



**ESTUDIO DE LA NECESIDAD DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL DURANTE
LA ETAPA DE ENRAIZAMIENTO DEL CRISANTEMO VARIEDAD ATLANTIS
WHITE EN LA EMPRESA FLORES EL TRIGAL DEL MUNICIPIO DE RIONEGRO
(Ant)**

**Edwin Fernando Martínez
Sandra Liliana Giraldo Castaño**

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
CEAD Medellín
Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente
Programa agronomía
Rionegro – Antioquia
2017

**ESTUDIO DE LA NECESIDAD DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL DURANTE
LA ETAPA DE ENRAIZAMIENTO DEL CRISANTEMO VARIEDAD ATLANTIS
WHITE EN LA EMPRESA FLORES EL TRIGAL DEL MUNICIPIO DE RIONEGRO
(Ant)**

**Edwin Fernando Martínez
Sandra Liliana Giraldo**

Asesor:
Diego Hernández

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
CEAD Medellín
Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente
Programa agronomía
Rionegro – Antioquia
2017

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Rionegro, diciembre 20 de 2017

AGRADECIMIENTO

A la vida que nos brinda la oportunidad de levantarnos y luchar por alcanzar nuestros sueños a diario, a nuestras familias por su apoyo incondicional en todos los proyectos que iniciamos, por estar para nosotros a pesar de las adversidades, a la empresa Flores el Trigo SAS por permitirnos el espacio para realizar este trabajo y brindar todos los recursos necesarios, a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia; en último término, nuestro profesor y asesor Diego Hernández por su compañía y ayuda en la realización de este proyecto.

Contenido

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 12 |
| 3.1 OBJETIVOS | 17 |
| 3.1 GENERAL..... | 17 |
| 3.2 ESPECÍFICOS | 17 |
| 4 MARCO TEÓRICO | 18 |
| 4.1 CONTEXTO GENERAL | 18 |
| 4.2 PRODUCCIÓN DE CRISANTEMOS | 20 |
| 4.3 KILOVATIOS AHORRADOS | 26 |
| 4.4 COSTO DE LA ENERGÍA AHORRADA | 27 |
| 4.5 TONELADAS DE CARBÓN | 27 |
| 5. METODOLOGÍA | 29 |
| 5.1 ENFOQUE Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN..... | 29 |
| 5.2 MÉTODO DE ANÁLISIS | 30 |
| 5.3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN..... | 30 |
| 5.3.1 Metodología para cosecha de esquejes, siembra y transporte a la zona de enraizamiento..... | 31 |
| 5.3.2 Selección de la muestra para análisis, transporte y siembra en bloques | 33 |
| 5.3.3 Metodología para la medición y sistematización de los resultados | 37 |
| 6. RESULTADOS | 42 |
| 6.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA..... | 42 |
| 6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS..... | 61 |
| 6.3 CRITERIOS DE MEDICIÓN | 62 |
| 6.3.1 Altura | 63 |

| | |
|--|-----------|
| 6.3.2 <i>Espesor</i> | 67 |
| 6.3.3 <i>Puntos florales</i> | 69 |
| 6.3 KW VS CANTIDAD DE AGUA..... | 70 |
| 6.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 71 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA | 73 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Fechas de siembra y ubicación de las muestras en campo | 36 |
| Tabla 2 Planilla de medida de longitud del esqueje al salir de confinamiento | 40 |
| Tabla 3 Planilla medición de longitud y espesor del tallo en semana 2, 4 y 6 de siembra en campo..... | 40 |
| Tabla 4 Planilla de medición de longitud, espeso de tallo y puntos florales en el momento del corte | 41 |
| Tabla 5 Altura de los esquejes al salir de confinamiento | 42 |
| Tabla 6 estadística descriptiva: | 42 |
| Tabla 7 Longitud semana 0..... | 43 |
| Tabla 8 Estadística descriptiva de la longitud en semana cero: | 43 |
| Tabla 9 Longitud en semana 2 | 44 |
| Tabla 10 Prueba de Turkey..... | 45 |
| Tabla 11 Longitud semana 2 | 46 |
| Tabla 12 Estadística descriptiva de longitud en semana 4: | 47 |
| Tabla 13 Prueba de Tukey. | 47 |
| Tabla 14 Longitud en semana 6 | 49 |
| Tabla 15 Estadística descriptiva..... | 49 |
| Tabla 16 Prueba de Tukey. | 49 |
| Tabla 17 Diámetro de las plantas..... | 51 |
| Tabla 18 Estadística descriptiva longitud semana 9..... | 52 |
| Tabla 19 Diámetro semana 2..... | 53 |
| Tabla 20 Estadística descriptiva:..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Tabla 21 Diámetro semana 4..... | 54 |
| Tabla 22 Estadística descriptiva..... | 55 |
| Tabla 23 Diámetro semana 6..... | 55 |
| Tabla 24 Estadística descriptiva..... | 56 |
| Tabla 25 Diámetro semana 9..... | 57 |
| Tabla 26 Estadística descriptiva..... | 57 |
| Tabla 27 Diseño hidroeléctrico para producir 100kW | 70 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Diagrama de caja longitud semana 0 | 43 |
| Figura 2 Diagrama de longitud semana 2..... | 44 |
| Figura 3 Diagrama de caja longitud semana 4 | 46 |
| Figura 4 Diagrama de caja longitud semana 6 | 48 |
| Figura 5 Diagrama de caja longitud semana 9 | 51 |
| Figura 6 Diagrama de caja diámetro semana 2 | 52 |
| Figura 7 Diagrama de caja Diámetro semana 4 | 54 |
| Figura 8 Diagrama de caja Diámetro semana 6 | 55 |
| Figura 9 Diagrama de caja diámetro semana 9 | 57 |
| Figura 10 Diámetro de caja puntos florales semana 9..... | 58 |
| Figura 11 Medida promedio del esqueje al salir de confinamiento | 59 |
| Figura 12 Longitud promedio de la flor al momento del corte | 59 |
| Figura 13 Espesor promedio del tallo en el corte | 60 |
| Figura 14 Puntos promedio florales en el corte..... | 61 |
| Figura 15 Longitud promedio de la réplica 1 | 63 |
| Figura 16 Longitud promedio de la réplica 2 | 64 |
| Figura 17 Longitud promedio de la réplica 3 | 64 |
| Figura 18 Longitud promedio de los tallos en semana 4 de siembra en campo..... | 66 |
| Figura 19 Longitud promedio de los tallos en semana 6 de siembra en campo..... | 66 |
| Figura 20 Longitud promedio de la flor en el corte | 67 |
| Figura 21 Espesor del tallo promedio de la réplica 1 | 68 |
| Figura 22 Espesor del tallo promedio de la réplica 2 | 68 |
| Figura 23 Espesor del tallo promedio de la réplica 3 | 69 |
| Figura 24 Promedio de los puntos florales | 70 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1 Aplicación de ácido Indolbutírico a esquejes de crisantemo variedad Atlantis White | 32 |
| Ilustración 2 Siembra de esquejes en bandejas | 32 |
| Ilustración 3 Riego de esquejes en zona de enraizamiento. | 33 |
| Ilustración 4 Marcación y seguimiento de la muestra de crisantemo variedad Atlantis White junto con bandejas de Snapdragon | 34 |
| Ilustración 5 Transporte de bandejas de Atlantis White de la zona de enraizamiento | 34 |
| Ilustración 6 Proceso de siembra en campo crisantemo variedad Atlantis White..... | 35 |
| Ilustración 7 Medición de longitud de tallos durante la semana 2 crisantemo variedad Atlantis White..... | 38 |
| Ilustración 8 Medición de longitud de tallos durante la semana 9 crisantemo variedad Atlantis White..... | 38 |
| Ilustración 9 Uniformidad de los tallos en semana 4 | 65 |
| Ilustración 10 Uniformidad de los tallos en la semana 7 | 65 |
| Ilustración 11 Uniformidad de la cama en el pre corte | 65 |

1. Introducción

Los cultivos de crisantemos se han incrementado significativamente en las últimas décadas en el oriente Antioqueño; gracias a esta nueva alternativa en la producción agrícola, se han generado muchos empleos en la zona mejorando así la calidad de vida de muchas personas; este tipo de explotación requiere iluminación en las horas de la noche, ya que proviene de Asia (China y Japón) y se debe simular días largos por medio de iluminación artificial.

