



JESÚS A. GARCÍA G.
SERVICIOS PARA LA AGROINDUSTRIA
BARQUISIMETO, ESTADO LARA - VENEZUELA



UTILIZACIÓN DE RECIPIENTES DE FÁCIL CONSECUCCIÓN EN LAS FINCAS COMO INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

Versión actualizada de Julio de 2005

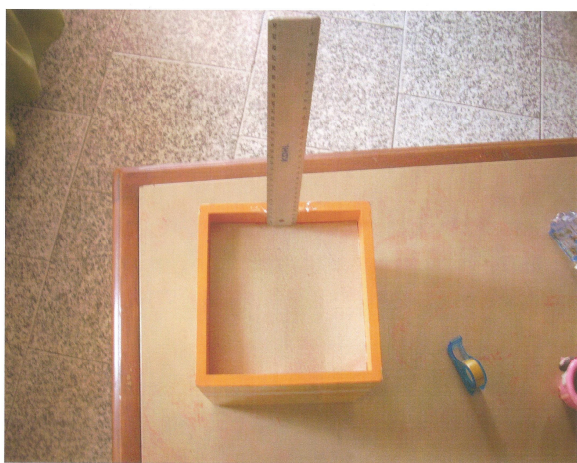
Ing. Agr. Jesús A. García G.
Febrero, 02 del 2013

INTRODUCCIÓN.

La lluvia caída se mide mediante la colocación en el campo de recipientes conocidos como pluviómetros. Su función es medir en mm o pulgadas la altura del agua de lluvia caída en un tiempo determinado.

Todas las formas de precipitación, se miden partiendo de la base de una columna vertical de agua que se acumula sobre una superficie a nivel.

A los efectos prácticos, un (1) mm de precipitación significa que sobre 1 m^2 de tierra cayó una lámina de agua cuyo espesor es de 1 mm. Esta misma expresión, llevada a términos de volumen, equivaldría a un (1) litro de agua sobre una superficie de 1 m^2 .



Dimensiones

Largo: 1m

Ancho: 1m

Profundidad: La que se mida en mm
24 horas después de la caída de una
lluvia

Escala: 1:300

Figura No. 1. Representación gráfica del significado de la medida de precipitación

En el mercado existen pluviómetros de diferentes tipos. Su precisión viene dada por una serie de parámetros, entre los cuales se encuentra el diseño del aparato según las normas internacionales, su ubicación y colocación en campo, de la lectura correcta, de la probeta o instrumento de medición utilizado y de la hora establecida para efectuar la lectura diaria.

El pluviómetro Hellmann es el utilizado internacionalmente. Este instrumento es un cilindro metálico, constituido por un embudo colector, cuya superficie de exposición es de 200 cm^2 , la cual está determinada por la abertura superior de un anillo de cobre con un diámetro de 159,6 mm. El embudo colector descarga el agua captada y la deposita en otro recipiente conocido como depósito de agua. Tanto el embudo colector como el depósito de agua se colocan a su vez en un tanque colector.

Un pluviómetro tipo Hellmann debe cumplir las normas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), las cuales se pueden resumir en:

- Que la superficie de recogida se efectúe mediante aro calibrado a 200 cm², lo que equivale a un diámetro de 15,96 cm.
- Respeto absoluto a las dimensiones de los vasos y cámaras internas de aislamiento.
- Color blanco, para evitar la radiación y minimizar por tanto la evaporación.

Hay circunstancias en las cuales, no es aconsejable la instalación de un pluviómetro tipo Hellmann o los de lectura directa, tal es el caso de fincas donde frecuentemente se producen robos de los equipos o se cometen actos vandálicos; bajo tales condiciones, debe recurrirse a la utilización de recipientes vacíos de fácil consecución y reemplazo, los cuales con algunas imprecisiones pueden usarse como instrumentos para efectuar las mediciones de lluvia.

El objeto del presente trabajo fue la de efectuar una evaluación de recipientes de fácil consecución en las fincas, los cuales bajo circunstancias especiales pudieran ser utilizados como pluviómetros. La evaluación se hizo colocando varios envases en las cercanías de un pluviómetro de cántaro, tipo Hellmann, partiendo del principio de recabar información de la precipitación, mediante mediciones volumétricas, producto de las cantidades de agua contenidas en cada recipiente, posterior a la lluvia caída en periodos de 24 horas, luego proceder a tabular y procesar la información recopilada.

