

**EVALUACION DE LA LÁMINA Y FRECUENCIA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE  
GYPSOPHILA VARIEDAD *MILLION STAR* PARA DETERMINAR EL  
RENDIMIENTO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

**DAVID FERNANDO RODRIGUEZ RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ING. AGRONÓMICA  
FUSAGASUGÁ**

**2016**

**EVALUACION DE LA LÁMINA Y FRECUENCIA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE  
GYPSOPHILA VARIEDAD *MILLION STAR* PARA DETERMINAR EL  
RENDIMIENTO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

**DAVID FERNANDO RODRIGUEZ RODRIGUEZ**

**DIRECTOR DE PROYECTO DE PASANTIA:  
PROFESOR ALVARO BERNAL  
I.A. ANDERSSON MUÑOZ**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ING. AGRONÓMICA  
FUSAGASUGÁ**

**2016**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

## **DEDICARORIA**

A Dios, mis padres, mi familia y  
mi novia que estuvieron  
acompañándome durante este  
proceso

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios

A Mis padres, a mi familia y a mi novia por el apoyo y comprensión.

A la empresa Falcon Farms por el conocimiento, espacio y recursos proporcionados para el desarrollo de esta investigación.

Al Ingeniero Jhon Anderson Muñoz por la paciencia, dedicación y todas sus enseñanzas.

Al profesor Alvaro Bernal por su compañía y colaboración durante la realización de este proyecto.

Al Ingeniero Mauricio Ortiz por su colaboración y acompañamiento.

**Julio 10 de 2016**

## Tabla de contenido

Tabla de contenido.....	6
RESUMEN .....	7
INTRODUCCION .....	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	10
2. JUSTIFICACION.....	11
3. OBJETIVOS .....	12
3.1 GENERAL.....	12
3.2 ESPECÍFICOS .....	12
4. MARCO TEORICO.....	13
4.1 DESCRIPCION DE LA GYPSOPHILA .....	13
4.2 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS .....	13
4.3 MORFOLOGIA.....	14
4.4 CARACTERÍSTICA DE RIEGO EN LA GYPSOPHILA .....	14
4.5 FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE GYPSOPHILA .....	16
5. MATERIALES Y METODOS.....	17
5.1 MATERIALES .....	17
5.1.1 LOCALIZACION .....	17
5.2 METODOLOGIA.....	18
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL PROYECTO .....	26
Verificación de Supuestos Muerte Plantas .....	26
Verificación de Supuestos Productividad.....	31
Lamina de Riego .....	35
Frecuencia de Riego .....	36
7. DISCUSIÓN.....	38
8. CONCLUSIONES .....	39
Bibliografía .....	40
ANEXOS .....	41

## RESUMEN

Este trabajo consiste en disminuir la pérdida de plantas de *Gypsophila*, estableciendo parámetros de riego acordes a la especie productiva, a las condiciones edafo-climáticas de finca Alejandra y al sistema de riego existente; teniendo en cuenta que esta planta es originaria del mediterráneo de zonas calcáreas y secas; y las condiciones climáticas y de suelo de finca Alejandra no son óptimas para su desarrollo, demandando un ajuste y adaptación del proceso de riego actual que satisfaga los requerimientos básicos del cultivo buscando una mayor adaptación y una reducción considerable de muerte del mismo que se traduzca en un aumento de la productividad.

De allí la necesidad de establecer parámetros como lamina y frecuencia de riego, asociados a evapotranspiración, grado de humedad del suelo (Organoléptico), fenología de la planta e índice de mortalidad, variables medibles diariamente y comparables con un sistema de riego que ya se tenía establecido en la organización.

Finalmente, se plantearán alternativas conducentes al mejoramiento del sistema actual de riego, disminuyendo pérdidas y aumentando la productividad, manteniendo los estándares de calidad definidos por la organización.

## INTRODUCCION

En la actualidad el sector Floricultor Colombiano cuenta con 7.290 Ha dedicadas al cultivo de flores frescas de corte para la exportación , de las cuales el 79% se encuentra ubicado en la Sabana de Bogotá, el 17% en Antioquia y el 4% en otros departamentos, entre los que se incluyen Valle, Cauca ,Caldas, Risaralda y Quindío. El 32% de las flores exportadas por los productores colombianos corresponde a rosas, un 15% a claveles, el 8% a mini claveles, el 13% a crisantemos y el restante 32% corresponde a la denominación “Otras” en donde se incluyen todas las demás especies y bouquets. (ASOCOLFLORES, 2008).

La *Gypsophila* se denomina complementos ya que son aquellas flores que en los diseños florales cumplen la función de acompañar y resaltar la belleza de las flores principales y de dar volumen a éstos, permitiendo que con muy pocas flores principales de calidad se logren diseños muy atractivos, lo que incrementa la utilidad de venta de los floristas. Son especialmente importantes en la elaboración de bouquets. Muchas de las especies utilizadas como complementos son susceptibles de ser secadas (deshidratadas), con lo que se obtiene un mayor precio de venta. (Marentes, 2013)

La *Gypsophila* pertenece a la misma familia del clavel (Caryophyllaceae). Deriva su nombre del término latín gypsum que significa “yeso” y hace referencia a la afinidad de esta planta por los suelos ricos en cal.

Es originaria de los países Mediterráneos y del Este de Europa. Entre las numerosas especies que conforman este género (más de 100) es especialmente



importante desde un punto de vista comercial *G. paniculata*, conocida comúnmente como “gasa” y “fantasía” entre otros, y cuyo uso principal es como flor de complemento en ramilletes, bouquets y arreglos florales.

La *Gypsophila* crece bien en suelos sueltos y bien drenados, siendo estas características particularmente importantes, dada su predisposición a las pudriciones de las raíces y coronas. Los riegos deben ser ligeros y frecuentes en lugar de pesados y distanciados para evitar niveles altos de humedad en el suelo que ocasionen pudriciones.

(Marentes, 2013)

Con el propósito de disminuir las pérdidas por pudrición de raíz de la *Gypsophila* producida en la Finca Alejandra, se plantea este trabajo para determinar los parámetros como la lámina y la frecuencia de riego en las diferentes edades de la planta (semanas) en condiciones de la sabana de Bogotá.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la Finca Alejandra hay aproximadamente sembradas 5,8 Ha de *Gypsophila* de la cuales un 30 % del material sembrado se ve afectado por pudrición en la raíz y muerte de la misma debido a que no se ha realizado un estudio detallado sobre la lámina y frecuencia de riego adecuada para esta especie en condiciones no favorables para el desarrollo y producción de la planta, por esta razón se decide realizar este proyecto para determinar el volumen de riego ideal para *Gypsophila* obteniendo mayor productividad y disminuyendo el número de plantas muertas.