En el oriente Antioqueño se empezó a sembrar esta especie desde hace unos 50 años influenciado por los cultivos existentes en la sabana de Bogotá, inicialmente no se contaba con los conocimientos suficientes sobre el manejo agronómico de la flor, lo cual hizo que los productores incurrieran en costos innecesarios, después de un tiempo, se incrementó el número de productores en la zona lo que obligaba a las empresas a competir entre ellas con la calidad y precio, fue entonces cuando buscaron métodos para bajar el costo de producción, pero sin desmejorar la calidad.

Uno de los factores más representativos en el costo es la energía eléctrica, esto ha generado que se investiguen métodos o formas para bajar su consumo. Al día de hoy, son notorios los adelantos en cuanto al costo energético, pero todavía se puede mejorar en este aspecto.

Este proyecto consiste en estudiar la necesidad de la luz en horas de la noche del esqueje del crisantemo en la etapa de enraizamiento. En el sector floricultor de la zona se opta por iluminar el esqueje en este lapso de tiempo y con este estudio se pretende comprobar y demostrar que no lo requiere, estudiando el comportamiento de las plantas cuando son sometidas a la ausencia de iluminación nocturna durante las primeras 7 noches de proceso de enraizamiento. Para este fin se realiza un seguimiento detallado de las variables más importantes ligadas tanto a la luz como la longitud, espesor y número de puntos florales

2. Planteamiento del Problema

Varias fueron las circunstancias económicas, políticas, sociales y de cambios en el modelo productivo a nivel internacional y local para que se diera el apogeo del sector floricultor tal como lo conocemos ahora; a partir de estas, en el contexto nacional y del oriente antioqueño la producción de crisantemos se instaló como uno de los renglones más importantes en la economía, a saber:

Iniciaron en Colombia en los primeros años de la década de los 70`s y es ahora uno de sus principales productos para la exportación. Ventajas climáticas comparativas, unidas a iniciales estímulos económicos oficiales fueron el impulso gestor de la floricultura local, que posteriormente, recibió respaldo gremial para afrontar dificultades surgidas de normatividades disímiles en materia comercial y ambiental. En el momento, con cerca de 5.000 hectáreas cultivadas bajo cubierta, y 125.000 empleos entre directos e indirectos, la actividad florícola se convierte en el segundo rubro de exportaciones agrícolas del país (Marín, Manual del Crisantemo (Notas Agronómicas), 1999, pág. 1).

Colombia ocupa el segundo puesto a nivel mundial después de Holanda como país exportador de flores de corte, principalmente flor tradicional (rosa, clavel, crisantemo). Sin embargo, la oferta ambiental y las oportunidades de mercado han generado un incremento en áreas diversificadas con otros productos donde se destacan las flores tropicales verdes de corte o follajes por lo que el renglón florícola seguirá siendo uno de los más importantes en la economía del país y con tendencia al desarrollo, requiriendo por lo tanto profesionales especializados y capacitados en esta área específica de producción y manejo de cultivos. (Durán, Davis Roger, Curso de floricultura, pág. 4)

En el contexto del oriente antioqueño la agroindustria para la producción de flores encuentra su desarrollo durante la década de 1980 y a través de la construcción de una compleja red de transporte que incluía el aeropuerto José María Córdova y la autopista Medellín-Bogotá se

dieron las condiciones para su asentamiento, entre ellas un notable impulso al mercado exportador, además, las posibilidades de movilización de mano de obra e insumos; por lo anterior, municipios como Rionegro se acogieron a un sistema de exención de impuestos a industrias que aunados a la abundancia de recursos naturales—especialmente agua y suelo— se convirtieron en las principales motivaciones para el asentamiento del sector industrial y posteriormente la agroindustria (Restrepo, 1970, pág. 32) .

En la actualidad:

La distribución territorial de los cultivos de flores se presenta en dos espacios de aglomeración para la producción: La Sabana de Bogotá y el Oriente Antioqueño fundamentalmente. En la Sabana de Bogotá se producen rosas y claveles, mientras en el Oriente Antioqueño, se cultivan crisantemos y pompones (...) las migraciones de capital de la industria manufacturera fueron otro elemento impulsor del sector en el país (Quirós, 1998, págs. 63-65).

La introducción del crisantemo en Estados Unidos, se cree, pudo haber sido poco después de su establecimiento en Inglaterra, a finales del siglo XVIII. Pero fue la sociedad hortícola de Massachusetts, conformada en 1829, la que hizo crecer el interés por el cultivo de esta flor. No fue hasta después de la mitad de la pasada centuria que empezó a ser mirada como una planta de invernadero. Antes de lo cual fue solamente cultivada como flor de jardín, en regiones donde el otoño fue favorable para su desarrollo (Marín, Manual del Crisantemo (Notas Agronómicas), 1999, pág. 4 y 5.

En el contexto histórico abordado hasta ahora aparecen una serie de grandes productores de flores en el municipio de Rionegro, este sector se ha convertido en uno de los que mayores rentabilidades generan en la actualidad teniendo en cuenta los elevados precios del dólar frente al peso colombiano y la política exportadora del país; en todo el oriente antioqueño se han extendido las redes comerciales y de producción de flores, especialmente crisantemo y hortensias.

El cultivo de crisantemo se ha extendido en las últimas décadas de forma dramática en la región extendiéndose incluso por fuera del denominado altiplano del Oriente antioqueño hacia los municipios cercanos; los cultivos de flores generan enormes presiones ambientales por la utilización de agroquímicos, la demanda de agua, energía eléctrica y suelo requerido para su producción; si bien los procesos productivos se han depurado enormemente en las últimas décadas haciéndolos más tendientes hacia la sostenibilidad ambiental, aún existen elementos que se pueden mejorar para que uno de los sectores económicos de mayor importancia en la región se encuentre acorde con las demandas ambientales de la actualidad.

De acuerdo a lo anterior, tanto la academia, las empresas productoras de flores, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y los gobiernos locales deben contribuir en iniciativas de investigación e intervención que disminuyan la necesidad de recursos utilizados en los cultivos de flores, favoreciendo la oferta ambiental regional y las posibilidades de ascenso de un sector en el que se ocupa una buena parte de la población local y que dinamiza otros sectores económicos locales que se verían favorecidos por su crecimiento. Es así como surge la principal preocupación de este estudio, a saber, como una reocupación por ubicar medidas posibles de reducir los impactos de la producción de crisantemos a gran y mediana escala sobre la oferta ambiental que se ha visto ampliamente deteriorada por el crecimiento económico desmedido, los procesos de urbanización y crecimiento poblacional.

