

# Determinación de los parámetros técnicos hidráulicos del emisor Sprayhead d3000 en diferentes condiciones experimentales

## *Determination of the hydraulic technical parameters of the transmitter Sprayhead d3000 under different experimental conditions*

Maiquel Lopez S.<sup>1</sup>, Albi Mujica C.<sup>2</sup>, Leonel Duarte N.<sup>3</sup> y Wilfredo Pérez D.<sup>4</sup>

**RESUMEN.** En el siguiente trabajo brinda una caracterización del emisor Sprayhead D3000 en horarios nocturnos y diurnos colocado a 1 y 2 m de alturas en un banco de prueba al aire libre. Se determinó la ecuación del emisor, la Intensidad media de aplicación (Ima), diámetro de alcance efectivo (Da), el coeficiente de uniformidad (CU), uniformidad de distribución (UD) y un análisis de del patrón de distribución. Los resultados alcanzados fueron, la ecuación del emisor con un coeficiente de correlación de 0,9964, las intensidades medias reflejaron menores valores en las horas diurnas a 2 m de altura de 3,61 mm/h, mientras que el diámetro de alcance efectivo alcanzó valores de 13,4 m en horas nocturnas a una presión de 280 kPa y el coeficiente de uniformidad de 89,4% a una presión de 190 kPa; sobre el patrón de distribución no se observaron diferencias significativas.

**Palabras clave:** emisor, intensidad, altura, alcance, distribución.

**ABSTRACT.** This paper gives a characterization of the transmitter Sprayhead D3000 in evening and daytime schedules placed at 1 and 2 m height on a test bench outdoors. The equation of the transmitter, the medium intensity of application, effective range diameter, the coefficient of uniformity, distribution uniformity and an analysis of the distribution pattern were determined. The results were the equation of transmitter with a correlation coefficient of 0,9964, the medium intensities showed lower values during daytime hours to 2 m height of 3,61 mm / h, while the effective range diameter reached values of 13,4 m at night at a pressure of 280 kPa and the coefficient of uniformity of 89,4% at a pressure of 190 kPa; on the distribution pattern there were not significant differences observed.

**Keywords:** sprays, intensity, height, reach distribution.

## INTRODUCCIÓN

La utilización de boquillas difusoras de baja presión es un elemento que se viene desarrollando para hacer frente a la escasez y uso racional del agua y energía en la agricultura. Cuyos dispositivos son portados por las máquinas de pivote

central para responder al incremento del coste de energía Kincaid *et al.*, (1996); King and Kincaid (1998) mencionados por Ortiz y Tarjuelo (2009).

La aparición del modelo tipo “Spray”, con un plato difusor fijo, normalmente estriado, sobre el que choca el chorro de agua que se distribuye en función de las estrías.

**Recibido** 12/02/09, aprobado 22/09/10, trabajo 52/10, investigación.

<sup>1</sup> Ing., Prof. e Inv., Centro de Estudios Hidrotécnicos, Universidad de Ciego de Ávila, Facultad de Ingeniería, Ciego de Ávila, Cuba, E-✉: [maiquel@ingenieria.unica.cu](mailto:maiquel@ingenieria.unica.cu)

<sup>2</sup> Dr.C. Prof. e Inv. Titular, Centro de Estudios Hidrotécnicos, Universidad de Ciego de Ávila, Facultad de Ingeniería, Ciego de Ávila, Cuba.

<sup>3</sup> MSc. Prof. e Inv., Centro de Estudios Hidrotécnicos, Universidad de Ciego de Ávila, Facultad de Ingeniería, Ciego de Ávila, Cuba.

<sup>4</sup> Dr.C., Prof. Titular, Universidad Agraria de La Habana, San José, La Habana, Cuba.

El Sprayhead D3000<sup>1</sup> de la empresa Nelson Irrigation es un emisor fijo muy versátil. Con la tapa reversible se pueden cambiar los patrones de riego según las necesidades estacionales. Se transforma fácilmente en sistema LEPA lo que resultan adecuadas para suelos con textura media y con poca pendiente.