## 2. JUSTIFICACION

Actualmente en el cultivo de *Gypsophila* se hace el riego diario con un pulso de 150 litros/cama, de acuerdo a la visita de un asesor externo es bastante riego para esta especie debido a la procedencia de la *Gypsophila* ya que es del mediterráneo de zonas cálidas, su adaptación al clima frío es complejo, por tal motivo se debe regar minuciosamente para evitar que haya pudrición en la raíz y muerte de plantas, para esta labor se debe programar un volumen de riego de acuerdo al grado de humedad medida por el método de (Organoléptico) en que se encuentre el suelo con el fin de disminuir el porcentaje de plantas afectadas aumentando la productividad de cada una de ellas, vale resaltar que de cada planta salen aproximadamente 10 tallos que son cortados como flor de exportación de aquí la gran importancia de mantener una población sana y vigorosa en el cultivo para ser procesada en la post-cosecha obteniendo resultados rentables para la empresa.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 GENERAL**

Evaluación de la lámina y frecuencia de riego en el cultivo de *Gypsophila* variedad *million star* para determinar el rendimiento bajo condiciones de invernadero en la Finca Alejandra.

### **3.2 ESPECÍFICOS**

1. Establecer la lámina y frecuencia de riego de acuerdo a condiciones de clima y humedad del suelo de Finca Alejandra.
2. Evaluar índice de muerte de plantas de acuerdo a la lámina y frecuencia de riego establecidas.
3. Evaluar el comportamiento y la productividad del cultivo de acuerdo al sistema de riego que se establezca.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 DESCRIPCION DE LA GYPSOPHILA

La Gypsophila es una planta de apariencia difusa debido a sus ramas bifurcadas. Presenta hojas opuestas y lanceoladas, de 7 centímetros o más, en cada nudo. Las hojas van disminuyendo en tamaño progresivamente desde la base de la planta a la base de la inflorescencia.

La planta posee un tallo leñoso, con una serie de tallos laterales aproximadamente 8 o 10. Los tallos son de crecimiento erecto y rígido, apropiados para el corte. Las múltiples ramas de cada tallo terminan con un gran número de florecillas de color blanco en formación triangular. (Arias, 2001)

### 4.2 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

**Brillo solar:** Este cultivo requiere un promedio anual mínimo de 4 a 6 horas diurnas de brillo solar.

**Temperatura:** El rango óptimo de la temperatura diurna es de 20 a 25 °C y de 10 a 15°C el de la temperatura nocturna.

**Humedad relativa:** Como la mayor parte de los cultivos de flores, una humedad relativa entre 60 y 80 % es adecuada para ese cultivo.

**Suelos:** Este cultivo requiere de suelos sueltos, con muy buen drenaje, para evitar altas concentraciones de sales, problemas patológicas y de desarrollo radical, ocasionados por un acumulo de agua.

### **4.3 MORFOLOGIA**

Su sistema radicular se forma a partir de un rizoma vertical, de donde se desarrollan robustas raíces de 1 a 2 metros de largo y hasta 3 cm. de diámetro.

El cuello o corona es el órgano generativo de la parte aérea, de donde brotan las yemas que se convertirán en tallos. Las hojas son similares a las de clavel, cubiertas de cera.

Los tallos son erectos, pero necesitan tutorado para mantenerse erguidos. Pueden llegar a medir casi un metro. Están divididos en numerosos entrenudos, existiendo en cada nudo una yema potencialmente vegetativa que, cuanto más cercana esté del ápice de tallo, mayor probabilidad tiene de evolucionar a un ramo de flor.

Las flores, de 5 a 13 mm de anchas según la variedad, pueden ser blancas o rosadas. Estas flores se disponen en panícula amplia, con un elevado número de ellas. (Universidad Nacional Abierta y A Distancia, 2004)

### **4.4 CARACTERÍSTICA DE RIEGO EN LA GYPSOPHILA**

En este cultivo el manejo adecuado del riego tiene especial importancia, ya que se debe procurar mantener la superficie del suelo lo más seca posible para evitar problemas con los hongos del suelo.

El riego debe cumplir las funciones de: mantener la humedad necesaria en un volumen considerable del suelo, determinadas por las características radical del cultivo y; movilizar los fertilizantes a mayor profundidad.

El sistema de riego comúnmente utilizado es el de goteo, con dos líneas por cama. Para que este sistema pueda funcionar correctamente, es necesario aplicar grandes cantidades de agua antes de la siembra, con el fin de obtener una humedad uniforme en todo el volumen de suelo. Para esto se utilizan líneas de aspersores, que además van a servir para aplicar riego aéreo durante las primeras dos semanas mientras se establece el cultivo.

La gypsophila requiere aproximadamente de 15 a 20 litros m<sup>2</sup> semana agua; sin embargo, la cantidad a aplicar va a depender de factores tales como características físicas del suelo, condiciones climáticas y edad de las plantas. (Arias, 2001)

**BOMBA:** La finca cuenta con una bomba siemens de 30 HP para la distribución a las válvulas, esta bomba es capaz de mover 61968 L/h al 70% por lo cual se pueden abrir dos válvulas al mismo tiempo.

**VALVULA:** En este momento se utilizan válvulas BERMAT 200 con capacidad de 25000 L/h la cual se calcula sobre el 80% para mejorar su desempeño la cual cada válvula abastece 40 camas para un total de 19200 L/h, para regar los 150 L cama que está establecido actualmente en la Finca se necesitan 18 minutos de goteo.

**CAMAS:** Actualmente se utilizan camas comerciales de Gypsophila *million star* de .90 m ancho \* 32 m largo y altura de 30 centímetros, la densidad de siembra es de 5 plantas m<sup>2</sup>, se utilizan 3 líneas de goteo Ares de 1 L/h con distancia entre goteros de 20 centímetros, para un total de 480 L/h cama.

Según la visita de I.A. Moshe Yosef asesor de Gypsophila aconseja que en campo debe recibir fertilización de inmediato, por lo que las líneas de goteo deben quedar instaladas y funcionando desde la siembra.

El riego debe manejarse más del lado seco

Sugiere que el riego no se haga en pulsos diarios sino riegos cada 3 días con volúmenes de riego altos. Adicionalmente, manejar la CE del riego en función de la edad de las plantas:

<b>Edad</b>	<b>CE en fertirriego, mS/cm</b>
Siembra	0,6
2 semanas	0,8
4 semanas	1,2
6 semanas	1,4
>6 semanas	1,7-2,0

#### **4.5 FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE GYPSOPHILA**

Es importante la aplicación de fertilizantes a través del sistema de riego, con el fin de lograr una mejor distribución de los mismos en el suelo.

Aunque la frecuencia de aplicación va a depender de varios factores, tales como tipo de suelo y concentración sales, es recomendable la aplicación de fertilizantes por lo menos una vez a la semana.