Los cultivos de crisantemo se comportan de forma diferente y se adaptan a condiciones específicas de temperatura y de duración del día. Según su respuesta particular a temperatura y fotoperiodo, se clasifican en:

- Crisantemos que responden a la temperatura: De floración temprana, termo positivo, termo negativo, y termo ceros.
- Crisantemos de todo el año: Responden al fotoperiodo, concretamente a días cortos y en menor medida a las temperaturas. Manipulando la longitud del día, pueden obtenerse flores en cualquier época del año. (Durán, Davis Roger, Curso de floricultura, pág. 153 y 154)

En algunas lecturas realizadas durante los ejercicios de clase y la experiencia de los autores de esta investigación se nota una tendencia en la forma de producción de crisantemos que indica que la reducción de los periodos de exposición a la luz eléctrica durante su primera semana no tiene afectaciones en la calidad de la flor para su corte y el cumplimiento de los estándares de calidad sugeridos para su exportación.

Por otro lado, existen mitos en el sector floricultor acerca de la necesidad lumínica de estas plantas, no existe mucha claridad sobre el tiempo mínimo de iluminación nocturna que cada variedad tiene que recibir para cumplir con los parámetros de calidad, tampoco se conoce con certeza a que intensidad lumínica la planta altera su funcionamiento fisiológico.

De acuerdo con el planteamiento anterior, se realizó el desarrollo de una prueba estadística que compara dos muestras de crisantemos cuya única diferencia es la exposición a periodos de luz nocturna durante la primera semana de su etapa de enraizamiento. El proyecto fue realizado en la empresa Flores El Trigal S.A, situada en el municipio de Rionegro, departamento de Antioquia - Colombia, ubicado en las coordenadas $6^{\circ} 9' 12''$ N, $75^{\circ} 22' 27''$ W y a una altitud de 2090 msnm.

En último término, tiene como surgimiento un episodio anecdótico que vino a completar las preocupaciones anteriormente descritas y decantó el ejercicio investigativo:

Después de una falla en la alimentación eléctrica en la zona de enraizamiento de esquejes por consecuencia de un corto eléctrico que dejó por varias noches sin iluminación este bloque. Se notó que se presentaron alteraciones muy marcadas en ciertos grupos de plantas, y por otro, la mayoría no tuvo ninguna alteración. De acuerdo a observaciones muy preliminares se notaron plantas muy pequeñas con inducción floral, y formaciones compuestas en los pedúnculos de algunos tallos (lo cual los descarta por mala calidad). También se notaron plantas sin ningún problema relacionado a la iluminación, pero que igualmente habían estado en la zona donde no existió iluminación; a partir de esta prueba empírica surgió el problema central de esta investigación.

3.1 Objetivos

3.1 General

Analizar los efectos de la ausencia de iluminación en la primera semana de enraizamiento de tres muestras de crisantemo variedad Atlantis White en el cultivo flores el Trigo durante el primer semestre de 2016 a fin de cuantificar y reducir costos de producción asociados a la energía eléctrica.

3.2 Específicos

- Realizar seguimiento del desarrollo de las plantas desde la siembra hasta el corte.
- Comparar el desarrollo en cuanto a longitud, espesor del tallo y puntos florales de las plantas que recibieron iluminación en la primera semana de enraizamiento y a aquellas que no.
- Establecer la cantidad de kilovatios que se dejarían de consumir si se iluminaran los esquejes de la variedad Atlantis White en su etapa de enraizamiento.
- Determinar el costo de los kilovatios ahorrados.
- Calcular cuantas toneladas de carbón dejarían de contaminar el medio ambiente si se llevan a cabo los ahorros de kilovatios planteados en la evaluación.

4 Marco Teórico

4.1 Contexto general

El crisantemo, *Dendranthema grandiflora*, es originario de la China continental y su flor es el emblema nacional del Japón. La flor ha sido cultivada por los chinos desde hace más de 2.000 años y el primer registro escrito del hecho lo hizo Confucio en 500 a.c.

El primer vivero para el cultivo de esta flor lo estableció en Versalles el inglés John Salter en 1838. Obtuvo y propagó una muy completa colección de variedades, entre las que sobresalieron Anne Salter, Marie, King of Crimson y Queen of England.

Los cultivos de crisantemo iniciaron en Colombia en los primeros años de la década de los 70's y es ahora uno de sus principales productos para la exportación. Ventajas climáticas comparativas, unidas a iniciales estímulos económicos oficiales fueron el impulso gestor de la floricultura local, que posteriormente recibió respaldo gremial para afrontar dificultades surgidas de normatividades disímiles en materia comercial y ambiental... (Marín, Manual del Crisantemo (Notas Agronómicas), 1999, pág. 1).

En el ámbito internacional el sector floricultor ha sido motivador de una vasta producción académica que se ha concentrado en la transformación de las prácticas de cultivo para responder a las demandas de sostenibilidad ambiental sustentadas en los acuerdos internacionales y sus expresiones locales, además, los efectos sociales, el trabajo y la seguridad alimentaria; esta nueva tendencia se suma al desarrollo de otras variedades y técnicas de cultivo que buscan reducir los costos, los impactos ambientales y sociales en los territorios que se asienta la producción masificada de flores para los mercados de exportación.

En el contexto colombiano el estudio de la producción de flores ha estado en el centro de las discusiones académicas y de los desarrollos teóricos y empíricos al menos durante las últimas

tres décadas; a través de estos acercamientos, se ha establecido una tradición académica promoviendo la creación de facultades de agronomía y grupos de investigación universitarios dejando como resultado una enorme producción investigativa que ha pasado por temas como necesidades de infraestructura, requerimientos de los suelos, plagas y enfermedades; en la actualidad los principales desarrollos se enmarcan en el mejoramiento constante de los procesos productivos en términos de los impactos ambientales del sector y como mitigarlos, el sector exportación, los impactos en el PIB¹, las economías locales y las relaciones laborales que imperan dentro de las empresas que realizan producción, empaque, distribución y transporte de flores.

La posición geográfica, las condiciones climáticas y la luminosidad forman parte de las principales características que debe poseer una región o país para cultivar flores, además de considerar ciertos requerimientos para cumplir con las exigencias del producto en el mercado internacional. Por tanto, es indispensable contar con un adecuado proceso productivo que cumpla con los estándares de calidad internacionales -un ejemplo de ello son los invernaderos, lugar donde se controla la iluminación, la temperatura, el riego y las plagas-. Adicionalmente, se debe tener en cuenta la disponibilidad de suelos y su preparación, utilizando fertilizantes, abonos, semillas, agua, entre otros elementos esenciales para el cultivo. (Revista digital Mundo Asia Pacífico, Vol.3 Número 5 Julio - diciembre 2014, Pág. 54)

En el país la investigación del sector floricultor no ha sido exclusiva de las academias, a saber, las empresas productoras y agremiaciones han hecho desarrollos que se han visto reflejados en las formas de hacer y prácticas productivas respondiendo a las premisas de sostenibilidad ambiental; a través de ASOCOLFLORES y otras organizaciones se realizan una serie de eventos, desarrollo de programas de asesorías técnicas y otras formas de difusión que pretenden optimizar la producción de flores; estas investigaciones y programas se han hecho en alianzas con los gobiernos nacional y los departamentales.

¹ Producto Interno Bruto: refiere la totalidad de bienes y servicios producidos por un país durante un tiempo determinado, incluye la producción de extranjeros en el país.