Es practica común en algunos predios rústicos utilizar como pluviómetros, equipos artesanales compuestos por un embudo, manguera conectora y un recipiente de almacenamiento (Figura 2) y mediante cálculos fundamentados en formulas se determina en primer lugar el área de exposición del embudo utilizado. El volumen recogido en el recipiente, producto de la exposición a la lluvia, se mide en centímetros cúbicos o litros y mediante relaciones matemáticas, se convierte y expresa en mm esta medición; todo ello basado en la premisa que la cantidad de lluvia recogida en una zona se mide en "litros por metro cuadrado", es decir se contabilizan los litros de agua que se han recogido en forma de lluvia en una superficie concreta, la cual por convención se utiliza como base un metro cuadrado, o lo que es lo mismo, un cuadrado el cual todos sus lados miden 1 metro de lado.



Figura 2. Pluviómetro artesanal de Embudo

Queda perfectamente establecido que Un (1) mm de lluvia caído en un periodo de tiempo determinado equivale a un (1) litro por m^2 . Sin embargo bien sea el uso del pluviómetro artesanal de embudo o cualquier otro que se use (envase plástico), es importante determinar cual seria la superficie de exposición del recipiente a utilizar o del embudo con mayor confiabilidad y donde el error se minimice cuando se comparen los resultados entre los mm obtenidos con el pluviómetro tipo Hellmann y los resultados derivados de los pluviómetros artesanales.



Figura 3. Pluviómetro de recipiente cilíndrico de plástico

Fundamentado en estas premisas se procedió a efectuar la evaluación y hacer la comparación de los resultados y determinar un factor de conversión de volumen recogido en el recipiente y su equivalencia en lámina de precipitación durante un lapso de 24 horas de exposición a la lluvia.

El contenido del presente trabajo comprende los siguientes aspectos:

I.- INSTALACIÓN DE PLUVIOMETROS.

II.- RECIPIENTES UTILIZADOS COMO PLUVIÓMETROS EN LA EVALUACIÓN REALIZADA.

III.- METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS FÓRMULAS DE CÁLCULO DEL FACTOR DE CONVERSIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIDA EN LOS RECIPIENTES EN FORMA VOLUMÉTRICA A SU EQUIVALENTE EN TÉRMINOS DE LÁMINA (mm) DE LA LLUVIA OCURRIDA EN UN PERIODO DE 24 HORAS.

IV. OBSERVACIONES.

I.- INSTALACIÓN DE PLUVIOMETROS

Cuando se utilizan otros recipientes como pluviómetros, son valederas todas las recomendaciones dadas para los pluviómetros de cántaro del tipo Hellmann y los de lecturas directas y las cuales se describen a continuación:

Para la instalación de un pluviómetro hay que hacerlo tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

El pluviómetro se fija a un soporte de metal, el cual sostiene el aparato y además sirve para anclarlo a un pedestal de madera. Dicho pedestal se hincan en la tierra de forma tal que el anillo de cobre (abertura superior) del embudo colector quede a una altura de la superficie del suelo en un rango entre 1.40 a 1,50 m. A mayor altura sobre el piso, mayor es el error por el viento. Se deben evitar las instalaciones en los tejados y laderas con mucho viento. El mejor sitio será aquel donde haya una superficie a nivel rodeada con arbustos o árboles que sirvan de protectores contra el viento, siempre y cuando éstos no estén cercanos al pluviómetro y lo obstruyan. Los árboles u otros obstáculos (edificaciones), que se utilicen como parabrisas, deberán subtender ángulos de 20 a 30° desde el orificio del pluviómetro, sin sobrepasar en caso alguno los 45° y deben rodear el pluviómetro de tal modo que ofrezcan protección desde todas las direcciones.