Los emisores mas utilizados en las máquinas de pivote centrales del país son los Sprayhead. Pero existe un bajo nivel de especificaciones del fabricante y como consecuencia no siempre su selección es la más correcta, por lo tanto, la evaluación de un emisor da la posibilidad de determinar la calidad, y especificaciones de operación, debiendo cumplir con las normas internacionales y las que traza el fabricante. Sobre esta base se plantea este trabajo, con el objetivo de determinar los principales parámetros hidráulicos de operación del Sprayhead D3000.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la Universidad de Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez” localizada en las coordenadas 21° 50 latitud Norte y 78° 40 de longitud Oeste. En donde se construyó un banco de prueba al aire libre, y se evaluó la boquilla número 22 de (φ 4.37 mm), a presiones de 100; 200; 280 kPa, en las horas nocturnas y diurnas a las alturas de 1 y 2 metros con respecto a la superficie del suelo ejecutándose 60 evaluaciones. Los colectores fueron colocados a cobertura completa de forma radial con 8 radios y un espaciamiento de 0,25 m. El plato deflector utilizado es cóncavo de color azul con 36 acanaladuras y el regulador de presión modelo LB20. La determinación del gasto, la intensidad de aplicación y el diámetro de cobertura efectivo se realizaron siguiendo las normas UNE-EN ISO 8316 (1996) y ISO 8026 (2009).

$$L = \frac{10 \cdot V}{A}$$

$$I_{media} = \frac{L}{T}$$

donde:

- V-volumen recogido por cada pluviómetro, cm<sup>3</sup>;
- A-área de la boca de cada pluviómetro, cm<sup>2</sup>;
- T-tiempo de duración de la prueba (en todos los casos fue de una hora)
- I<sub>media</sub>: Intensidad media, o lluvia media del emisor, mm/h;
- 10-factor de conversión.

Las evaluaciones de campo se efectuaron en dos máquinas pivote central eléctrico espaciados los emisores a 1,90 y 2,80 m con presiones de 190 y 160 kPa respectivamente a 1m de altura sobre la superficie del terreno. Los colectores conformaron una maya con separación 0,25 por 0,25 m.

Se utilizó la expresión de Christiansen (1942), para el cálculo del coeficiente de uniformidad (CuC) definido como:

$$CuC = 100 \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - V|}{\sum_{i=1}^n V_i} \right]$$

donde:

- n-número total de colectores;
- V<sub>i</sub>-volumen del agua recogida en el colector i.
- i-número para designar cada colector.

El volumen promedio del agua recogida (V), se cálculo como:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

El procesamiento de toda esta información se realizó mediante el Microsoft Excel, Software Surfer, Grapher 2009 y el paquete estadístico STATGRAPHICS. Por razones de espacio en este artículo solo se trataran los valores medios alcanzados en las evaluaciones.

### DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En la Figura 1 se refleja el gasto en función de la presión con los valores (teóricos y reales) obteniéndose de este análisis la curva característica del emisor mediante las ecuaciones de mejor ajuste de:

$$Q = 1,3964 H^{0,4681} \quad (R^2 = 0,9964)$$

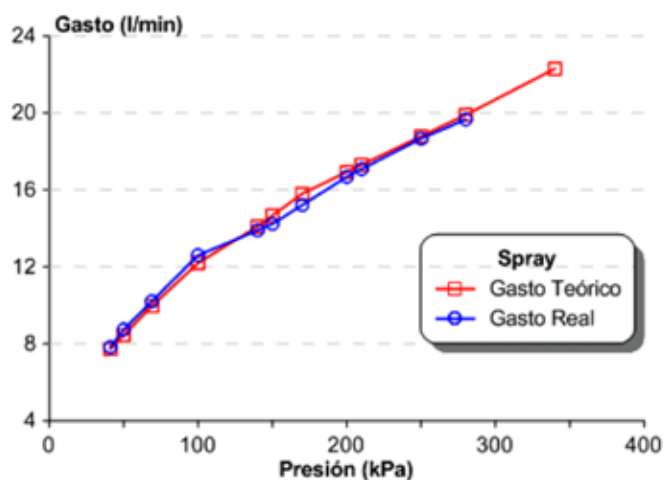


FIGURA 1. Curva del gasto en función de la presión (real y teórico).

