

EVALUACIÓN PLUVIOMÉTRICA DE ENROLLADORES DE ASPERSIÓN EN CAÑA DE AZÚCAR.

Jorge R. Pérez Lima

SACORPREN S.A. La Troncal, Ecuador. E-Mail: jperez@latroncal.com

INTRODUCCIÓN

La Empresa Agrícola SACORPREN S.A., que abastece de caña al Ingenio ECUDOS, está inmersa desde hace más de cuatro años en un proceso de mejoramiento del manejo y la gestión de los sistemas de riego y drenaje, que abarcan un total de 16 000 ha. Estos trabajos tienen su punto de partida en un conjunto de recomendaciones, emanadas del estudio de suelos ejecutado en 2006. Como parte de dicho estudio, más de 8 000 ha, ubicadas en los suelos de textura más ligera, fueron propuestas para implementar tecnologías de aspersión a mediano y largo plazos.

Desde Octubre de 2010 comenzaron a operar tres enrolladores de aspersión, vinculados a un área de 185 ha. En el presente trabajo se exponen los resultados de la evaluación pluviométrica efectuada a los aspersores que equipan estas máquinas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El suelo en el área bajo estudio (módulo 23D del Sector Flor del Bosque) es un Entisol, de textura franco-arcillo-arenosa y alta capacidad de filtración. El intervalo de riego recomendado es de 7 – 10 días (INICA, 2006). Los equipos de aspersión son de origen italiano, modelo OCMIS VIR-7 ®, con longitud de manguera de 500 m. Estos enrolladores cuentan con regulación de avance mecánico, torreta giratoria, apoyos de

sujeción mecanizados, levantamiento hidráulico de las ruedas con geometría variable y programador electrónico de control de caudal; entre otros adelantos tecnológicos (ver Figura 1). En el cuadro 1 se presenta los parámetros de operación de estas máquinas, equipadas para la prueba con la boquilla de 36 mm, la mayor disponible.

Cuadro 1. Parámetros óptimos de operación del enrollador OCMIS VIR-7 ®, en las condiciones de SACORPREN S.A.

Area total vinculada (ha)	Presión en el aspersor (bares)	Espaciamiento (m)	Q (l/seg)	Boquilla (mm)	Norma parcial de riego (mm)	Avance del carrito portaaspersor (m/hora)	Presión a la entrada de la máquina (bares)	Area regada (ha) en dos turnos (20 horas)	Area vinculada a cada equipo (ha)	Intervalo de riego (días)
185,45	5,5	102	32	36	35	32	10,6	6,53	61,82	9
Caña recién plantada					30	37	10,6	7,55	61,82	8

El aspersor es un SIME Explorer ®, sectorizado, con radio de alcance garantizado de 64 m, de acuerdo con el fabricante, a lo que hay que descontarle un 20 % en la práctica. En función de estas performances, se estableció el diseño del área para la tecnología (Figura 2).



Figura 1. Enrollador OCMIS VIR-7 ®. Ingenio La Troncal

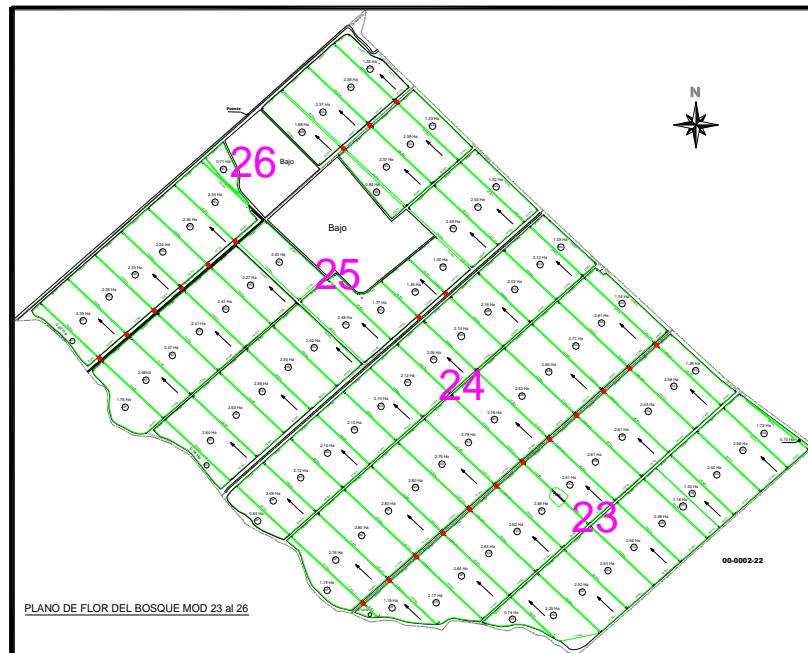


Figura 2. Diseño del área beneficiada con los enrolladores de aspersión. Ingenio La Troncal

Fueron colocados recipientes metálicos calibrados cada 2,5 m (20 en total); para medir la pluviometría del aspersor (Figura 3). Las presiones en el aspersor y en la salida de la bomba Caprari fueron medidas mediante manómetros de glicerina; en el último caso, ese aditamento viene incorporado al equipo (Figuras 4 y 5).



