

**EVALUACIÓN TÚNEL DE ASPERSIÓN VS INMERSIÓN PARA LA APLICACIÓN DE
FUNGICIDAS EN ROSA DE EXPORTACIÓN- ZONA DE POSCOSECHA DE LA
COMPAÑÍA THE ELITE FLOWER SAS CI.**

JOHN ALEXANDER CALDERÓN HERNANDEZ

**Trabajo de pasantía presentado como requisito para optar el título de
Ingeniero Agrícola**

Director(es):

Microbióloga: Carolina Cardona

Profesor: Julián Cesar Velázquez

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
AGOSTO, 2012**

**EVALUACIÓN TÚNEL DE ASPERSIÓN VS INMERSIÓN PARA LA APLICACIÓN DE
FUNGICIDAS EN ROSA - ZONA DE POSCOSECHA DE LA COMPAÑÍA
THE ELITE FLOWER SAS CI.**

JOHN ALEXANDER CALDERÓN HERNANDEZ

Director (es):

Microbióloga: Carolina Cardona

Profesor: Julián Cesar Velázquez

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
AGOSTO, 2012**

Nota de Aceptación

Miguel Germán Cifuentes P.
Firma del Jurado
Profesor

Rodrigo Pachón Bejarano
Firma del Jurado
Profesor

Julián Cesar Velásquez
Director
Profesor

Neiva, Agosto de 2012

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

A JEHOVA, mi Dios quien me brindó la sabiduría, gracia y fortaleza para la realización y culminación exitosa de este trabajo.

A mis Padres John Calderón Sánchez y Elsa Hernández Tovar, por ser ese apoyo incondicional que nunca escaseo y siempre estuvo dispuesto para respaldarme.

A mi Abuelo Amildo Calderón y su esposa Aurora Soto por su respaldo durante los inicios de mi carrera.

A María Isabel, por su apoyo incondicional durante la realización de este trabajo.

Al profesor Miguel Germán Cifuentes por los valiosos aportes que realizó a este trabajo y el apoyo brindado para que esta investigación terminara con éxito.

A todos mis compañeros y amigos de la oficina OIA, Elias Cardozo, John Fredy García, Ivan Aragonéz, Faiber Soto, Erika Ovalle, Angélica Cardozo, Ingrid Castaño y Jhony Gutiérrez, por su apoyo, compañía y amistad durante nuestra formación como ingenieros.

A Fernando Cobaleda y Esperanza Ramos por sus consejos y apoyo en gran parte de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

Este es el resultado de un esfuerzo y quiero agradecer a todos aquellos que de una u otra forma estuvieron ahí para aportar su grano de arena, no sólo técnicamente sino también moral y anímicamente.

Agradezco a Dios por permitirme culminar este proceso dentro mi formación como profesional, y por ser mi sustentador y ayudador durante todos estos años.

Agradezco con todo mi corazón a mis padres John Calderón y Elsa Hernández por creer en mí y apoyarme durante todo este tiempo, por su esfuerzo y dedicación.

Agradezco al departamento de Investigación de la empresa The Elite Flower, en cabeza de la microbióloga Carolina Cardona, por darme la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera, y enfrentarme a una realidad llena de retos y alegrías.

Agradezco al profesor Julián Velásquez, Rodrigo Pachón y Miguel Cifuentes por sus aportes y acompañamiento durante este proceso.

CONTENIDO

	Pág.
1 RESUMEN	10
2 ABSTRAC	10
3 INTRODUCCIÓN	11
4 MARCO CONCEPTUAL	13
5 METODOLOGÍA	17
6 RESULTADOS	26
7 CONCLUSIONES	50
8 RECOMENDACIONES	51
9 BIBLIOGRAFÍA	52

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.** Configuración de Ánguos - Ensayo 1
- Tabla 2.** Configuración de Ánguos - Ensayo 2
- Tabla 3.** Configuración de Ánguos - Ensayo 3
- Tabla 4.** Configuración de Ánguos - Ensayo con REDUX
- Tabla 5.** Quinta Fase (Rosa con pintas de *Botrytis* sp. asperjada vs Inmersión).
- Tabla 6.** Porcentaje de Cubrimiento Ensayo 1
- Tabla 7.** Porcentaje de Cubrimiento – Ensayo 2
- Tabla 8.** Porcentaje de cubrimiento – Ensayo 3
- Tabla 9.** Longitud y % de Escurrimiento – Ensayo 1
- Tabla 10.** Longitud y % de Escurrimiento – Ensayo 2
- Tabla 11.** Longitud y % de Escurrimiento – Ensayo 3
- Tabla 12.** Longitud y % de Escurrimiento – Ensayo REDUX
- Tabla 13.** % de incidencia de *Botrytis* sp. Por tratamiento–Túnel Sin Mvto
- Tabla 14.** % de Pérdidas por Hongo en Vida Florero – Túnel Sin Mvto
- Tabla 15.** Especificaciones de Trabajo - Boquillas Tipo Cortina a 40 psi
- Tabla 16.** Especificaciones de Trabajo- Boquillas Tipo Cortinas a 120 psi
- Tabla 18.** % de incidencia de *Botrytis* en Cámara Húmeda–Túnel Con Mvto a 40psi
- Tabla 19.** % de Pérdidas por Hongo en Vida Florero–Túnel Con Mvto a 40psi
- Tabla 20.** % de Pérdidas por Hongo en Vida Florero–Túnel Con Mvto a 120psi
- Tabla 21.** % de Pérdidas por Hongo en Vida Florero–Túnel Con Mvto a 120psi

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo de las enfermedades producidas por Botrytis.

Figura 2. Boquillas de aspersión. A; de cortina (0.68 l/min/boquilla). B; de cono lleno (0.98 l/min/boquilla). C; de cono hueco (0.38 l/min/boquilla).

Figura 3. Porcentaje de cubrimiento de tres tipos de boquillas (de cortina, de cono lleno y de cono hueco) .

Figura 4. Ubicación de las boquillas e. A; a 30 cm de distancia. B; a 20 cm de distancia. C; a 10 cm de distancia, desde el borde de la malla hasta las boquillas.

Figura 5. Finca el Morado The Elite Flower SAS CI

Figura 6. Vista Sup del Carro con Mallas

Figura 7. Carro con Mallas

Figura 8. Vista Lateral del Carro con Mallas

Figura 9. Vista Mallas dentro del Túnel

Figura 10. Vista en planta Carro Transportador de flor

Figura 11. Prototipo del carro transportador de flor

Figura 12. Carro con Mallas de Flor Nacional.

Figura 13. Carro de Flor Nacional dentro del Túnel

Figura 14. Tallos de Flor Nacional – Long de Escurrimiento

Figura 15. Tallos de Flor Nacional- Escurrimiento Lateral

Figura 16. Showroom Vida Florero

Figura 17. Montaje de Cámara Húmeda

Figura 18. Recepción de la flor

Figura 19. Paso por el Túnel de Aspersión los Tratamientos T1 CH –T1 SH

Figura 20. Paso por la Inmersión los Tratamientos T2 CH – T2 SH

Figura 21. Montaje de Cámara Húmeda de Cada Tratamiento

Figura 22. Montaje de Vida Florero

Figura 23. Viaje Simulado

Figura 24 Cubrimiento Círculos de Cartón Ensayo 1

- Figura 25.** Grafico Porcentaje de Cubrimiento – Ensayo 1
- Figura 26.** Cubrimiento Círculos de Cartón Ensayo 2
- Figura 27.** Grafico Porcentaje de Cubrimiento – Ensayo 2
- Figura 28.** Cubrimiento Círculos de Cartón – Ensayo 3
- Figura 29.** Gráfico Porcentaje de Cubrimiento – Ensayo 3
- Figura 30.** Cubrimiento Superficial -Ensayo 2
- Figura 31.** Ecurrimiento Lateral en Flor – Ensayo 1
- Figura 32.** Longitud de Ecurrimiento Túnel de Aspersión – Ensayo 1
- Figura 33.** Porcentaje de Ecurrimiento Túnel de Aspersión – Ensayo 1
- Figura 34.** Cubrimiento Superficial -Ensayo 2
- Figura 35.** Ecurrimiento Lateral en Flor- Ensayo 2
- Figura 36.** Longitud de Ecurrimiento Túnel de Aspersión- Ensayo 2
- Figura 37.** % de Ecurrimiento Túnel de Aspersión – Ensayo 2
- Figura 38.** Cubrimiento Superficial – Ensayo 3
- Figura 39.** Ecurrimiento Lateral en Flor- Ensayo 3
- Figura 40.** Longitud de Ecurrimiento Túnel de Aspersión – Ensayo 3
- Figura 41.** Porcentaje de Ecurrimiento Túnel de Aspersión – Ensayo 3
- Figura 42.** Cubrimiento Superficial – Ensayo REDUX
- Figura 43.** Ecurrimiento Lateral en Flor- Ensayo 3
- Figura 44.** Promedio de Longitud Ecurrida – Ensayo REDUX
- Figura 45.** % de Ecurrimiento máximo- Ensayo REDUX
- Figura 46.** Comparación de cámara húmeda – Túnel Sin Mvto
- Figura 47.** Perdidas Daño por Hongo en Vida Florero – Túnel Sin Mvto
- Figura 48.** Comparación de Cámara Húmeda – Túnel con Mvto a 40 psi
- Figura 49.** Perdidas Daño por Hongo en Vida Florero – Túnel con Mvto a 40 psi
- Figura 50.** Comparación de Cámara húmeda – Túnel con Mvto a 120 psi
- Figura 51.** Perdidas Daño por Hongo en Vida Florero – Túnel con Mvto a 120 psi

1. Resumen

En el año 2010 se inició este trabajo a cargo del Departamento de Investigación y Desarrollo de la compañía, en las fincas Santa María y El Morado, en la primera fase se emplearon tres tipos de boquillas: Cono Hueco, Cono Lleno y Cortina, concluyendo que las que presentaban un buen cubrimiento, eran la de cortina y la de cono lleno. En la segunda fase del estudio se plantearon ensayos para definir la altura a la que debían estar las boquillas con respecto a la malla de flor que se beneficiaba con la aspersión proponiendo tres alturas para el estudio: 10cm, 20 cm y 30 cm, concluyendo que la distancia que presentaba un mejor cubrimiento, en las dos variedades de rosa evaluadas con las dos boquillas (de cortina y de cono lleno) seleccionada es la de 20 cm. En la Tercera fase se utilizaron 525 tallos de rosa sin *Botrytis* sp. Variedad Vendela, a la cual se les aplicó un inóculo elaborado en el laboratorio con una concentración de 10^6 conidias/ml, a tres de los siete tratamientos planteados y se pasaron por el túnel de aspersión o por inmersión en la zona de post-cosecha de la finca Santa María, según el tratamiento. En la cuarta Fase se utilizaron 525 tallos de rosa variedad Vendela con pústulas iniciales de *Botrytis* sp. Las cuales fueron despetaladas (de dos a tres pétalos por tallo) en los tratamientos correspondientes y posteriormente se enviaron para la zona de inmersión y túnel de aspersión en la zona de post-cosecha de la finca Santa María, con lo cual se determinó que no habían grandes diferencias en los tratamientos. La Quinta y última fase del proyecto se determinaron variables tales como cubrimiento superficial, escurrimiento en tallo y flor, y eficiencia de control del producto teniendo en cuenta la técnica con que se aplicaba, túnel o inmersión, con la cual se logró concluir e implementar dicho modelo en una de las fincas Elite.

Palabras Claves: Botrytis, Túnel, Cubrimiento.

2. Abstract

In 2010 this work was initiated by the Department of Research and Development Company, on farms Santa Maria and El Morado property, in the first phase were used three types of nozzles: Hollow Cone, Full Cone and Curtain, concluding that the nozzles that had the best coverage, were the curtain and full cone. In the second phase of testing is raised to define the height at which the nozzles should be about three flower mesh point for the study: 10 cm, 20 cm and 30 cm, concluding that the distance presenting better coverage in the two rose varieties evaluated with two nozzles (curtain and full cone) is selected as 20 cm. In the third phase were used 525 rose stems without *Botrytis* sp. Vendela variety, which were administered an inoculum prepared in the laboratory with a concentration of 10^6 conidia / ml, at three of the seven treatments raised and passed through the tunnel spraying and / or dipping in the post-farm harvest Santa Maria, according to the treatment. In the fourth phase were used 525 variety Vendela rose stems with initial pustules *Botrytis* sp. To which they removed the outer petals (two to three petals per stem) in the corresponding treatments and were later sent to the diving area and spray tunnel in the post-harvest farm Santa Maria, with it was determined that they had not large differences in treatments. The fifth and final phase of the project were determined variables such as surface coverage, stem and flower runoff, and control efficiency of the product based technique was applied to tunnel or dipping, which is able to conclude and implement the model in a Elite farm

Keywords: Botrytis, Tunnel, Coverage

3. INTRODUCCIÓN

La producción de flores en Colombia se destina principalmente a la exportación, siendo el país el segundo exportador en el mundo después de Holanda y representando el 14% del valor mundial de las exportaciones del producto en 2004. Sin embargo, en los últimos años Colombia se ha consolidado como el mayor proveedor de flores de los Estados Unidos, siendo este mercado el principal destino de las exportaciones de flores del país. Adicionalmente, los productores nacionales han llegado a nuevos mercados como Europa, Asia y Japón, los cuales han comenzado a consolidarse. De acuerdo con información del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, con datos del DANE, las exportaciones colombianas de flores durante 2011 totalizaron US\$1.239 millones, lo que significó US\$10,8 millones más que en 2010.(Proexport,2012)¹.

Uno de los principales problemas que presentan los cultivos de rosa y la flores de exportación, es la presencia de fitopatógenos que limitan la producción y la calidad de la flor, entre los hongos más comunes e importantes esta *Botrytis cinerea* pers. Que es un ascomiceto fitopatógeno de distribución mundial, capaz de actuar como hongo saprófito y a la vez como patógeno

En cultivos de flores puede ocasionar hasta el 40% de pérdidas (Chamorro y Orellana, 2005)² si no se previene y controla a tiempo, por este motivo algunas de las condiciones a controlar para que este patógeno se mantenga en niveles bajos de afección deben ser: regular las temperaturas de los invernaderos, ya que este agente causal prefiere un rango de temperatura de 18 a 22°C, humedades superiores al 85% para germinar e infectar el tejido vegetal y los conidios germinan a un pH de 3 – 7, con un pH óptimo de 4.

Los síntomas difieren de la especie atacada, aunque producen lesiones de aspecto húmedo y de coloración más o menos parda, causando muerte de los tallos y momificación en los brotes y flores, a su vez produce numerosos conidios que reinician el proceso de infección. Esta enfermedad se puede presentar en cualquier momento desde la floración, sin embargo se manifiesta o se observan los síntomas hasta cuando llega al consumidor. Debido a esta particularidad del hongo, las compañías aplican diversos tipos de fungicidas para garantizar que la producción enviada al exterior, con periodos de viaje entre 5 y 10 días llegue en condiciones óptimas para su comercialización.

¹ Proexport. (23 de Mayo de 2012). <http://www.proexport.com.co>. Recuperado el 19 de Agosto de 2012, de <http://www.proexport.com.co/noticias/feria-de-flores-en-corea-del-sur-premio-colombia-por-tener-el-mejor-stand>

² Chamorro, D., & Orellana H. (2009). *Caracterización de Poblaciones de Botrytis Cinerea resistentes a fungicidas en Rosas (Rosas sp.) en las provincias de Pichincha y Cotopaxi. Ecuador.* Pichincha.

The Elite Flower a touch of class

Durante el último año la compañía ha buscado mejorar el proceso de aplicación de los productos antibotrytis en la zona de pos-cosecha, mediante el desarrollo de un túnel de aspersión con el fin de optimizar y mecanizar dicha labor, durante este trabajo investigativo se busca Definir el modelo del carro transportador, Calcular tiempo de Recorrido, Estructura del Túnel, ubicación ideal de cada una de las boquillas empleadas para lograr un mejor cubrimiento de la flor y la vez evaluar variables tales como: porcentaje de cubrimiento de la parte gruesa de la flor, escurrimiento en laterales y escurrimiento en tallos, Además se pretende avanzar en los estudios para la mecanización del túnel, haciendo análisis de estabilidad del carro que se propone para el transporte de la flor.