La Tabla 1 y 2 reflejan el comportamiento del emisor a diferentes alturas y condiciones de vientos en el ensayo al aire libre.

Los valores de intensidad media en las Tablas 1 y 2 no reflejan un incremento gradual en función de la presión y el caudal, esto es debido a que el regulador de presión utilizado

<sup>1</sup> La mención de marcas comerciales de los equipos, instrumentos o materiales específicos obedece únicamente a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos por la dirección de la revista, la que tampoco se responsabiliza con los criterios emitidos con relación a productos de determinada firma comercial.

por el Spray de la Nelson modelo HI-FLO de 20 PSI para que asegure un buen funcionamiento la presión mínima prevista es de 170 kPa según el fabricante. En cuanto al diámetro de alcance efectivo si existe un correcto incremento gradual en función de la presión.

**TABLA 1. Funcionamiento del emisor en las horas nocturnas**

Presión (kPa)	Horas nocturnas (1m)			Horas nocturnas (2m)		
	Vv (m/s)	I-media (mm/h)	Da (m)	Vmv (m/s)	I-media (mm/h)	Da (m)
100	0,67	5,61	10,44	0,12	5,31	11,63
200	0,33	4,87	11,63	0,34	4,75	13,38
280	0,86	5,63	12,82	0,29	5,06	13,44
Media	0,62	5,37	11,63	0,25	5,04	12,82

La Tabla 1 muestra que a un metro de altura en las horas nocturnas la intensidad media es un 6,14% mayor que a 2 m, no sucediendo así con el diámetro de alcance efectivo a 2 m donde es 9,28% superior que a 1 m. Mostrándose las velocidades del viento por debajo de 1 m/s en todos los casos.

**TABLA 2. Funcionamiento del emisor en horas diurnas**

Presión (kPa)	Horas diurnas (1m)			Horas diurnas (2 m)		
	Vv (m/s)	I-media (mm/h)	Da (m)	Vmv (m/s)	I-media (mm/h)	Da (m)
100	2,32	5,62	10,20	1,96	3,61	11,12
200	1,32	4,11	10,81	1,97	4,27	12,22
280	3,37	4,33	12,19	1,98	4,20	12,96
Media	2,34	4,68	11,06	1,97	4,03	12,1

En la Tabla 2 muestra que en las horas diurnas a 1 m de altura la intensidad media es 13,88% mayor que a 2 m, mientras que a el diámetro de alcance efectivo a 2 m es 8,59% superior que a 1 m. Mostrándose las velocidades del viento superiores a 1 m/s.

En las Figuras 2 y 3 muestran la pluviométrica tridimensional a una presión de 200 kPa instalado a uno y dos metros de altura respecto a la superficie del suelo en las horas diurnas.