A nivel local se realiza seguimiento y experimentación que aporta a la construcción de conocimiento del sector, sin embargo, presenta problemas para su difusión teniendo un impacto a nivel micro, desaprovechando los desarrollos que las pequeñas empresas realizan; además de lo anterior, han irrumpido en el mercado local una serie de empresas que se encuentran por fuera del marco de la producción masiva y se orientan a la investigación genética, especializándose en las diferentes etapas de desarrollo de las plantas demostrando las formas de reducir la necesidad de recursos.

4.2 Producción de crisantemos

En las condiciones de La Ceja (Antioquía), Colombia, a unos 6 grados de latitud norte, el comportamiento anual de la longitud natural del día varía gradualmente. La longitud del día considerada hasta que la intensidad lumínica solar sea de 15 foot - candel, como se puede apreciar, oscila entre 11 y 1/2 horas (diciembre 21: solsticio de invierno) y 12 Y 1/2 horas junio 21 solsticio de verano). Bajo tales condiciones, para producir el efecto e día largo es necesario prolongar, artificialmente, la luz de día entre 2 y 3 horas, según el faltante para alcanzar el Foto período Crítico de Inducción (FCI). Este complemento debe ser suministrado en la mitad del periodo oscuro, y sin que este último exceda las 5 horas continuas. La razón de ello es que, según la investigación más reciente, el crisantemo es una planta que florece bajo noches largas. Una noche larga para esta planta es la que tiene 9 y 1/2 horas o más, con una intensidad lumínica inferior a 2 foot - candel. Sin embargo, hay variedades que florecen con períodos de oscuridad de 5 y 6 horas. (Fotoperiodo crítico en crisantemos, Mario Arango Marín, Pág. 4, 1991)

A pesar de la importancia económica y social de la producción del crisantemo en el país y concretamente en el oriente antioqueño, la literatura académica se reduce notablemente en este tema, a saber, la existente se concentra en tres temas:

En primera instancia, trata la producción de la flor en cuanto a su relevancia económica, áreas sembradas y otros elementos inherentes a la economía como el empleo y elementos históricos de relevancia como la llegada de la variedad al país y los procesos que llevaron a su producción en

masa, también, los principales mercados a los que se dirige la producción, los estándares para la exportación y la participación en el PIB nacional y regional.

En segunda instancia, proliferan estudios asociadas a la siembra y labores posteriores como el control de plagas y enfermedades, corte y empaque, pocos de ellos analizan el tema de la influencia de la utilización de energía eléctrica para la producción o hacen referencias globales que no ubican su incidencia durante alguna etapa en particular; además de lo anterior, se referencian elementos como el transporte, métodos de siembra adecuados y seguimiento del crecimiento de la planta para cumplir los estándares de calidad para exportación.

En último término, se encuentran varias investigaciones sobre las labores de propagación y plantas madre; aparecen con especial énfasis estudios en materia de mejoramientos genéticos y tratamiento de sustratos para la siembra de esquejes; en los estudios recopilados no se encuentran lecturas específicas de los efectos de la presencia de luz en las etapas de enraizamiento.

Como se puede notar en el resumen anterior, en la producción académica no existen muchos estudios que traten el tema de la influencia de los fotoperiodos durante las primeras etapas del desarrollo del crisantemo en cuanto a sus costos o los efectos que tiene en las plantas durante esta etapa; esto acarrea dificultades en la elaboración de un marco referencial para este estudio. Todos los estudios que se referencian tienen como punto en común anotar los costos que acarrea la iluminación de los crisantemos e intentan establecer métodos que optimicen este recurso a fin de reducir costos a nivel empresarial y ambiental.

El panorama anterior se presenta a pesar de que se calcula que el 14% de los costos de producción del crisantemo en cualquiera de sus variedades está asociado a la utilización de luz complementaria para su floración (Toro & Londoño, 2005, pág. 1).

A continuación, se hará referencia a algunos estudios que analizan aspectos asociados a la necesidad de iluminación en la producción del crisantemo cuyos resultados pueden servir como referencia para los análisis, es de aclarar que ninguno tiene como centro el enraizamiento, como lo hace esta investigación, sino otras etapas de desarrollo de la planta.

Uno de los primeros acercamientos lo realizan Ávila y Pereyra en su estudio sobre las plantas madre en la producción de crisantemo, algunos de los elementos más relevantes de su estudio indican que el cultivo de plantas madres de forma adecuada acarrea varias dificultades, entre ellas asegurar esquejes de calidad guardando su rentabilidad, la producción de plantas madres muchas veces es delegada a empresas externas lo que tiene como efecto un aumento acelerado de los costos y una reducción mayúscula de la rentabilidad (Ávila & Pereira, -, pág. 1).

Los elementos anteriores tienen varios efectos, entre los principales se encuentra que:

El envejecimiento fisiológico de los clones, que se manifiesta en una disminución en la producción de esquejes y en la pérdida de sensibilidad al fotoperiodo. Esto último ocasiona que el cultivo proveniente de clones envejecidos florezca en condiciones no inductoras de día largo, con la consecuente pérdida de calidad de la producción de flores (Ávila & Pereira, -, pág. 2).

El estudio referenciado anteriormente permite establecer varias conclusiones, en primera instancia el cultivo de plantas madre tiene una influencia directa sobre la etapa de enraizamiento y demuestra la necesidad del fotoperiodo en diferentes etapas para su adecuado desarrollo; los apropiados procesos de manejo de plantas madre aseguran la optimización de la aplicación de fotoperiodos a las plantas.

Por otro lado, en Holanda, un productor de crisantemos llamado Jan de Jong, investigó alteraciones en plantas, y diferencias importantes en la calidad final de los tallos cuando se produce bajo condiciones de baja luminosidad.

En este estudio, disminuyeron la luminosidad, simplemente reduciendo el número de bombillos por unidad de área. Pasaron de 35 watts por metro cuadrado a 16 watts por metro cuadrado en una de las réplicas, y a 5 watts por metro cuadrado en otra réplica.

Los resultados finales tuvieron un impacto negativo muy importante en términos de calidad, ya que, al reducir la luminosidad, bajó la cantidad de puntos florales, y se aumentó el ciclo del cultivo (hubo un retraso en la floración).

Lo importante para rescatar de este trabajo, es la necesidad de la reducción de los costos de producción, y como no se obtuvo un resultado alentador, cobra mucha importancia la reducción que se puede obtener bajo el procedimiento que ejecutamos nosotros con nuestro proyecto de investigación, ya que, bajo nuestro esquema, no existen diferencias significativas en la calidad final de los tallos. (Jong, de J. 1986)

Otro acercamiento a la relación de la productividad del crisantemo asociada a la exposición a fotoperiodos lo realiza el ingeniero agrónomo Mario Arango, en su estudio sobre productividad en la floricultura de plantas ornamentales manifiesta que:

El crisantemo (...) es una planta de fotoperiodo corto; es decir, florece cuando la longitud del día es inferior a una determinada cantidad límite, a saber, 14.5 horas. Que su fotoperiodo crítico inductivo (Fácil) y 13.5 horas para que el desarrollo de la floración (FCD) se produzca normalmente. Para esta planta, pues un día corto es el que tiene menos de las mencionadas longitudes críticas y un día largo, el que las iguala o excede. Esto significa que para mantener su condición vegetativa el crisantemo requiere un FCI cuando menos de 14,5 horas Para su desarrollo floral (Marín, Floricultura y Productividad, 1997, pág. 13).

