos se distribuyen en tres filas transversales con control de profundidad al cuerpo central.



Fotos 3 (izda.) y 4 (dcha.). Los modelos Airsem-4F-SNL son sembradoras a chorrillo neumáticas de siembra directa con reja.



el control del nivel de la tolva, del régimen del ventilador y de la superficie trabajada; sinfines de carga de la tolva; tren de ruedas de gomas tapadoras de semilla en lugar de la rastro de púas; y brazos borra-huellas, que solo se han de emplear en los casos de siembra sobre labores.

Es de agradecer en las sembradoras Gil los cuidados manuales de uso, en los que los detalles técnicos se incorporan a una redacción clara y precisa que los hace útiles y muy didácticos. En la **figura 2** se muestra la ilustración del dosificador de rodillo acanalado que acompaña las instrucciones para la regulación de la dosis.

Modelos evaluados: Gil Airsem-4F-5032-SNL y Airsem-6040

Las sembradoras empleadas en este trabajo han sido: Airsem-4F-5032-SNL y Airsem-6040, (**fotos 6 y 7**); nótese que las botas están reunidas en varias filas: 4 y 3 para cada uno de los modelos respectivamente.

Figura 1

Composición del bastidor central con tres y cuatro filas transversales.

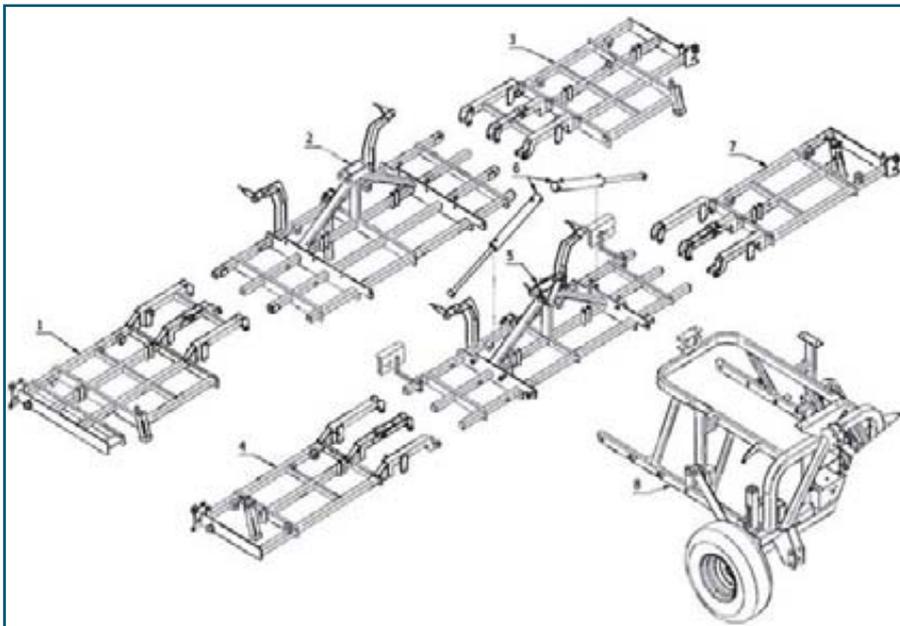


Ilustración del Libro de Instrucciones Sembradora Neumática Airsem. Fuente: GIL.



AGRINAVA, TAN PROFESIONALES COMO USTED

“Cuando necesito un repuesto, siempre es urgente. Por eso trabajo con Agrinava”.



En Agrinava contamos con un amplio catálogo de más de 25.000 referencias en stock; que nos permiten servir a nuestros clientes en menos de 24 horas*.

* Para referencias en catálogo y territorio nacional. Consulte plazos de entrega para peticiones fuera de catálogo

- entrega en 24 horas*
- 25.000 referencias en stock
- consulta de catálogo online
- primeras marcas



Foto 5. En todos los modelos Airsem-4F-SNL (de siembra directa) los brazos se distribuyen en cuatro filas para optimizar el trabajo en condiciones de gran cantidad de residuos del cultivo anterior.