El análisis de suelo antes y durante el cultivo, en combinación con análisis foliares, constituyen el mejor instrumento para preparar un adecuado programa de



fertilización. Para esto es necesario realizar muestreos con cierta frecuencia, por ejemplo cada tres meses en diferentes zonas de la finca.

El programa de fertilización en este cultivo se inicia aproximadamente a los 15 días después de la siembra o la poda, y la finaliza una vez que la flor empieza a mostrar color (aproximadamente a 10 días antes de comenzar la cosecha).

## **5. MATERIALES Y METODOS**

### **5.1 MATERIALES**

#### **5.1.1 LOCALIZACION**

El presente trabajo se desarrollara en la Finca Alejandra Falcón Farms productora de flores de exportación perteneciente al grupo CHIA S.A. ubicada en el municipio de Madrid departamento de Cundinamarca que se encuentra a una altura de 2554 m.s.n.m temperatura promedio 14 °C humedad relativa del 73%.



Ubicación geográfica finca Alejandra

## 5.2 METODOLOGIA

La metodología permite diferenciar el comportamiento de la planta a distintos volúmenes y frecuencias de riego para determinar la lámina y frecuencia de riego óptima para su desarrollo y producción.

Esta metodología se basa en efectuar tres tratamientos con diferentes volúmenes de riego a distintas edades de la planta y así estudiar su comportamiento de lámina y frecuencia de riego de las camas que cuentan con 32m de largo y 0.9m de ancho con un total de 248 plantas sembradas determinando cuál es la apropiada para las condiciones de la Finca Alejandra.

Para la evaluación del volumen de riego se realizaran muestreos de la humedad del suelo diariamente y se revisara la EVT y así se decidirá el número de pulsos en cada una de las válvulas a evaluar; la definición de riego va ligada al

organoléptico el cual en el tratamiento 1 se mantendrá en grado 2 hasta la semana 7, a partir de la semana 8 se llevara a grado 3, mientras que en el tratamiento 2 se tendrá un organoléptico en grado 2 hasta la semana 11 y a partir de allí se llevara a grado 3, mientras que en el tratamiento 0 se tendrá en grado organoléptico en grado 3 durante todo el ciclo del cultivo.

GRADOS DE HUMEDAD	
GRADO	HUMEDAD
1	Completamente seco PMP
2	Se humedece no agrega
3	Agrega y humedece CC
4	Escurre /saturación

Para determinar el riego se tuvo en cuenta el contenido de humedad de suelo de las camas evaluadas con el método de organoléptico, el método específico para esta prueba es por medio de horno a 105 grados Celsius el cual se utilizó el del laboratorio de la Universidad de Cundinamarca de Facatativá, se realizaron dos medidas de cada grado y se llevó a un promedio el cual se observa en el cuadro a continuación.

Metodo secado al horno				
Organoleptico	1	2	3	4
Peso recipiente + suelo humedo	47.944	52.923	58.116	64.528
Peso recipiente + suelo seco	45.723	48,986	51.798	53.642
Peso recipiente	19.722	19.709	19.681	19.836
Peso suelo seco	26.005	27.272	32.113	33.811
Peso agua	2,221	3.937	6.318	10.886
Contenido de humedad (%)	8,6	13,4	19,6	32,2
Humedad promedio (%)	18,4			
Peso en gramos				



Imagen 1. Recipientes en donde se guardaron la muestra de suelo de cada grado organoléptico para dejarlo en la estufa de secado.

Donde la humedad de un suelo es la relación expresada en porcentaje entre el peso de agua existente en una determinada masa de suelo y el peso de las partículas sólidas, para calcular el contenido de humedad de la muestra se utiliza la siguiente ecuación

Calcular el contenido de humedad de la muestra:

$$w = (M_h - M_s) / (M_s - M_r) * 100 (\%),$$

Donde:

$M_h$  = Masa recipiente más la muestra de suelo húmedo (grs.)

$M_s$  = Masa de recipiente más la muestra de suelo seca (grs.)

$M_r$  = Masa recipiente (grs.)



**Imagen 2. Toma de muestra de suelo con barreno (Método Organoleptico)**

## **ATMOMETRO**

El atmómetro, también llamado evaporímetro de Bellani, es un instrumento que permite una medida sencilla de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>0</sub>). Se trata de un sencillo instrumento que, mediante una medida analógica similar a la de un termómetro, nos da una estimación de la ET<sub>0</sub> en base diaria o semanal.



**Imagen 3. Atmómetro (evaporímetro de Bellani)**

El atmómetro, cuyo diseño está adaptado para simular la ETo de una forma fácil y directa y un sencillo mantenimiento pueden hacer de este aparato una herramienta ideal para el cálculo de las necesidades de agua de los cultivos y la planificación de los riegos.

### **DESCRIPCIÓN Y MANEJO DEL INSTRUMENTO**

El atmómetro es un instrumento que mide el agua evaporada desde un depósito a la atmósfera, a través de una superficie de cerámica porosa conocida con el nombre de plato de Bellani. Algunos modelos tienen el plato recubierto por una lona verde para una mejor simulación de la evapotranspiración. Éste es el caso de evaporímetro modelo A ETogage. Este modelo dispone de un depósito de agua de 300 mm, fabricado de PVC blanco para reflejar la radiación solar y evitar la transmisión de la temperatura ambiental al agua destilada que contiene en su interior en la parte exterior del depósito dispone de un tubo de cristal con una escala graduada que permite la lectura del nivel de agua del depósito con facilidad. En la parte superior se ubica la cápsula de cerámica porosa que evapora el agua destilada. El plato está recubierto por un tejido verde que puede cambiarse según el cultivo de referencia del que se quiera medir la evapotranspiración.

### **INSTALACIÓN Y USO**

El atmómetro debe instalarse sobre un poste vertical de madera pintado de blanco a 1 metro de altura medido desde el suelo. Con objeto de facilitar la lectura de la ETo, la reposición de agua en el depósito, o la limpieza de la lona que recubre el

plato, el atmómetro debe instalarse en una zona de fácil acceso, cuyo ambiente sea similar al cultivo del que se desea conocer la ET. Debe evitarse la instalación en zonas muy próximas a construcciones u objetos voluminosos que obstruyan la circulación del viento y la plena exposición al sol. Esto incluye la instalación en el interior de cultivos muy elevados y con un alto grado de cobertura.