Los acercamientos de Arango demuestran la necesidad de la aplicación de fotoperiodos amplios al crisantemo en sus diferentes etapas, no realiza ninguna referencia específica al momento del enraizamiento, sin embargo, manifiesta que en algunas etapas pueden tener fotoperiodos cíclicos -sin iluminación constante- (Marín, Floricultura y Productividad, 1997, pág. 15); este estudio fue realizado en el municipio de La Ceja en condiciones de altura, temperatura, humedad y otros similares al del municipio de Rionegro en el que se realizó la investigación actual; el estudio de Arango otorga elementos de importancia para el análisis de las muestras objeto de estudio.

En estudios de corte más reciente encontramos el realizado por Dubián García, en el realiza un recorrido por varios autores que han realizado investigación sobre crisantemos, dentro de sus principales ideas destaca, citando a otros autores, que:

Los crisantemos tienen dos fases de desarrollo: la vegetativa (formación de hojas) y la reproductiva (floración). En la fase de desarrollo vegetativo es recomendable someter a la planta a largos periodos de luz (mayor a 14.5 h) para favorecer el crecimiento de los tallos (García, 2016, pág. 33);

García realiza un acercamiento al tema teniendo en cuenta los desarrollos de Machin & Scopes (1978) y Post (1948) quienes han reportado que el crisantemo se rige por dos fotoperiodos críticos, uno de 14.5 h, el cual es necesario para evitar inducción de yemas florales y otro menor o igual a 13.5 h, el cual es requerido para un buen desarrollo de la yema floral (García, 2016, pág. 33).

Como se menciona en la cita anterior, el uso de la luz en el crisantemo se utiliza para reducir la proliferación de yemas forales que afecten la producción, de acuerdo con Chica y Correa: Las adiciones lumínicas nocturnas usadas actualmente en el trópico para ampliar el fotoperiodo se derivan de las aplicadas en la zona templada; sin que se haya desarrollado un modelo de manejo de la luz a partir de las condiciones particulares del trópico. De optimizarse su uso, el sector florícola colombiano se vería notablemente favorecido, al disminuirse los costos de producción por concepto del suministro de energía lumínica nocturna (Toro & Londoño, 2005, pág. 9). El anterior estudio da un panorama general del tratamiento de luz en el crisantemo y su importancia en la productividad, sin embargo, abre las posibilidades de aplicación de métodos de ahorro para su producción, elemento de vital importancia en este estudio.

Otra posibilidad que se encuentra desde la literatura sobre la producción de crisantemos para la reducción de los costos de producción asociados a la luz es la utilización de diferentes métodos para la iluminación de los tallos; De acuerdo con Gálvez Muñoz, el uso de lámparas fluorescentes implica un mayor ahorro, además, producen luz principalmente azul y roja, son adecuadas para el crecimiento, de vástagos y enraizar esquejes y en general para las primeras etapas, de acuerdo con el autor:

“Se recomiendan especialmente durante las primeras etapas de las plantas, son económicas, tienen elevado rendimiento luminoso y no emiten demasiado calor. El principal problema es que ocupan mucho espacio” (Muñoz, 2012, pág. 26).

Los elementos anteriormente descritos tienen como punto en común referenciar la necesidad de luz en el crisantemo, sin embargo, dejan la puerta abierta para estudios y análisis que intenten optimizar procesos durante este periodo, mejorando la producción en términos de costos y acarreado un mejoramiento de las condiciones ambientales de producción de la flor.

Por otro lado, en la misma revista (*Scientia Horticulturae*) en su publicación del 01 de octubre del 2009. A través de su autor Matthew G. Blanchard y Erik S. Runkle, personas del Department of Horticulture, Michigan State University, East Lansing, MI 48824-1325, USA. Nos muestra un tratamiento donde se parte de esquejes de crisantemo sembrados en bandejas con un sustrato para el proceso de enraizamiento.

Desde el proceso de la siembra de estos esquejes, se le ilumina el cultivo hasta obtener 16 horas de luminosidad a través de lámparas.

En nuestra evaluación se siembran de igual manera esquejes de crisantemo y se alarga el día hasta obtener 17 horas de luminosidad aproximadamente.

11, 13, y 17 días después se trasplantan estos esquejes a macetas con sustrato para facilitar las evaluaciones, y se iluminan nuevamente 16 h/día

En nuestra evaluación, a los 14 días de la siembra de los esquejes se realiza el trasplante en campo donde se ilumina el cultivo durante 14 noches más.

Dada la similitud de los tratamientos, podemos identificar que, a pesar de las enormes distancias geográficas y los cambios latitudinales tan grandes, los esquemas de trabajo para la producción de crisantemos son muy parecidos. (Se siembran esquejes de crisantemo en bandejas con sustrato, se enraízan en aproximadamente 14 días, se trasplantan y reciben iluminación artificial a través de lámparas alargando el día hasta 17 horas aproximadamente)

También identificamos con trabajos como estos que en EEUU iluminan los esquejes de crisantemos desde el primer día de la siembra, Como lo hacen aquí en Colombia, y como lo hacen seguramente en casi todo el mundo. Lo cual no motiva aún más a seguir trabajando en estas investigaciones, ya que podemos tener un impacto sobre la producción de crisantemos a

nivel mundial. Y dado que el impacto es en ahorro energético, se convierte en muy atractivo para todos los productores, y para el medio ambiente.

4.3 Kilovatios ahorrados

El ahorro de energía se calcula con la cantidad de bombillos por unidad de área, y los vatios de potencia de cada bombillo. Lo que se hace actualmente en los cultivos de crisantemo es enraizar los esquejes en bandejas con sustrato, y confinarlos para haya un mejor aprovechamiento del espacio y facilitar las condiciones de humedad y temperatura en esta área.

David Roger Durán en su libro Curso de floricultura en la página 156, sugiere para bombillos de 100 watts una distancia de 1.8 entre ellos, y 1.3 metros de altura por encima de las plantas.

Las distancias sugeridas por el autor en mención, son similares a las distancias empleadas en flores el trival, ya que los bombillos se encuentran instalados a 1.7 metros de altura y 1.75 metros entre ellos.

A continuación, se describirá brevemente la metodología utilizada para la iluminación de las plantas en su etapa de enraizamiento.

Los espacios en los cultivos están generalmente determinados por rectángulos de 7 metros de ancho X 32 metros de largo (llamadas naves). En Flores el trival, y en la gran mayoría de cultivos, en cada uno de estos rectángulos se instalan 3 líneas de bombillos, cada una con 12 bombillos aproximadamente. De esta manera 36 bombillos iluminan 224 metros cuadrados. Lo que nos daría una cantidad de 1607 bombillos por hectárea.

El tiempo promedio para el enraizamiento de esquejes es de 14 días y lo que planteamos en la investigación es que no se requiere iluminación nocturna en los primeros siete días. Por lo tanto, se necesitaría la mitad del área iluminada, o sea media hectárea (803 bombillos).

Flores el trigal cuenta aproximadamente con una hectárea en su zona de enraizamiento, por consiguiente, los cálculos del ahorro de energía se realizaron con 803 bombillos que son los que se podrían apagar en caso de que la evaluación que se está realizando no impacte negativamente sobre la calidad de las flores al final de la evaluación.

Los bombillos usados son de 27 watts (fluorescentes) y 150 watts (incandescentes)

El tiempo de iluminación nocturna es de 6 horas. Desde las 21:00 hasta las 03:00 con iluminación continua.

