



Agosto 2019 - ISSN: 1696-8352

EVALUACIÓN DE LA UNIFORMIDAD A TRES MODELOS DE EMISORES TIPO ROTATOR, EN UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN SUBFOLIAR PARA EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*).

UNIFORMITY TO THREE MODELS OF ROTATOR-TYPE EMITTERS, IN A SUBFOLIARY SPRAY IRRIGATION SYSTEM FOR BANANA CULTURE (*Musa paradisiaca*)

Autores

Iván Arturo Navarro Véliz,

Faculty of Agricultural Sciences, Agrarian University of Ecuador, Av. 25 de Julio y Pio Jaramillo, P.O. BOX 09-04-100, inavarro@uagraria.edu.ec, profesor Titular, Guayaquil, Ecuador

Wilmer Alfredo Baque Bustamante,

Faculty of Agricultural Sciences, Agrarian University of Ecuador, Av. 25 de Julio y Pio Jaramillo, P.O. BOX 09-04-100, wbaque@uagraria.edu.ec,

profesor titular, Guayaquil, Ecuador

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Iván Arturo Navarro Véliz y Wilmer Alfredo Baque Bustamante (2019): "Evaluación de la uniformidad a tres modelos de emisores tipo rotator, en un sistema de riego por aspersion subfoliar para el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*)", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana (agosto 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/08/sistema-riego-cultivo.html>

RESUMEN

En esta investigación se realizó la evaluación de la uniformidad a tres modelos de emisores tipo rotator, bajo un sistema subfoliar en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) en la provincia del Guayas. Los indicadores evaluados considerando tres presiones de operación (20, 25 y 30 PSI) fueron: Coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidad de distribución (UD) y Coeficiente de Scheduling (SC), además la presión óptima de funcionamiento de cada tipo de emisor y la relación costo beneficio de cada tratamiento empleado. Para un

espaciamiento entre emisores de 10x10 m, el Coeficiente de Uniformidad de Christiansen (CUC) indica que el aspersor Xcel-Woobler presenta el mejor coeficiente con el 90.79% cuando operó a 30 PSI mientras que a 25 y 20 PSI fue del 89.99% y 79.54% del CUC respectivamente, siendo el UD para este emisor 89.08%, 88.06%, y 86.13% bajo presión de operación de 30, 25 y 20 PSI para cada uno de ellos. El SC para el emisor Xcel-Woobler se encuentran en un promedio de 1.33, por lo que el tiempo de riego para el área no mojada es el menor. La mejor relación costo beneficio fue el aspersor Xcel-Woobler.

Palabras Claves: Coeficiente de Uniformidad de Christiansen, Coeficiente de Uniformidad de Distribución, riego subfoliar.

ABSTRACT

In this research, the assessment of uniformity three models rotator type emitters was performed under a subfoliar in the cultivation of banana (*Musa paradisiaca*) in the province of Guayas. The indicators evaluated considering three operating pressures (20, 25 and 30 PSI) were: coefficient of uniformity Christiansen (CUC), uniformity distribution coefficient (UD) and Scheduling coefficient (SC) plus optimal operating pressure each type of issuer and the cost benefit of each treatment used. For a spacing between emitters of 10x10 m, the Coefficient of Uniformity of Christiansen (CUC) indicates that the sprinkler Xcel-Woobler has the best ratio to 90.79% when operated at 30 PSI while 25 and 20 PSI was of 89.99% and 79.54% of CUC respectively, the UD for this issuer 89.08%, 88.06%, 86.13% and low operating pressure of 30, 25 and 20 PSI for each. SC for the issuer Xcel-Woobler are at an average of 1.33, so the run time for the non-wetted area is the smallest. The best cost benefit was the sprinkler Xcel- Woobler .

Key words: Christiansen Uniformity Coefficient, Distribution Uniformity coefficient, subfoliar irrigation.

1. INTRODUCCION.

El agua dulce en el mundo corresponde a tan solo el 3% del total disponible y de está el 70% se la destina exclusivamente para la agricultura y para su aprovechamiento no siempre se cuenta con las herramientas necesarias. Se estima que actualmente se consume al año el 54% del agua dulce disponible y, según la UNESCO, a mediados del siglo XXI la población mundial alcanzará los 12.000 millones de habitantes previstos, la demanda se habrá duplicado y las reservas hídricas de nuestro planeta llegarán a su tope.