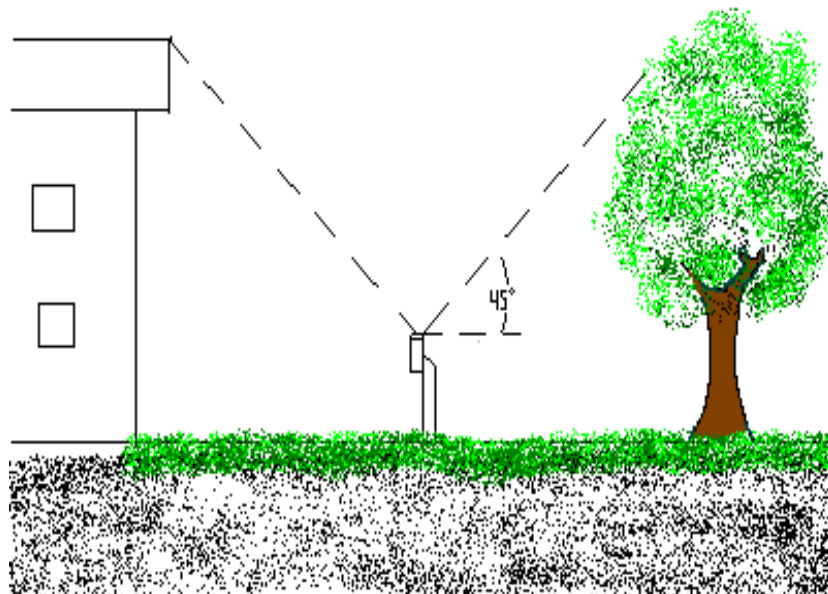


Figura 4. Ubicación de un pluviómetro

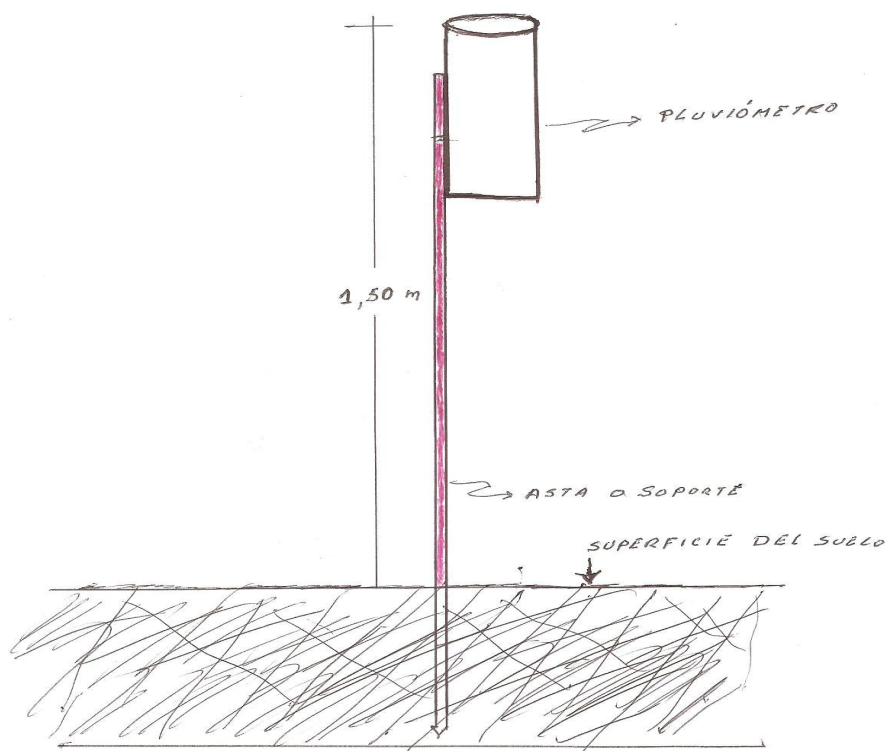


Figura 5. Dibujo esquemático de un pluviómetro tipo Hellmann,

Cabe destacar que en términos prácticos, no se ha diseñado un pluviómetro que de resultados confiables en pendientes fuertes con grandes vientos, por lo cual debe evitarse colocar pluviómetros en sitios como éstos.

Las lecturas del pluviómetro deberán efectuarse cada día a las 7,50 AM y se registran en una planilla diseñada a tal fin. Aparte de la planilla de información diaria, deberá llevarse también un registro anual, detallando la precipitación acumulada en cada mes del año.