Figura 3. Pluviómetros. Ingenio La Troncal



Figura 4. Manómetro a la salida de la bomba. Ingenio La Troncal



Figura 5. Manómetro en el aspersor. Ingenio La Troncal

Durante la prueba fueron medidas la evaporación, y la velocidad y dirección del viento.

Para el cálculo de los parámetros requeridos fueron empleadas las siguientes expresiones (Velichkov, 1976):

$$Cu = (1 - \frac{\sum d}{X \cdot n}) \cdot 100 \quad (1)$$

Cu: coeficiente de uniformidad

X: lámina media ponderada

n: número de observaciones

$\sum d$: sumatoria de las desviaciones

$$- Ud = \frac{X(25\%)}{X(\text{prueba})} \cdot 100 \quad (2)$$

Ud: uniformidad de distribución.

X (25%): media ponderada del 25 % de los valores más bajos.

X (prueba): media ponderada general de la prueba.

$$- CV = \frac{\sigma}{X} \cdot 100 \quad (3)$$

CV: coeficiente de variación ponderado.

σ : desviación standard ponderada.

X: media ponderada general de la prueba.

$$- EPA = \frac{X(25\%)}{X(\text{aplicada})} \cdot 100 \quad (4)$$

X (aplicada): lámina aplicada.

EPA: eficiencia potencial de aplicación.

X (25%): media ponderada del 25 % de los valores más bajos.

$$- EA = \frac{L \text{ requerida}}{X \text{ aplicada}} \cdot 100 \quad (5)$$

EA: eficiencia de aplicación.

L requerida: lámina requerida.

X: lámina aplicada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tiempo total de la prueba fue de dos horas. El motor IVECO ® se mantuvo trabajando a 1 802 RPM; aceleración óptima según la firma proveedora, y la velocidad de repliegue del aspersor fue de 27 m/hora. Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados finales de la prueba pluviométrica. Ingenio La Troncal

Pluviómetro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Promedios (total)
Distancia (m)	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50	50
Volumen (cm3)	400	374	413	361	364	380	389	357	400	394	386	392	381	375	371	329	294	247	240	220	353,4
P (mm)	53,0	49,6	54,8	47,9	48,3	50,4	51,6	47,3	53,0	52,2	51,2	52,0	50,5	49,7	49,2	43,6	39,0	32,7	31,8	29,2	46,8
I (mm/hora)	26,5	24,8	27,4	23,9	24,1	25,2	25,8	23,7	26,5	26,1	25,6	26,0	25,3	24,9	24,6	21,8	19,5	16,4	15,9	14,6	23,4

Durante la prueba la evaporación, medida en evaporímetro Clase A, fue de solo 1,7 mm. De igual forma, la velocidad del viento fue muy baja (2 m/seg), con dirección S-SE y S. Ello significa que la influencia de las variables atmosféricas sobre la validez real de la prueba se puede considerar prácticamente nula.

La distribución de la lámina y la intensidad de aplicación, a lo largo del radio mojado por el aspersor (Figuras 6 y 7), siguió la tendencia típica para este sistema de riego.