Sus características técnicas se muestran en el **cuadro I**.

Las mediciones que se han realizado incluyen la determinación de la velocidad del aire (m/s) en cada tubo de caída (durante 30

segundos, siete repeticiones por tubo) en su extremo de salida. Se han caracterizado tres regímenes diferentes de la turbina: 3.000, 3.500 y 4.000 rpm, respectivamente. Adicionalmente, se ha realizado además, para un

número reducido de tubos de descarga estratégicamente situados, la determinación de la velocidad del aire (m/s) al nivel del distribuidor centralizado (también denominado seta de distribución) (**foto 8**).

Como resultado de este diseño de experimentos se han recopilado 1.708 datos de velocidad del aire, que se han obtenido para las dos sembradoras neumáticas mencionadas, de 32 y 40 tubos de descarga, respectivamente. Todos los datos fueron recopilados durante una estancia en prácticas de cuatro semanas de uno de los autores de este artículo (alumno del Máster de Agrolingeniería de la UPM), diseñándose ex profeso el banco de ensayo neumático por parte de Julio Gil Águeda y colaboradores, mientras que los responsables del LPF_Tagrafia se encargaron de la instrumentación y el análisis de datos.

Instrumentación y análisis de datos

El distribuidor neumático de cada sembradora se ha analizado empleando un banco de ensayo diseñado al efecto (como ya se ha indicado) que incorpora un motor eléctrico (15 CV) que acciona una bomba hidráulica (30 l/min), que a su vez mueve la turbina neumática. La velocidad del aire se mide a través de un manómetro digital con conexión tipo Pitot.

El principio de funcionamiento de un tubo de Pitot se basa en el establecimiento de la diferencia de presión dinámica (orientada hacia el flujo de aire) y estática (perpendicular al mismo). Por tanto se trata de un manómetro diferencial que lleva adaptado un sensor primario tipo Pitot, calibrado en

CUADRO I. Detalles técnicos de las máquinas ensayadas.

Máquina	4F-AIRSEM-SNL 5032	AIRSEM-6040
Ancho de trabajo	5 m	6 m
Ancho de transporte	2,7 m	2,5 m
Número de botas	32	40
Capacidad de la tolva	1.400 l	1.400

SNL: Siembra en no laboreo.



Fotos 6 y 7. Las sembradoras empleadas en este trabajo han sido: Airsem-4F-5032-SNL (izda) y Airsem-6040 (drcha).



Foto 8. Para un número reducido de tubos de descarga estratégicamente situados, durante esta prueba se ha realizado además la determinación de la velocidad del aire (m/s) al nivel del distribuidor centralizado (también denominado seta de distribución).

fábrica (la velocidad del aire $-v-$ tiene una relación cuadrática con la presión diferencial ΔP , $v^2=2g\Delta P$). Los detalles del conjunto de prueba se aprecian en las **fotos 9 y 10**.

Figura 2

Dosificador de rodillo acanalado implementado en las sembradoras Airsem con indicación de sus principales componentes.