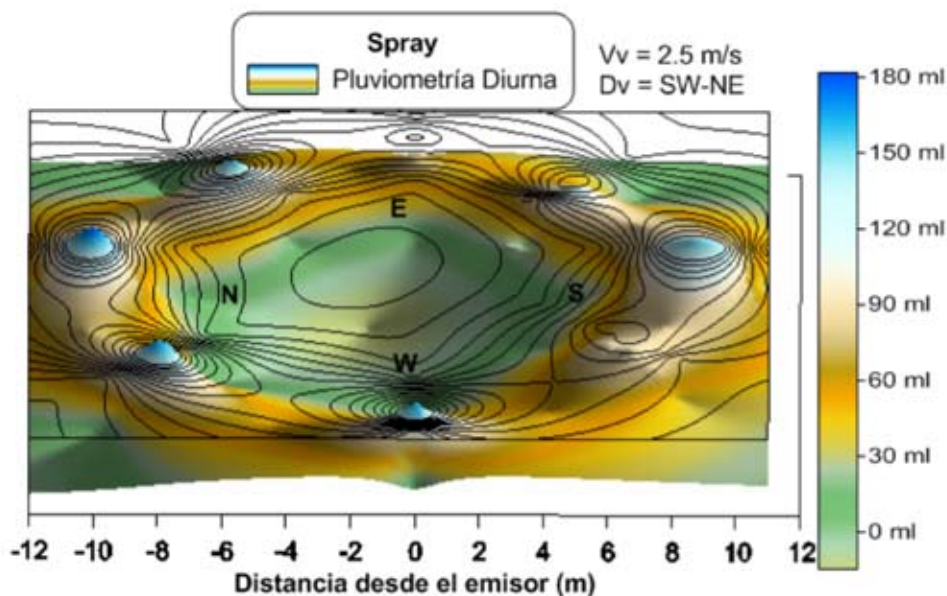


FIGURA 2. Pluviométrica tridimensional a una presión de 200 kPa a 1 m de altura respecto a la superficie del suelo.

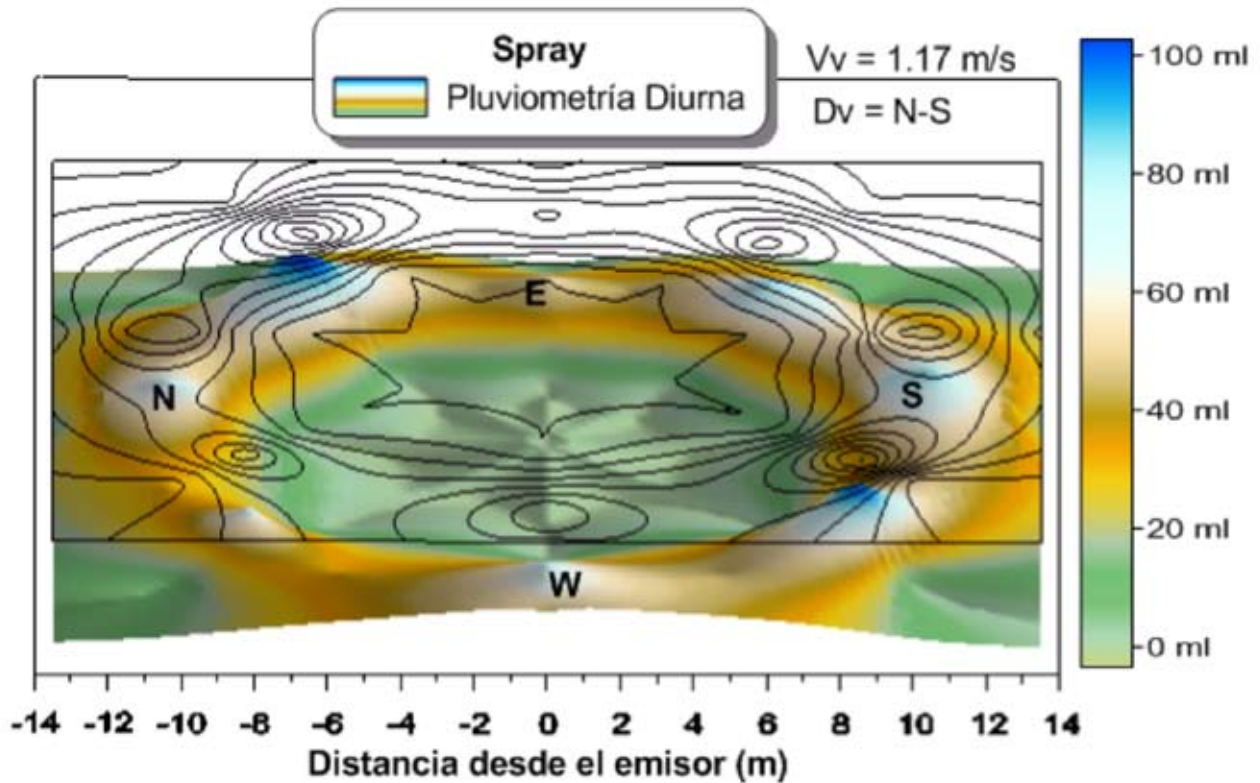


FIGURA 3. Pluviométrica tridimensional a una presión de 200 kPa a 2 m de altura respecto a la superficie del suelo.