Siendo el agua una necesidad humana fundamental y, en consecuencia, un derecho humano básico, durante las últimas tres décadas los países en desarrollado han buscado técnicas que permitan su optimización en especial su uso en la agricultura por ello la utilización de sistemas de riego han permitido un notable ahorro de agua y energía alrededor del mundo.

En el mundo el 95% de la superficie agrícola está regada por gravedad y un 5% con riego presurizado (aspersión micro o goteo) destinado principalmente a los cultivos de exportación, razón por la cual es necesario incentivar a los técnicos y agricultores al uso de aspersores rotator para el óptimo uso del agua.

El Ecuador al ser un país mega diverso cuenta con gran cantidad de recursos hídricos, sin embargo, existen territorios que no poseen la cantidad necesaria de agua para lo cual se necesita la mejor propuesta tecnológica para optimizarla. Con este antecedente se han venido realizando inversiones privadas importantes en temas de modernización de los sistemas de riego con la introducción de nuevas tecnologías, dentro de estos el riego presurizado.

En el Ecuador el pequeño agricultor por su bajo costo tiene la alta dependencia a la utilización de imitación de aspersores tradicionales de impacto, de origen asiático con muy bajas uniformidades de distribución de agua. Las pocas precipitaciones en época de lluvia y nulas en verano, lo cual causa un déficit hídrico en la mayoría de los cultivos y específicamente en este caso el plátano y consiguiente la incertidumbre del agricultor en la disponibilidad de agua y que se refleja como una de las causas de la baja productividad.

Así el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), siendo uno de los más representativos del mercado agrícola ecuatoriano ha permitido realizar nuevas investigaciones en el aprovechamiento del agua por medio del uso de sistemas de riego, en donde la generación de nueva tecnología ha sido trascendental porque optimizan los rendimientos de las plantaciones y reducen la cantidad de agua aplicada por unidad de producción obtenida, con reflejos positivos para el ambiente.

Así que, el uso de riego subfoliar en plantaciones de plátano en los últimos años se ha expandido, pues la respuesta de los cultivos es evidente, así con los diferentes tipos de aspersores utilizados el parámetro de uniformidad de aplicación de agua en la superficie del área irrigada, refleja directamente el manejo y desempeño del cultivo, en la calidad y cantidad de los productos y en la eficiencia del uso del agua, sobretodo en el costo del riego y por tanto de la producción.

Los costos de los aspersores para uso agrícola en promedio corresponden a un 7% del costo total de un sistema de riego, sin embargo, dicho elemento es el más importante de todo el sistema, siendo este, el encargado de distribuir el agua a los cultivos, aspersores con excelentes uniformidades de distribución permiten optimizar el recurso hídrico, traduciéndose en menores costo de producción y eficiencia en el uso del agua.

. Por lo antes mencionado y a la creciente cantidad de agricultores interesados en la optimización del agua en sus cultivos en especial de plátano en la costa ecuatoriana se realizó esta investigación.

La hipótesis del presente trabajo es Al menos uno de los tratamientos mejorará las condiciones de uniformidad y eficiencia de aplicación de lámina de riego.

Al ser necesario la evaluación de estos aspersores en el riego subfoliar en el cultivo de plátano se propuso evaluar la uniformidad a tres modelos de emisores tipo rotator, en un sistema de riego por aspersión subfoliar para el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), en la Provincia del Guayas.

2. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en la hacienda La Bendición, sector San Lorenzo del Mate, Parroquia Gómez Rendón Progreso, Provincia del Guayas, su localización es en San Lorenzo del Mate con una Latitud:00 22 14.3 N, 11 23 55.1 O y una Altitud de 42 m.s.n.m. La Precipitación anual de 420 mm/año con Bio Temperatura Media de 25.2°C, acorde a la evapotranspiración Potencia Anual de 1394 mm, La Zona de vida Holdridge es de un bosque muy seco donde la región es Tropical y Semiárido.

En sitio donde se realizó el trabajo de la investigación se utilizó riego por aspersión con Marco de Riego de 10 x 10 con Suelos Aluviales, Una Topografía Plana Y Textura de tipo Franco-arcilloso.

Al ser un trabajo de tipo experimental se utilizó un diseño completamente al azar, cuyos tratamientos provienen de la combinación factorial 3 X 3 (3 factores, 3 presiones).