II.- RECIPIENTES UTILIZADOS COMO PLUVIÓMETROS EN LA EVALUACIÓN REALIZADA

Para los efectos del presente trabajo se usaron los recipientes que se presenta en la figura 6 y se detallan sus dimensiones en la tabla No. 1. Todos estos recipientes de manera comparativa se instalaron en un área adyacente al sitio donde estaba instalado un pluviómetro de cántaro, el cual sirvió como testigo



Figura 6. Recipientes utilizados como pluviómetros y cilindros para medición volumétrica

TABLA No. 1

TIPO DE RECIPIENTE UTILIZADO	VOLUMEN BRUTO DE ALMACENAMIENTO (CC)	DIAMETRO INTERNO DE ENTRADA DEL RECIPIENTE (Cm)	SUPERFICIE DE EXPOSICIÓN A LA LLUVIA (Cm ²)
BOTELLA VACIA DE HERBICIDA	1.000,00	3,70	10,75
VASO DE PLÁSTICO DURO GRANDE	600,00	6,90	37,39
JARRA DE PLÁSTICO VERDE CON ASA	1000,00	9,00	63,62
BOTELLA DE HERBICIDA RECORTADA	800,00	7,88	48,77

III.- METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS FÓRMULAS DE CÁLCULO DEL FACTOR DE CONVERSIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIDA EN LOS RECIPIENTES EN FORMA VOLUMÉTRICA A SU EQUIVALENTE EN TÉRMINOS DE LÁMINA (mm) DE LA LLUVIA OCURRIDA EN UN PERIODO DE 24 HORAS

La metodología utilizada fue la siguiente:

III.1.- Se efectuó un número importante de lecturas pluviométricas, durante un mes de alta precipitación (Mayo de 2005) en todos y cada uno de los recipientes seleccionados. Las lecturas en cada recipiente se hicieron todos los días del mes en forma volumétrica para luego ser tabulada y procesada dicha información. En el caso del pluviómetro Hellmann, las lecturas se hicieron tanto volumétricas como de láminas expresadas en mm



Figura 7:- Lecturas volumétricas de la precipitación

III.2.- Las calibraciones del volumen de su contenido de agua y su equivalencia en milímetros se hicieron usando el pluviómetro Hellmann y otros pluviómetros comerciales de lectura directa. En todos los casos se compararon volúmenes de agua, superficie de exposición y la lectura en mm indicada en las respectivas escalas para el caso de los pluviómetros lectura directa; igual procedimiento se hizo para el pluviómetro tipo Hellmann, midiendo su volumen en cilindros volumétricos y las lecturas en mm, usando la probeta milimétrica.



Figura 8. Pluviómetro comercial de lectura directa y pluviómetro tipo Hellmann

Con la información recopilada, se procedió a calcular los respectivos factores de conversión, aplicando la siguiente fórmula:

$$FC: \frac{\text{Medida volumétrica en cc}}{\text{Lectura pluviómetro en mm}}$$

TABLA No. 2

		LECTURAS EN PULGADAS Y MILIMETROS (PULGADAS A mm 25,40)			
PLUVIÓMETRO	MEDIDA EN CC	PULGADAS	MILIMETROS	SUPERFICIE EXPUESTA, Cm ²	FACTOR DE CONVERSIÓN (FC)
RAIN GAUGE 6"	50,00	1,90	48,26	10,36	1,0360547037
RAIN GAUGE 1"	25,00	0,80	20,32	12,31	1,2303149606
PLUVIOMETRO TIPO HELLMANN	1.000,00	1,97	50,00	200,06	20,0000000000

Para obtener un factor de conversión que pudiera ser aplicado a recipientes ordinarios que pudieran ser utilizados como pluviómetros, se calcularon las áreas de exposición de cada uno de los recipientes seleccionados

III.3.- Los envases utilizados como pluviómetros en este caso fueron los siguientes:

TABLA No. 3

ENVASE UTILIZADO	DIAMETRO EXPUESTO (Cm)		ÁREA EXPUESTA
	LARGO (a)	ANCHO O DIAMETRO (b)	(Cm ²) 0,785398160
BOT. HERB. COMP		3,70	10,75
VASO PLÁSTICO		6,90	37,39
JARRA VERDE		9,00	63,62
BOT, HERB RECOR		7,88	48,77

III.4.- Determinación del factor de conversión volumétrica a milímetros de lámina, conociendo la superficie expuesta a la lluvia en los diferentes envases usados como pluviómetros

Para determinar un factor de conversión aplicable a otros envases que pudieran ser utilizados como pluviómetro, se dedujo una formula perfectamente aplicable y cuyo fundamento respondió al principio de la regresión estadística. La formula respondió a un comportamiento de relación lineal típica, cuando se correlacionaron la información anterior de Superficie de exposición del recipiente con los respectivos factores de conversión.

$$FC = a_0 + a_1 \times SE$$

Para derivar esta formula, se utilizaron un pluviómetro Hellmann y dos pluviómetros comerciales de lectura directa a los cuales previamente se les determinó el área de exposición de la boca del pluviómetro

A continuación se presentan en detalle los cálculos que posibilitaron la derivación de la fórmula de regresión lineal que va a ser utilizada para determinar el factor de corrección "FC" de cada uno de los recipientes seleccionados para que sirvan como pluviómetros.