El consumo por noche de los 803 bombillos de 27 watts durante seis horas es de 130.086 Kw/h (para los bombillos fluorescentes) y de 722.7 Kw/h (para los bombillos incandescentes)

Lo que significa 47.481 kw/h/año (fluorescentes) Y 263.785 kw/h/año (Incandescentes)

4.4 Costo de la energía ahorrada

El precio del kw/h según la factura de energía de septiembre de 2016 para flores el trigal está en: \$321 Kw/h

Por lo anterior, el dinero ahorrado en energía al año es:

$47481 \text{ kw/h/año} \times \$321 = \$15'241.401 / \text{año}$ (fluorescente)

$263785 \text{ kw/h/año} \times \$321 = \$84'674.985 / \text{año}$ (incandescente)

Lo que daría como resultado un ahorro de \$ 15'241.401 de pesos al año si se trabaja con bombillos fluorescentes y de \$ 84'674.985 si se trabaja con bombillos incandescentes.

4.5 Toneladas de carbón

La tonelada de carbón (tec) es una unidad de medición de energía. Equivale a la energía que hay en una tonelada de carbón y, como puede variar según la composición de este, se ha tomado un valor convencional de: 29 300 000 000 julios o 8138,90 kw/h.

En el caso de la bombillería fluorescente el impacto negativo medioambiental que se dejaría de ocasionar equivaldría al que se generaría quemando 5.83 toneladas de carbón al año, y 32.4 toneladas de carbón para los bombillos incandescentes.

Cifras muy interesantes también para mostrar gestión ambiental por parte de la empresa cuando se está en la búsqueda de certificaciones y sellos ambientales como flor verde, rain forest, siembra verde, sello ambiental colombiano, Icontec, etc.

5. METODOLOGÍA

5.1 Enfoque y alcance de la investigación

El alcance de investigación es de carácter descriptivo, este pretende mostrar las características de un fenómeno a través de sus variables medibles, a partir de estas se puede determinar y cuantificar su relación (Ibáñez & Egoscozábal, 2008, págs. 11-12). En este escrito la relación de la utilización de luz en el crisantemo durante su etapa de enraizamiento con variables como el espesor, longitud y número de puntos florales, aspectos centrales en la etapa de producción; esta investigación puede servir de plataforma de desarrollo para investigaciones más específicas sobre el tema.

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, a saber, se utiliza la recolección de datos medibles en campo para establecer elementos de análisis de variables que tengan como criterio principal la objetividad, para esto se derivan una serie de metodologías de muestreo y medición que buscan acercarse al problema de investigación.

La interpretación de resultados se centra en la medición de criterios que pueden ser medidos a través de variables estadísticas que permiten comprobar la hipótesis que indica que la ausencia de luz en la primera semana de la etapa de enraizamiento del crisantemo variedad Atlantis White no afecta las condiciones para su producción.

5.2 Método de análisis

Para dar respuesta al enfoque de investigación se utiliza como método de análisis estadística descriptiva que se convierte en insumo esencial para la aprehensión de las variables estudiadas a través de sus elementos cuantificables.

La información de campo se sistematiza y expone a través de tablas de frecuencias, gráficos de barras y diagramas de caja que ayudan a su comprensión y a la presentación de forma más ordenada; también se utiliza la prueba tukey para analizar diferencias entre los factores de medición; posterior a su sistematización se aplican medidas de tendencia central como modas, medianas, varianzas; además de lo anterior, promedios estadísticos y distribución por rangos de la muestra que permiten calcular la desviación estándar y comparar aquella a la que se aplicó luz de forma constante durante su etapa de enraizamiento (14 días) y la que tuvo luz durante la segunda semana de su siembra (7 días).

5.3 Metodología de investigación

Con miras a evaluar los efectos de la luz durante la primera semana de la etapa de enraizamiento del crisantemo variedad Atlantis White se aplicó una metodología de control que ayudara a establecer una igualdad entre las muestras aplicadas; se aislaron otras variables que pudiesen influir en su desarrollo cuidando la similitud en todos los procesos y las condiciones de humedad, temperatura, procesos de siembra, fertilización, riego, transporte y control de plagas que pudiesen alterar y tener una influencia en las mediciones de campo.

A continuación, se presentan a rasgos generales los procesos seguidos y la metodología de recolección de información que permite demostrar la continuidad e igualdad en las variables del proceso productivo de las dos muestras; esto con excepción de la aplicación de luz en la primera semana de enraizamiento que se encuentra en el centro del alcance de esta investigación y permite verificar o falsear la hipótesis de la que parte.

5.3.1 Metodología para cosecha de esquejes, siembra y transporte a la zona de enraizamiento

El proceso de propagación y enraizamiento de crisantemos comienza en la cosecha de esquejes en la zona de plantas madre; una planta madre es un arbusto destinado a la producción de esquejes, cada una produce alrededor de 30 de ellos durante su ciclo vital que promedia las 14 semanas. Los esquejes pueden ser adquiridos mediante las plantas madre o su adquisición con proveedores certificados; en este caso se describirá el primer método para la propagación.

El método de trabajo con las plantas madre inicia en la siembra donde se busca que las plantas obtengan un buen desarrollo inicial para la exitosa producción de esquejes; para ello se realiza control de su desarrollo radicular, longitud, vigor y arquitectura y se realiza manejo de plagas y enfermedades, riego y siembra de acuerdo con los estándares verificados para garantizar su supervivencia. Diez días después de la siembra se realiza un corte del meristemo apical de cada planta llamado PINCH; posterior a este paso, cada planta comienza a desarrollar 2 esquejes en la parte axilar de las hojas superiores, este proceso tarda alrededor de 2.5 semanas.

A las cuatro semanas después de la siembra de la planta madre, se realiza la primera cosecha, donde se retiran los dos esquejes que la planta formó; posteriormente sigue generando dos esquejes por cada cosecha durante las siguientes 10 semanas; todas estas son medidas aproximadas verificadas por las mediciones de campo del proceso de propagación. La cosecha se realiza con una paleta de 4.5 cms de ancho, lo cual garantiza la uniformidad en el tamaño de los esquejes cosechados².

Los esquejes cosechados son empacados en bolsas plásticas por 100 unidades, a esta se le pone un sticker donde se encuentra la información necesaria para la trazabilidad; los datos del sticker incluyen: finca, fecha de cosecha, variedad, cosechador y generación; las bolsas son almacenadas en bandejas plásticas, y transportadas al cuarto frío donde tienen una rotación entre 1 y 4

² Esta investigación inicia el seguimiento de los esquejes posterior a este proceso. Todo el proceso de plantas madres, transporte, siembra en bandejas y camas es realizado por operarios agrícolas con amplia experiencia en el sector y con el seguimiento de un operador técnico –supervisor- que verifica el manejo adecuado de las muestras.

semanas; su almacenamiento ayuda al endurecimiento para mejorar su enraizamiento y permite una mejor planeación de las siembras.

Los esquejes son llevados a la zona de enraizamiento donde previamente a la siembra, se les aplica ácido indolbutírico³. Para el manejo del enraizamiento de esquejes de crisantemos se aplicó una concentración de 1500 ppm⁴ por medio de una espuma en la parte inferior de los esquejes (ver Ilustración 1).