**Imagen 4. Atmómetro puesto en el cultivo de *Gypsophila* para la medición de EVT y así poder tomar decisión de riego de acuerdo a los mm.**

Se recomienda llenar el depósito con agua destilada, a fin de evitar la acumulación de sales en la cerámica, que podrían reducir la porosidad del plato y con esto afectar la evaporación. Durante el invierno las precipitaciones cubren normalmente las necesidades de agua de la mayoría de los cultivos, generalmente leñosos, por lo que la determinación de la evapotranspiración pasa a ser un factor casi sin relevancia. Debido a esto, y a que las bajas temperaturas invernales pueden congelar el agua almacenada o dañar el depósito y la cerámica porosa, es conveniente retirar el aparato durante este periodo.

El evaporímetro dispone de un dispositivo que limita la entrada de agua al depósito desde el exterior. Sin embargo, no resulta aconsejable el riego sobre el mismo, puesto que las sales del agua de riego pueden afectar a las medidas.

Para determinar la cantidad de agua perdida al ambiente desde el evaporímetro, se debe realizar una primera lectura y posteriormente, según el periodo en el que se desea cuantificar la evapotranspiración, sucesivas lecturas. Así, la diferencia en el nivel del agua entre dos lecturas consecutivas es el agua evaporada por el evaporímetro durante ese periodo de tiempo considerado. Dicho valor representa de manera directa, y sin necesidad de fórmulas ni de correcciones, el valor de la ETo. A modo de ejemplo ponemos el siguiente caso.

La EVT se puede definir como la cantidad de agua medida en mm que representa la evapotranspiración simulada del cultivo, en el siguiente cuadro se muestra la cantidad de litros que se aplica por cama de acuerdo al organoléptico y a la EVT.

	<b>Organoléptico</b>			
<b>EVT</b>	1	2	3	4
1	75	75	75	0
2	75	75	75	0
3	150	75	75	0
4	150	150	75	0

Tratamientos que se emplearon fueron los siguientes.

<b>TRATAMIENTOS</b>	
<b>Tratamiento 1</b>	Testigo comercial 150 litros/cama
<b>Tratamiento 2</b>	Riego de 0 a 7 semanas 75 litros/cama y de 8 semanas en adelante 150 litros/cama.
<b>Tratamiento 3</b>	Riego de 0 a 11 semanas 75 litros/ cama y de 12 en adelante 150 litros/cama

Nota: la realización de riego se ajusta a la decisión de medida de la humedad (método organoléptico) y EVT.



Las variables a evaluar en este trabajo serán:

VARIABLE	Forma de medición (Como?)	Muestra a evaluar (Cuanto?)	Frecuencia (Cada Cuanto?)
Productividad	Tallos exportables/m <sup>2</sup>	Un dato por cama	Una vez en el curso del ensayo
Mortalidad por cama	Contar plantas muertas en la cama	Todas las UE	Cada semana
Lamina de riego	Por pulsos de 75 L/h	3 muestras en 4 camas	Todos los días
Frecuencia de riego	Numero de pulsos en el día	3 muestra en 4 camas	Todas los días

**Diseño experimental:**

Completamente aleatorio

**Unidad experimental:**

Cama

**Numero de repeticiones:**

40 unidades experimentales por tratamiento



Imagen 5. Cultivo de Gypsophila

## 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL PROYECTO

### Análisis estadísticos para muerte de plantas de Gypsophila

#### Verificación de Supuestos Muerte Plantas

Para la variable plantas muertas en las camas como unidades experimentales se corrió las pruebas estadísticas para los supuestos de normalidad y homocedasticidad y se encontró que los datos recolectados no cumplen la prueba de homocedasticidad por tal motivo fue necesario hacer la transformación de los datos mediante la función de raíz cuadrada. Una vez transformados los datos se corrió la prueba y se demostró que si cumple tal como se ilustra a continuación.

- **Supuesto de Normalidad**

#### Histograma

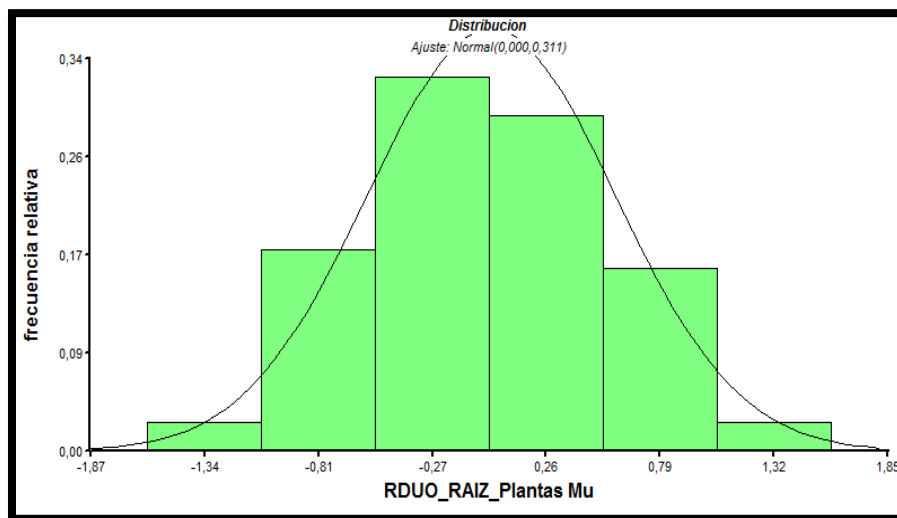


Imagen 6. Histograma plantas muertas

#### Normalidad – prueba de Shapiro-Wilks

Hipótesis

Ho: Los errores tienen una distribución normal

H1: Los errores no siguen una distribución normal

-Nivel de significancia: 5%

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RAIZ Plantas Mu	120	0.00	0.56	0.99	0.9893

Tabla 1. Residuo raíz cuadrada plantas muertas.

$p > 0.05$  Acepta Ho: Los errores tienen una distribución normal

- **Supuesto de Homocedasticidad**

### Homocedasticidad - Prueba de Levene

Realiza un análisis de varianza con el valor absoluto de los residuos como variable dependiente

Hipótesis

Ho: Las varianzas de los errores son iguales

H1: Por lo menos un tratamiento presenta una varianza diferente para el error

Nivel de significancia: 5%

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS RAIZ Plantas Mu	120	0.03	0.01	73.62

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.40	2	0.20	1.86	0.1595
TTO	0.40	2	0.20	1.86	0.1595
Error	12.64	117	0.11		
Total	13.04	119			

**Tabla 2. Prueba de Levene.**

$p > 0.05$  Acepta  $H_0$ , las varianzas de los errores son iguales.

## Análisis de varianza

Para el presente proyecto se propuso un modelo estadístico lineal para un diseño completamente al azar, el cual se corrió sobre los datos transformados mediante la función raíz cuadrada.