Las Figuras 2 y 3 reflejan un correcto patrón de distribución a diferentes condiciones de viento y altura. Mostrando la distribución del agua en forma de anillos lo cual coincide con los resultados de Kincaid y Longley (1989), Jiménez y Dominguez (2008) y Kranz *et al.* (2005), al plantear que la forma de aplicación de una boquilla difusora de baja presión tiende a ser en forma de anillo o de nuez, y esa tendencia es acentuada tanto como la presión o elevación de la boquilla sea menor.

Se calculo el coeficiente de uniformidad (CU) y la distribución de la uniformidad de (UD) que aparece en la Tabla 3 con 8 evaluaciones en el campo.

**TABLA 3. Variación del coeficiente de uniformidad (CU) y distribución de uniformidad (DU)**

Evaluación	Vv (m/s)	Espaciamiento (m)	Presión (kPa)	CU (%)	DU (%)
1	2,25	1,90	190	83,5	76
2	2,57	1,90	190	89	85,1
3	2,10	1,90	190	89,4	83,3
4	3,43	1,90	190	82,5	79,5
5	3,84	2,80	160	80,8	69,8
6	4	2,80	160	79	66,5
7	3,66	2,80	160	79,9	71,2
8	2,35	2,80	160	81,6	72,7

La velocidad del viento predominante ocurridas se clasifican como vientos medios y fuertes según Tarjuelo y López (1989) y Chani y Saper (1999). El mejor valor de coeficiente de uniformidad alcanzado fue en la evaluación 3 con 89.4% y una velocidad del viento 2,10 m/s. Coincidiendo con varios autores, que el coeficiente de uniformidad aumenta con las disminuciones de la velocidad del viento (Keller y Bliesner, 1990; Montero, 1999).

Se introdujeron los valores de CU (%) de los emisores espaciados a 1,90 m y los de 1,60 m en el programa estadístico statgraphics realizándose la prueba t de Student para su comparación ( $\alpha = 0,05$ ) y se mostraron valores con diferencias significativas.

En las Figuras 4 y 5 se presentan las distribuciones pluviométricas tridimensionales de las evaluaciones 3 y 6 realizadas en el campo.

La Figura 4 refleja un mejor comportamiento de uniformidad de distribución, predominando una pluviometría que oscila entre 130 a los 160 milímetros, mientras que en la Figura 4 la pluviometría no alcanza los 140 mm.