Ilustración 1 Aplicación de ácido Indolbutírico a esquejes de crisantemo variedad Atlantis
White



Fuente: Elaboración propia

Dando inicio al proceso de siembra se utiliza un sustrato con una composición de 80 % cascarilla de arroz quemada y 20 % de suelo; este compuesto es esterilizado con vapor de agua por medio de una caldera para evitar la presencia de insectos, nematodos, hongos, malas hierbas, bacterias y virus, que se propicia por la repetición del uso del suelo en el mismo cultivo; posterior a ello se utilizan bandejas plásticas de 112 celdas que se llenan de sustrato, se humedecen y se apilan para ser utilizadas en la siembra. La siembra se realiza colocando en el centro de cada celda un esqueje de crisantemo y enterrándolo aproximadamente un centímetro se utiliza la totalidad de las celdas. La siembra se realiza durante el mismo día en un periodo que no supera las dos horas.

Ilustración 2 Siembra de esquejes en bandejas

³ Es un compuesto que contribuye a la regulación del crecimiento vegetal, contribuye al desarrollo de raíces en las plantas, este es muy utilizado en los cultivos de flor comercial.

⁴ Partes Por Millón



Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la siembra, las bandejas son trasladadas y dispuestas en un lugar donde todo el tiempo se controla una alta humedad relativa y temperatura, el sustrato proporciona un buen drenaje y oxigenación, estos factores favorecen el desarrollo radicular de las plantas. Este sitio es totalmente cerrado en polietileno, lo que impide las corrientes de aire. Todas las bandejas sembradas se riegan uniformemente durante todo el periodo de enraizamiento, mediante un sistema de nebulización que fue revisado en su funcionamiento antes de transportar las muestras para el estudio.

Ilustración 3 Riego de esquejes en zona de enraizamiento.



Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Selección de la muestra para análisis, transporte y siembra en bloques

En la zona de enraizamiento se separan cinco bandejas de forma aleatoria y son ubicadas en una cámara diferente que no recibe iluminación junto a un producto que también comercializa la empresa Flores El Trigo, llamado snapdragon, este tipo de flor no requiere de dicha variable para su desarrollo productivo, a pesar la separación cuentan con las mismas condiciones de humedad, temperatura, radiación diurna, aplicaciones de agroquímicos y manejo de riego de las

bandejas restantes del crisantemo variedad Atlantis White; el único elemento de distinción es la aplicación de luz nocturna. Desde el momento de la siembra de los esquejes, las bandejas son marcadas para evitar el cambio de sus condiciones o que sean mezcladas con las bandejas que reciben iluminación nocturna (Ver Ilustración 4).

Ilustración 4 Marcación y seguimiento de la muestra de crisantemo variedad Atlantis White junto con bandejas de Snapdragon



Fuente: Elaboración propia

Después de siete días se mueven las cinco bandejas que no recibieron iluminación en las horas de la noche y se juntan con aquellas que recibieron estimulación lumínica en ese periodo, de estas últimas son seleccionadas aleatoriamente cinco bandejas que a partir de aquí servirán como testigo y se compararán constantemente con las cinco bandejas del tratamiento; siete días después de haber juntado las bandejas, se encuentran listas para ser sembradas en campo, en este momento se realiza la primera medición para comparar el desarrollo de ambas muestras de esquejes.

El transporte de los esquejes enraizados se realiza en carros que cuentan con estanterías diseñadas para el soporte de las bandejas, los cuales son movidos por un tractor a los diferentes bloques del cultivo de acuerdo a la disponibilidad de la infraestructura para siembra (ver Ilustración 5).

Ilustración 5 Transporte de bandejas de Atlantis White de la zona de enraizamiento



Fuente: Elaboración propia

Anterior a la siembra en campo se realiza una preparación del suelo, que consiste en realizar un volteo, incorporación de enmiendas como: compost, cascarilla, viruta, hongos entomopatógenos, fertilizantes, suplementos, etc. dependiendo de los diferentes análisis de suelo y follaje. Esto se realizó en la misma medida para todas las camas del bloque y aquellas donde están ubicadas las muestras con independencia de su periodo de siembra.

En la siembra en campo se debe tener en cuenta que las muestras a evaluar queden ubicadas estratégicamente dentro del invernadero en el centro de la cama y el centro del invernadero para evitar al máximo el efecto borde, esto garantiza una mayor supervivencia de la muestra y la medición de control y unas condiciones similares para su medición (ver Ilustración 6).

Ilustración 6 Proceso de siembra en campo crisantemo variedad Atlantis White



Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de este trabajo se sembraron tres muestras de 5 bandejas que no estuvieron expuestas a la luz en su primera semana de enraizamiento, conjuntamente con aquellas que tuvieron exposición durante dos semanas antes de su siembra en campo. La siembra se realiza

durante tres semanas consecutivas en bloques diferentes debido a la rotación de siembra en la empresa, es de aclarar que los bloques cuentan con condiciones similares de radiación, suelo, plagas, enfermedades, microclima, corrientes de aire, entre otras; esto salvo pequeñas variaciones.

Tabla 1 Fechas de siembra y ubicación de las muestras en campo

| Muestra | Siembra en enraizamiento | Siembra en campo | Bloque de siembra | Cama |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | 1/03/2016 | 15/03/2016 | 49 | 24 A |
| 2 | 8/03/2016 | 22/03/2016 | 54 | 13 B |
| 3 | 15/03/2016 | 29/03/2016 | 60 | 15 A |

Fuente: Elaboración propia

Luego de la siembra se realiza una labor llamada “sellado” la cual consiste en la realización de un riego con alto volumen de agua, que causa una inundación, y llena los espacios entre las raíces y el suelo, generando cohesión al momento de drenar el agua.

El sistema de riego se realiza de forma automática a través de aspersores para el humedecimiento del follaje durante las dos primeras semanas y mangueras de goteo que se utiliza de forma constante pues a través de él se aplican los nutrientes y el agua que las plantas necesitan. Desde el día de la siembra, las plantas de esta variedad deben recibir iluminación nocturna durante 14 noches que es el tiempo recomendado para la variedad Atlantis White.

Durante las 10 semanas que aproximadamente dura el ciclo de esta variedad, en el cultivo se realizan muchas actividades encaminadas al cuidado de las plantas. Las principales labores que se realizan son:

- Monitoreos de plagas y enfermedades.
- Fumigaciones.

- Capturas de plagas con aspiradoras.
- Capturas de plagas con cintas pegajosas.
- Desmalezamiento.
- Subir gradualmente las mallas del tutorado.
- Desbotón.
- Manejo integrado de riego y fertilización.
- Corte⁵.
- Poscosecha.
- Exportación.

5.3.3 Metodología para la medición y sistematización de los resultados

Las principales diferencias en el desarrollo de las plantas se ven reflejados en la longitud, espesor y cantidad de puntos florales, estos elementos son esenciales en el cumplimiento de estándares de calidad para exportación. A medida que las plantas crecen, se van tomando las mediciones respectivas de estas variables.

La primera medición de longitud se realiza durante la culminación del proceso de enraizamiento (día 14 después de la siembra en bandejas) que antecede a la siembra en campo, esta se realiza con fines de asegurar que los tallos tengan la longitud adecuadas para su siembra en bloques y garantizar su supervivencia en las camas.

Durante las semanas 2 y 4 posterior a la siembra se realiza la medición de longitud y espesor de las plantas, en este momento de su desarrollo las plantas no cuentan con puntos florales que aparecen aproximadamente durante la semana 7 de su permanencia en los bloques posterior a la siembra. Diariamente se verifica que las condiciones de los bloques sean adecuadas para el desarrollo de las plantas y se hace registro visual de la supervivencia de los tallos.