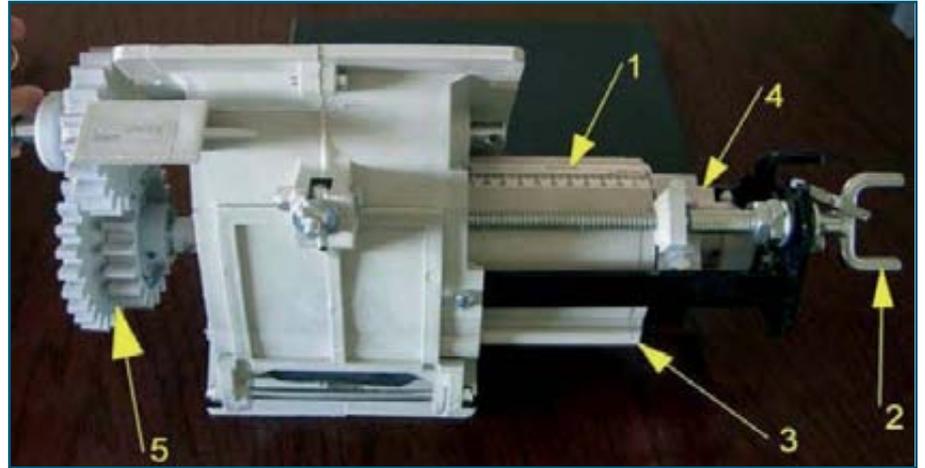


Ilustración del Libro de Instrucciones Sembradora Neumática Airsem. Fuente: GIL.

CUADRO II. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la velocidad del aire, caída de velocidad y longitud de los tubos de descarga:
**** <0,01, * < 0,05, ns no significativo.**

	Valor del parámetro F de Fisher en el ensayo ANOVA					
	5032			6040		
	Velocidad del aire	Caída de la velocidad del aire	Longitud del tubo	Velocidad del aire	Caída de la velocidad del aire	Longitud del tubo
Fila de siembra	63,996 **	59,64 **	48,208 **	30,539 **	53,231 **	33,778
Velocidad de la turbina	812,09 **	0,18599 ns	-	1515,4 **	29,903 **	-
Velocidad Fila*Tur.	3,399 **	24,38 **	-	0,27229 ns	2,1856 ns	-

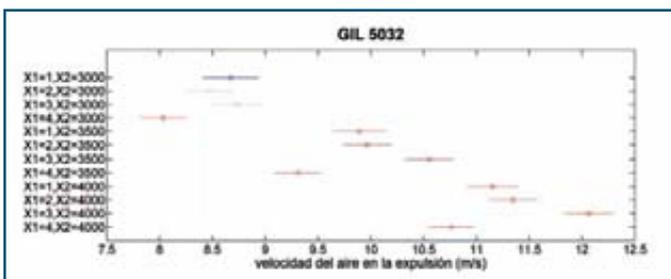
Como en ensayos de campo anteriores, los datos se han analizado empleando el toolbox estadístico de Matlab 7.5 (Mathworks Inc.), desarrollando previamente las rutinas precisas para la lectura e integración de archivos.

Efecto del régimen de la turbina y del número de filas de brazos

La velocidad media del aire (m/s) en la sembradora neumática Gil modelo 5032 es significativamente superior a la registrada en el modelo 6040, $9,91 \pm 0,06$ m/s (35,7 km/h), respecto a $8,51 \pm 0,04$ m/s (30,6 km/h) respectivamente, hecho atribuible a que se emplea una misma turbina para distinto número

Figura 3

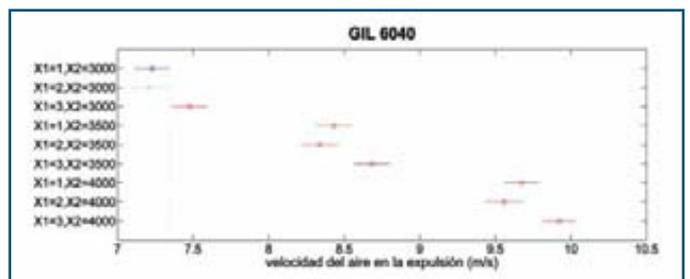
Separación de medias para la sembradora neumática Gil 5032 de acuerdo con el valor medio de velocidad del aire a la salida de los tubos de descarga (m/s, eje x), para valores de los distintos factores (X1=fila, X2=régimen de la turbina).



Cuando las barras horizontales se solapan (como en el ejemplo marcado), las diferencias de medias no resultan significativas, siéndolo en caso contrario.

Figura 4

Separación de medias para la sembradora neumática Gil 6040 de acuerdo con el valor medio de velocidad del aire a la salida de los tubos de descarga (m/s, eje x), para valores de los distintos factores (X1=fila, X2=régimen de la turbina).