III.4.1.- Deducción de la fórmula de regresión lineal para determinar el factor de conversión

TABLA No. 4

TIPO DE PLUVIÓMETRO	SE	FC	(SE) ²	FC x SE	(FC) ²
RAING GAUGE 6"	10,36	1,0360547	107,32960	10,73	1,07341
RAING GAUGE 1"	12,31	1,2303150	151,53856	15,15	1,51367
PLUV. HELLMANN	200,06	20,0000000	40.023,15373	4.001,16	400,00000
SUMATORIAS:	222,73	22,2663697	40.282,02189	4.027,04	402,58708
N: 3,00					

SE: SUPERFICIE EXPUESTA
FC: FACTOR DE CONVERSIÓN

FC: $a_0 + a_1 \text{ SE}$

$a_0 = 0,0000103295659$

$a_1 = 0,0999710008607$

III.4.2.- FÓRMULA A UTILIZAR PARA DETERMINAR "FC"

FC: $(\text{SE} \times 0,0999710008607) + (0,0000103295659)$
--

FC: Factor de conversión
SE: Superficie de Exposición

Aplicando la formula anterior se determinaron los diferentes factores de conversión para cada uno de los envases seleccionados para la presente evaluación.

La tabla que a continuación se presenta, resume los cálculos efectuados y los factores de conversión determinados para cada uno de los envases, aplicando la fórmula anterior

TABLA No. 5

ENVASE UTILIZADO	LARGO EXPUESTO (Cm) (a)	ANCHO O DIAMETRO (Cm) (b)	Área Expuesta (Cm ²) 0,785398160	COEFICIENTES DE LA FORMULA	
				0,099971000861	0,00001032957
				FACTORES DE CONVERCIÓN	
BOT. HERB. COMP		3,70	10,75	1,0749086089	
VASO PLÁSTICO		6,90	37,39	3,7382066101	
JARRA VERDE		9,00	63,62	6,3598905800	
BOT, HERB RECOR		7,88	48,77	4,8754788262	

Como ejemplo de aplicación de la formula escogemos el envase botella de herbicida recortada y asumimos que la precipitación de un determinado día registró 67 cc, aplicando el correspondiente factor, el resultado daría de 13,74 mm

$$P \text{ (mm)} = 67,00 / 4,8754788262 = 13,74$$

III.5.- La información recopilada durante el mes de Mayo de 2005, fue tabulada y analizada día por día. Para efectos del presente análisis se partió de la información promedio mensual de cada recipiente. Comparando de manera muy sencilla la desviación de los totales arrojados por cada recipiente con el valor obtenido en el pluviómetro Hellmann, se dedujo el grado de exactitud de cada uno de los recipientes catalogándose los mismos de acuerdo al mayor o menor valor absoluto de la desviación.

Se consideró como **ACEPTABLE**, para usar un recipiente como pluviómetro, cuando la desviación absoluta del mismo es menor de uno (1) y **NO ACEPTABLE** cuando la desviación es mayor de uno (1) Todo ello comparando el valor promedio total mensual arrojado por el pluviómetro tipo Hellmann y el o los registrados por los recipientes seleccionados para la prueba. Ver tabla No. 2

TABLA No. 6

Resumen de la información promedio mensual de cada recipiente y su comparación con el resultado del pluviómetro Hellmann

CONCEPTO	TIPO DE ENVASE UTILIZADO COMO PLUVIÓMETRO				
	PLUVIÓMETRO HELLMANN	VASO GRANDE PLASTICO	JARRA VERDE CON ASA	BOTELLA HERBICIDA COMPLETA	BOTELLA HERBICIDA RECORTADA
PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (mm)	285,60	284,15	285,51	282,44	285,18
VARIACIÓN CON RESPECTO AL HELLMANN	0,00	1,45	0,09	3,16	0,42
VALORACIÓN DE EXACTITUD DEL RECIPIENTE	TESTIGO	NO ACETABLE	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	ACEPTABLE

En base al análisis anterior se concluye que los envases ideales para ser utilizados como pluviómetros son aquellos cuyo diámetro de exposición sean mayores o iguales a de 7,88 cm