4. MARCO CONCEPTUAL

Botrytis sp es un hongo que infecta los pétalos de la flor cuando comienza a envejecer; inverna en el suelo en forma de esclerocios o de micelio que se desarrolla en tejido vegetal en descomposición. Para el desarrollo del micelio, la esporulación, liberación de las esporas y proceso de infección se requiere una temperatura de 18°C a 23°C. (Quinche, 2009)³

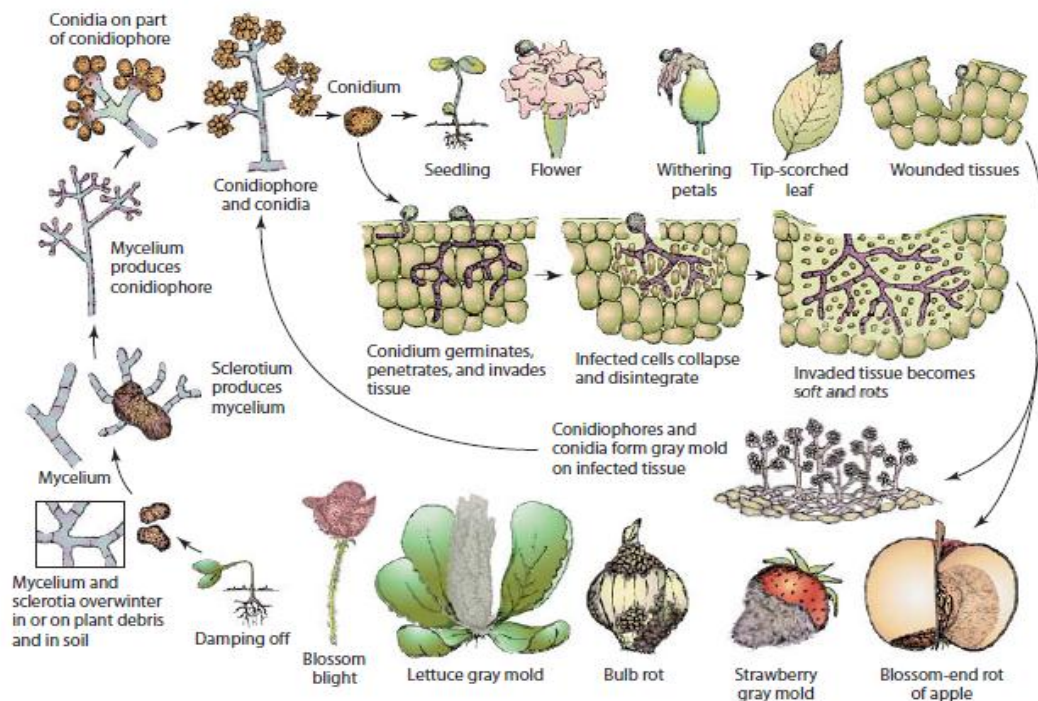


Figura 1 Desarrollo de las enfermedades producidas por *Botrytis*

Quizá sean las enfermedades más comunes y más ampliamente distribuidas de hortalizas, plantas de ornato, frutales y aún de cultivos mayores en todo el mundo. Son las enfermedades más comunes de las plantas cultivadas en los invernaderos. Las enfermedades causadas por *Botrytis* aparecen principalmente en forma de tizones de inflorescencias y pudriciones del fruto, pero también como canchales o pudriciones del tallo, anegamiento de plántulas, manchas foliares y como pudriciones del tubérculo, como, un bulbo y raíces. Bajo condiciones húmedas, el hongo produce una capa fructífera conspicua de moho gris sobre los tejidos afectados, una característica de las enfermedades por *Botrytis*. (Agrios, 2005)⁴

El hongo se establece en los pétalos de la flor, los cuales son particularmente susceptibles cuando comienzan a envejecer y ahí produce micelio abundante. Cuando

³ Quinche, G. (2009). *Control de Botrytis y Mildiu Velloso en el cultivo de rosa mediante el uso de Trichoderma harzianun Rifai*. Ecuador.

⁴ Agrios, G. N. (2005). *Fitopatología*. Mexico: Elsevier Academic Press. pag 420

el clima es húmedo y fresco. El patógeno muestra actividad a bajas temperaturas y produce pérdidas considerables en cosechas que se han mantenido almacenadas durante largos períodos, aun cuando las temperaturas estén entre 0 y 10°C. (Agrios, 2005)⁵

Un alto porcentaje de la producción de las compañías de flores colombianas es exportada hacia los Estados Unidos de Norte América, en donde el 78% de la producción es enviada a esta nación (Finagro, 2008)⁶.

En el caso de The Elite Flower SAS. Su mayor socio comercial es este país por tal motivo se ha venido estudiando técnicas que permitan mantener la calidad de la flor producida durante el viaje que deben resistir hasta llegar al cliente final; uno de los mayores problemas que se ha venido combatiendo es el desarrollo y la propagación de la *Botrytis* sp. en la flor exportada, según cifras manejadas por la empresa mensualmente se pierde un 5% de la producción (Arrieta, 2012)⁷, acumulando pérdidas hasta por 696.600.000 de pesos lo que ha hecho que se piense en la aplicación de fungicidas que mitiguen esta problemática.

Actualmente se emplea la inmersión como técnica para la aplicación de fungicidas para *Botrytis* sp. Pero a lo largo de los años se ha podido evidenciar que dicho proceso genera maltrato a la flor y retrasa la cadena productiva puesto que los rendimientos diarios en temporada alta son insuficientes para el volumen de flor que se maneja.

Debido a la necesidad de mejorar el proceso de la inmersión dentro de la compañía, se propuso al departamento de investigación, crear un prototipo de túnel de aspersión que permitiera hacer la aplicación de fungicidas de una manera más ágil y eficaz aumentando los rendimientos de aplicación, pero manteniendo los porcentajes de cubrimiento superficial y lateral que se consiguen con la inmersión haciendo esta nueva técnica mucho más eficiente. Es así como se inicia el trabajo dentro del departamento de investigación en el año 2010.

Para el diseño de un sistema de aspersión se debe tener claro que Los productos agroquímicos sólo pueden ser eficaces si se aplican correctamente. Esto significa en primer lugar la selección de la boquilla de pulverización apropiada, y luego garantizar su óptimo funcionamiento. Una selección inadecuada de las boquillas de pulverización o el uso de boquillas que operan por debajo de su nivel óptimo de desempeño, puede conducir a la necesidad de volver a pulverizar o a una reducción en el rendimiento. (Teejet, 2004)⁸

En la primera fase del proyecto túnel de aspersión para las fincas Elite Flower se midió el cubrimiento de tres tipos de boquillas (de cortina, de cono lleno y de cono hueco) a

⁵ Agrios, G. N. (2005). *Fitopatología*. Mexico: Elsevier Academic Press. pag 422

⁶ Finagro. (2008). <http://www.finagro.com.co>. Recuperado el 28 de Agosto de 2012, de http://www.finagro.com.co/html/i_portals/index.php?p_origin=internal&p_name=content&p_id=MI-267&p_options=

⁷ Arrieta, C. C. (18 de Agosto de 2012). Perdidas por Botrytis en el Empera The Elite Flower . (J. A. Calderón, Entrevistador)

⁸ Teejet. (2004). Guía del Usuario de Boquillas de Pulverización. Wheaton, Illinois, USA. pag 34

una distancia de 45 cm (desde el borde de la malla hasta la boquilla), en el túnel de aspersión. (Sendoya, Bernal, & Cardona , 2011)⁹, con el fin de determinar cuál de estas brindaba un mejor comportamiento, haciendo aplicaciones en rosa tipo exportación y comparándolas por el porcentaje de cubrimiento que había después de la aplicación, cuantificado con papeles hidrosensibles puestos en las cabezas de las rosas.



Figura 2. Boquillas de aspersión. A; de cortina (0.68 l/min/boquilla). B; de cono lleno (0.98 l/min/boquilla). C; de con hueco (0.38 l/min/boquilla).

En base a las evaluaciones desarrolladas se determinó que La boquilla de cortina y de cono lleno son las que presentaron mejor cubrimiento en los dos tipos de variedades de rosa evaluadas, Vendela y Maaike (de cabeza grande y de cabeza pequeña, respectivamente); con un porcentaje promedio de cubrimiento de 26.63 % para la boquilla de cortina y 22.46 % para la boquilla de cono lleno. La boquilla de cono hueco fue la que presento menor porcentaje de cubrimiento (6.87 %) en los dos tipos de cabeza de rosa. (Sendoya, Bernal, & Cardona , 2011)¹⁰

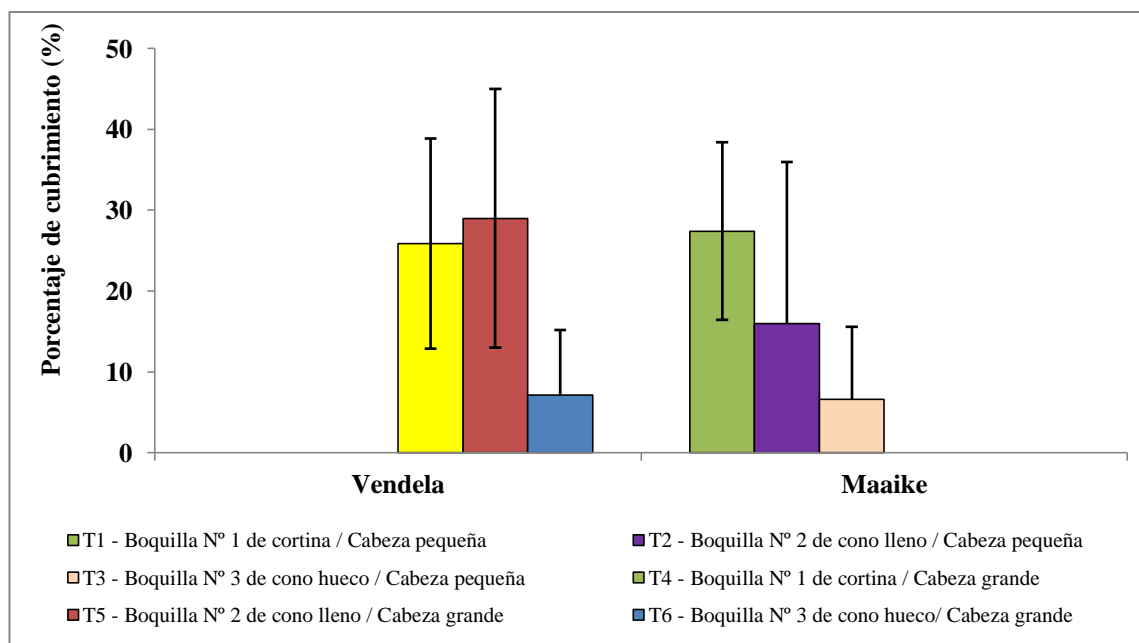


Figura 3. Porcentaje de cubrimiento de tres tipos de boquillas (de corina, de cono lleno y de cono hueco)

⁹ Sendoya, C. A., Bernal, L. S., & Cardona , C. (2011). *Evaluación Túnel de Aspersión*. Facatativá, pag.2

¹⁰ Sendoya, C. A., Bernal, L. S., & Cardona , C. (2011). *Evaluación Túnel de Aspersión*. Facatativá, pag.5

Otro de los interrogantes surgido en el desarrollo del prototipo del túnel de aspersión era la distancia a la que se debían posicionar las boquillas para obtener un mejor cubrimiento. Según (Teejet, 2004)¹¹ sí, se sitúan a poca altura se obtienen mejores resultados, siempre y cuando se logre un apropiado traslape de las boquillas de pulverización. En términos generales, las boquillas con ángulos de abanico de 110° pueden usarse a menores alturas que las de ángulos de abanico de 80°. Una altura baja reduce la deriva y mejora la cobertura. Una mayor altura de la barra aumenta el traslape de las boquillas y puede ayudar a mantener una buena uniformidad en el patrón cuando se utilizan boquillas de baja deriva.

En la segunda fase se planteó una nueva evaluación que determinara el cubrimiento de las dos mejores boquillas de la primera parte (de cortina y de cono lleno) a tres tipos de distancia (10, 20 y 30 cm), desde el borde de la malla hasta la boquilla. (Sendoya, Bernal, & Cardona, 2011).¹²



Figura 4. Ubicación de las boquillas e. A; a 30 cm de distancia. B; a 20 cm de distancia. C; a 10 cm de distancia, desde el borde de la malla hasta las boquillas.

En la distancia de 10 cm, se observó que algunas mallas rosaron con las boquillas; por causa de la desigualdad de los bordes de las mallas. Las variedades de tallo largo que se utilizaron en la prueba presentaron buena cobertura en los tres tipos de distancia (10, 20 y 30 cm.), medida desde el borde de la malla hasta la boquilla con las dos boquillas utilizadas (de cortina y de cono lleno). Para la variedad de tallo corto la boquilla de cono lleno presenta una buena cobertura con los tres tipos de distancias (10, 20 y 30 cm.). La distancia que presenta mejor cubrimiento, en las dos variedades de rosa evaluadas con las dos boquillas (de cortina y de cono lleno) es la de 20 cm. (Sendoya, Bernal, & Cardona, 2011)¹³

¹¹ Teejet. (2004). Guía del Usuario de Boquillas de Pulverización. Wheaton, Illinois, USA. pag 34

¹² Sendoya, C. A., Bernal, L. S., & Cardona, C. (2011). *Evaluación Túnel de Aspersión*. Facatativá, pag.5

¹³ Sendoya, C. A., Bernal, L. S., & Cardona, C. (2011). *Evaluación Túnel de Aspersión*. Facatativá, pag.11

5. METODOLOGÍA

5.1 Localización

Los ensayos se realizaran en la finca El Morado – Km 31 Vía Facatativá-Cundinamarca perteneciente al grupo The Elite Flower S.A.S. C.I. (área de post - cosecha y calidad).



Figura 5. Finca el Morado The Elite Flower SAS CI

5.2 DESARROLLO METODOLÓGICO

5.2.1 PRUEBA DE AZUL DE METILENO CON CÍRCULOS DE CARTÓN

METODOLOGIA

Para la determinación de la posición ideal de las boquillas que componen el túnel de aspersión se determinó:

1. Realizar 3 ensayos con diferentes ángulos de inclinación de boquillas.
2. Embalar 16 mallas con círculos de cartón de tal forma que simulen un ramo de flor.
3. Emplear láminas circulares de papel craff para cuantificar el porcentaje de cubrimiento.
4. Simular un viaje de flor en el prototipo de carro que se propuso, distribuyendo las mallas en la estructura.
5. Accionar el túnel de aspersión, durante un periodo de 90 segundos ubicando el carro dentro del mismo totalmente inmóvil para evaluar el humedecimiento de las láminas circulares.

Montaje del Ensayo



Figura 6. Vista Sup del Carro con Mallas



Figura 7. Carro con Mallas



Figura 8. Vista Lateral del Carro con Mallas

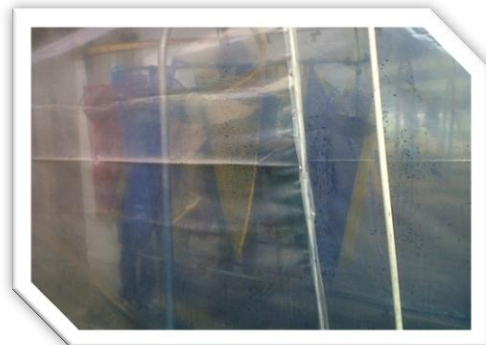


Figura 9. Vista Mallas dentro del Túnel

De acuerdo a pruebas de observación realizadas durante el desarrollo de esta investigación en etapas anteriores se decidió trabajar con las siguientes ubicaciones de boquillas:

Tabla 1. Configuración de Ánguos - Ensayo 1

Boquilla	Lateral Derecho		Central		Lateral Izquierdo	
	Ángulo Vertical	Ángulo Horizontal	Ángulo Vertical	Ángulo Horizontal	Ángulo Vertical	Ángulo Horizontal
1	80°	60°	120°	90°	110°	50°
2	120°	0°	60°	90°	85°	0°
3	90°	0°	120°	90°	75°	0°
4	120°	0°	-	-	85°	0°
5	115°	0°	-	-	90°	0°
6	140°	30°	-	-	120°	335°

Tabla 2. Configuración de Ánguos - Ensayo 2

Boquilla	Lateral Derecho		Central		Lateral Izquierdo	
	Ángulo Vertical	Ángulo Horizontal	Ángulo Vertical	Ángulo Horizontal	Ángulo Vertical	Ángulo Horizontal
1	80°	60°	60°	70°	120°	120°
2	100°	0°	60°	270°	95°	0°
3	90°	0°	120°	90°	80°	0°
4	100°	0°	-	-	85°	0°
5	85°	0°	-	-	100°	0°
6	130°	30°	-	-	75°	65°

Tabla 3. Configuración de Ánguos - Ensayo 3

Boquilla	Lateral Derecho		Central		Lateral Izquierdo	
	Ángulo Vertical	Ángulo Horizontal	Ángulo Vertical	Ángulo Horizontal	Ángulo Vertical	Ángulo Horizontal
1	250°	30°	120°	90°	120°	30°
2	120°	0°	60°	270°	85°	0°
3	100°	0°	120°	90°	75°	0°
4	100°	0°	-	-	85°	0°
5	120°	0°	-	-	90°	0°
6	250°	30°	-	-	120°	30°