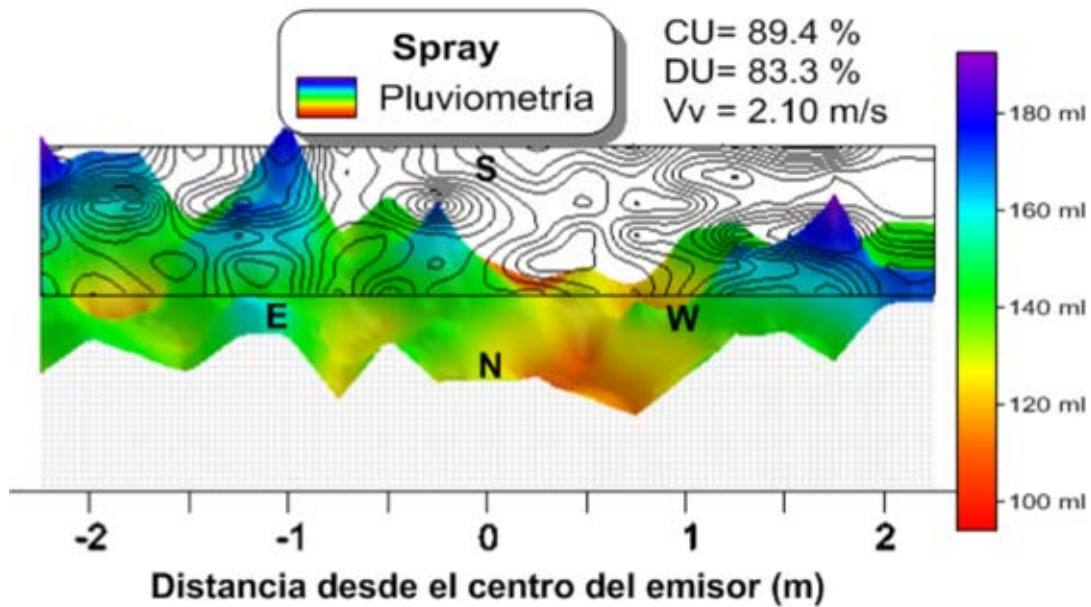


FIGURA 4. Pluviometría tridimensional del emisor espaciado a 1,90 metros y a una presión de 190 kPa.

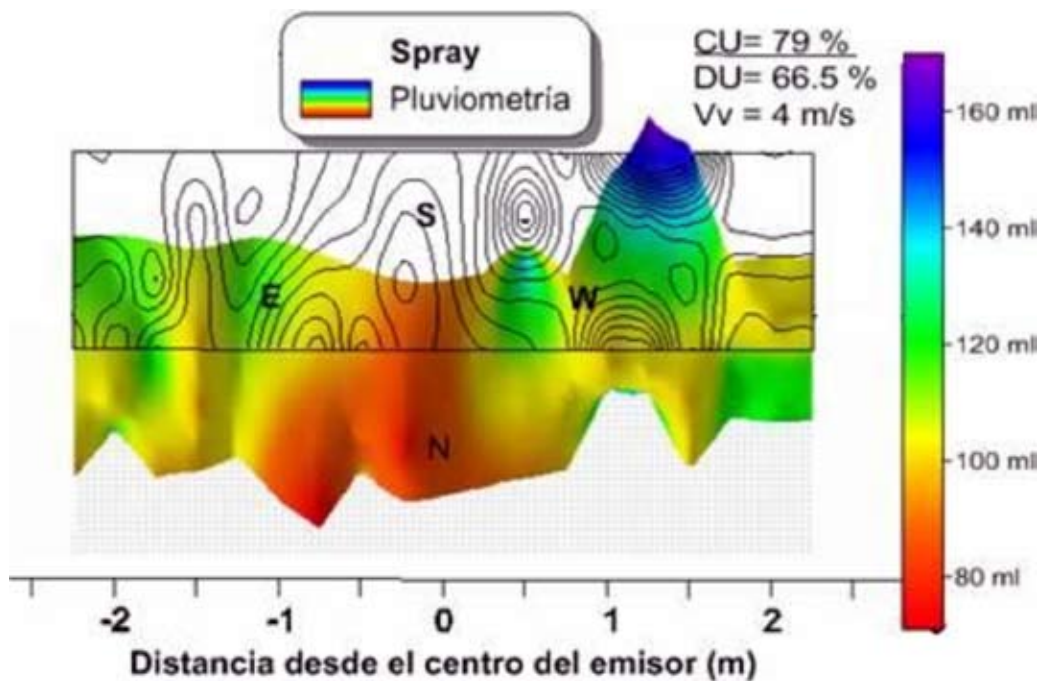


FIGURA 5. Pluviometría tridimensional del emisor espaciado a 2,80 m y a una presión de 160 kPa.

## CONCLUSIONES

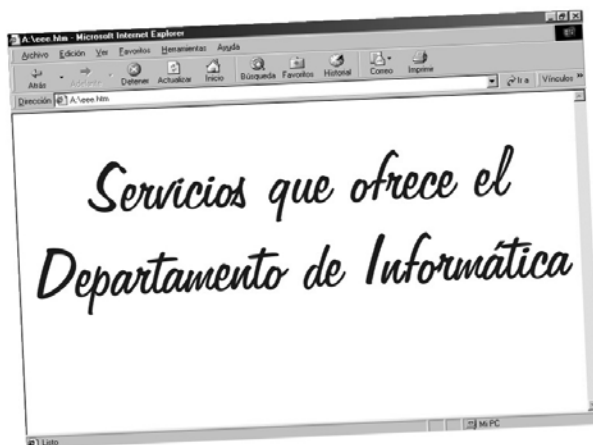
- Los mayores valores de intensidad media de aplicación se alcanzaron para una altura de 1 m en horas nocturnas a una presión de 280 kPa para un valor de 5,63 mm/h. Comportándose de forma general los valores de intensidad inversamente proporcional a la altura de colocación.
- Se obtuvo para una presión de 280 kPa y altura de 2 m el mayor diámetro de alcance de 13,44 m, lográndose así una