Los factores en estudio (Tabla 1) y sus combinaciones se indican en el Tabla 2, el experimento se realizó a través de cinco repeticiones. La valoración estadística de los datos se realizó mediante el análisis de varianza, cuyo esquema se describe en la Tabla 3. Los promedios serán comparados utilizando la prueba de DUNCAN, al 5% de probabilidades, todos estos resultados serán expresados mediante el uso del Software Estadístico INFOSTAT versión 2017.

El sistema de riego por aspersión subfoliar en donde se realizó la evaluación de esta investigación presenta un Caudal de la bomba: 200GPM con espaciamiento entre aspersores: 10 metros, los espaciamiento entre laterales: 10 metros, las Horas de riego por turno: 1 Hora, lámina bruta de riego: 5mm/Hora, el número de aspersores por modulo: 50, número de módulos a evaluar: 1, presiones a evaluar: 20 -25- 30 PSI, la Superficie evaluada fue de 1 1/2 hectárea en el Cultivo de Plátano el cual tiene un espaciamiento entre plantas: 3 X 3 metros.

Para la evaluación de los diferentes tratamientos se trabajó en base a la normativa establecida por la Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas en la norma S330 y S398 que se encuentran en los apéndices 4 y 5 respectivamente.

Tabla # 1

FACTORES EN ESTUDIO

FACTOR A	MODELOS DE ASPERSORES
A1	Smooth Drive
A2	Xcel Wobbler
A3	LF 2400 RAIN BIRD
FACTOR B	PRESIONES DE TRABAJO
B1	20 PSI
B2	25 PSI
B3	30 PSI

Fuente: Los autores

Tabla # 2

TRATAMIENTOS

N°	COMBINACIONES	DESCRIPCION
1	A1B1	Smooth Drive/20 psi
2	A2B2	Smooth Drive/25 psi
3	A3B3	Smooth Drive/30 psi
4	A2B1	Xcel Wobbler/20 psi
5	A2B2	Xcel Wobbler/25 psi
6	A2B3	Xcel Wobbler/30 psi
7	A3B1	LF 2400/20 psi
8	A3B2	LF 2400/25 psi
9	A3B3	LF 2400/30 psi

Fuente: Los autores

Tabla # 3

ESQUEMA DEL ANOVA

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Total	44
Factor A (Modelos)	2
Factor B (Presiones)	2
Interacción AB	4
Error Experimental	40

Fuente: Los autores

3. RESULTADOS

3.1 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE CHRISTIANSEN (CUC)

Factor A (Tipo de Aspersor)

Ho: $A_1=A_2=A_3=0$ vs H1: $A_i \neq 0$ o al menos un tipo de aspersor tiene incidencia o es significativo.

En la Tabla #4 ANOVA del CUC se observa que existe significancia estadística para los tipos de aspersores, presiones y la interacción que existe entre los dos, la variable tiene un coeficiente de variación de 6.45% lo cual es baja variabilidad en las observaciones.

p-valor $0.0014 < 0.05$ por lo que se rechaza la hipótesis nula de que todos los aspersores son iguales en efecto o incidencia, por lo tanto, al menos un aspersor tiene efecto o es significativo.

Factor B (Presión)

Ho: $B_1=B_2=B_3=0$ vs H1: $B_i \neq 0$ o al menos un tipo de presión tiene incidencia o es significativo.

La variable tiene un coeficiente de Variación del 6.45% lo cual es baja variabilidad en las observaciones.

p-valor $0.0001 < 0.05$ por lo que se RECHAZA la hipótesis nula de que todas las presiones son iguales en efecto o incidencia, por lo tanto, al menos un tipo de presión tiene efecto o es significativo.

Factor A*B (Tipo de Aspersor*Presión)

Ho: $A_1B_1=A_1B_2=A_1B_3=A_2B_1=A_2B_2=A_2B_3=A_3B_1=A_3B_2=A_3B_3=0$ vs H1: $A_iB_j \neq 0$ o al menos una Interacción A*B (tipo de aspersor*Presión) tiene incidencia o es significativo.

La variable tiene un coeficiente de Variación del 6.45% lo cual es baja variabilidad en las observaciones.

p-valor $0.0110 < 0.05$ por lo que se rechaza la hipótesis nula de que todas las interacciones a*b son iguales en efecto o incidencia, por lo tanto, al menos una interacción tiene efecto o es significativo.