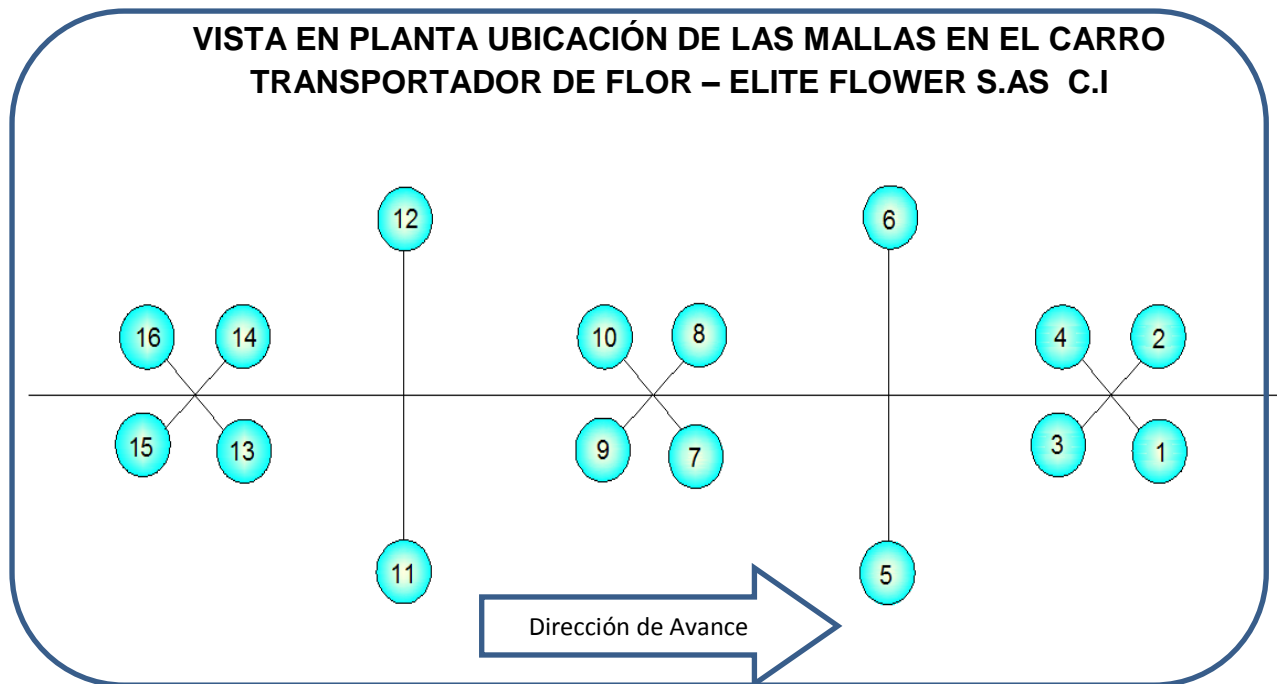


Figura 10. Vista en planta Carro Transportador de flor

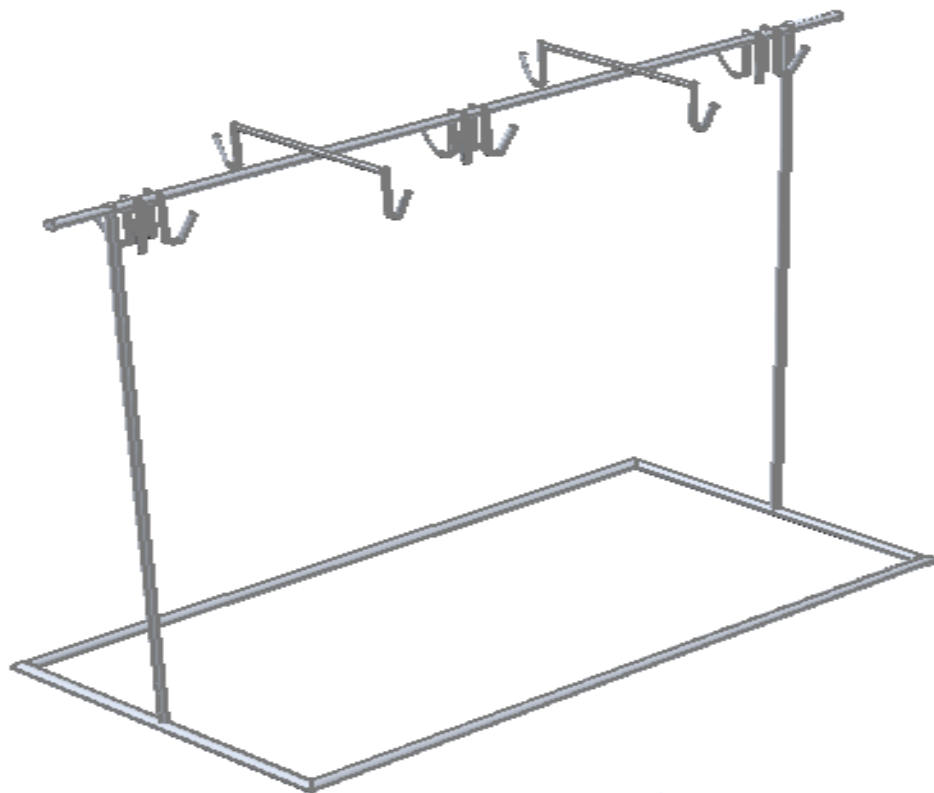


Figura 11. Prototipo del carro transportador de flor

5.2.2 PRUEBA DE AZUL DE METILENO CON FLOR – SIN MOVIMIENTO

METODOLOGIA

Se planea determinar las variables escurrimiento en Tallo y Escurrimiento Lateral, para lo cual se emplea flor nacional y se tiene en cuenta los datos obtenidos en el ensayo de posición de boquillas la prueba se plantea de la siguiente manera:

1. Realizar 3 Réplicas con Flor Nacional.
2. Embalar 16 mallas de flor.
3. Emplear Azul de Metileno para cuantificar el escurrimiento.
4. Simular un viaje de flor en el prototipo de carro que se propuso, distribuyendo las mallas en la estructura.
5. Accionar el túnel de aspersion, durante un periodo de 90 segundos ubicando el carro dentro del mismo totalmente inmóvil para evaluar el humedecimiento de las flores.

Montaje del Ensayo



Figura 12. Carro con Mallas de Flor



Figura 13. Carro de Flor Nacional dentro del Túnel

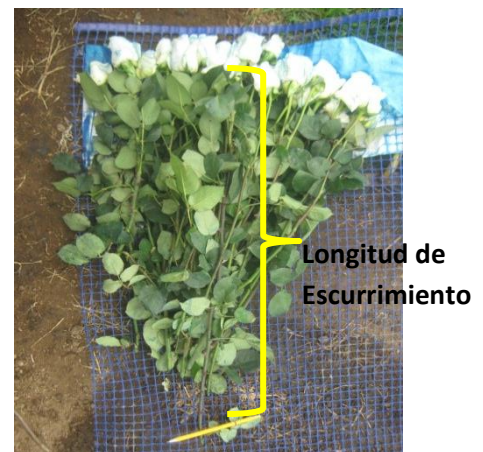


Figura 14. Tallos de Flor Nacional – Long de Escurrimiento



Figura 15. Tallos de Flor Nacional- Escurrimiento Lateral

5.2.3 PRUEBA DE AZUL DE METILENO-REDUX CON FLOR – MOVIMIENTO

METODOLOGIA

De acuerdo a las pruebas anteriores se pudo evidenciar que no había buen escurrimiento en los tallos de la flor debido a que no se aplicó en la mezcla coadyuvante REDUX el cual rompe la tensión superficial del agua permitiendo un mayor escurrimiento, por tal motivo se planteó la siguiente réplica evaluando las variables anteriormente mencionadas (Escorrimento en Tallo y Escorrimento Lateral), para lo cual se emplea flor nacional y se tiene en cuenta los datos obtenidos en el ensayo de posición de boquillas; la prueba se plantea de la siguiente manera:

1. Realizar 1 ensayo con Flor Nacional.
2. Embalar 16 mallas de flor.
3. Emplear Azul de Metileno (**Con Coadyuvante REDUX**) para cuantificar el escurrimiento.
4. Simular un viaje de flor en el prototipo de carro que se propuso, distribuyendo las mallas en la estructura.
5. Accionar el túnel de aspersión, durante un periodo de 90 segundos ubicando el carro dentro del mismo totalmente inmóvil para evaluar el humedecimiento de los tallos evaluados.
6. Emplear la configuración de ángulos mejorada (combina las inclinaciones del ensayo 2 y 3)

Boquilla	Lateral Derecho		Central		Lateral Izquierdo	
	Ángulo Vertical	Ángulo Horizontal	Ángulo Vertical	Ángulo Horizontal	Ángulo Vertical	Ángulo Horizontal
1	250°	30°	120°	90°	120°	30°
2	100°	0°	60°	270°	95°	0°
3	90°	0°	120°	90°	80°	0°
4	100°	0°	-	-	85°	0°
5	85°	0°	-	-	100°	0°
6	250°	30°	-	-	120°	30°

Tabla 4. Configuración de Ángulos - Ensayo con REDUX

5.2.4 EVALUACIÓN TÚNEL DE ASPERSIÓN - SIN MOVIMIENTO

METODOLOGIA

Para el desarrollo de estas pruebas se planteó dejar el carro inmóvil dentro del túnel de aspersión, ubicado bajo la influencia de las quince boquillas que conforman el túnel.

Localización.

Los ensayos se realizaran en la finca El Morado – Km 31 Vía Facatativá-Cundinamarca perteneciente al grupo The Elite Flower S.A.S. C.I. (área de post - cosecha y calidad).

TRATAMIENTOS

Tabla 5. Quinta Fase (Rosa con pintas de *Botrytis* sp. asperjada a la distancia definida y con la mejor boquilla seleccionada vs Inmersión):

TRATAMIENTO	Descripción
T1 - CH	Pasando por el túnel de aspersión trayendo la flor Con Hidratación de campo (Cantus® 1cc/l + Redux® 0.5 cc/l).
T1 - SH	Pasando por el túnel de aspersión trayendo la flor Sin Hidratación de campo (Cantus® 1cc/l + Redux® 0.5 cc/l).
T2 - CH	Pasando por inmersión trayendo la flor Con Hidratación de campo (Cantus® 1cc/l + Redux® 0.5 cc/l).
T2 - SH	Pasando por inmersión trayendo la flor Sin Hidratación de campo (Cantus® 1cc/l + Redux® 0.5 cc/l).

3.3 Diseño Experimental

Se realizará con un diseño completamente al azar, con promedios de datos por replica y tratamiento.

3.4 Unidad Experimental

Quinta Fase (rosa con pintas de

Botrytis sp. asperjada a la distancia definida y con las dos mejores boquillas seleccionadas vs Inmersión, en flores con y sin despetalar).

Área:

Zona de post – cosecha y de calidad de la finca El Morado, en rosa variedad (Vendela, Attache Y Topaz)

Vida Florero Colombia: 15 tallos de la variedad (Vendela, Attache Y Topaz) por replica y tratamiento, para un total de 540 tallos distribuidos en las tres réplicas y en todos los tratamientos.



Figura 16. Showroom Vida Florero

Cámara Húmeda: 7 tallos de rosa Variedad (Vendela, Attache Y Topaz) por cada replica en el espacio y por tratamiento.



a. Cámara Húmeda Attache



b. Cámara Húmeda Vendela

Figura 17. Montaje de Cámara Húmeda

NUMERO DE REPLICAS

Tres replicas en el espacio por tratamiento

MONTAJE DEL ENSAYO



Figura 18. Recepción de la flor



Figura 19. Paso por el Túnel de Aspersión los Tratamientos T1 CH –T1 SH



Figuras 20. Paso por la Inmersión los Tratamientos T2 CH – T2 SH



Figura 21. Montaje de Cámara Húmeda de Cada Tratamiento



Figura 22. Montaje de Vida Florero



Figura 23. Viaje Simulado

5.2.5 EVALUACIÓN TÚNEL DE ASPERSIÓN - CON MOVIMIENTO

METODOLOGIA

De acuerdo a los resultados de las pruebas realizadas anteriormente sin movimiento y a las asesorías recibidas por parte de los proveedores de las boquillas, se decidió ejecutar las pruebas con movimiento teniendo en cuenta la presión de trabajo de las boquillas, se tomaron como referencia dos presiones de funcionamiento para las pruebas: 40 psi y 120 psi, debido a estas consideraciones se realizaron aforos de las boquillas para conocer el caudal y por consiguiente volumen aplicado por malla, el cual es un dato determinante para el análisis de sostenibilidad económica del proyecto.

Localización.

Los ensayos se realizaran en la finca El Morado – Km 31 Vía Facatativá-Cundinamarca perteneciente al grupo The Elite Flower S.A.S. C.I. (área de post - cosecha y calidad).

TRATAMIENTOS

Tabla 5. Quinta Fase (Rosa con pintas de *Botrytis* sp. asperjada a la distancia definida y boquilla tipo cortina vs Inmersión, en flores con y sin Hidratación):

TRATAMIENTO	Descripción
T1 - CH	Pasando por el túnel de aspersión Con Hidratación (Cantus® 1cc/l + Redux® 0.5 cc/l).
T1 - SH	Pasando por el túnel de aspersión Sin Hidratación (Cantus® 1cc/l + Redux® 0.5 cc/l).
T2 - CH	Pasando por inmersión Con Hidratación (Cantus® 1cc/l + Redux® 0.5 cc/l).
T2 - SH	Pasando por inmersión Sin Hidratación (Cantus® 1cc/l + Redux® 0.5 cc/l).

3.3 Diseño Experimental

Se realizará con un diseño completamente al azar, con promedios de datos por replica y tratamiento.

3.4 Unidad Experimental

Quinta Fase (rosa con pintas de *Botrytis* sp. asperjada a la distancia definida y con las dos mejores boquillas seleccionadas vs Inmersión.

Área:

Zona de post – cosecha y de calidad de la finca El Morado, en rosa variedad (Vendela, Attache Y Topaz)

Vida Florero Colombia: 15 tallos de la variedad (Vendela, Attache Y Topaz) por replica y tratamiento, para un total de 540 tallos distribuidos en las tres réplicas y en todos los tratamientos.

Cámara Húmeda: 7 tallos de rosa Variedad (Vendela, Attache Y Topaz) por cada replica en el espacio y por tratamiento.

NUMERO DE REPLICAS

Tres replicas en el espacio por tratamiento

MONTAJE DEL ENSAYO

1. Recepción de la flor
2. Paso por el Túnel de Aspersión los Tratamientos T1 CH –T1 SH
3. Paso por la Inmersión los Tratamientos T2 CH – T2 SH
4. Montaje de Cámara Húmeda de Cada Tratamiento
5. Montaje de Vida Florero
6. Viaje Simulado

7. RESULTADOS

7.1.1 PRUEBA DE AZUL DE METILENO CON CÍRCULOS DE CARTÓN

A continuación se presentan cada una de las láminas circulares que se utilizaron en los ensayo de cubrimiento, las cuales fueron evaluadas de acuerdo al humedecimiento que obtuvieron.

Ensayo 1

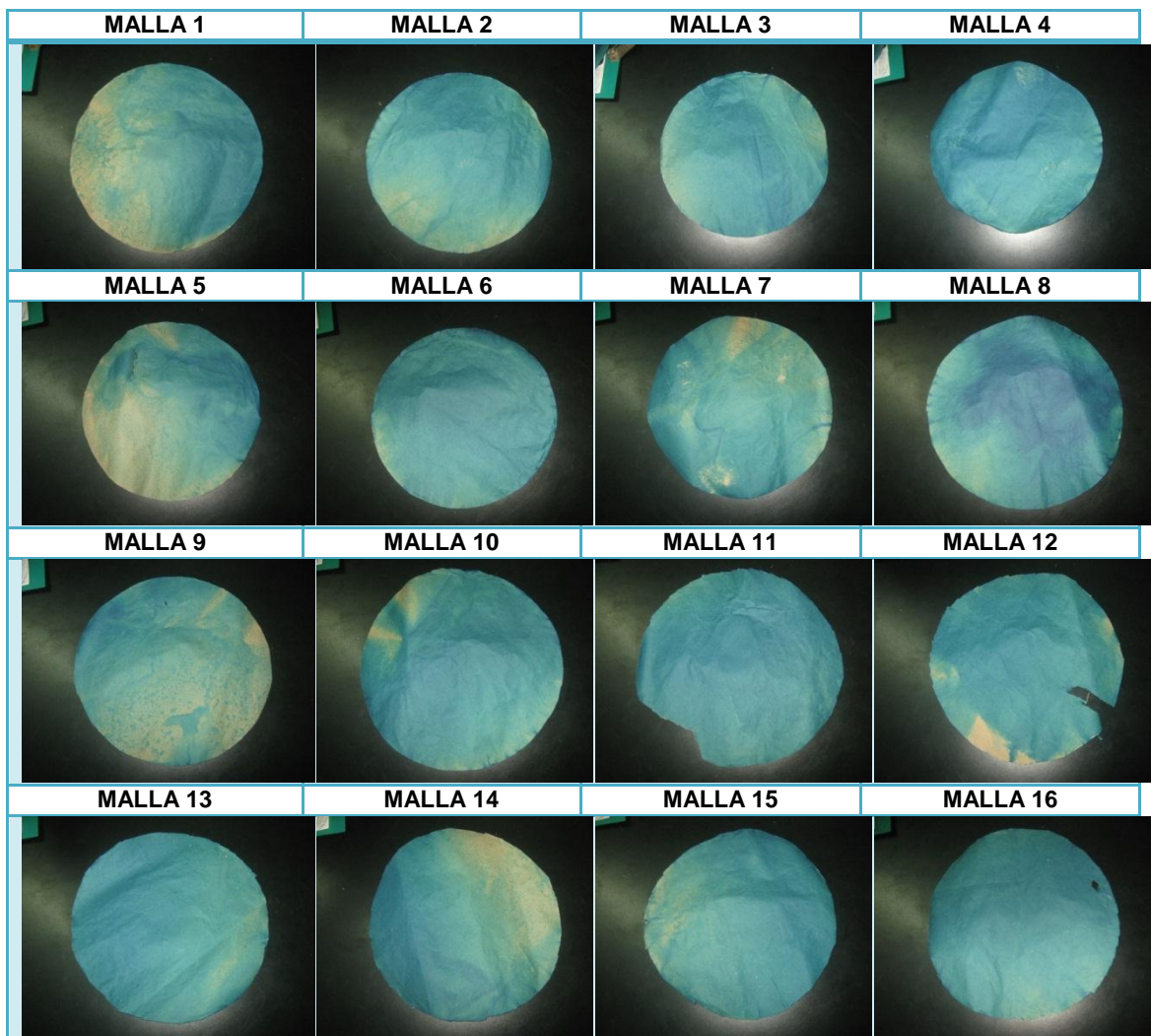


Figura 24 Cubrimiento Círculos de Cartón Ensayo 1

Nº de Malla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
% De Cubrimiento	80	100	100	100	45	100	95	100	30	100	100	95	100	75	90	100

Tabla 6. Porcentaje de Cubrimiento Ensayo 1

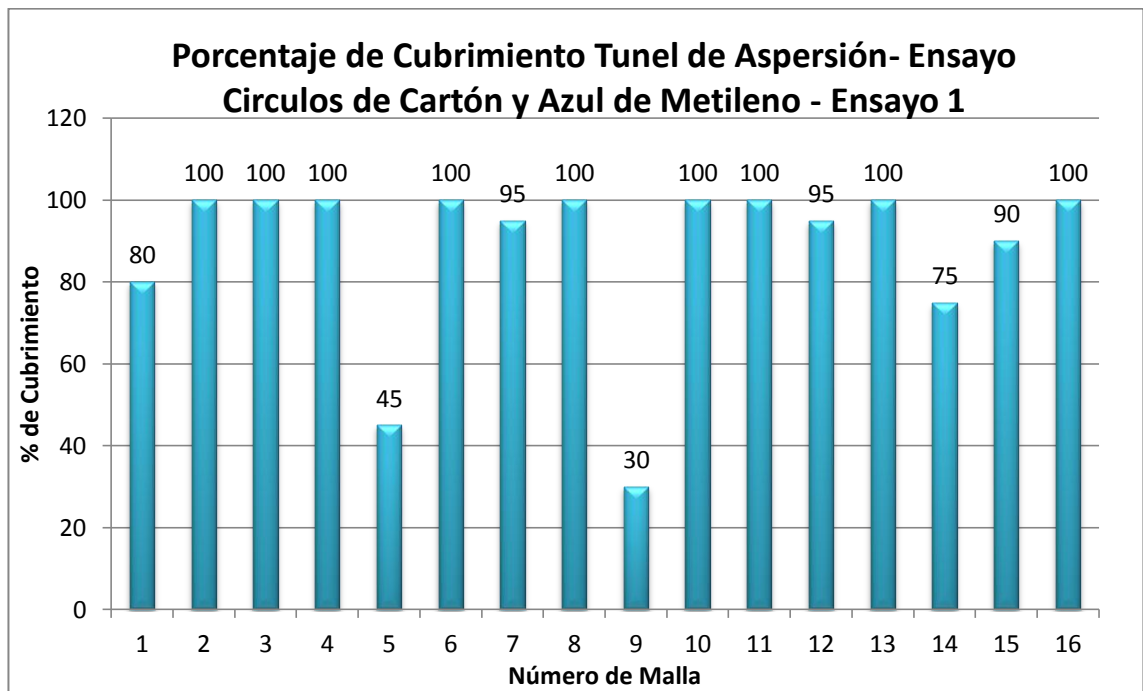


Figura 25. Grafico Porcentaje de Cubrimiento – Ensayo 1

Los datos de cubrimiento obtenidos con esta configuración de ángulos arrojaron como resultado 9 mallas con un humedecimiento del 100% de un total de 16. Las posiciones en las que hubo menor incidencia de la aspersión fueron en los externos del carro transportador aunque no en todas.