Cuando las barras horizontales se solapan (como en el ejemplo marcado), las diferencias de medias no resultan significativas, siéndolo en caso contrario.

Figura 5

Diagrama de dispersión de la velocidad del aire respecto a la longitud de tubo en el modelo 5032, comparando el efecto de los distintos regímenes de la turbina: 3.000, 3.500 y 4.000 rpm.

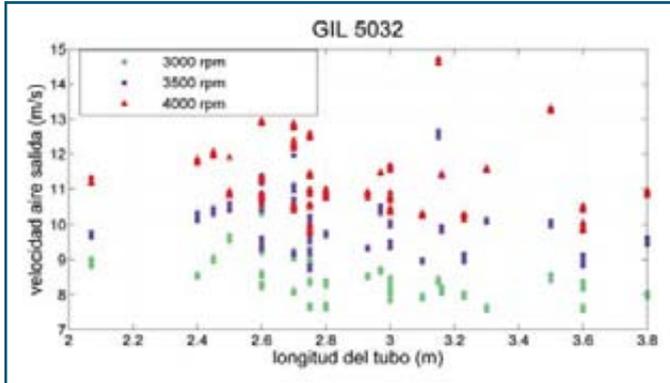
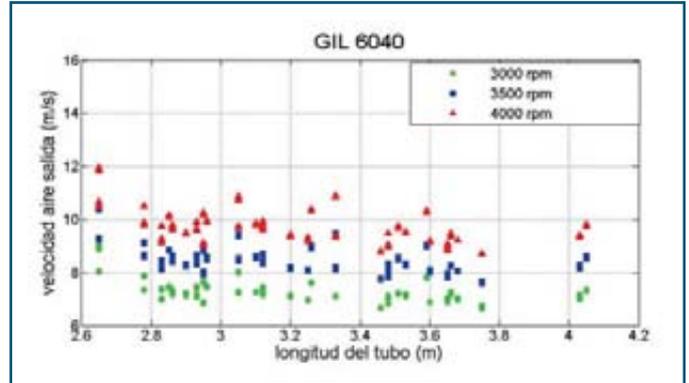


Figura 6

Diagrama de dispersión de la velocidad del aire respecto a la longitud de tubo en el modelo 6040, comparando el efecto de los distintos regímenes de la turbina: 3.000, 3.500 y 4.000 rpm.



de tubos de descarga (32 en comparación con 40). Las **figuras 3 y 4** muestran los resultados de la comparación de medias para los dos factores estudiados: X1, fila, y X2, régimen de la turbina (**cuadro II**). El efecto sobre la velocidad del aire como resultado del régimen de la turbina es claro y más significativo para el modelo 6040 en comparación con el modelo 5032 (valor F de Fisher de 812 y 1.515, respectivamente).

La **figura 3** muestra, para el modelo Gil 5032, el valor medio de la velocidad del aire (m/s) y su error típico (en forma de barra horizontal), establecida en el extremo de los tubos de descarga. Destaca cómo las diferencias entre los valores medios de las cuatro filas se van haciendo más acusadas a medida que aumenta el régimen de la turbina. En este sentido, y para este modelo, sería más recomendable trabajar a 3.000 rpm que a 4.000 rpm.

La **figura 4** muestra un gráfico de separación de medias análogo al de la **figura 3**, para el modelo Gil 6040. En este caso, el incre-

mento del régimen de la turbina redonda en una menor separación entre los valores medios de las filas respecto al modelo anterior (Gil 5032), aspecto que indica que cualquiera de los regímenes puede ser seleccionable en el modelo Gil 6040 atendiendo exclusivamente a la similitud de los valores medios.