Analizando la información contenida en la tabla No. 7, las variaciones entre el registro de lluvias promedio mensual, medida en recipientes con diámetros de exposición variables y calculada la precipitación en mm, (Dividiendo el volumen obtenido entre el factor de conversión) y el valor de comparación registrado en el pluviómetro tipo Hellmann; muestran variaciones que van desde un rango entre 1,45 y 3,1 para los recipientes catalogados como NO APTOS y un rango para los recipientes APTOS, con variaciones comprendidas entre 0,09 y 0,42. Es de hacer notar que en la medida que se extreme cuidado en torno a la pulcritud de la toma de medición y se haga una adecuada instalación del aparato, se logran conseguir desviaciones muy pequeñas hasta de un 0,42.

III.6.- Resumen general sobre las formas de calcular la precipitación contenida en un pluviómetro en milímetros, fundamentada en la superficie de exposición del recipiente y el volumen de agua contenida en el mismo

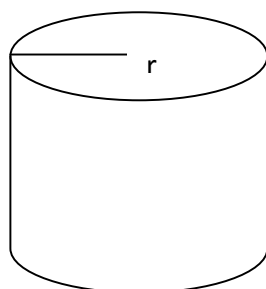
Formula:

$$FC: (SE \times 0,0999710008607) + (0,0000103295659)$$

$$P \text{ (mm)}: Vr/FC$$

La superficie de exposición de recipientes cilíndricos, los cuales serían los más utilizados es la siguiente:

$$Si = \pi \times r^2$$



La tabla siguiente, No. 7, registra a manera de ejemplo las equivalencias en mm de los contenidos volumétricos de agua almacenados en diferentes recipientes. Los valores obtenidos en mm son iguales para todos los casos, variando solo la superficie de exposición y el contenido de agua en cc.

Aplicando indistintamente las formulas a y b para calcular la precipitación en milímetros, todos los envases arrojan la misma cantidad de milímetros de precipitación...

TABLA No. 7

DÍAS DEL MES	PLUVIÓMETRO TIPO HELLMANN		VASO PLÁSTICO GRANDE		JARRA VERDE CON ASA		BOTELLA DE HERBICIDA RECORTADA	
	200,06 cm ²		37,39 cm ²		63,62 cm ²		48,77 cm ²	
	CC	Mm	Cc	mm	cc	mm	cc	mm
1	770,00	38,49	144,00	38,51	245,00	38,51	187,70	38,49

IV. OBSERVACIONES.

Por lo general, las mediciones de precipitación son susceptibles a errores, siendo los más frecuentes los cometidos en las lecturas de los recipientes de medición, los cuales son muy comunes y pueden tener una incidencia importante. Como quiera que dada las características y las dimensiones de cada envase, siempre se presentarán variaciones en las mediciones que se alejan de la media de los pluviómetros tipo Hellmann, en más o menos 1,32 mm aun cuando los mismos estén ubicados en el mismo sitio. Otros errores se tienen cuando el colector presenta abolladuras en su superficie de exposición; cuando se desprecian cantidades pequeñas de lluvia; cuando el pluviómetro se instala en terrenos de gran pendiente y muy comunes son las inclinaciones en la colocación del pluviómetro y las pérdidas cuando la lluvia salpica fuera del colector.

El error más grande es el causado por acción del viento, cuando la aceleración vertical del aire al ser forzada hacia arriba sobre el pluviómetro y a su vez es transmitida dicha aceleración hacia arriba a las gotas que están por entrar al pluviómetro, desviándolas de su curso y ocasionando una recogida deficiente. El error es aun mas grande cuando las gotas son más pequeñas, caso de las lluvias ligeras.

Bibliografía Consultada:

García G. Jesús A. 1991, Problemática del riego en el área de influencia de Azucarera Río Turbio, C.A., boletín No. 1, Chorobobo, Estado Lara. Venezuela

García G. Jesús A. y otros: 1991. Algunas Consideraciones teórico prácticas del Riego en Caña de Azúcar. Azucarera Río Turbio C.A., Vicepresidencia Gerencia Agrícola, Chorobobo, Estado Lara, Venezuela

Gol. A.W. 1964. III Instrumentos Metereológicos, Servicio de Meteorología y Comunicaciones, MANISTERIO DE LA Defensa, República de Venezuela, Maracay-Venezuela.

JAGG/02/02/2013