Ensayo 2

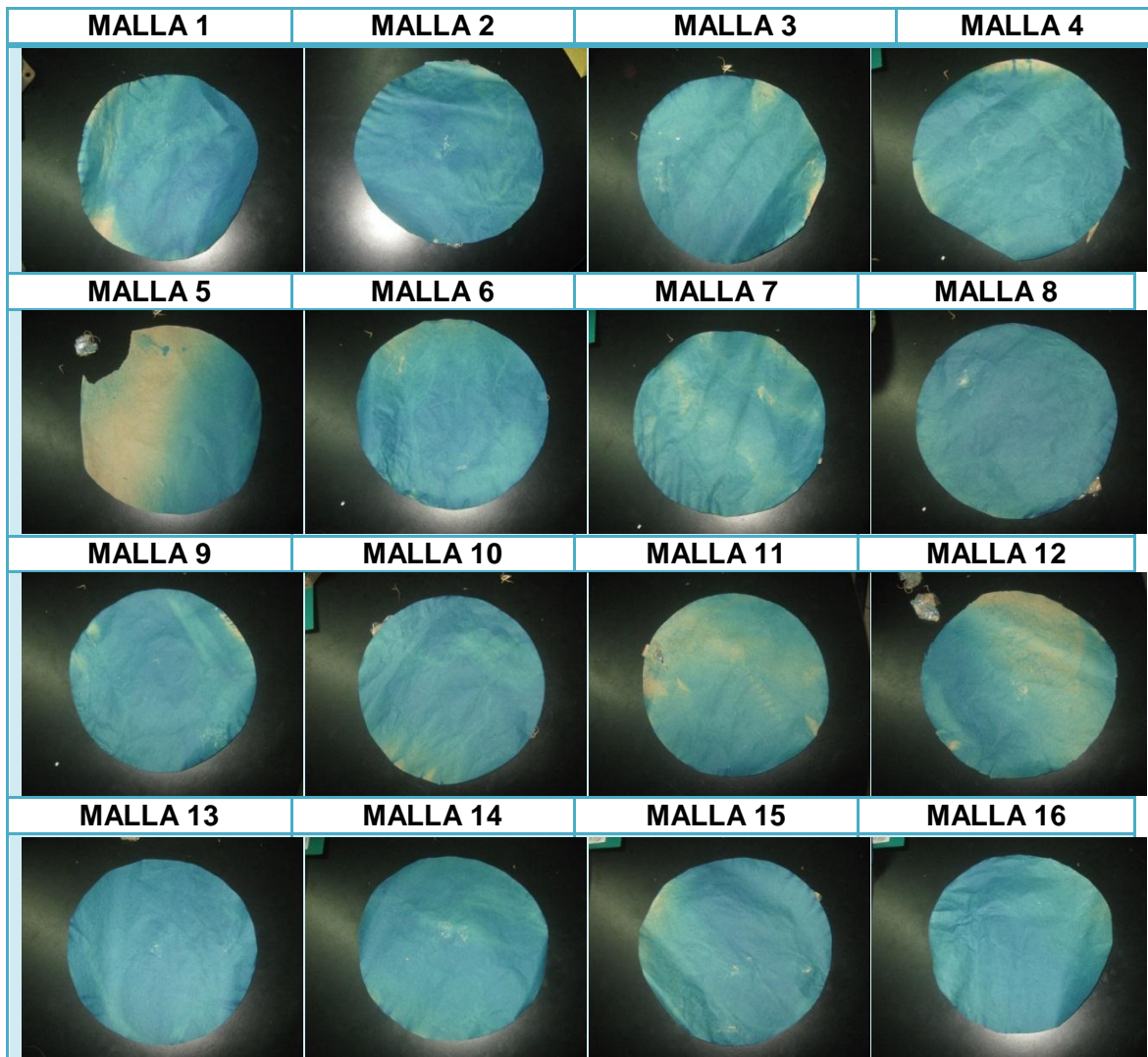


Figura 26. Cubrimiento Círculos de Cartón Ensayo 2

Nº de Malla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
% De Cubrimiento	90	100	100	100	42	100	100	100	100	100	85	75	100	100	100	100

Tabla 7. Porcentaje de Cubrimiento – Ensayo 2

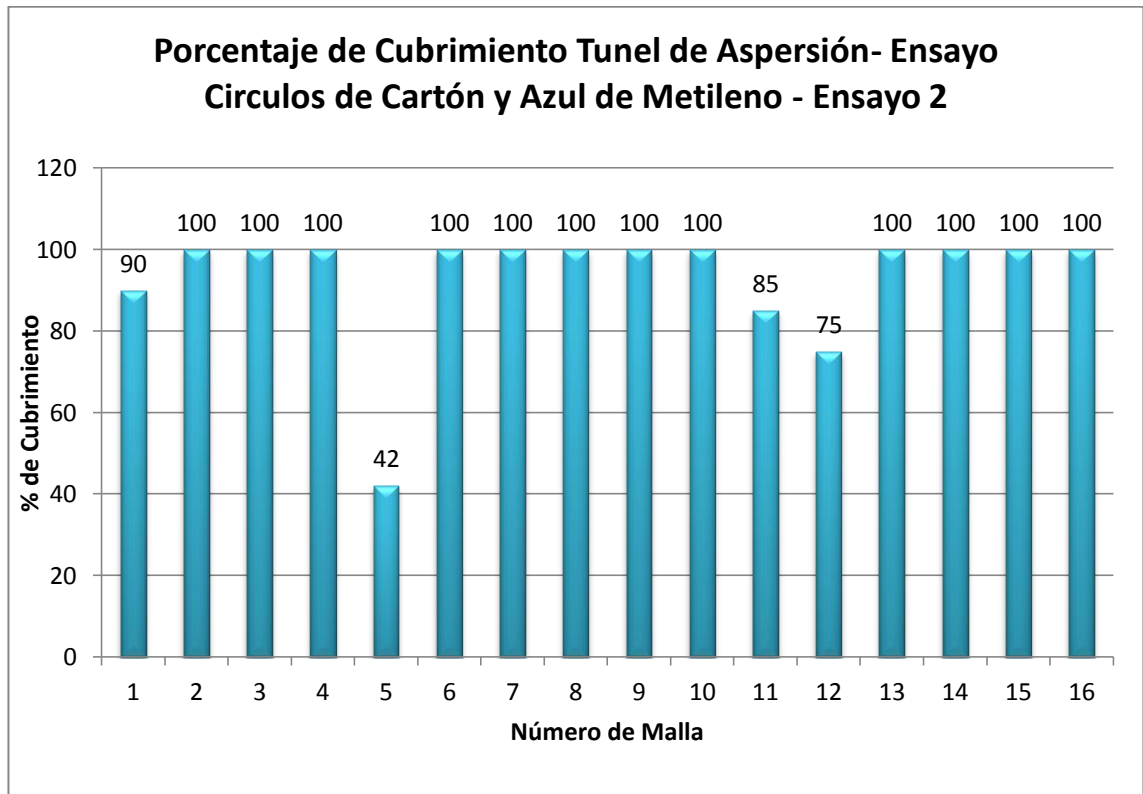


Figura 27. Grafico Porcentaje de Cubrimiento – Ensayo 2

Durante el desarrollo de la segundo ensayo se pudo evidenciar un porcentaje de cubrimiento del 100% en 12 de las 16 mallas evaluados, siendo un rendimiento bastante alto con respecto a los datos obtenido en el primer ensayo, nuevamente se observa bajo cubrimiento en mallas de ubicaciones externas como la 5, siendo esta un referente para ensayos posteriores.

Ensayo 3

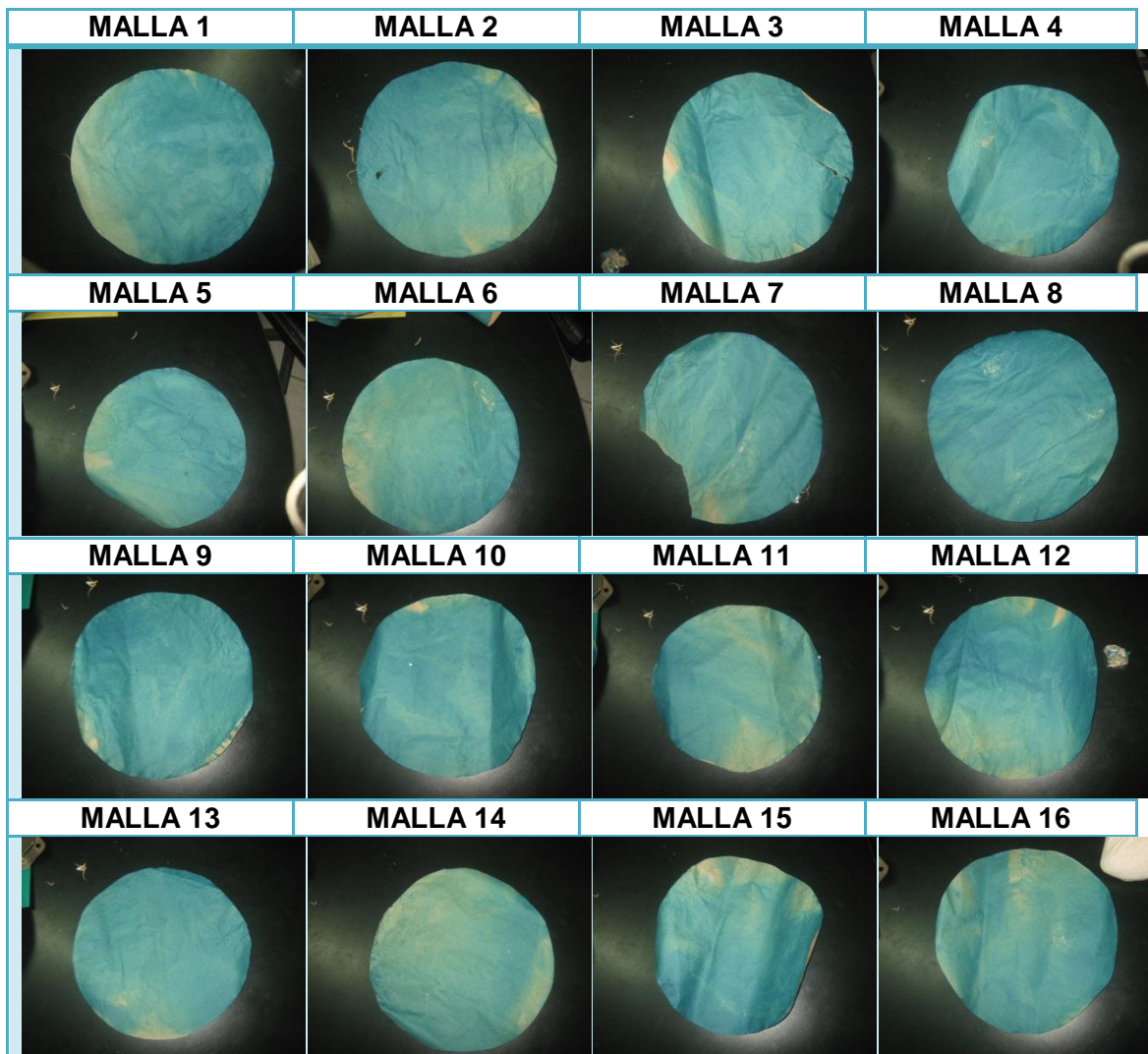


Figura 28. Cubrimiento Círculos de Cartón – Ensayo 3

Nº de Malla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
% De Cubrimiento	80	95	98	100	100	95	90	100	100	100	85	95	100	90	90	85

Tabla 8. Porcentaje de cubrimiento – Ensayo 3

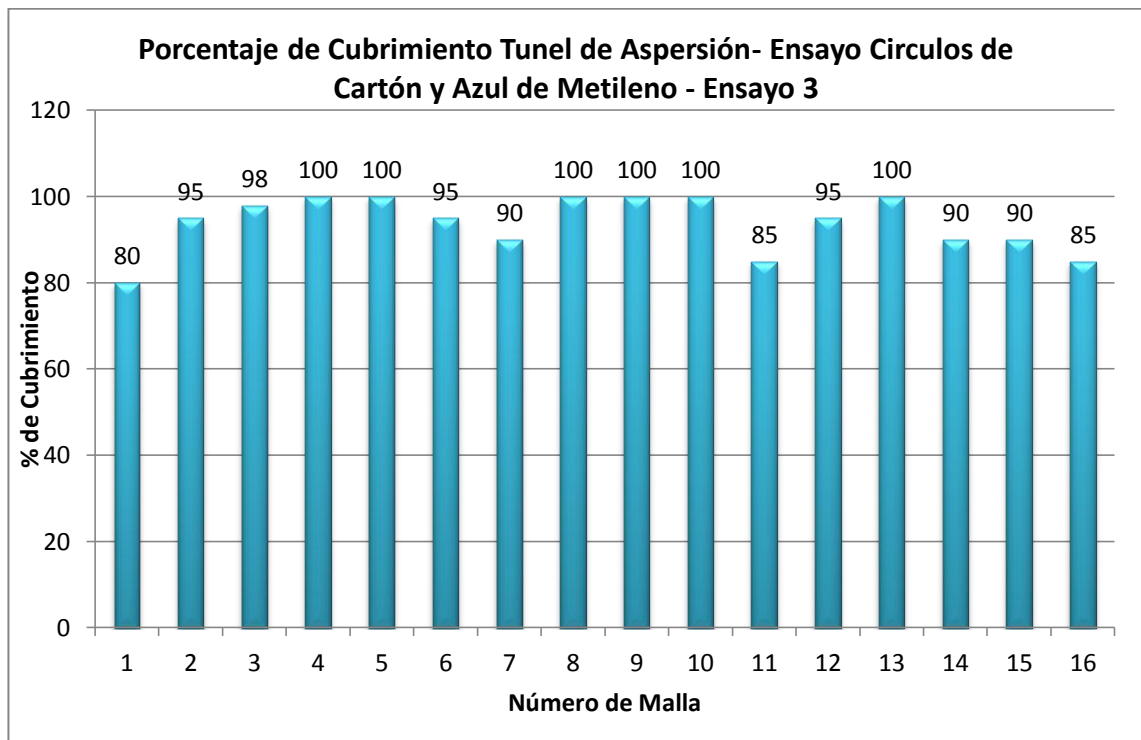


Figura 29. Gráfico Porcentaje de Cubrimiento – Ensayo 3

En la última evaluación realizada se encontró una mayor uniformidad en la aspersión, alcanzando un porcentaje de 100% en 6 de las 16 mallas elevadas, pero a nivel general se obtuvieron cubrimientos por encima del 80% en toda la muestra evaluada lo que nos indica buenos rendimientos en cuanto al humedecimiento.

Análisis de los Resultados

En base a los resultados obtenidos con los tres ensayos, se pudo observar grandes falencias cuando el carro se encuentra inmóvil debajo de las boquillas, puesto la nube de aspersión no garantiza un cubrimiento superficial del 100% en todas las mallas, específicamente en aquellas que se encuentran ubicadas en posiciones externas, que para este caso son 4 por carro.