En términos generales, para ambos tipos de sembradoras (Gil 5032 y 6040), la longitud del tubo se relaciona con un valor creciente de la fila de cada sembradora, ya que están más lejos del distribuidor central y por lo tanto es más largo el camino que recorre el aire para llegar al punto de expulsión y entrado. El mayor número de filas (cuatro en el modelo Gil 5032 respecto a tres en el 6040) redonda en mayores diferencias entre los valores medios de las longitudes de los tubos por fila, y es observable consecuentemente en el Anova del **cuadro II** (F = 48,2 y 33,8 para los modelos 5032 y 6040, respectivamente).

Por otra parte se verifica en el modelo Gil

5032, para la caída de velocidad del aire (m/s) entre el distribuidor y el extremo de los tubos, una interacción significativa entre la velocidad de la turbina y el número de fila del tubo de salida (F=24,4), interacción inexistente en el modelo 6040 (F no significativa). Esto quiere decir que la caída de velocidad no se ve modificada por igual para las distintas filas en el modelo 5032, aspecto que será visualizado posteriormente en las **figuras 5 y 6**.

Longitud de los tubos y relación con la velocidad en la expulsión

Las **figuras 5 y 6** (modelos Gil 5032 y 6040, respectivamente) ponen de manifiesto la dispersión de la velocidad del aire (m/s) en el extremo del tubo de descarga frente a la longitud del mismo, comparando en ellas el efecto de los regímenes de la turbina. Los datos tanto de los 32 como de los 40 brazos (modelos 5032 y 6040, respectivamente) están claramente representados y pueden ser reconocidos como bloques de datos agrupados en pequeñas nubes o clusters. El modelo Gil 5032 (siembra directa) muestra una variabilidad mucho mayor en la velocidad del aire a medida que aumenta el régimen de la turbina (el 7,2; 8,2 y 9,2% para los regímenes de 3.000, 3.500, 4.000 rpm), en comparación con el modelo de 6040 (6; 6,2 y 6,4% para 3.000, 3.500 y 4.000 rpm). Este hecho pone de manifiesto la necesidad de caracterizar convenientemente los distintos modelos para seleccionar aquellos rangos de baja variabilidad: inferior a 3.000 rpm en el modelo 5032, o cualquiera de los valores del régimen de la turbina en el modelo 6040; en este último

CUADRO III. Ejemplo del cómputo del régimen de la turbina para una velocidad de aire de expulsión deseada, sección (diámetro de 32 mm) y número de toberas, y caudal unitario de la turbina preseleccionado.

Velocidad salida (m/s)	Sección (cm ²)	Caudal aire tobera (l/min)	Número de toberas	Caudal aire total (l/min)	Caudal unitario turbina (l/ciclo)	Régimen turbina (rpm)
8	8	386,0	32	12.353	5,5	2.246
10	8	482,5	32	15.442	5,5	2.808
12	8	579,1	32	18.530	5,5	3.369
9	8	434,3	40	17.372	5,5	3.159
10	8	482,5	40	19.302	5,5	3.509
12	8	579,1	40	23.162	5,5	4.211



caso se dispone por tanto de un rango mayor), acotándolos en cada caso en función de las propiedades físicas de la especie vegetal.

Velocidad de aire en el distribuidor central y su reducción en el recorrido hasta la expulsión

Las figuras 7 y 8 comparan la velocidad del aire en el distribuidor y su reducción a lo largo del tubo de descarga en ambos modelos. En ellas se pueden apreciar claramente una vez más los distintos regímenes. Como ya ocurriera en la ocasión anterior, es el modelo 6040 el que muestra un patrón más reproducible y lineal. Esto

Figura 7

Diagrama de dispersión de la velocidad del aire en el distribuidor respecto a la caída de velocidad en la longitud del tubo de descarga para el modelo 5032, comparando el efecto de los distintos regímenes de la turbina (3.000, 3.500 y 4.000 rpm) y la línea a la que pertenecen (1, 2, 3 ó 4).