### Hipótesis

$H_0$ : No existen diferencias entre los tratamientos

$H_1$ : Por lo menos un tratamiento presenta diferencia

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RAIZ Plantas Muertas	120	0.83	0.83	10.80

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	185.83	2	92.91	294.14	<0.0001
TTO	185.83	2	92.91	294.14	<0.0001
Error	36.96	117	0.32		
Total	222.79	119			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,29948**

Error: 0,3159 gl: 117

TTO Medias n

Tt3 3.77 40 A

Tt2 5.05 40 B

Tt1 6.80 40 C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 3. Análisis de varianza y prueba de comparación múltiples de Tukey.**

### **Regla de decisión**

De acuerdo a la Tabla No. 3 Según el software estadístico InfoStat para niveles de confianza de 99% en los tratamientos realizados se enuncia que p-valor es menor de 0,0001, es decir que se rechaza la Hipótesis nula ( $H_0$ ), y se acepta la Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ) es decir que por lo menos un tratamiento presenta diferencia en el número de plantas muertas en el cultivo de *Gypsophila*.

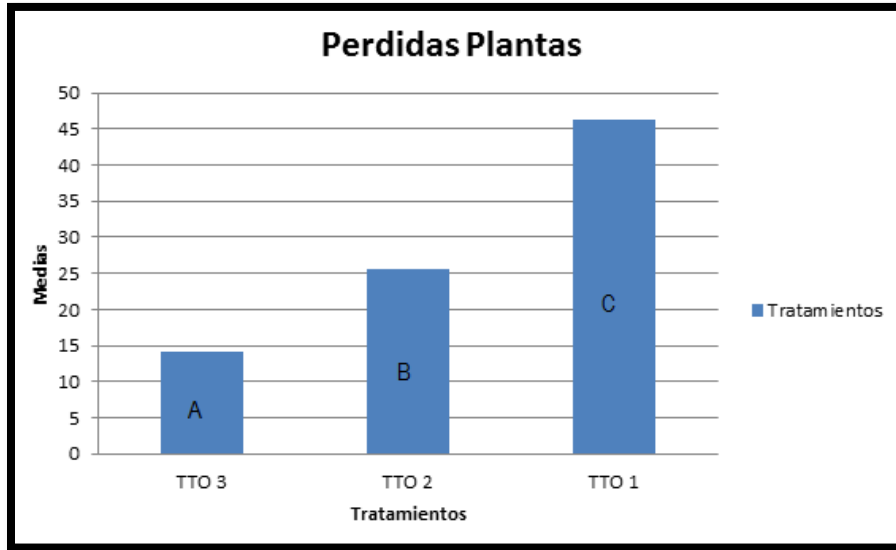
Se realizó una prueba de comparaciones múltiples de Tukey y con una Diferencia Mínima Significativa (DMSH) de 0.29948, un error de 0.3159 y 117 grados de libertad se obtuvo que si hay diferencia significativa en los tres tratamientos propuestos.

Se toman las medias y se regresan con la función inversa a la usada en la transformación inicial de los datos, en este caso la potencia cuadrada, y las medias resultantes se presentan así:

<b>Tratamiento</b>	<b>Media (Numero de Plantas muertas)</b>	<b>Letra</b>
Tt3	14.213	A
Tt2	25.503	B
Tt1	46.240	C

**Tabla 4. Media de Plantas muertas.**

Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos.



Grafica 1. Medias de plantas muertas por tratamiento.

En esta gráfica se observa la media de plantas muertas durante el desarrollo del proyecto mostrada por tratamientos, su puede evidenciar un alto índice de muerte con una media de 46.24 plantas en el tratamiento 1 el cual se regó con 900 L/camas semana, por otro lado se ve que el tratamiento 2 hubo menos perdida de plantas esto es debido a que durante su etapa vegetativa su lamina de riego fue menor, y para culminar vemos como en el tratamiento 3 la media de pérdidas de plantas no alcanzo a las 15 plantas lo cual nos indica que fue el mejor tratamiento para el manejo de riego manejando una lámina de 75 L/cama día hasta la semana 11 y luego de la semana 12 en adelante manejar una lámina de 150 L/cama día.

## Análisis estadísticos para producción

### Verificación de Supuestos Productividad

Para la variable productividad de las plantas en las camas se corrió las pruebas estadísticas para los supuestos de normalidad y homocedasticidad y se encontró que los datos recolectados cumplen la prueba de normalidad y homocedasticidad, tal como se ilustra a continuación.

- **Supuesto de Normalidad**

Hipótesis

- Ho: Los errores tienen una distribución normal
  - H1: Los errores no siguen una distribución normal
- Nivel de significancia: 5%

### Histograma

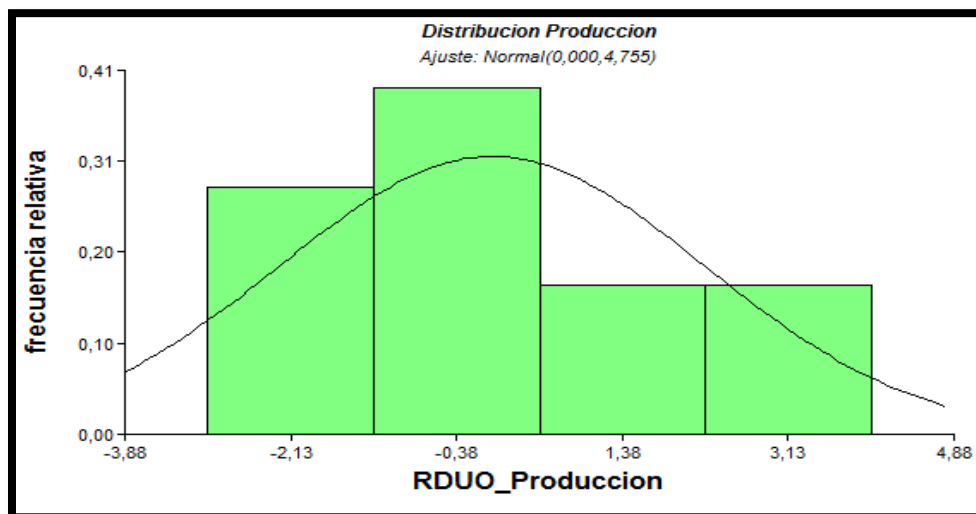


Imagen 7. Histograma producción.

## Normalidad – Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Produccion	18	0.00	2.18	0.91	0.2335

Tabla 5. Residuo producción.

$p > 0.05$  Acepta  $H_0$

Los errores tienen una distribución normal

- **Supuesto de Homocedasticidad**

### Homocedasticidad - Prueba de Levene

Realiza un análisis de varianza con el valor absoluto de los residuos como variable dependiente

Hipótesis

$H_0$ : Las varianzas de los errores son iguales

$H_1$ : Por lo menos un tratamiento presenta una varianza diferente para el error

Nivel de significancia: 5%

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Produccion	18	0.30	0.20	65.92

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8.11	2	4.06	3.15	0.0723
TTO	8.11	2	4.06	3.15	0.0723
Error	19.33	15	1.29		
Total	27.44	17			

Tabla 6. Prueba de Levene.