TABLA # 4. ANOVA. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE CHRISTIANSEN (CUC) 2016

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1649,33	8	206,17	7,29	<0,0001
Aspersor	450,28	2	225,14	7,96	0,0014
Presión	767,39	2	383,69	13,56	<0,0001
Aspersor*Presión	431,66	4	107,92	3,81	0,0110
Error	1018,70	36	28,30		
Total	2668,03	44			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CUC	45	0,62	0,53	6,45

Fuente: Los autores

Al realizar la prueba de significancia de DUNCAN al 5% Tabla # 5 para aspersores se presenta 2 rangos de significancia en el que el Aspersor Xcel-Wobbler se encuentra en el rango superior con un coeficiente de uniformidad de Christiansen promedio de 86.77% mientras que el aspersor Smooth Drive y Lf 2400 se encuentran en un segundo rango con promedios de 81.50% y 79.22% respectivamente.

TABLA # 5. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA TIPOS DE ASPERSORES EN EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE CHRISTIANSEN (CUC) 2016

<i>Error: 28,2972 gl: 36</i>				
<u>Aspersor</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
Xcel	86,77	15	1,37	A
Smooth	81,50	15	1,37	B
LF	79,22	15	1,37	B
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)</i>				

Fuente: Los Autores

En la Tabla # 6 se observa la existencia de 3 rangos de significancia, encontrándose en el rango superior la presión de 30 PSI con un promedio de 87.49%.

TABLA # 6. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA PRESIONES EN EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE CHRISTIANSEN (CUC) 2016

<i>Error: 28,2972 gl: 36</i>				
<u>Presión</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
30,00	87,49	15	1,37	A
25,00	82,63	15	1,37	B
20,00	77,37	15	1,37	C
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)</i>				

Fuente: Los autores

En la tabla # 7 se observa que el mejor coeficiente de uniformidad lo presente el aspersor Xcel-Wobbler trabajando a una presión de 30 SI con un promedio de 90.79% y a 25 PSI con 89.99%. Compartiendo el rango A y B a una presión de 30PSI se encuentran los otros dos aspersores Smooth Drive y LF 2400 con 86,80% y 84,88% respectivamente.

TABLA # 7. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA INTERACCIÓN DE ASPERSORES Y PRESIONES EN EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE CHRISTIANSEN (CUC) 2018

Test:Duncan Alfa=0,05				
<i>Error: 28,2972 gl: 36</i>				
<u>Aspersor</u>	<u>Presión</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Xcel	30,00	90,79	5	2,38 A
Xcel	25,00	89,99	5	2,38 A
Smooth	30,00	86,80	5	2,38 A B
LF	30,00	84,88	5	2,38 A B
LF	25,00	81,71	5	2,38 B C
Smooth	20,00	81,52	5	2,38 B C
Xcel	20,00	79,54	5	2,38 B C
Smooth	25,00	76,19	5	2,38 C D
LF	20,00	71,06	5	2,38 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Los autores

4. DISCUSION

Con los resultados obtenidos en campo y el análisis estadístico realizado se determinó que la presión de trabajo óptimo para los aspersores Xcel Wobbler, Smooth Drive es de 30 PSI con un CUC de 90.79% y 89.99% en un espaciamiento de 10 x 10 concuerdan con los datos presentados por Zúñiga (2014), Cordero (2012) y Antúnez (2012) que manifiesta en sus investigaciones que se considera una excelente uniformidad cuando el CUC supera el 88%.

La uniformidad de distribución del Xcel Wobbler a una presión de 30 PSI de 89.08% difiere con el estudio realizado en el año 2015 por Tandazo, el cual determino que a 30 PSI el UD de mencionado aspersor es de 96.02% en el cultivo de Banano en la provincia de los Ríos; sin embargo Caicedo, Proaño y Balmaseda en el 2015 evaluaron en la misma provincia el riego Subfoliar en banano donde se determinó que la Uniformidad de Distribución para el 25% menos regado tiende a presentar los mismos valores altos que el CUC que concuerda con la investigación presentada.

El valor del coeficiente de Scheduling permite establecer el tiempo de riego adicional para irrigar las áreas menos húmedas como lo manifiesta Solomon (1988); el estudio realizado por Lynch (2006) que describe que se debe incrementar hasta en un 29% la lamina de riego para que el cultivo con los valores criticos reciban la lámina planificada es similar a lo que ocurre con los tratamientos de la investigación, por otro lado el aspersor LF2400 a una presión de 20

PSI, no debería ser utilizado pues se debería aplicar hasta 229% mas de agua del requerimiento.