- mayor anchura mojada en las máquinas de pivote central eléctricas.
- El emisor alcanza un correcto patrón de distribución en diferentes alturas en forma de anillo, por lo que demuestra ser resistente a las velocidades del viento.
  - El emisor espaciado a 1,90 m sobre la máquina de pivote central obtiene mejores valores de coeficiente de uniformidad con 89,4%.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHRISTIANSEN, J.E.: *Irrigation by sprinkling*, 670pp., Calif. Agric. Exp. Stn. Bull. Bull., USA, 1942.
- ISO 8026: *Agricultural Irrigation Equipment-Sprayers-General Requirement and Test Methods, Third edition*, Vig. 2009.
- JIMÉNEZ, E.; M. DOMÍNGUEZ: “Estudio comparativo del spray Nelson d3000 a diferentes alturas en condiciones aisladas”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, **17(3): 10-13, 2008**.
- KELLER, J and D. BLIESNER: *Sprinkler and trickle irrigation*, AVI Book, Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
- KING, B and D. KINCAID.: *Optimizing performance of pivot sprinkler packages: Online Edition (Agricultural Irrigation) [en línea] 1998*, Disponible en: <http://www.irrigation.org>. [Consulta: mayo 18 2008].
- KINCAID, D; K. SALOMON and J. OLIPHANT: “Drop size distributions for irrigation sprinklers”, *Transaction of the ASAE*, 39(3): 839-845, 1996.
- KINCAID, D.C. and T.S. LONGLEY: “A water droplet evaporation and temperature model”. *Trans. ASAE*, 32: 457-463, 1989.
- KRANZ, B; D. YONTS and D. MARTIN: *Operating Characteristics of Center Pivot Sprinklers*, The University of Nebraska–Lincoln cooperating with the Counties and the United States Department of Agriculture. **Irrigation Operations & Management, USA, 2005**.
- MONTERO J.: *Análisis de la distribución de agua en sistemas de riego por aspersión estacionario. Desarrollo del modelo de simulación de riego por aspersión SIRIAS, Colección Tesis Doctorales N°103. Ediciones Universidad de Castilla La Mancha, España., 1999*.
- ORTIZ, J y J. TARJUELO: *Riego Mecanizado*, Ensayos de Uniformidad y eficiencia de los diferentes tipos de emisores, Universidad de Castilla-La Mancha, España, 2009.
- SHANI, M; E. SAPER: *El riego por aspersión, equipos y métodos*. Centro de cooperación internacional para el desarrollo Agrícola CINADCO, Ministerio de Agricultura, Estado de Israel, 1999.
- TARJUELO, J. M; y I. LÓPEZ: “Mejoras del reparto de agua en aspersión fija o marco 18 x 18m<sup>2</sup>”, *Revistas Riegos y Drenajes*, XXI. Año V. No. 33: 48–68, 1989.
- UNE-EN ISO 8316: *Agricultural Irrigation Equipment-Sprayers-General Requirement and Test Methods, Third edition*, Vig. 1996.

# Universidad Agraria de La Habana



## Diseño y montaje de Proyectos de Redes

## Diseño y montaje de Proyectos de Informática Educativa

Cursos

Diseño de Páginas WEB

Programación bajo ambiente WEB

Programación bajo ambiente Windows

Sistema de información geográfica

Diseño de multimedias

Teleclases

Para mayor información: E\_mail: [dmedina@isch.edu.cu](mailto:dmedina@isch.edu.cu)