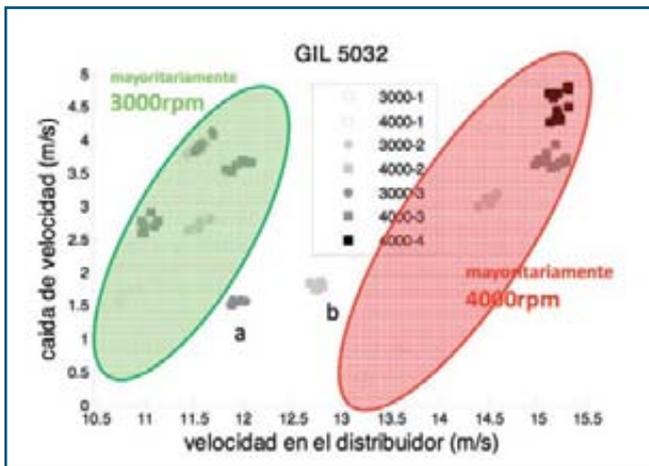
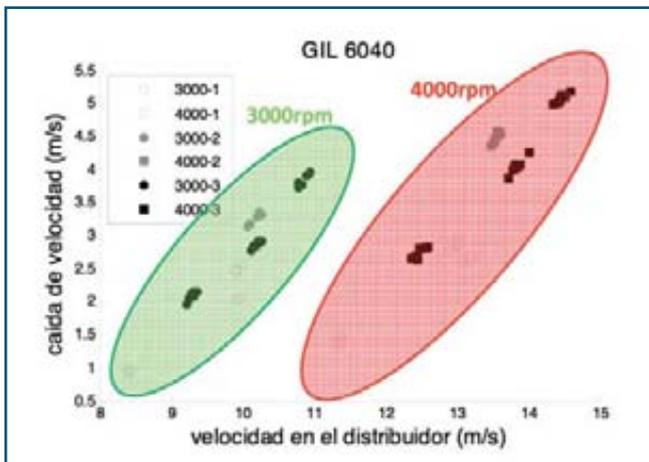


Figura 8

Diagrama de dispersión de la velocidad del aire en el distribuidor respecto a la caída de velocidad en la longitud del tubo de descarga para el modelo 6040, comparando el efecto de los distintos regímenes de la turbina (3.000, 3.500 y 4.000 rpm) y la línea a la que pertenecen (1, 2 ó 3).



Cáritas

Este año comprando un producto GIL, estás ayudando a una familia en crisis

y laboreo.



www.sembradorasgil.com

**EL ORGULLO DE TENER
UNA MARCA LÍDER.**

Julio Gil Águeda e hijos, S.A.
Ctra. de Alcalá-Torrelaguna, Km 10.1
28814 - Daganzo de Arriba (MADRID)
Tf. (+34)91 884 54 29/91 884 54 49
Fax. (+34)91 884 14 87
E-mail: ventas@sembradorasgil.com

Calidad rentable



Desde 1954



Fotos 9 y 10. Procedimientos de ensayo del circuito neumático. Izda: banco de ensayo diseñado por Gil y colaboradores. Drcha: manómetro diferencial tipo Pitot.

quiere decir que la mayor velocidad del aire en el distribuidor queda compensada por una mayor disminución a lo largo del tubo, de manera que en el extremo del tubo de descarga las diferencias quedan muy atenuadas. Por ejemplo, a 4.000 rpm con una velocidad en el distribuidor de 14,4 m/s, en el tubo se produce una caída de 5 m/s con lo que la velocidad de expulsión es 9,5 m/s, mientras que a ese mismo régimen una tobera del distribuidor con una velocidad de 11 m/s, tiene asociada una caída de velocidad de 1,25 m/s con lo que la velocidad de expulsión es en este caso 10,25 m/s.