Haciendo un análisis de los resultados obtenidos, podemos afirmar que la mejor configuración de ángulos fue la utilizada en el Ensayo 2, reconociendo las mejoras que se deben hacer en algunas de las boquillas para garantizar un cubrimiento mucho mayor en las mallas exteriores. Aunque para las mejoras se pueden utilizar algunos de los ángulos del Ensayo 3 ya que mostraron una regularidad en el humedecimiento.

7.1.2 PRUEBAS DE AZUL DE METILENO CON FLOR – SIN MOVIMIENTO

En esta prueba se pudo determinar el escurrimiento lateral de la flor y el escurrimiento en tallo, dos variables igualmente importantes para conocer el funcionamiento del túnel de aspersión, a continuación se presentan los resultados de los tres ensayos, realizados igualmente con las configuraciones de ángulos planteadas en las pruebas de cubrimiento, empleando flor nacional la cual brinda las condiciones reales de funcionamiento.

Ensayo 1



Figura 30. Cubrimiento Superficial -Ensayo 2

En el cubrimiento evaluado con flor nacional, se evidenciaron cifras similares a las observadas en pruebas anteriores.



Figura 31. Escurrimiento Lateral en Flor – Ensayo 1

	Nº de Malla															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Long Escurrida (Cm)	8	2	5	8	0	0	14	14	7	6	4	7	9	12	10	9
% Escurrida	85	70	80	95	0	0	90	50	80	70	60	70	60	80	60	65

Tabla 9. Longitud y % de Escurrimiento – Ensayo 1

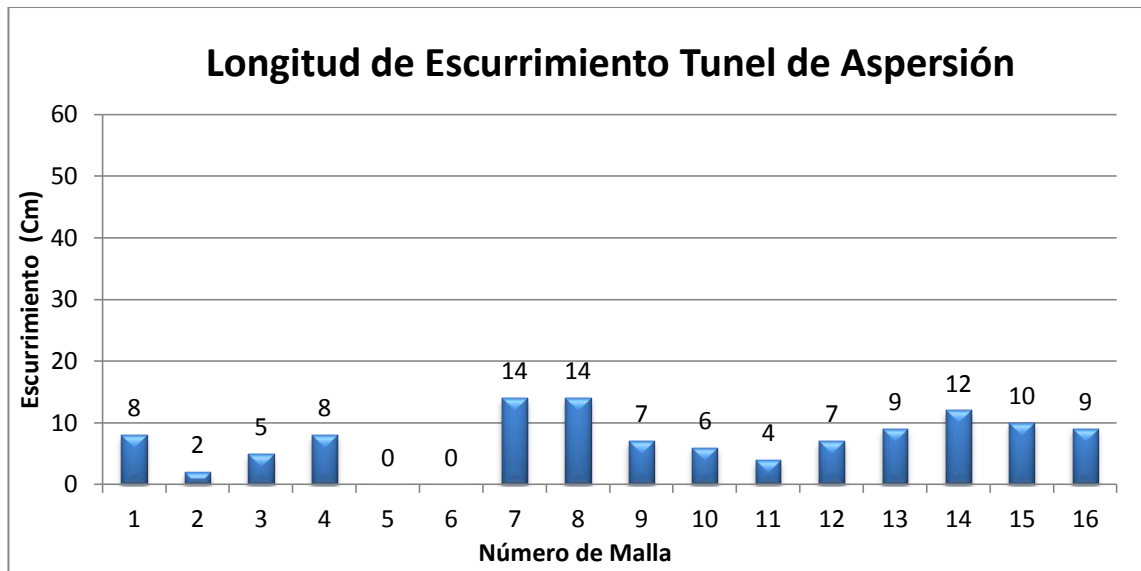


Figura 32. Longitud de Esgurrimiento Túnel de Aspersión – Ensayo 1

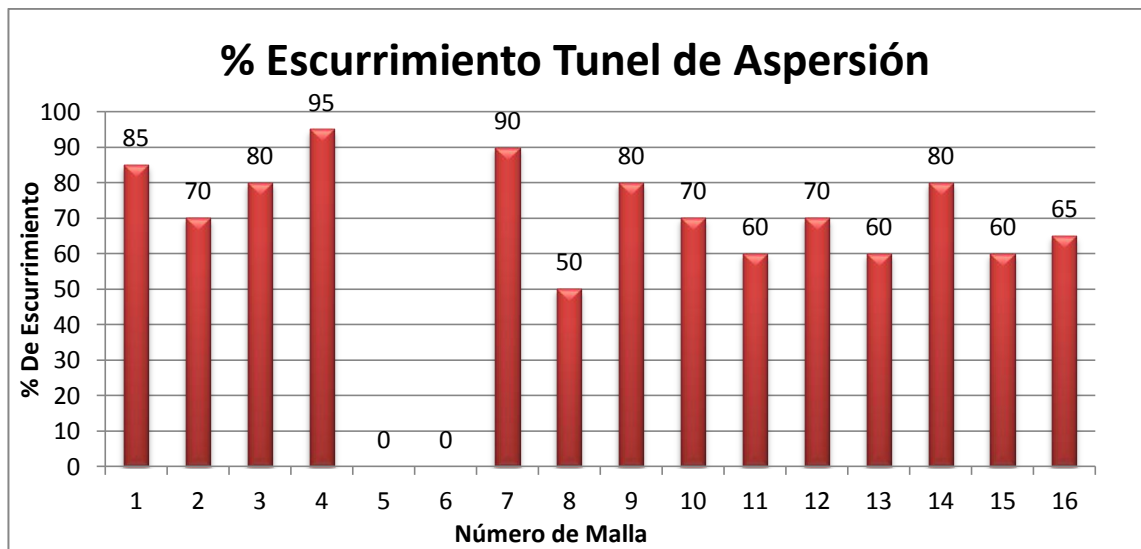


Figura 33. Porcentaje de Esgurrimiento Túnel de Aspersión – Ensayo 1

Se pudo observar una regularidad en los datos obtenidos con la evaluación de estas dos variables, siendo visible el problema con las mallas externas de los carros arrojando un esgurrimiento del 0% en dos de estas; el resto de las mallas presentaron valores por encima del 50%.

En cuanto a la longitud de esgurrimiento se determinó que el promedio de longitud en tallos de aproximadamente 65 cm fue de 7,18cm, siendo este un valor muy por debajo de los rendimientos esperados.

Ensayo 2

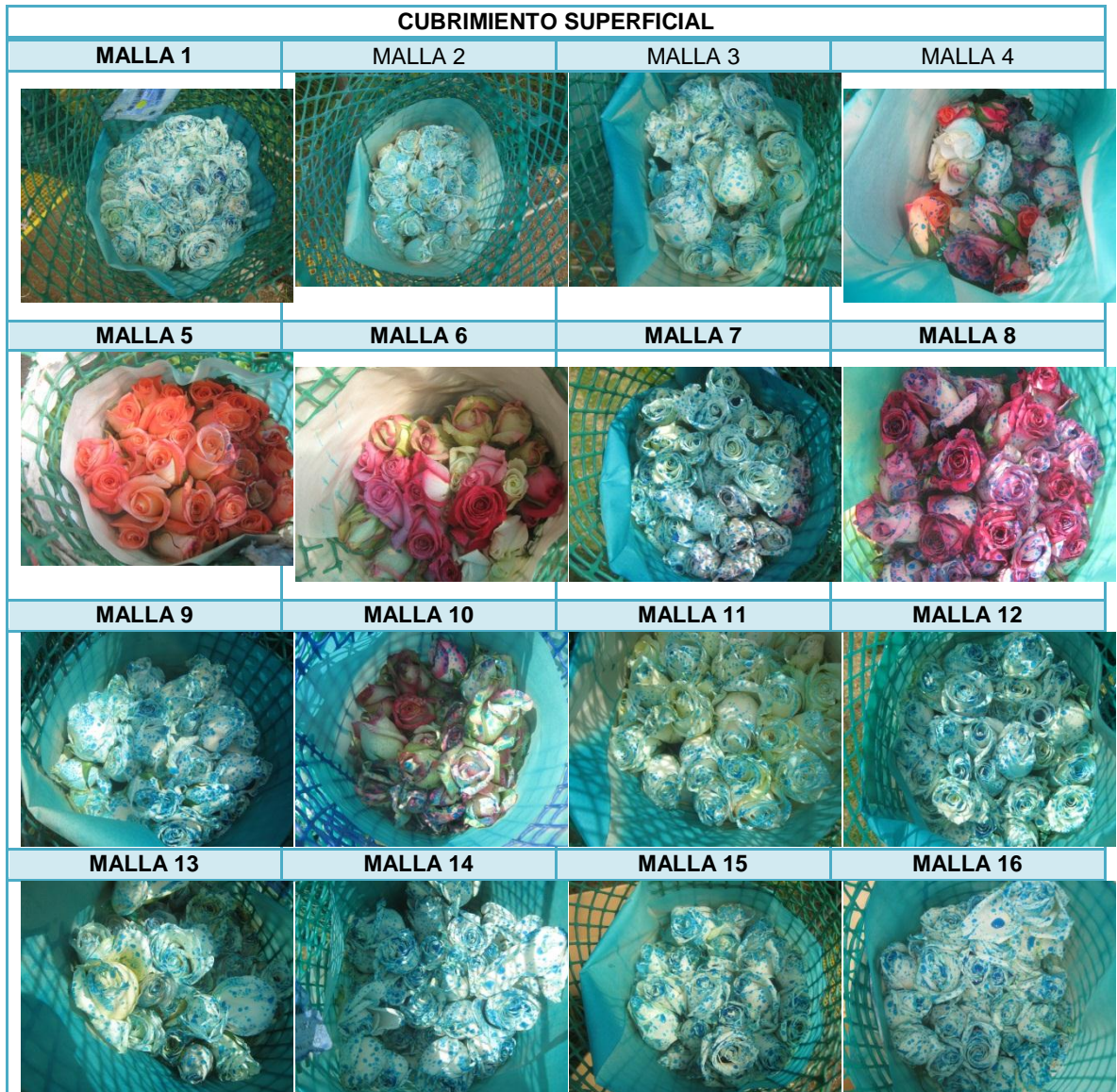


Figura 34. Cubrimiento Superficial -Ensayo 2

En los datos obtenidos con este ensayo se logró dimensionar de una manera más clara el cubrimiento de la aspersión realizada con el túnel, corroborando las mallas con poco o nada de humedecimiento, como es el caso de la malla 5 y 6.

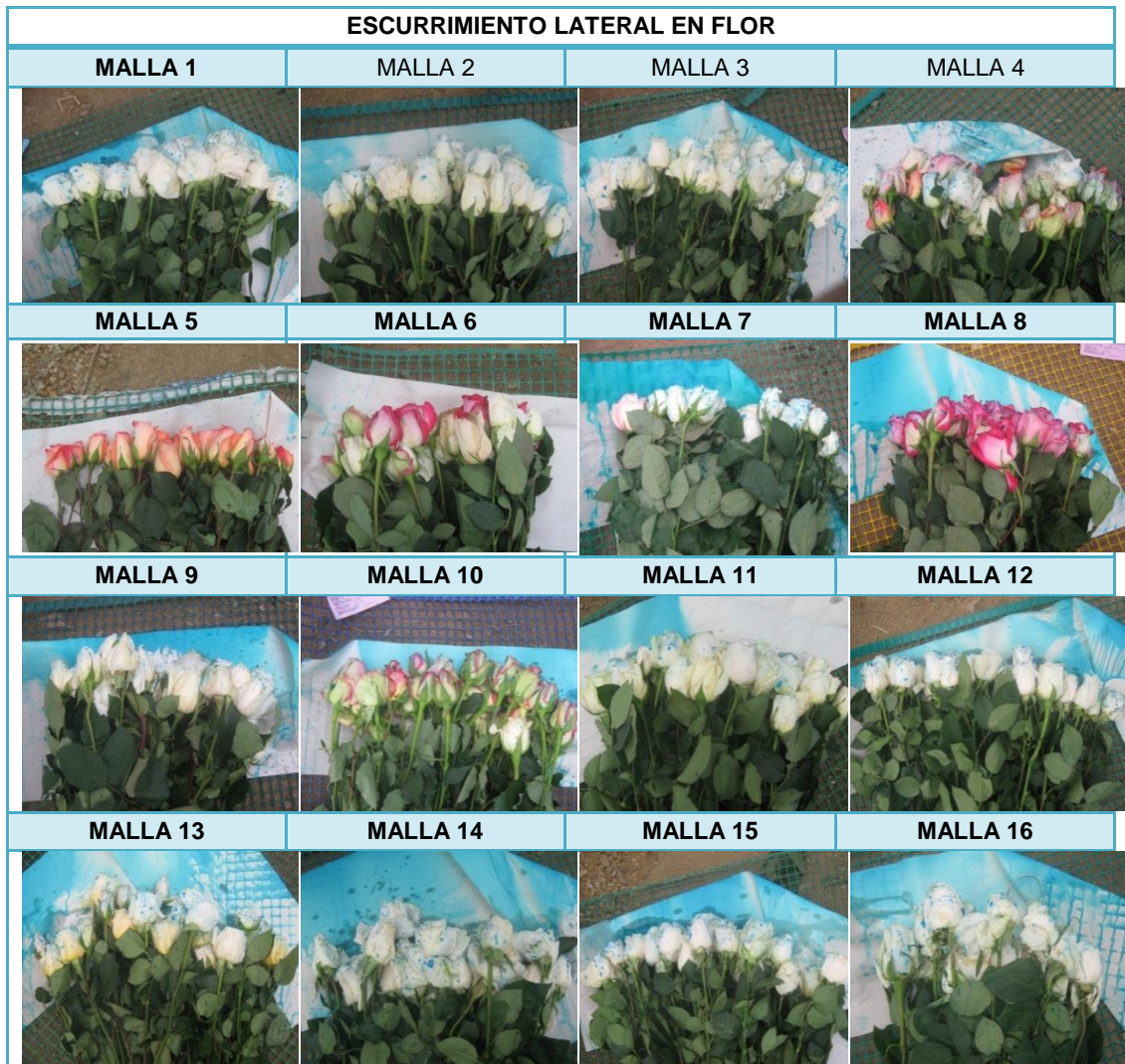


Figura 35. Escurrimiento Lateral en Flor- Ensayo 2

	N° de Malla															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Long Escurrida	0	5	2	0	0	0	2	4	0	0	9	9	10	5	11	0
% Lateral Escurrida	30	40	35	0	0	0	60	80	35	30	40	80	80	80	95	20

Tabla 10. Longitud y % de Escurrimiento – Ensayo 2

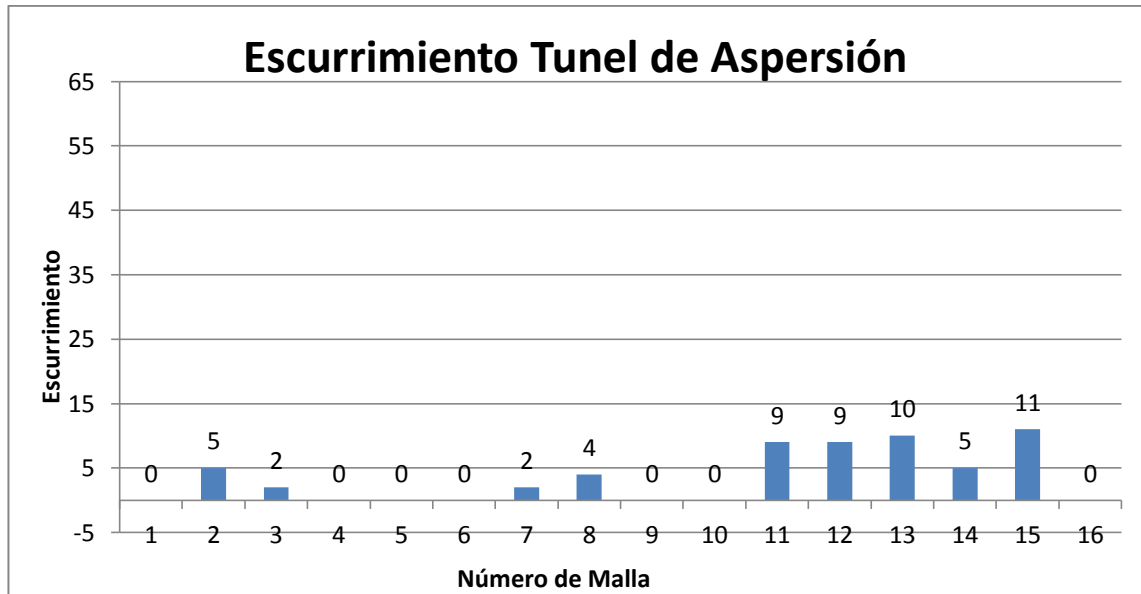


Figura 36. Longitud de Escurrimiento Túnel de Aspersión- Ensayo 2

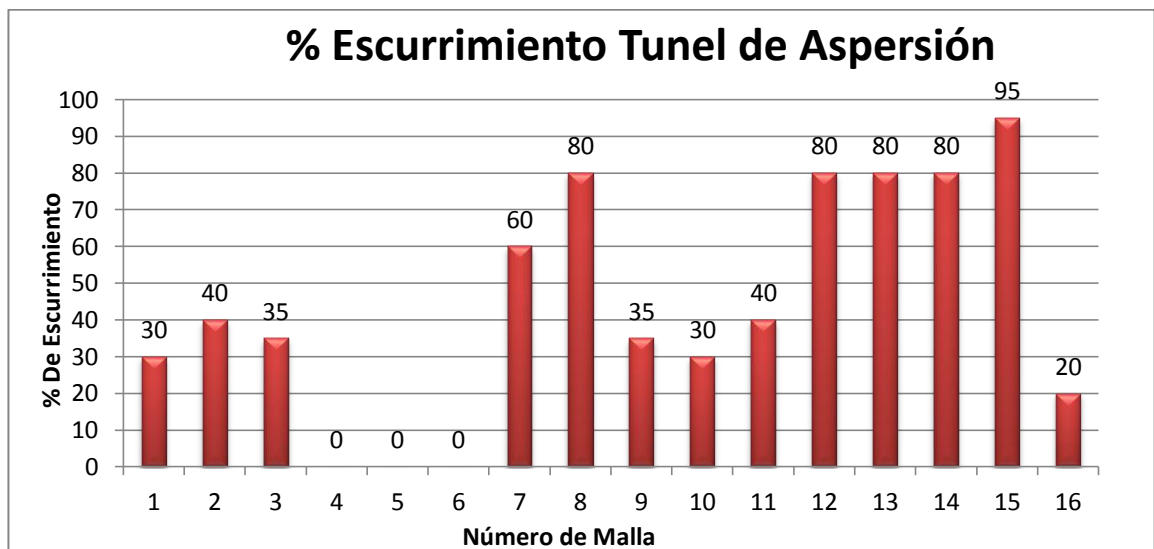


Figura 37 % de Escurrimiento Túnel de Aspersión – Ensayo 2

Aunque la configuración de ángulos empleada en el ensayo 2 brinda el mejor cubrimiento de las 3 de los tres ensayos, se observó que el escurrimiento en tallos de aproximadamente 65 cm la longitud promedio de escurrimiento fue de 3,5 cm, lo cual demuestra una muy baja eficiencia en el escurrimiento de la gota a lo largo de la rosa.