REFERENCIAS

- Blair, Enrique. *Riego por Goteo*. San Jose de Costa rica: IICA, 1979.
- Blasco, Gabriela, y Francisco Gómez. *Propiedades funcionales del plátano*. 11 de 2014. <http://www.medigraphic.com/pdfs/veracruzana/muv-2014/muv142d.pdf> (último acceso: 21 de 6 de 2016).
- Bralts, S., y L. Mao. «Simplified Method for Field Evaluation on folid set Spinkler Irrigation .» 2010. agri.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301879463 (último acceso: 20 de 06 de 2016).
- Buendía, Julio, Enrique Palacios, y Jesús Chavez. *IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN HIDRÁULICA EN LOS SISTEMAS DE RIEGO PRESURIZADO*. 2004. http://ceer.isa.utl.pt/cyted/mexico2006/tema%203/22_JBuendial_Mexico.pdf.
- Caicedo, Oscar, Jaime Proaño, y Carlos Balmaseda. *Evaluación hidráulica de riego por aspersion sub foliar en banano (Mussa paradisiaca) en la hacienda San Jose- Los Rios*. 2015. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000100005&lang=pt (último acceso: 20 de 6 de 2016).
- CEDAF. *El Cultivo del Plátano*. 11 de 2000. <http://www.cedaf.org.do/centrodoc/ebook/platano.pdf> (último acceso: 21 de 6 de 2016).
- Cisneros, Rodolfo. *Apuntes de Riego y Drenaje*. 2003. <http://www.ingenieria.uaslp.mx/Documents/Apuntes/Riego%20y%20Drenaje.pdf>.
- Cun, Reinaldo. «Evaluación de la uniformidad del riego por goteo en condiciones de casas de cultivo en explotación.» 03 de 2011. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542011000100007 (último acceso: 20 de 06 de 2016).
- ECURED. *PLATANO*. 2016. <http://www.ecured.cu/PI%C3%A1tano> (último acceso: 21 de 06 de 2016).
- Flores, Natalia, Ivon Zution, y Daniel Rodriguez. «Eficiencia de aplicación de agua en la superficie y en el perfil del suelo en un sistema de riego por aspersion.» *Scielo*. marzo de 2013. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000200001 (último acceso: 12 de junio de 2016).
- Geate, Leonardo. «Manual de Diseño de Sistema de Riego Tecnificado.» 2001. http://dspace.usalca.cl:8888/ingenieria/gaete_vergara.pdf (último acceso: 20 de 6 de 2016).
- Gurovich, Luis. *Fundamentos y diseño de sistemas de riego*. San Jose de Costa Rica: IICA, 1985.
- Guzman, Sandra. *Evaluación de la productividad del agua en el cultivo de Banano*. 2010. <http://www.bdigital.unal.edu.co/3926/1/822100.2011.pdf> (último acceso: 20 de 06 de 2016).