En el modelo Gil 5032 también se aprecian claramente los dos regímenes aunque con una mayor dispersión respecto a cada una de las dos líneas de tendencia, aspecto que ratifica la mayor variabilidad de la velocidad del aire en los distintos tubos. Una vez más, llamamos la atención sobre el detalle de que la turbina podría en este caso estar sobredimensionada (32 tubos en vez de 40), y por ello no debería recurrirse a regímenes excesivos. Destacan además los datos de dos toberas con valores especialmente atípicos marcados (a y b en la **figura 7**).

Conocidas las velocidades de aire a la salida de los tubos de descarga (m/s) en las condiciones más estables (en estos ensayos de 9 a 13 m/s), es posible (dada su sección) acotar el caudal de aire expulsado, y así establecer el régimen de la turbina adecuado según el número de toberas total de la sembradora, reajustado en función del tamaño de la semilla. El **cuadro III** resume el proceso de cálculo.

Conclusión

El punto de partida de este trabajo ha sido la constatación de que las sembradoras neumáticas son cada vez más complejas. Cualquier sistema de evaluación debe, por tanto, tener en cuenta las características de los circuitos neumáticos aunque todavía no hay, a día de hoy, datos publicados respecto al comportamiento neumático esperable.

El empleo de manómetros de tipo Pitot en los dos modelos de sembradora Gil 5032 y 6040 respectivamente, cada una de ellas con número variable de filas (cuatro y tres) y brazos (32 y 40), ha permitido demostrar el efecto significativo del diseño de la sembradora en las longitudes de los tubos de descarga, en la velocidad media del aire a la salida, así como en la caída en la velocidad del aire entre el distribuidor central y el punto de descarga.

Cuando se emplea una misma turbina en diseños con distinto número de toberas de salida es conveniente considerar que los rangos de regímenes recomendables deberían quedar ajustados de manera que el caudal y la velocidad del aire de salida sea el óptimo en todos los casos. Dicho de otra manera, un mayor régimen no es siempre lo mejor, a cada diseño lo suyo.

El número de filas de tubos en la sembradora es un aspecto de diseño que se elige para abordar, por ejemplo, problemas de embozo en condiciones de no laboreo, aunque esto tenga una contrapartida ligeramente negativa en la homogeneidad del circuito neu-

mático. Condiciones de preparación mejores del terreno, permiten diseños neumáticos más ajustados y consecuentemente dosis de siembra también más ajustables.

Para poder supervisar en continuo (durante su trabajo en campo) el comportamiento de las sembradoras neumáticas, se requiere la incorporación de sensores de bajo coste que permitan la identificación de situaciones erróneas, como las oclusiones. En todo caso, una sencilla supervisión durante las jornadas de trabajo es el primer paso para un correcto manejo de estas máquinas de esmerado diseño, y adaptadas en sus condiciones de enterrado a las rudas condiciones de los suelos españoles. ●

Referencias

- ASABE. 2007-2012. AE50 outstanding innovations. www.asabe.org/resource/ae5011entry.html
- Barreiro, P. 2010. Amazone Cayena 2001: la siembra directa cuando el cielo no acompaña. VIDA RURAL 320:34-39.
- Diezma, B.; Garrido, M.; Valero, C.; Moya-González, A.; Barreiro, P.; Espada, R.; Urbina, D. 2011. Sembrando en las lomas de Villarrubia de Santiago con una Kuhn SD 4500. VIDA RURAL (suplemento MAQ Marzo) 2:9
- Gil-Quirós, V.; Barreiro, P. 2007. La sembradora Pottinger 3000T Terrasem de siembra rápida, en campo. VIDA RURAL 246: 46-50.
- Profi Tests. 2010. Out of the 'Pött', into the dirt. N° 12/2010 pp 16-19. ISSN 1430-6239
- Profi Tests. 2011. In good spirits in the right soil. N° 02/2011 pp 16-20. ISSN 1430-6239
- ASAE S477 1989 2007 Terminology Seeders
- ASBE S506 Terminology and definitions for planters, drills and seeders
- ISO 7256-2:1984. Sowing equipment – Test methods – Part 2: Seed drills for sowing in lines