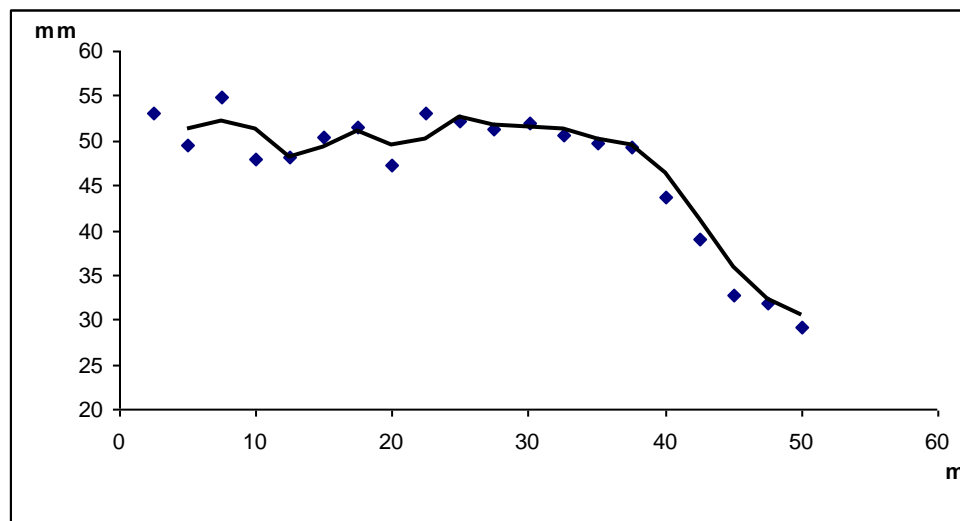


Figura 6. Distribución de la pluviometría del aspersor. Ingenio La Troncal

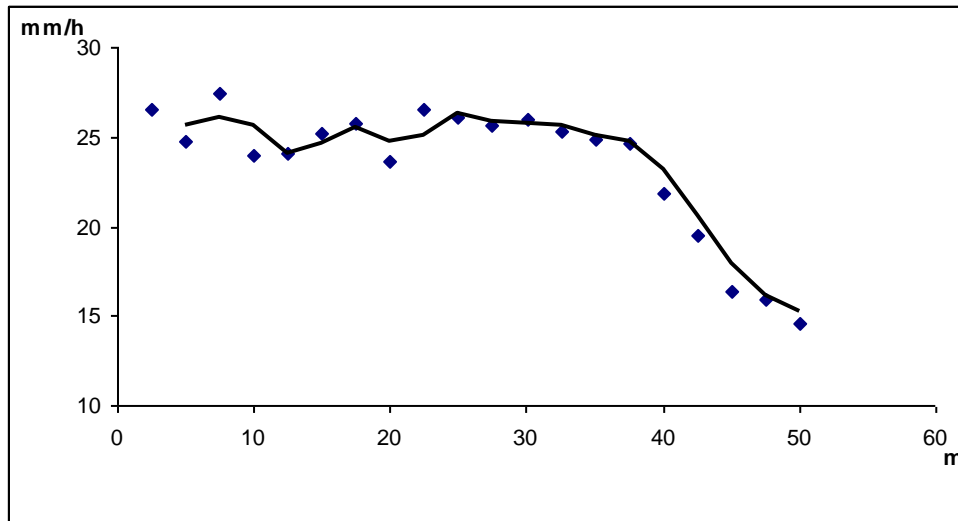


Figura 7. Distribución de la intensidad de aplicación. Ingenio La Troncal

Nótese que, a partir de los 37,5 m comienza la disminución brusca de ambas variables; en correspondencia con la distancia hacia el emisor. No obstante, la lámina aplicada a la mayor distancia fue cercana a los 30 mm; suficiente para la condición dada de suelo y el estado de desarrollo del cultivo, recién cosechado, mientras que, en la vecindad del aspersor, la lámina superó los 54 mm; produciéndose sobre-irrigación. Pero este resultado se consiguió disminuyendo la velocidad del carrito porta-aspersor a 27 m/hora, en lugar de los 37 m/hora que se recomiendan en el esquema de operación. De ello se infiere que resultaría conveniente revisar los parámetros de operación calculados. Dado que los equipos trabajan espaciados a 102 m (radio de mojado 51 m), en los últimos 10 m, contando a partir de la posición del aspersor, el cultivo no recibiría el agua suficiente, de repliegarse el aspersor a 37 m/hora. Esta limitación es intrínseca de la técnica de riego en cuestión, según lo planteado por otros autores (Zajariev y Dávila, 1984). Una variante de solución, en este caso, pudiera ser instalar boquillas de diámetro superior (40 mm o más); a fin de lograr un mayor alcance efectivo, sin alterar el esquema de operación actual.

A pesar de que la intensidad de aplicación alcanzó los 27,4 mm/hora, en ningún caso se produjo escurrimiento superficial; lo que demuestra la tasa de infiltración extraordinariamente elevada de estos suelos, altamente pedregosos. Respecto a los parámetros requeridos, su comportamiento se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Comportamiento de los parámetros requeridos (valores en %). Ingenio La Troncal

Cu	Ud	Cv	EPA	EA
99,2	75,3	7,6	64,4	64,0

Puede notarse que los valores del coeficiente de uniformidad, la uniformidad de distribución y el coeficiente de variación resultaron muy buenos, acorde con lo que reporta la literatura internacional.