- Hernandez, Luz Marina, y Patricia Vit. *El plátano*. 09 de 2009.
http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/30260/3/ff2009_iiplatano.pdf (último acceso: 21 de 06 de 2016).
- INFOAGRO. «EL CULTIVO DEL PLÁTANO.» s.f.
http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm (último acceso: 21 de 6 de 201).
- Israelsen, Orson, y Vaughn Hansen. *Principios a Aplicaciones del Riego*. Barcelona: 2003, 2003.
- Keller, J., y D. Karmeli. «Trickle Irrigation design parameters.» 678-784. St. Joseph: Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 1974.
- Leiton, Juan José. *Riego y Drenaje*. San José de Costa Rica: EUED, 1985.
- Lynch, Carlos. «Evaluación del funcionamiento del sistema automatizado de riego por goteo en macrotuneles en zona III, Zamorano, Honduras.» 2006.
<http://vdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/921/1/T2268.pdf> (último acceso: 24 de 06 de 2016).
- Macías, Mery Jacqueline. «Adaptación e instalacion de un sistema de riego por aspersión para cultivos comerciales establecidos en la comunidad El Milagro.» 2011.
https://www.academia.edu/9255273/UNIVERSIDAD_TÉCNICA_DE_MANABÍ_FACULTAD_DE_INGENIERÍA_AGRÍCOLA (último acceso: 20 de 06 de 2016).
- MAGRAMA. *PLATANO*. 2010.
http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/platano_tcm7-315357.pdf (último acceso: 21 de 06 de 2016).
- Martinez, Jesus Montero. *Tesis Doctoral Analisis de la Distribución de Agua en Aspersión Estacionario*. Albacete: Universidad Castilla - La Mancha, 1999.
- Olivos. «Lámina máximo de riego.» 2015. <http://myslide.es/documents/lamina-de-riego-maxima.html> (último acceso: 20 de 06 de 2016).
- Orellana, Jorge, José Unda, y Patricio Analuisa. «Estudio de la Comercialización del Plátano (Musa balbisiana) en la Zona Norey del Trópico Húmedo Ecuatoriano.» *Publicaciones Miscelanea N° 113*. 2002.
http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Estudio_%20comercializacion_platano_zona_norte_tropico_humedo.pdf.
- PLASTIGAMA. «ASPERORES SENNINGER.» 2015.
<http://www.plastigama.com.ec/pdfs/aspersores.pdf> (último acceso: 20 de 06 de 2016).
- PROECUADOR. *ANÁLISIS SECTOR PLÁTANO*. 2015.
<http://www.proecuador.gob.ec/pubs/analisis-sector-platano-2015/> (último acceso: 20 de 06 de 2016).
- RAIN BIRD. *SERIE LF*. 2016. <http://www.rainbird.es/productos/aspersor-de-impacto/serie-lftm> (último acceso: 21 de 06 de 2016).
- Rázuri, Luis. «Manejo y programación del riego.» *Programa de Maestría y Drenaje II*. Guayaquil: SIPUA - UAE, 2012.
- Saldarriega. *Hidráulica de Tuberías*. Bogota: Alfaomega, 2007.
- Santa, Martin de. *Agua y Agronomía*. España: Grupo Mundi Prensa, 2005.

- SENNINGER. 2016. <http://www.senninger.com/wordpress/wp-content/uploads/2015/04/SolidSet-Catalog-SP.pdf> (último acceso: 20 de 6 de 2016).
- . *Los hidro - eficientes mini-Wobblers y Xcel-Wobblers*. 2016. <http://www.senninger.com/the-water-efficient-mini-wobblers-and-xcel-wobblers/?lang=es> (último acceso: 21 de 06 de 2016).
- . *Xcel-Wobbler*. 2016. <http://www.senninger.com/solid-set/xcel-wobbler/?lang=es> (último acceso: 21 de 06 de 2016).
- Solomon. 1988. waterright.org/site2/publications/880802asp (último acceso: 24 de 06 de 2016).
- Tandazo, Juan Ernesto. *Estudio de los indicadores de un sistema de riego por aspersión subfoliar en banano (Mussa aa) en la zona de Pueblo Viejo*. Babahoyo: Univesidad Técnica de Babahoyo, 2015.
- Tarjeulo, Jose María. «Riego por Aspersión.» *Centro Regional de Estudios del Agua*. Junio de 2015. http://www.ruralcat.net/migracio_resources/633281_tarjeulo.pdf (último acceso: 20 de 06 de 2016).
- UNIVERSIDAD DE SEVILLA. «Hidráulica y Riegos.» 2007. http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%209.%20Riego%20por%20asersion/page_18.htm (último acceso: 20 de 06 de 2016).
- Valverde, Juan Carlos. *Riego Y Drenaje*. San Jose de Costa Rica: UENED, 2007.
- Varas, Edmundo, y Jorge Sandoval. *RIEGO POR ASPERSION*. 1989. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR08936.pdf>.
- Vasquez, Jaime Rolando Sánchez, y Jorge Francisco Zambrano Buenaño. «Diseño de un Sistema de Riego por Aspersión Subfoliar para el cultivo de Banano (Musa sapientum Linneo).» *rraae.org.ec*. 2010. http://rraae.org.ec/Record/0006_f393c5167f84bb541270068e634c934f.
- Zambrano, Jose, y Sergio Zambrano. *Evaluación del Sistema de Riego por Microaspersión implementando en el jardín clonal de Cacao (Theobroma cacao L)*. Calceta: ESPAM, 2012.
- Zúñiga, Édgar. *Diseño y Evaluación del riego a presión*. San José de Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2004.