$p > 0.05$  Acepta  $H_0$ , las varianzas de los errores son iguales.



## Análisis de varianza

Para el presente proyecto se propuso un modelo estadístico lineal para un diseño completamente al azar, el cual se corrió sobre los datos.

### Hipótesis

Ho: No existen diferencias entre los tratamientos

H1: Por lo menos un tratamiento presenta diferencia

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Produccion	18	0.85	0.83	8.41

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	447.44	2	223.72	41.52	<0.0001
TTO	447.44	2	223.72	41.52	<0.0001
Error	80.83	15	5.39		
Total	528.28	17			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,48187**

Error: 5,3889 gl: 15

TTO Medias n

Tt1 21.83 6 A

Tt2 27.00 6 B

Tt3 34.00 6 C

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

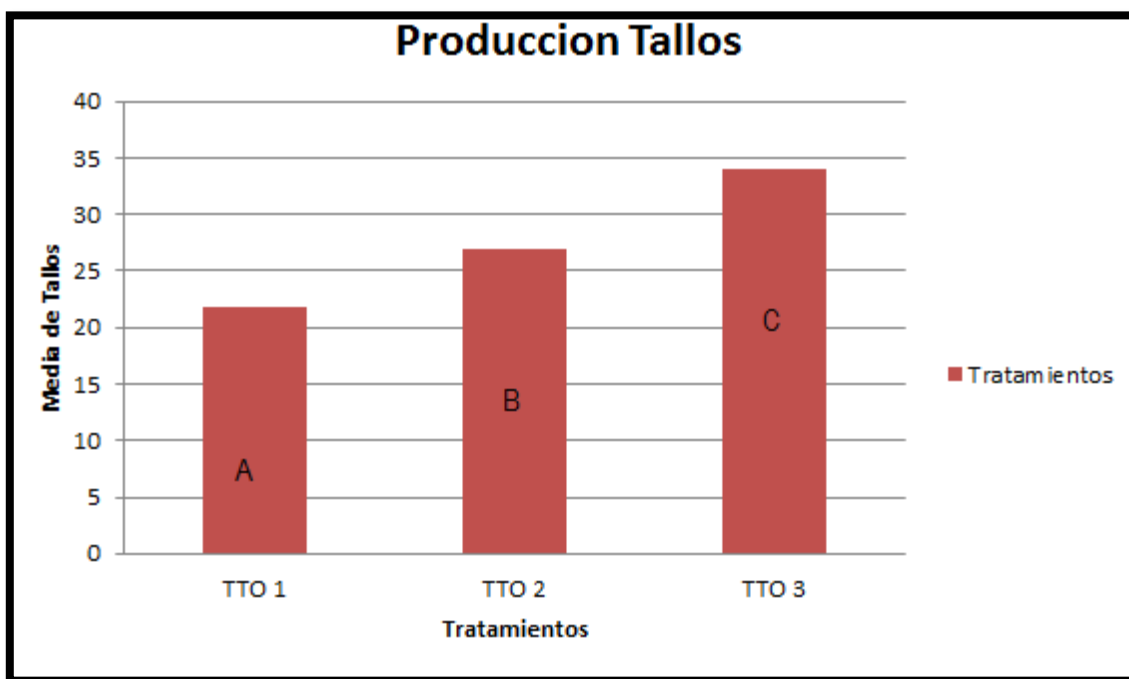
**Tabla 7. Análisis de varianza y prueba de comparación múltiples de Tukey.**

### Regla de decisión

De acuerdo a la Tabla No. 7 Según el software estadístico InfoStat para niveles de confianza de 99% en los tratamientos realizados se enuncia que p-valor es menor de 0,0001, es decir que se rechaza la Hipótesis nula (Ho), y se acepta la Hipótesis Alternativa (H1) es decir que por lo menos un tratamiento presenta diferencia en la producción en el cultivo de *Gypsophila*.

Se realizó una prueba de comparaciones múltiples de Tukey y con una Diferencia Mínima Significativa (DMSH) de 3,48187 un error de 5,3889 y 15 grados de libertad se obtuvo que si hay diferencia significativa en los tres tratamientos propuestos.

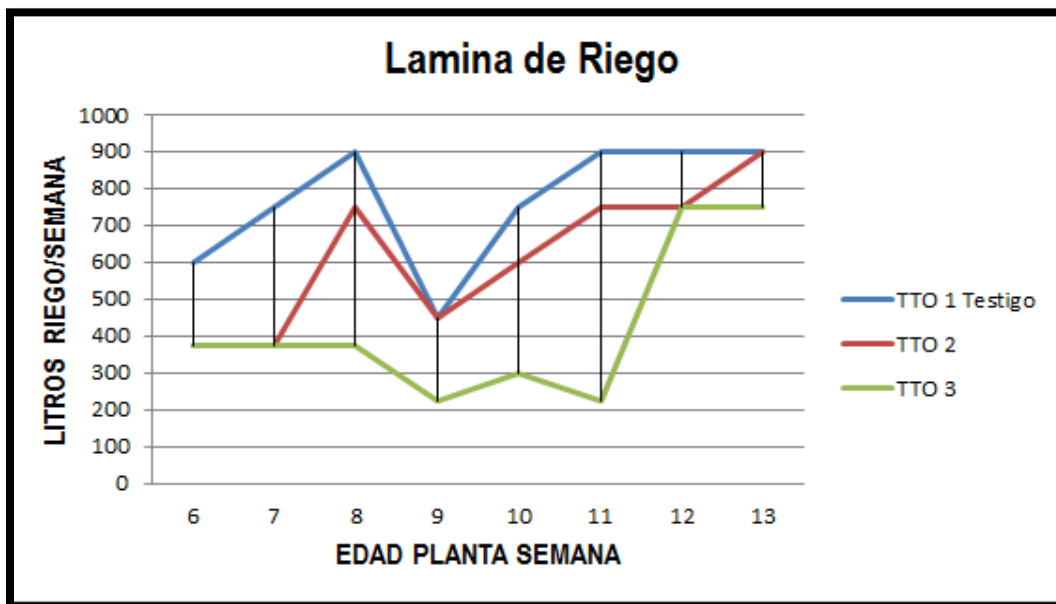
Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos.



Grafica 2. Media de producción de tallos en cada tratamiento.

En la gráfica anterior se observa que hay diferencia significativa entre los tres tratamientos, se evidencia que el tratamiento 3 tiene mayor número de tallos alcanzando una media de 34 tallos/cama seguido por el tratamiento 2 con una media 27 tallos/cama, y por último el tratamiento 1 con una media de 23 tallos/cama; este es un claro ejemplo de que la cantidad de litros que se le aplican a una cama en etapa vegetativa afecta significativamente la producción de tallos por plantas como se observó en esta gráfica.