En cuanto al % de Escurrimiento se evidenció que sólo 6 mallas estuvieron por encima del 60%, y las demás con porcentajes entre 30% y 60%; lo cual indica que el agua no está penetrando el follaje de manera eficiente.

Ensayo 3

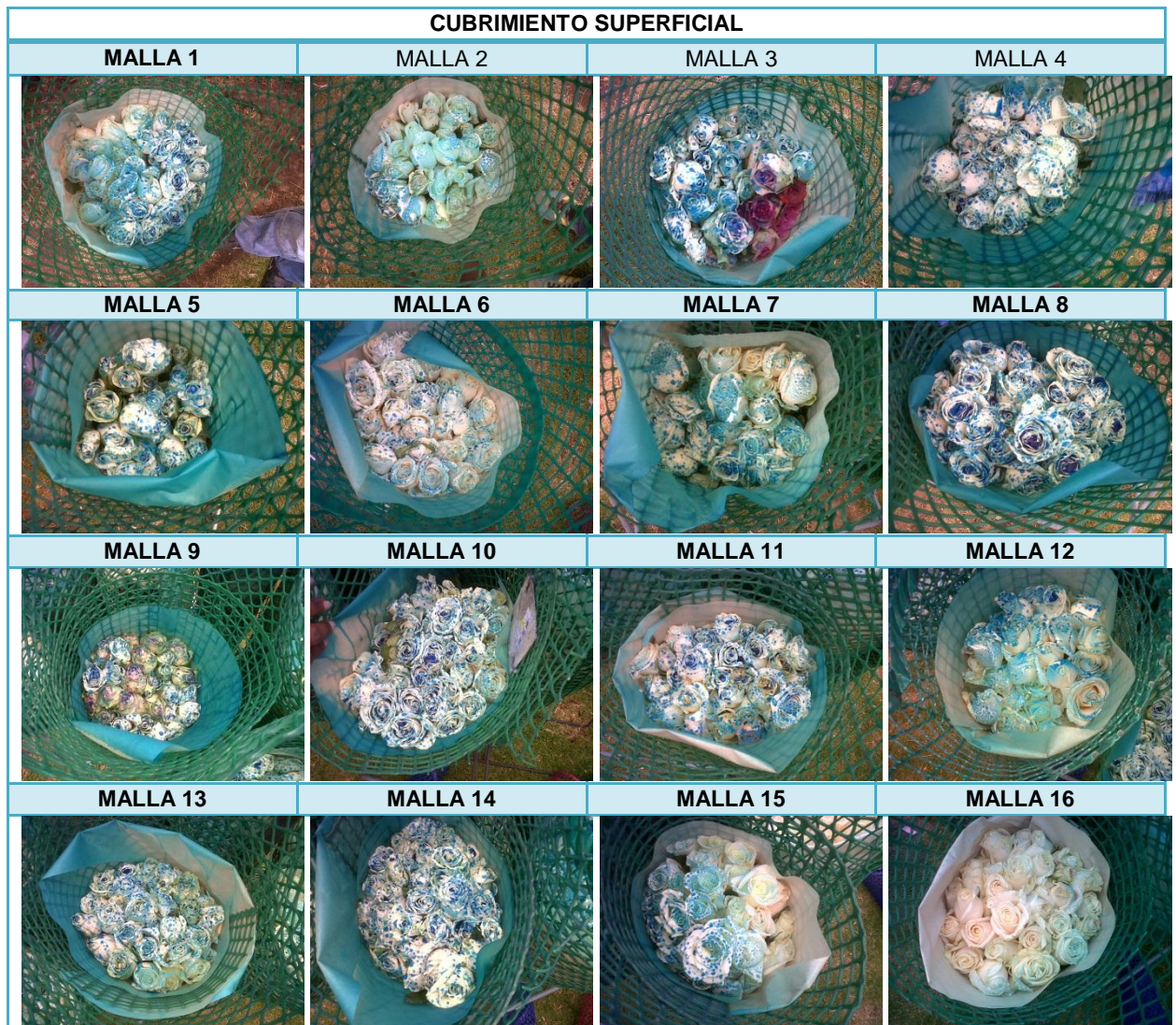


Figura 38. Cubrimiento Superficial – Ensayo 3

El cubrimiento superficial en el ensayo 3, nos mostró que mallas como la 15 y la 16 que presentaban dificultades para ser humedecidas, aunque gran parte de las mallas tuvieron un cubrimiento aceptable; en algunos casos como el de las mallas 1,6,12 y 13 un humedecimiento incipiente, caso contrario mallas como la 5, 8 y 14 en las que la flor se saturó con la solución aplicada.



Figura 39. Esgurrimento Lateral en Flor- Ensayo 3

	Malla															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Long Esgurrida	2	0	3	3,5	2	6	0	14	15	29	22	0	20	17	0	0
% Esgurrida	30	20	60	40	10	80	75	80	50	90	70	5	95	85	5	0

Tabla 11. Longitud y % de Esgurrimento – Ensayo 3

La longitud promedio de esgurrimento en este ensayo fue de 8,3 cm en tallos con longitud promedio de 65 cm, el cual es un valor muy por debajo de lo esperado, dejando en evidencia la dificultad que existe para lograr una penetración de la solución en una jornada de aplicación. El porcentaje de esgurrimento estuvo entre un 5% y un 90% entre los cuales 8 de las 16 mallas estuvieron por encima del 60%.

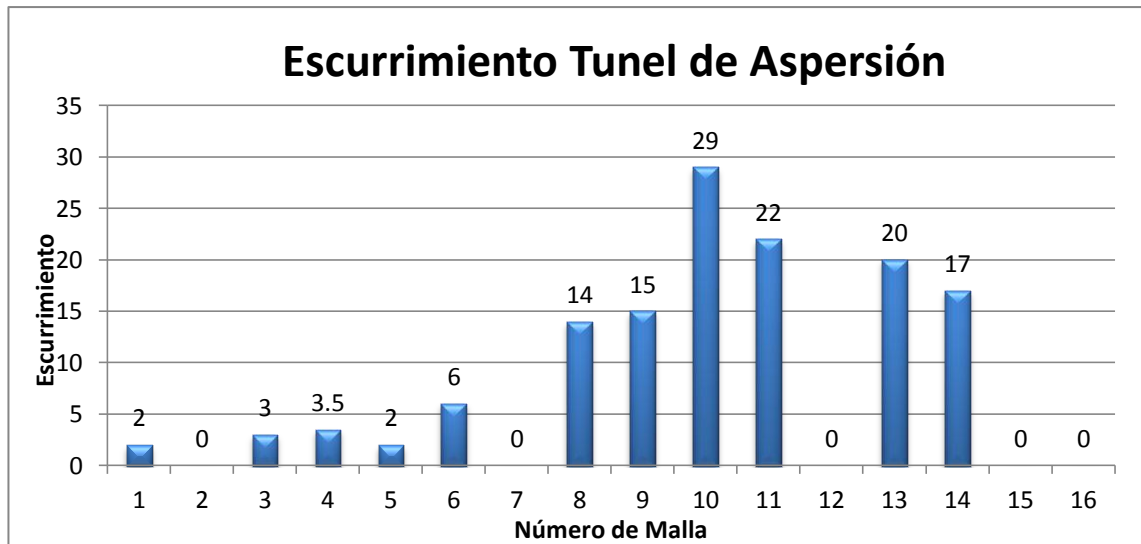


Figura 40. Longitud de Escurrimiento Túnel de Aspersión – Ensayo 3

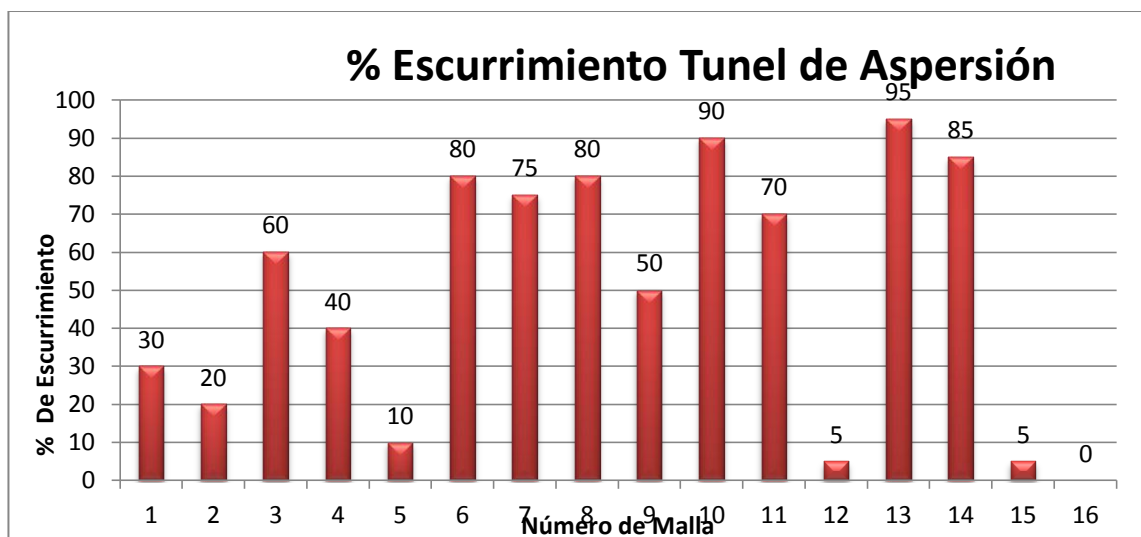


Figura 41. Porcentaje de Escurrimiento Túnel de Aspersión – Ensayo 3

Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos nos indican que hay una gran dificultad para que la gota penetre el espeso follaje, el cual hace resistencia y evita que la solución fluya a través de la malla puesto que la mayor longitud promedio de escurrimiento obtenida fue de 8,3 cm en tallos con longitudes promedio de 65 cm.

Por lo tanto se tomó la decisión de emplear el coadyuvante REDUX, el cual rompe la tensión superficial del agua, haciendo que adquiera mayor fluidez y facilidad a la hora de penetrar el follaje de la rosa. Por tal motivo se programó una nueva prueba empleando nuevamente los ángulos del ensayo 2, y algunas posiciones propuestas en los ensayo 2 y 3 debido a los datos obtenidos con las pruebas de escurrimiento.

7.1.3 PRUEBA DE AZUL DE METILENO-REDUX CON FLOR – MOVIMIENTO

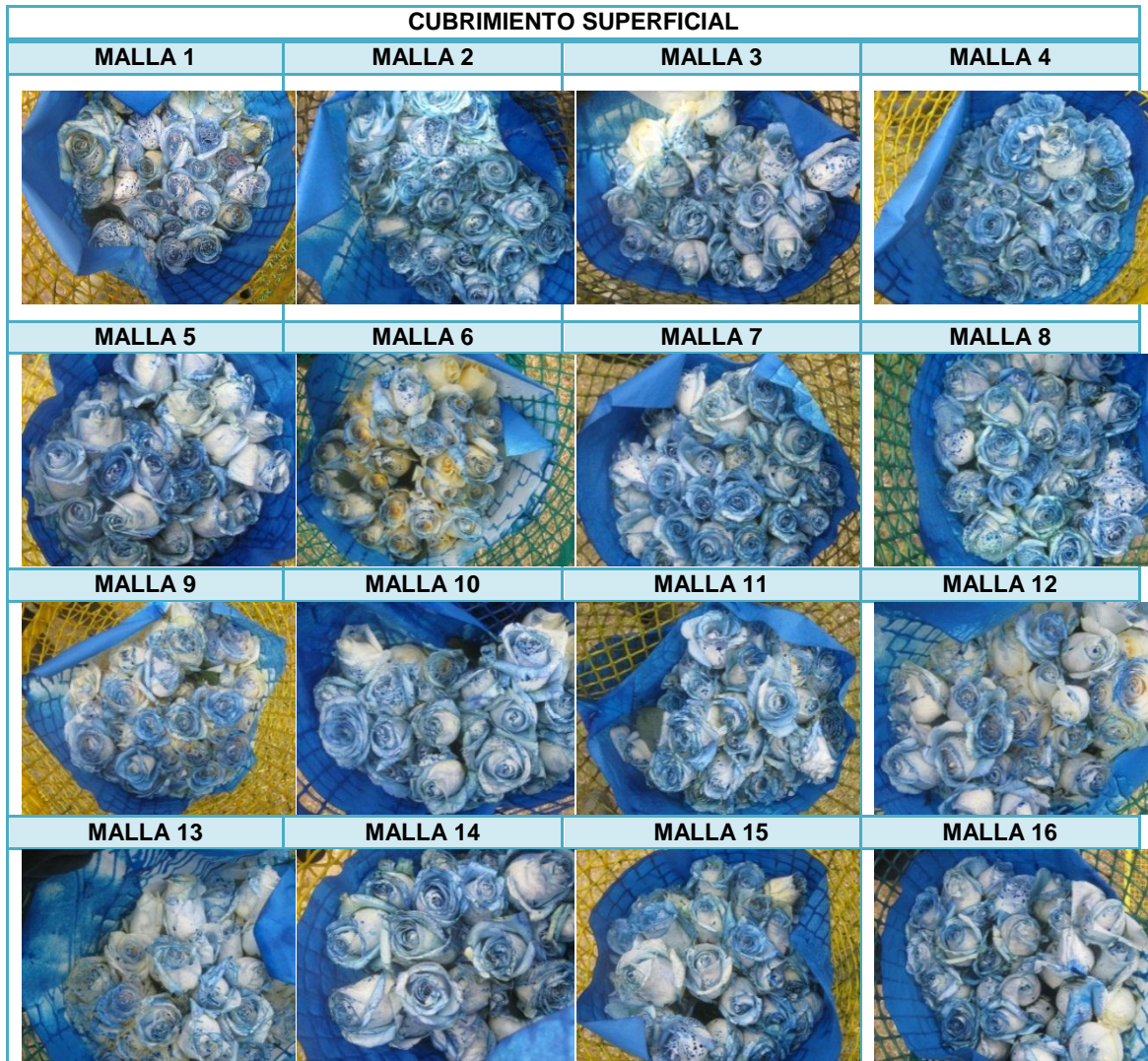


Figura 42. Cubrimiento Superficial – Ensayo REDUX

Los resultados obtenidos empleando REDUX en la solución, nos muestran la importancia del coadyuvante en la aplicación de un agroquímico, puesto que permite que haya mas movilidad de la solución a lo largo de la flor, haciendo que el cubrimiento sea mucho mas uniforme, de las 16 mallas evaluadas se puede afirmar que el todas recibieron cubrimiento por encima del 90%, dando confiabilidad en la aplicación realizada.