Al respecto, debe señalarse que Zajariev y Dávila (1984) obtuvieron un valor máximo del Cu del 79 %, evaluando aspersores del tipo MAR 50 en áreas del Ingenio Manuel Martínez Prieto, en Cuba. Trabajos análogos fueron desarrollados por Lamelas y Del Rosario (1995), valorando el comportamiento de un sistema de aspersion portátil de alta carga, y logrando un Cu máximo del 78 %. Estos resultados son similares a los de Gil y Rivero (1987).

La uniformidad de distribución, en los enrolladores, no sobrepasa como media el valor del 75 %; según la experiencia foránea (Lamelas et. al., 1989). Los mismos autores reportaron coeficientes de variación entre 22 y 75 %; muy superiores al obtenido en este ensayo.

Por otra parte, la eficiencia de aplicación real fue muy similar a la potencial; y está en el rango generalmente aceptado como normal para esta tecnología.

De todo lo anterior se puede inferir que, en las condiciones en que se efectuó la prueba, el sistema demostró una alta efectividad para el riego de la caña de azúcar. No obstante,

sería conveniente, en lo adelante, repetir el ensayo variando algunos indicadores; como pudieran ser el diámetro de la boquilla; ya mencionado, la velocidad de avance y otros.

Por último, resulta interesante contrastar las presiones de trabajo y la velocidad de avance recomendadas por el proveedor, para la aplicación de una norma de riego determinada, con la realidad de la operación. En el Cuadro 4 se muestra dicha comparación. En la misma se puede comprobar que todos los parámetros evaluados fueron superiores en su comportamiento, en comparación con los teóricos.

Cuadro 4. Parámetros de operación recomendados vs. reales. Ingenio La Troncal

Parámetro	Real	Según OCMIS	Dif. (%)
V carrito (m/hora)	27	25	8
PSI aspersor	70	80	14
PSI bomba	145	157	8

CONCLUSIONES

- Dada la escasa interferencia de las variables meteorológicas en la ejecución del ensayo, los resultados del mismo pueden considerarse plenamente válidos.
- La distribución de la lámina y la intensidad de aplicación, a lo largo del alcance del aspersor, siguió la tendencia típica para este sistema de riego.
- La lámina aplicada a la mayor distancia fue suficiente para la condición dada de suelo y el estado de desarrollo del cultivo, recién cosechado, mientras que, en la vecindad del aspersor, se produjo sobre-irrigación.
- A pesar de los valores altos de la intensidad de aplicación, en ningún caso se produjo escurrimiento superficial; debido a la elevada tasa de infiltración de estos suelos.
- Los valores del coeficiente de uniformidad, la uniformidad de distribución, el coeficiente de variación y la eficiencia de aplicación resultaron buenos, acorde con lo que reporta la literatura internacional.
- Las presiones de trabajo y la velocidad de avance recomendadas por el proveedor, para la aplicación de una norma de riego determinada, resultaron inferiores en desempeño al compararlas con la realidad de la operación.
- En las condiciones en que se efectuó la prueba, el enrollador demostró una alta efectividad para el riego de la caña de azúcar.

RECOMENDACIONES

- Probar el aspersor en condiciones climáticas extremas, con alta evaporación y elevadas velocidades del viento.
- Revisar los parámetros de operación calculados, a la luz de los resultados obtenidos.
- Repetir la prueba instalando boquillas de diámetro superior (40 mm o más) y/o variando la velocidad de avance; a fin de lograr un mayor alcance efectivo o una mayor uniformidad, sin alterar el esquema de operación actual.

BIBLIOGRAFÍA

- Gil, A. y J. Rivero. 1987. Evaluación del aspersor XIII Congreso. Memorias de la V Reunión Nacional de Riego y Drenaje, C. Habana: 39 pp.
- INICA. 2006. Estudio de Suelos efectuado en el Ingenio ECUDOS. C. Habana: 128 pp.
- Lamelas, C.; R. Valdés y C. Roche. 1989. Evaluación del aspersor viajero IDL-100 de fabricación búlgara. Información INICA, Serie Riego y Drenaje 5(2). C. Habana: 20-26.
- Lamelas, C. y J. Del Rosario. 1995. Valoraciones técnico-económicas sobre el uso del aspersor MAR-50 en el riego de la caña de azúcar. INICA, C. Habana: 7 pp.
- Velichkov, G. 1976. Evaluación del aspersor “XIII Congreso” de producción nacional. Información Express Agrícola 5, CIDA, C. Habana: 25-44.
- Zajaviev, A. y E. Davilla. 1984. Estudio sobre el espaciamiento de riego con aspersor de largo alcance en el cultivo de la caña de azúcar. Informe Final. ISPJAE, C. Habana: 15 pp.