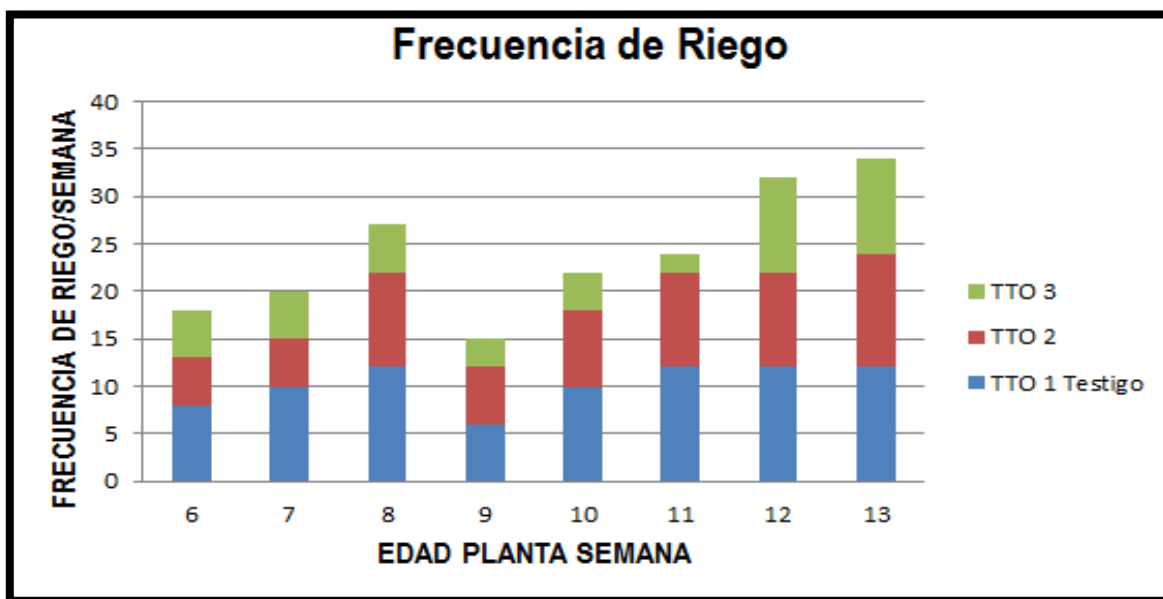
## Lamina de Riego



Grafica 3. Lamina de riego durante 8 semanas.

En la grafica 3. se observa la cantidad de agua en litros que se aplicaron a las camas de Gypsophila de acuerdo a los tratamiento, en el tratamiento 1 se puede ver que durante todas las semanas tuvo mayor consumo de riego alcanzando los 900 L/cama semana, mientras el tratamiento 2 anduvo por los 620 L/cama semana, por otro lado observamos que el tratamiento 3 durante las semanas de 6 a 10 tuvo un consumo de riego mínimo con respecto a los otros dos tratamientos con una media de 300 L/cama semana solo en las dos últimas alcanzo los 900 L/cama semana por el requerimiento hídrico de la planta debido a su floración.

## Frecuencia de Riego



Grafica 4. Frecuencia de riego.

En la gráfica 4. se observa como el tratamiento 1 consume agua casi el doble con respecto a los tratamiento 2 y 3 durante las semanas 6, 7 y 8, por otro lado es de notar que en las semanas 12 y 13 hay un aumento de consumo de riego notoriamente en los tres tratamiento con una frecuencia de riego de 12 pulsos de 75 L/semana lo que nos indica el arduo consumo por parte de la planta.



**Imagen 8. Cultivo de Gypsophila afectado por exceso de riego.**



**Imagen 9. Plantas afectadas por alto contenido de agua en el suelo.**

## 7. DISCUSIÓN

- La medición de humedad del suelo con el método (organoléptico) como la evt es importante para la decisión de riego en *Gypsophila* y así poder manejar los litros por cama.
- De acuerdo a los resultados obtenidos durante el proceso de este trabajo se pudo evidenciar que la *Gypsophila millios star* no soporta cantidades altas de riego mayor a 600 L/cama durante su etapa vegetativa debido a su procedencia y a sus características fenológicas, pudiéndose notar que el riego indicado en promedio durante esta etapa de cultivo es de 400 L/cama.
- Se observó evidenciado en la producción que al tener riego adecuado durante el ciclo de *Gypsophila* aumenta la producción de tallos notoriamente mejorando así la rentabilidad del producto ya que no hay tanta perdida de plantas, se disminuyen costos en fertilización y consumo de agua.
- Es de notar que las plantas son susceptibles a cantidades altas de agua y por ende su muerte, mediante este trabajo se pudo establecer un manejo adecuado del riego para la *Gypsophila* evitando así el número de plantas afectadas en cada siembra.
- Se mostró diferencia significativa en los tres tratamiento lo que comprueba que si se debe de regar la *Gypsophila* con 75 L/cama día hasta la semana 11 y de la semana 12 en adelante regar con 150 L/cama semana.

## 8. CONCLUSIONES

- Se determinó una lámina de riego de 75L/cama día hasta la semana 11, y luego de la semana 12 en adelante una lámina de 150 L/cama día evitando así muerte de plantas y mejorando la productividad del producto.
- Se comprobó que una lámina de riego de 150L/cama día en estado vegetativo afecta las plantas ocasionándole la muerte y disminuyendo la productividad de la Gypsophila.
- Es necesario realizar organoléptico y observar el atmómetro para la decisión de riego para no pasarse en la cantidad de agua que se le programa al cultivo.
- El tratamiento 3 fue el que mejor dio resultado en cuanto a menor número de plantas muertas, mayor productividad y menos gasto de agua y fertilización.