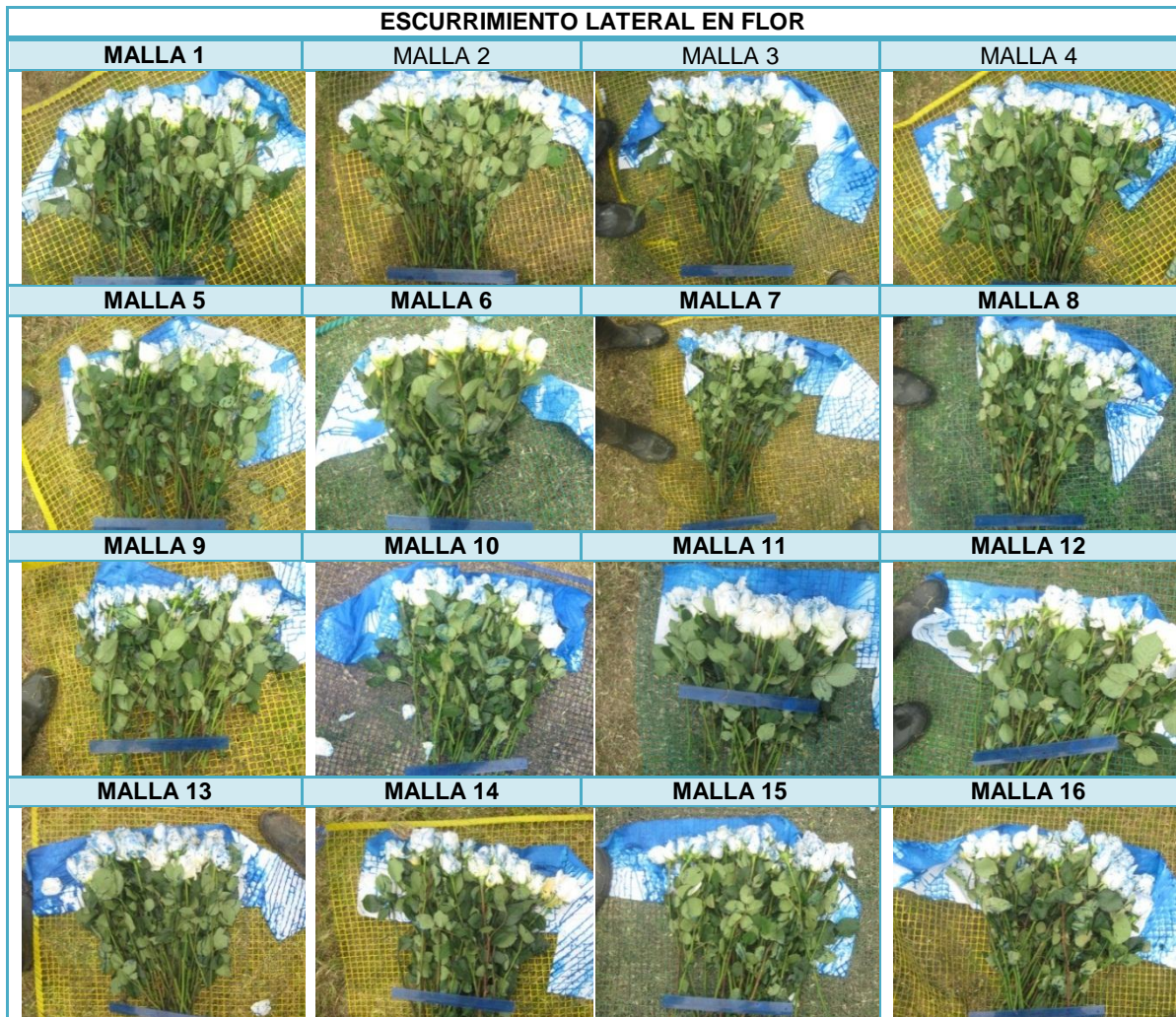


Figura 43. Escurrimiento Lateral en Flor- Ensayo 3

Nº de Malla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Long Escurrida	62	73,5	60	47	47	52	27	62	74	69	20	55	44	58	52	52
% Lateral Escurrida	100	100	100	100	90	90	100	90	80	100	80	20	30	100	50	40

Tabla 12. Longitud y % de Escurrimiento – Ensayo REDUX

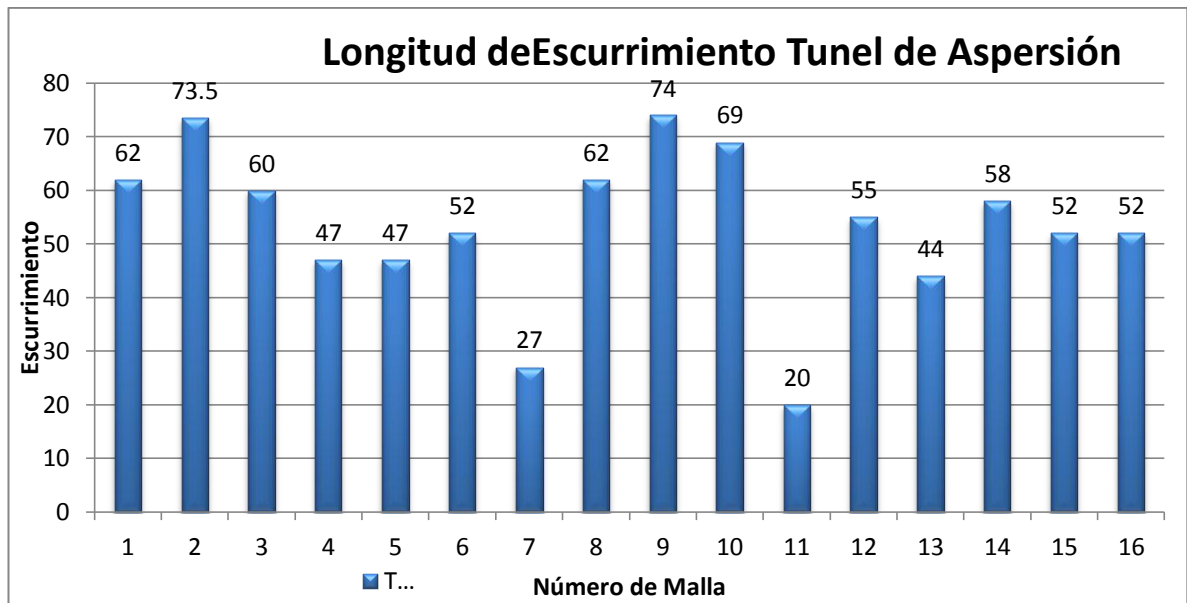


Figura 44. Promedio de Longitud Ecurrida – Ensayo REDUX

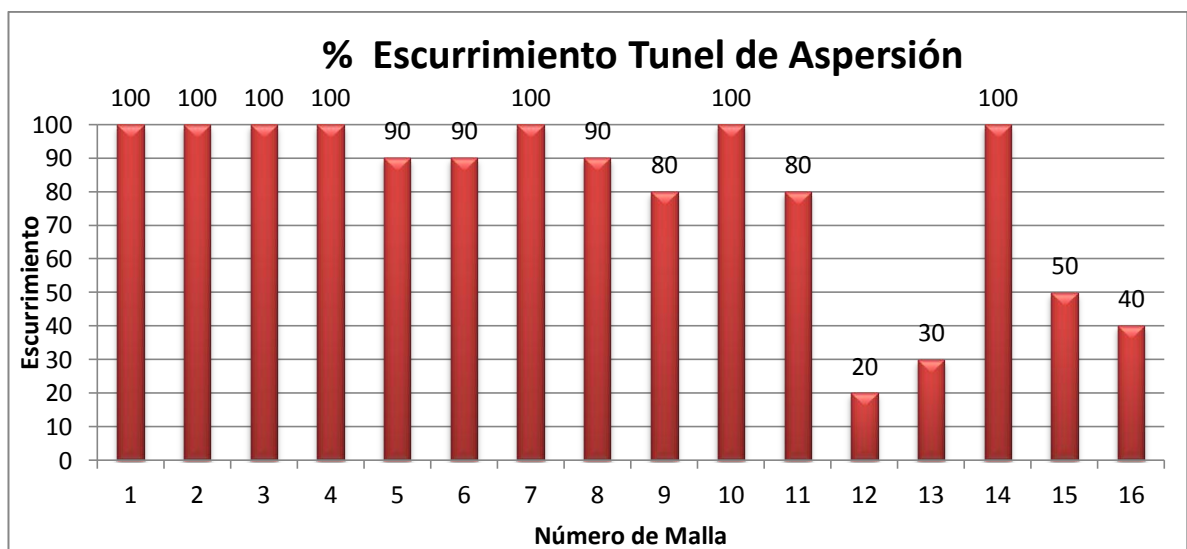


Figura 45. % de Ecurrimiento máximo- Ensayo REDUX

Análisis de Resultados

Se pudo evidenciar que los resultados de las variables: Cubrimiento superficial, longitud de escurrimiento y escurrimiento lateral, mejoraron con el uso del coadyuvante, logrando cubrimientos por encima del 90%, longitud de escurrimiento promedio de 53,4cm en tallos con longitud promedio de 65 cm y los porcentajes de escurrimiento de 12 de las 16 mallas estuvieron por encima del 80%, logrando aumentar la eficiencia de aplicación de la solución sobre los tallos de rosa, de esta manera se planeó iniciar pruebas con rosas de exportación para profundizar en la eficiencia de control del hongo *Botrytis sp.*

7.1.4 EVALUACIÓN TÚNEL DE ASPERSIÓN - SIN MOVIMIENTO

Las evaluaciones de cámara húmeda y vida florero permitieron determinar la eficiencia de aplicación del fungicida empleado para el control de *Botrytis sp.* Mostrando el comportamiento de la rosa de exportación en condiciones adversas totalmente favorables para el desarrollo del hongo.

Cámara Húmeda- Túnel Sin Movimiento

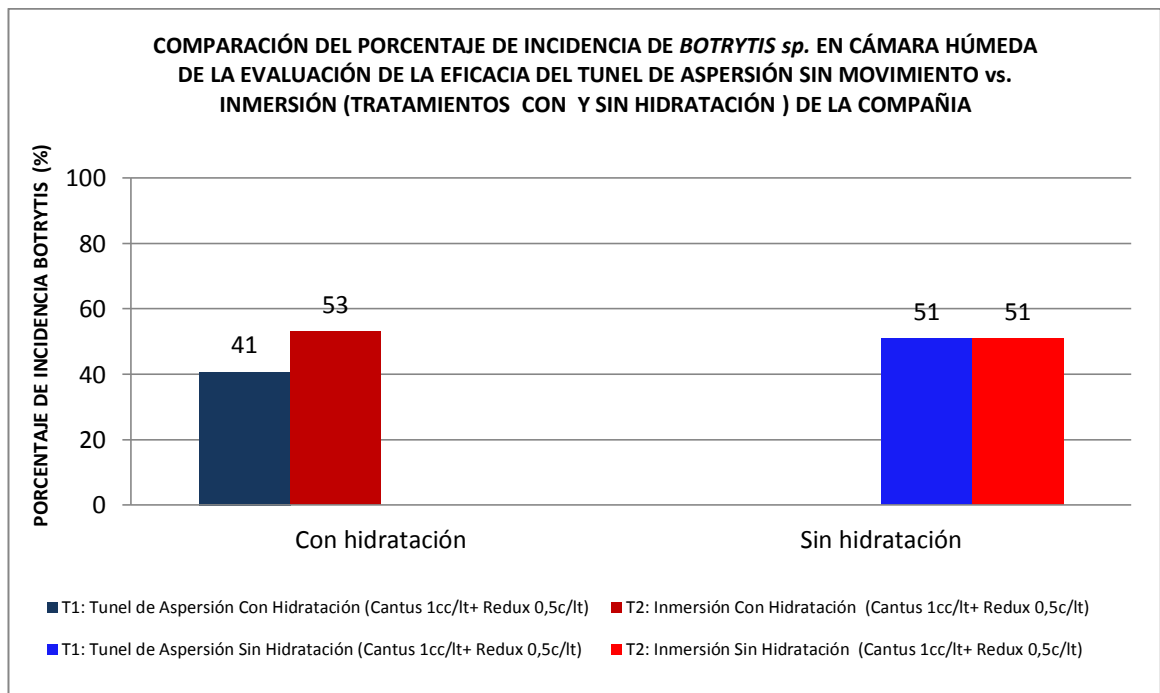


Figura 46. Comparación de cámara húmeda – Túnel Sin Mvto

Promedio de % CAUSA		
	T1: Túnel de Aspersión	T2: Inmersión
Con hidratación	40,82	53,06
Sin hidratación	51,02	51,02

Tabla 13. Porcentaje de incidencia de *Botrytis sp.* Por tratamiento – Túnel Sin Mvto

En los datos obtenidos con la prueba de cámara húmeda se puede evidenciar que hay una diferencia del 12% en la incidencia de hongo entre el túnel de aspersión y la inmersión, siendo el túnel el mejor tratamiento de los dos para el caso de la flor que viene con hidratación de campo. Mientras que en la flor que viene sin hidratación se presentó una igualdad en la incidencia de hongo.

Vida Florero – Túnel Sin Movimiento

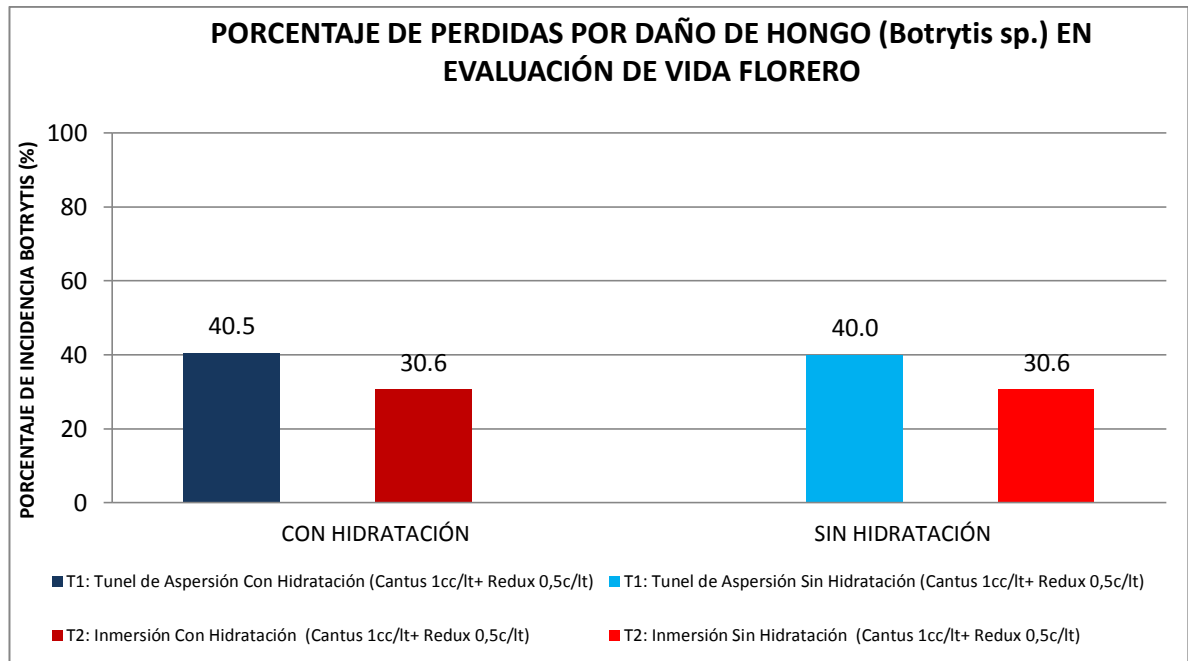


Figura 47. Perdidas Daño por Hongo en Vida Florero – Túnel Sin Mvto

Promedio de % CAUSA		
	T1: Túnel de Aspersión	T2: Inmersión
CON HIDRATACIÓN	40,48	30,56
SIN HIDRATACIÓN	40	30,56

Tabla 14. Porcentaje de Pérdidas por Hongo en Vida Florero – Túnel Sin Mvto

Análisis de Resultados

En la evaluación de vida florero se observó que los dos tratamientos presentaron porcentajes similares de incidencia de *Botrytis sp.* Para el caso del túnel de aspersión las rosas evaluadas obtuvieron un 40,5% en el tratamiento con hidratación y 40% para el tratamiento sin hidratación contra 30,6% en los dos tratamientos de inmersión, mostrando una diferencia de 10% en cada caso.

Las cifras obtenidas indican un mejor comportamiento en las rosas tratadas con inmersión, alcanzando un humedecimiento superior que las tratadas con el túnel, la primera hipótesis que surge es que al estar el carro inmóvil dentro de este no permite que haya un cubrimiento y escurrimiento que pueda competir con la técnica de inmersión, por tal motivo y con base a estos resultados se plantean dos pruebas en las que el carro se desplace y se regule la presión de trabajo a 40 y 120 psi.

7.1.5 EVALUACIÓN TÚNEL DE ASPERSIÓN - CON MOVIMIENTO

La evaluación del túnel con movimiento se desarrolló con dos presiones de trabajo, a 40 y 120 psi, por tal motivo fue necesario hacer un aforo para identificar el volumen de solución aplicado.

Aforo y Caudal de Funcionamiento a 40 psi	
Caudal Total (Litros/Minuto)	4,16
Tiempo de Funcionamiento del Túnel (Segundos)	90
Volumen Total Empleado durante 90 seg (Litros)	6,23
Número de Mallas Beneficiadas	16
Presión de Trabajo de las Boquillas (Psi)	40
Volumen Empleado por Malla (Litros)	0,39

Tabla 15. Especificaciones de Trabajo - Boquillas Tipo Cortina a 40 psi

Aforo y Caudal de Funcionamiento a 120 psi	
Caudal Total (Litros/Minuto)	9,96
Tiempo de Funcionamiento del Túnel (Segundos)	90
Volumen Total Empleado durante 90 seg (Litros)	14,94
Número de Mallas Beneficiadas	16
Presión de Trabajo de las Boquillas (Psi)	120
Volumen Empleado por Malla (Litros)	0,93

Tabla 16. Especificaciones de Trabajo- Boquillas Tipo Cortinas a 120 psi

Cámara Húmeda – Presión de Aplicación 40 psi Con Movimiento

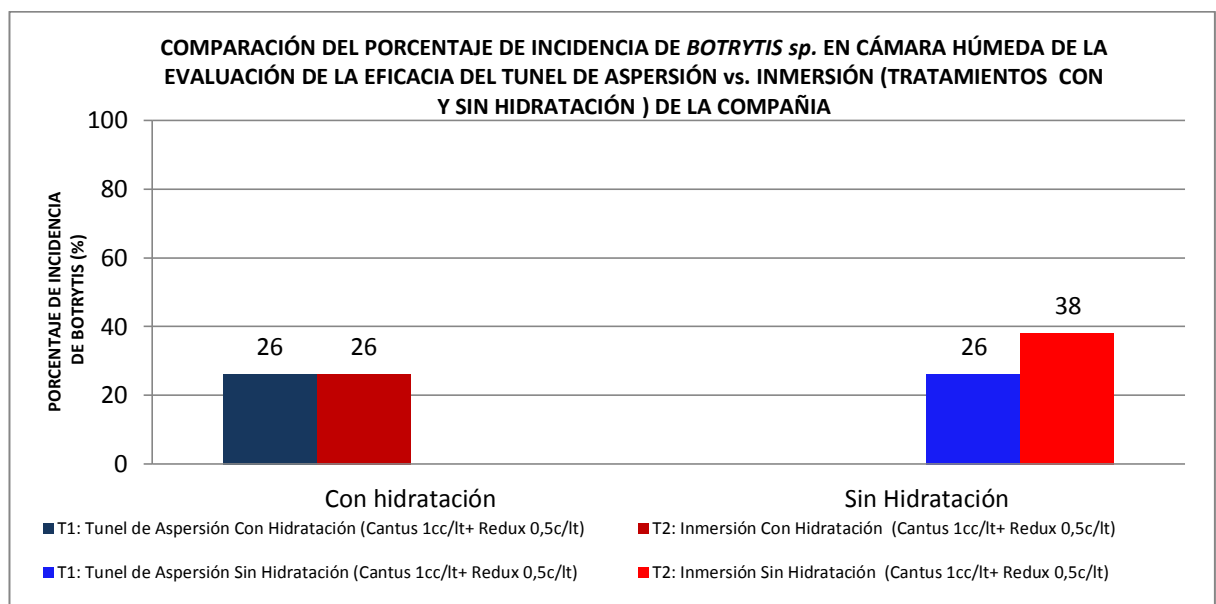


Figura 48. Comparación de Cámara Húmeda – Túnel con Mvto a 40 psi

Promedio % CAUSA		
	T1: Túnel de Aspersión)	T2: Inmersión
Con hidratación	26,19	26,19
Sin Hidratación	26,19	38,10

Tabla 18. Porcentaje de incidencia de *Botrytis sp.* Por tratamiento en Cámara Húmeda – Túnel Con Mvto a 40 psi

La evaluación de cámara húmeda de este ensayo muestra que el túnel de aspersión presenta un 12% menos de incidencia con respecto a la inmersión en el caso de la flor que viene sin hidratación de campo. Y la flor con hidratación presento el mismo porcentaje de incidencia en los dos tratamientos.