## Bibliografía

- Amézquita, E. (2013). *Requerimiento de agua y Nutrientes en el cultivo de flores*. Cali-Colombia: XI Congreso Nacional Agronomico.
- Arias, P. G. (2001). *Cultivo de Gypsophila*. San Jose, Costa Rica: Programa de Horticultura Ornamental.
- Horcajo, D. (24 de Julio de 2014). *Agrohuerto*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2015, de Riego por Goteo: Q ue es: <http://www.agrohuerto.com/riego-por-goteo-que-es/>
- Marentes, D. (2013). *Floricultura*. Bogotá: UNAL.
- Mendoza, A. E. (2013). *Centa*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2015, de Riego por Goteo: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/riego/Riego%20por%20Goteo%202013.pdf>
- Shock, C. C., & Welch, T. (2013). *El riego por goteo:Una introducción*. Tecnica para la Agricultura Sostenible.
- Universidad Nacional Abierta y A Distancia. (2004). *Cultivo de Gypsophila*. Recuperado el 20 de Marzo de 2016, de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/302568/Material\\_didactico\\_definitivo/leccin\\_20\\_cultivo\\_de\\_gipsophyla.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/302568/Material_didactico_definitivo/leccin_20_cultivo_de_gipsophyla.html)



## ANEXOS

Datos crudos muerte de plantas

Testigo T1									
Cama/Semana	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	8	5	12	3	6	3	7	1	45
2	6	3	5	7	3	7	6	1	38
3	9	8	6	8	11	0	5	1	48
4	5	4	8	9	4	6	6	2	44
5	8	6	7	7	9	7	0	0	44
6	7	5	10	6	8	6	6	2	50
7	6	7	6	6	6	7	5	1	44
8	7	13	5	8	3	4	0	1	41
9	5	9	6	5	5	5	2	1	38
10	5	7	4	9	9	6	0	1	41
11	9	5	8	6	7	7	2	1	45
12	8	4	6	10	6	0	1	0	35
13	5	9	3	6	7	8	0	1	39
14	11	6	7	11	8	5	5	1	54
15	4	9	6	8	7	7	2	0	43
16	9	8	8	6	9	8	0	3	51
17	8	4	11	5	8	9	4	2	51
18	7	14	4	12	7	7	3	0	54
19	5	1	11	3	4	0	2	1	27
20	4	11	6	4	12	1	3	1	42
21	7	9	9	9	6	2	0	2	44
22	6	6	6	10	7	1	0	0	36
23	5	12	11	7	9	4	0	3	51
24	7	7	5	9	8	2	5	0	43
25	11	9	6	6	9	8	6	0	55
26	8	6	8	4	7	9	3	0	45
27	6	4	2	6	14	5	1	1	39
28	12	7	14	5	7	2	0	2	49
29	7	13	9	8	8	6	0	0	51
30	13	9	7	9	7	8	1	2	56
31	6	7	15	11	5	9	3	0	56
32	9	5	7	9	6	3	0	0	39
33	11	11	9	15	8	2	4	3	63
34	12	4	12	6	9	5	3	0	51
35	5	8	9	9	7	4	2	2	46
36	9	7	10	14	4	4	1	0	49
37	10	5	9	8	6	6	3	3	50
38	5	6	13	6	9	9	3	1	52
39	8	8	11	9	8	5	5	0	54
40	12	7	10	14	4	6	3	3	59
<b>Total</b>	305	288	321	313	287	203	102	43	1862

TTO 2									
Cama/Semana	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	1	1	3	3	3	3	1	0	15
2	3	2	3	4	4	2	3	1	22
3	4	3	4	2	5	2	3	0	23
4	1	2	5	4	4	2	1	0	19
5	1	3	6	3	6	2	2	0	23
6	6	1	9	3	7	1	3	1	31
7	1	2	8	2	4	1	1	0	19
8	1	3	9	1	3	1	1	0	19
9	1	2	8	2	2	2	0	1	18
10	1	3	7	4	4	4	2	2	27
11	1	2	7	8	9	5	1	0	33
12	0	1	5	5	8	6	1	1	27
13	1	1	3	4	7	6	3	1	26
14	3	2	6	8	5	5	1	0	30
15	1	2	2	7	2	1	1	0	16
16	1	8	8	8	3	1	1	1	31
17	5	7	8	5	5	1	1	0	32
18	1	5	7	6	5	1	1	0	26
19	8	3	6	5	6	5	4	1	38
20	1	2	6	4	2	1	3	1	20
21	8	1	4	3	5	1	2	0	24
22	2	1	5	5	3	1	2	0	19
23	1	2	1	3	4	3	0	0	14
24	5	9	1	5	1	2	1	2	26
25	1	2	4	11	1	5	5	0	29
26	8	14	2	6	8	4	2	0	44
27	1	1	9	1	4	3	5	1	25
28	5	2	8	4	3	2	4	0	28
29	8	2	1	8	3	2	3	1	28
30	3	12	2	9	3	3	1	0	33
31	1	3	5	2	1	4	2	1	19
32	3	4	11	6	9	1	2	0	36
33	2	2	3	9	6	4	2	1	29
34	1	2	2	3	7	3	1	1	20
35	6	12	1	9	1	1	1	0	31
36	0	2	10	6	1	2	2	1	24
37	1	1	2	9	8	1	1	1	24
38	7	2	3	7	1	3	1	0	24
39	5	3	1	9	5	3	1	1	28
40	2	11	2	9	7	1	1	2	35
<b>Total</b>	112	143	197	212	175	101	73	22	1035

TTO 2									
Cama/Semana	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	4	2	1	2	2	0	1	0	12
2	1	3	2	1	3	2	1	0	13
3	1	6	1	3	2	1	1	0	15
4	1	7	7	2	1	0	0	1	19
5	1	0	7	1	2	1	1	0	13
6	3	1	3	3	1	2	1	0	14
7	3	6	2	2	1	0	1	1	16
8	1	5	2	3	2	1	0	0	14
9	2	0	2	3	2	2	1	0	12
10	1	3	1	2	3	1	1	0	12
11	1	2	3	3	1	0	0	0	10
12	4	0	4	2	2	2	1	0	15
13	1	0	3	3	1	1	1	0	10
14	1	0	1	4	2	0	0	0	8
15	6	6	1	3	2	2	1	0	21
16	5	7	1	2	1	1	1	0	18
17	1	9	7	1	2	0	1	1	22
18	2	0	1	2	2	2	0	0	9
19	1	4	5	3	1	1	1	0	16
20	1	3	1	2	2	1	1	0	11
21	7	0	2	3	2	2	0	0	16
22	4	1	3	2	1	2	1	1	15
23	1	7	1	3	6	0	1	0	19
24	1	1	2	2	3	2	1	0	12
25	7	5	1	3	6	1	0	0	23
26	1	3	3	2	2	0	1	0	12
27	5	2	1	2	3	1	0	0	14
28	2	1	2	3	5	0	1	0	14
29	7	4	4	4	1	1	0	0	21
30	1	2	1	3	2	1	1	0	11
31	1	4	2	2	1	1	0	0	11
32	1	2	3	4	1	0	2	0	13
33	2	1	1	3	4	1	1	0	13
34	1	1	2	2	3	1	1	0	11
35	1	3	2	3	3	2	2	0	16
36	3	1	8	1	2	1	1	0	17
37	1	1	2	1	3	2	0	0	10
38	1	5	1	2	2	1	2	1	15
39	5	1	2	2	3	1	0	0	14
40	2	2	4	3	5	0	2	1	19
<b>Total</b>	95	111	102	97	93	40	32	6	576