Vida Florero – Presión de aplicación 40 psi

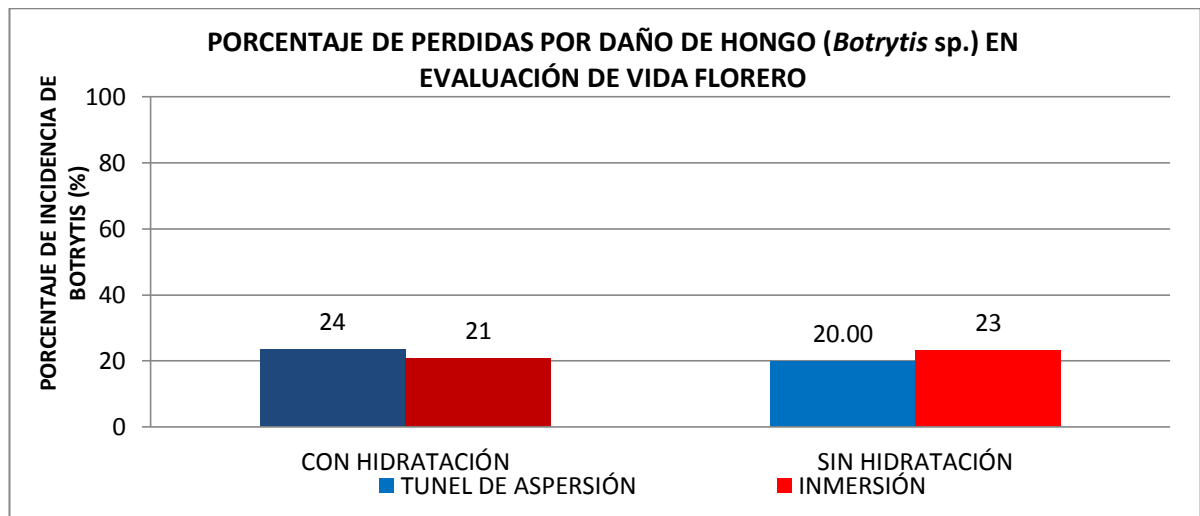


Figura 49 . Perdidas Daño por Hongo en Vida Florero – Túnel con Mvto a 40 psi

Promedio de % CAUSA		
	TUNEL DE ASPERSIÓN	INMERSIÓN
Con Hidratación	23,61	20,83
Sin Hidratación	20	23,33

Tabla 19. Porcentaje de Pérdidas por Hongo en Vida Florero – Túnel Con Mvto a 40 psi

En la evaluación florero se observó que existían diferencias del 3% de incidencia de hongo, para el caso de la flor con hidratación la diferencia estaba a favor de la inmersión, y en las flores sin hidratación la diferencia del 3% estuvo a favor del túnel de aspersión; los datos obtenidos no permiten hacer un análisis a profundidad de cuál es la mejor técnica para la aplicación del fungicida puesto que presentan comportamientos similares.

Cámara Húmeda – Presión de aplicación 120 psi

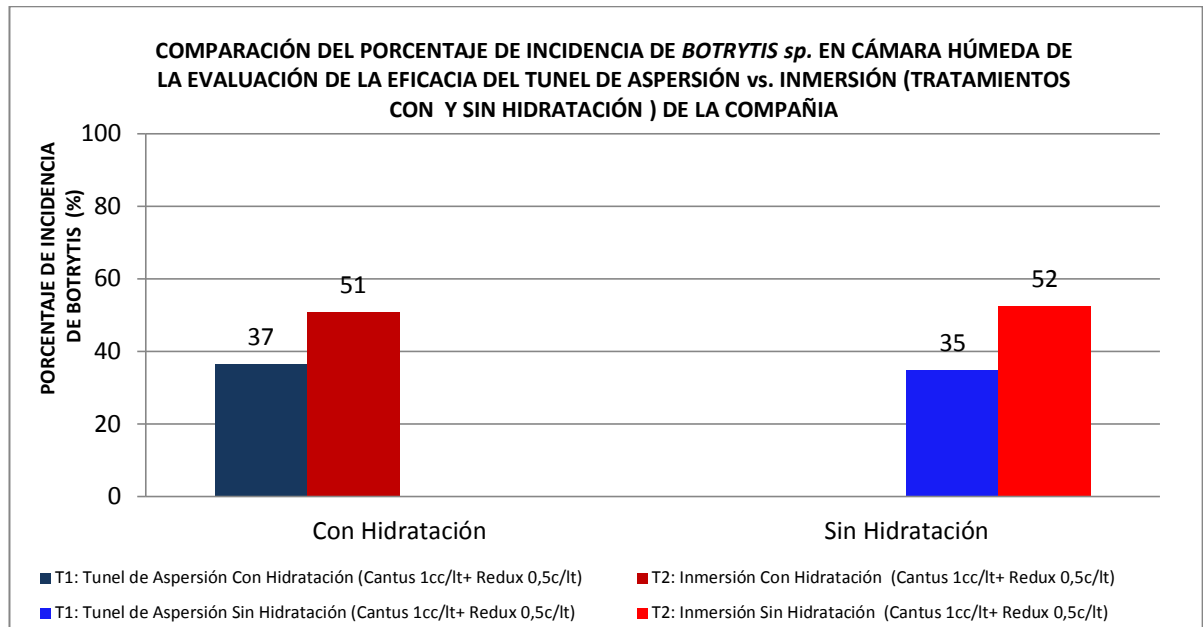


Figura 50. Comparación de Cámara húmeda – Túnel con Mvto a 120 psi

Promedio % CAUSA		
	T1: Túnel de Aspersión	T2: Inmersión
Con Hidratación	36,51	50,79
Sin Hidratación	34,92	52,38

Tabla 20. Porcentaje de Pérdidas por Hongo en Vida Florero – Túnel Con Mvto a 120 psi

Los datos de cámara húmeda obtenidos, realizando la aplicación a 120 psi nos muestran que las rosas asperjadas con el túnel de aspersión presentan una incidencia de *Botrytis* sp 14% menos con respecto a la inmersión, tanto en las flores traídas con y sin hidratación de cultivo, lo que indica que se garantizó una mayor penetración y humedecimiento no sólo superficial sino también lateral de las rosas estudiadas, tales diferencias no se habían logrado de una forma tan marcada y a favor de un tratamiento, a largo del estudio, por esta razón se da tanta relevancia a estos datos.

Cabe resaltar que, los niveles de incidencia son mucho más altos en esta prueba con respecto a las anteriores debido a los inconvenientes generados por fenómenos como el de la niña en los primeros meses del año, aumentando la presencia de hongo durante esta época. Dicha aclaración hace esta evaluación específicamente una base firme para la toma de decisiones vitales para el establecimiento del proyecto

Vida Florero – Presión de Aplicación 120 psi

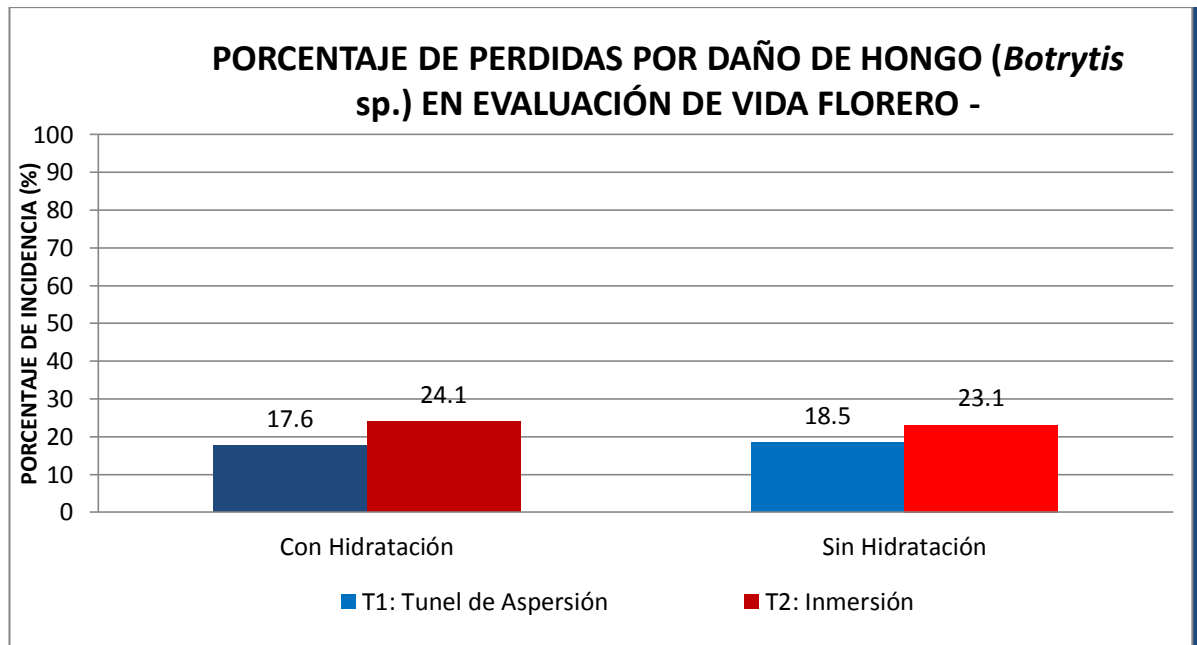


Figura 51. Perdidas Daño por Hongo en Vida Florero – Túnel con Mvto a 120 psi

Promedio de % CAUSA		
Etiquetas de fila	T1: Túnel de Aspersión	T2: Inmersión
Con Hidratación	17,59	24,1
Sin Hidratación	18,52	23,1

Tabla 21. Porcentaje de Pérdidas por Hongo en Vida Florero – Túnel Con Mvto a 120 psi

En los resultados de vida florero se observó que al igual que en cámara húmeda el túnel de aspersión presentó porcentajes del 7% y 5%, en flores hidratadas y sin hidratación respectivamente con respecto al testigo que es la inmersión. Confirmando que la mejor aplicación es la realizada a esta presión de trabajo.

Análisis de Resultados

En base a estos resultados se puede afirmar que la técnica del túnel de aspersión muestra una mayor fortaleza cuando se realiza con movimiento y a una presión de trabajo de 120 psi, arrojando resultados de incidencia de hongo, por debajo de los niveles manejados en la técnica de la inmersión que actualmente se realiza en todas fincas Elite.

Los datos obtenidos con estas últimas pruebas permiten tomar decisiones cruciales, que cambian totalmente la forma de aplicar agroquímicos en la compañía, haciendo este proceso mucho más eficiente, útil y ágil.

8. CONCLUSIONES

1. En base a la prueba desarrollada con los círculos de Cartón, se determinó que las posiciones ideales de las boquillas, para el funcionamiento del Túnel Sin Movimiento fueron las mostradas en la Tabla 7, obteniendo un cubrimiento del 100% en 12 de las 16 mallas, en vista de los resultados se programó una nueva prueba que permitiera determinar variables como escurrimiento lateral y en tallo con flor nacional y de esta manera tener un dato del cubrimiento total de la flor. En cuanto a las mallas que obtuvieron menor cubrimiento (Mallas 5, 11 y 12) corresponden a posiciones externas en el carro de transporte a las cuales se les hará un seguimiento en las pruebas posteriores para mejorarlas.
2. De acuerdo a los datos obtenidos en la prueba de escurrimiento en Tallos y Laterales de la flor (parte gruesa) se pudo determinar como resultado una longitud neta en centímetros promedio de 53,4 cm de tallo humedecido, en tallos con longitud promedio de 60 centímetros, durante esta prueba se pudo corroborar que el uso del Coadyuvante REDUX permite un mayor escurrimiento en la flor lo que garantiza un mayor porcentaje de superficie humedecida.
3. En base a los datos hallados en los aforos del Túnel de Aspersión se pudo determinar que el caudal aplicado a una presión de 40 psi era equivalente a casi 1/3 del caudal que es aplicado por malla usando la inmersión. Por tal motivo se hicieron todos los ajustes para garantizar una presión de trabajo de 120 psi en la salida de las boquillas, lo que aumentó el volumen aplicado por malla de 0,39 a 0,93 litros. Aumentando significativamente la eficiencia de aplicación del fungicida.
4. Se determinó que el funcionamiento del túnel de aspersión se debe realizar con movimiento y a una presión de 120 psi, puesto que brinda unas mejores condiciones de cubrimiento, garantizando el humedecimiento total de las flores que se asperjan por este medio, reduciendo significativamente las pérdidas por incidencia *Botrytis sp*, garantizando así que el producto final esté en buenas condiciones. Además se observó que las mallas ubicadas en posiciones externas lograron un mejor cubrimiento logrando 100% de humedecimiento en los tallos.
5. El Túnel de aspersión es una técnica viable y eficiente para la aplicación de fungicidas puesto que si se comparan los últimos datos obtenidos de Vida florero se puede observar que la incidencia de *Botrytis sp*. En los tallos se mantiene por debajo de la inmersión con un margen del 5 al 9% lo que hace a esta técnica viable para el manejo de pos cosecha realizado en la compañía.

9. RECOMENDACIONES

1. Para la garantizar una buena eficiencia de aplicación, la cual comprende penetración de follaje y humedecimiento del botón de rosa en su totalidad se sugiere, mantener las inclinaciones propuestas en estos ensayos para las boquillas.
2. Asegurar una hidratación mínima a las rosas en campo, para que puedan soportar el viaje sin hidratación hasta la zona de pos cosecha, ya que existen variedades muy susceptibles y con necesidades de hídricas mucho mayores.
3. El tiempo de espera de la flor en campo sin hidratar sea el menos posible, para que de esta manera se mantenga un equilibrio hídrico en la rosa y no se presenten problemas de deshidratación.
4. Mantener un buen embalaje de la flor en campo para garantizar un aplicación ideal en las rosas asperjadas, garantizado una distancia de Max 5cm desde el borde de la malla a la cabeza de la flor.
5. El periodo de tiempo de aspersión en el cual el túnel de estar accionado para el humedecimiento de un carro de 16 mallas es de 90 segundos, por tal razón se deben regular estos tiempos de manera exacta, garantizando una velocidad de 1,6 cm/seg.
6. Se sugiere hacer pruebas de eficacia para el producto que se escurre y queda como subproducto en la base del túnel de aspersión, para así poder generar un instructivo de reutilización, haciendo un uso mucho más eficiente, y generando menores costos económicos.

10. Bibliografía

- Agrios, G. N. (2005). *Fitopatología*. Mexico: Elsevier Academic Press.
- Arrieta, C. C. (18 de Agosto de 2012). Perdidas por Botrytis en el Empera The Elite Flower . (J. A. Calderón, Entrevistador)
- Chamorro, D., & Orellana H. (2009). *Caracterización de Poblaciones de Botrytis Cinerea resistentes a fungicidas en Rosas (Rosas sp.) en las provincias de Pichincha y Cotopaxi. Ecuador*. Pichincha.
- Finagro. (2008). <http://www.finagro.com.co>. Recuperado el 28 de Agosto de 2012, de http://www.finagro.com.co/html/i_portals/index.php?p_origin=internal&p_name=content&p_id=MI-267&p_options=
- Proexport. (23 de Mayo de 2012). <http://www.proexport.com.co>. Recuperado el 19 de Agosto de 2012, de <http://www.proexport.com.co/noticias/feria-de-flores-en-corea-del-sur-premio-colombia-por-tener-el-mejor-stand>
- Quinche, G. (2009). *Control de Botrytis y Mildiu Velloso en el cultivo de rosa mediante el uso de Trichoderma harzianun Rifai*. Ecuador.
- Sendoya, C. A., Bernal, L. S., & Cardona , C. (2011). *Evaluación Túnel de Aspersión*. Facatativá.
- Teejet. (2004). *Guia del Usuario de Boquillas de Pulverización*. Wheaton, Illinois, USA.