⁵ Las mediciones se hicieron anteriormente a esta fase pues en el corte se verifica su calidad y se pueden llevar a cabo labores de monitoreo a fin de que cumpla con los estándares para los procesos de empaque y comercialización.

Ilustración 7 Medición de longitud de tallos durante la semana 2 crisantemo variedad
Atlantis White



Fuente: Elaboración propia

En la semana 9 (justo antes del corte de la flor), se toman las últimas mediciones de longitud y espesor y se realiza conteo de puntos florales de cada tallo. Todas las mediciones de longitud se realizan con un flexómetro y el espesor con un pie de rey. Por otro lado, se realiza el conteo manual de las flores útiles⁶ de cada tallo y se hace el registro, este se verifica con un segundo conteo.

Ilustración 8 Medición de longitud de tallos durante la semana 9 crisantemo variedad
Atlantis White



Fuente: Elaboración propia

Todos los datos son registrados en una planilla que incluye el número de tallo y casillas para registrar la medida de las tres variables, además, el número de la planta y la persona que tomó la

⁶ Una flor útil, es aquella que cuenta con un buen tamaño, y se encuentra abierta, o semi- abierta

medición, posterior a esto se sistematiza la información digitalizándola mediante tablas de frecuencias que pueden convertirse en gráficas para su análisis.

Tablas de Medidas

Tabla 2 Planilla de medida de longitud del esqueje al salir de confinamiento

| ITEM | REPLICA 1 (en cm) | TESTIGO 1 (en cm) |
|-------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 Planilla medición de longitud y espesor del tallo en semana 2, 4 y 6 de siembra en campo

| ITEM | REPLICA (longitud en cm) | REPLICA (espesor del tallo en mm) | TESTIGO (longitud en cm) | TESTIGO (espesor del tallo en mm) |
|-------------|---------------------------------|--|---------------------------------|--|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Planilla de medición de longitud, espeso de tallo y puntos florales en el momento del corte

| ITEM | REPLI CA (longitud en cm) | REPLI CA (espesor del tallo en mm) | REPLI CA (Puntos Florales) | TESTI GO (longitud en cm) | TESTI GO (espesor del tallo en mm) | TESTI GO (Puntos Florales) |
|-------------|--|---|---|--|---|---|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

6. Resultados

6.1 Estadística descriptiva

A continuación, se presentará en detalle la estadística descriptiva aplicada a las diferentes mediciones descritas en la metodología; estos elementos serán la base para el apartado de conclusiones de este estudio y darán un panorama general del desarrollo de las plantas y la comparación de las diferentes muestras.

Analizando la altura de los esquejes luego de salir de enraizamiento se encuentra que no hay diferencias significativas entre los bloques ($P > 0,05$)

Tabla 5 Altura de los esquejes al salir de confinamiento

| Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| 5 | 1,6 | 0,3297 | 0,259 | 0,935 |

Fuente: elaboración propia

Tabla 6 estadística descriptiva:

| Ítem | R1 Tr1 | R1 Te1 | R2 Tr2 | R2 Te2 | R3 Tr3 | R3 Te3 |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| n | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 |
| Media | 8,248214 | 8,276786 | 8,071429 | 8,196429 | 8,205357 | 8,125000 |
| Mediana | 8,0 | 8,5 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 |
| Varianza | 1,075633 | 1,599269 | 1,222078 | 1,169805 | 1,152516 | 1,411364 |
| Desv. Est. | 1,037127 | 1,264622 | 1,105476 | 1,081575 | 1,073553 | 1,188008 |

Fuente: elaboración propia

R: Réplica

Tr: Tratamiento

Te: Testigo

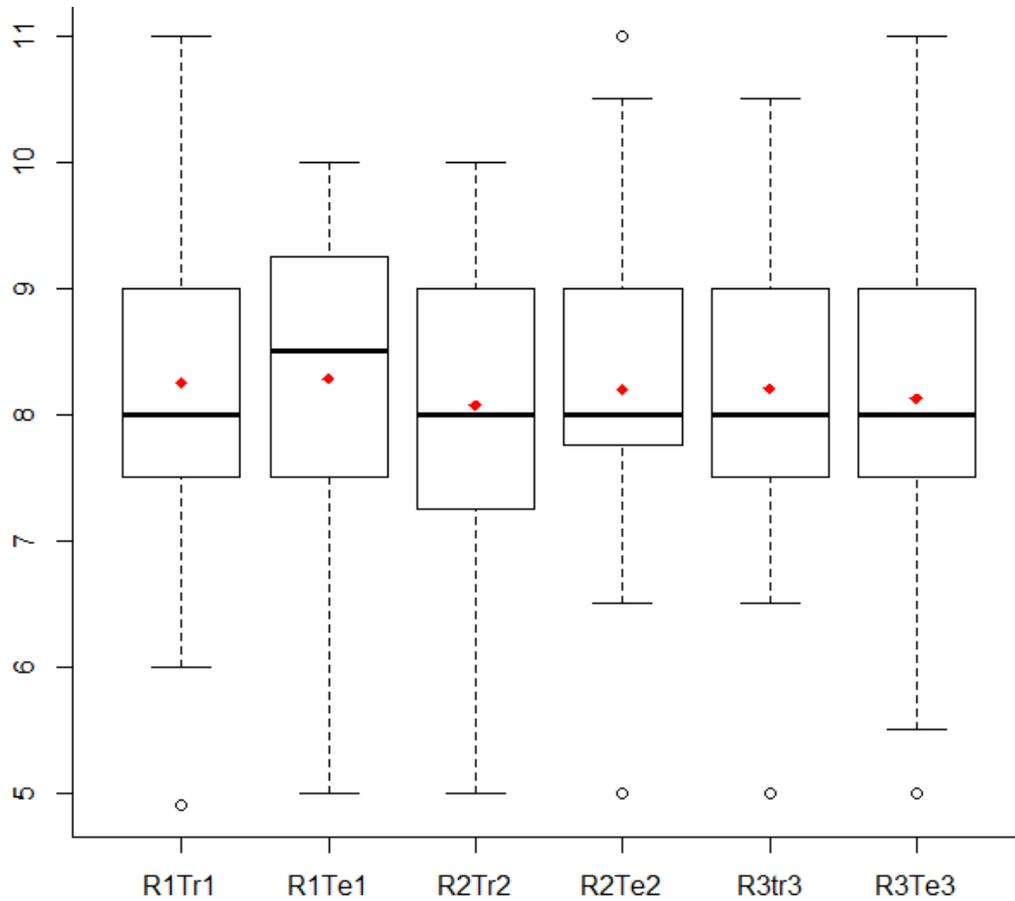


Figura 1 Diagrama de caja longitud semana 0

Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta la medida de longitud para la semana 0

Tabla 7 Longitud semana 0

| Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| 5 | 31,9 | 6,383 | 1,806 | 0,111 |

Fuente: elaboración propia

Tabla 8 Estadística descriptiva de la longitud en semana cero:

| Ítem | R1Tr1 | R1Te1 | R2Tr2 | R2Te2 | R3Tr3 | R3Te3 |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| n | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 |
| Media | 18,21429 | 18,07143 | 17,59821 | 17,79464 | 18,08929 | 18,57143 |
| Mediana | 18,5 | 18,5 | 18,0 | 18,0 | 18,5 | 19,0 |
| Varianza | 2,889610 | 2,867532 | 2,749269 | 3,188880 | 5,400974 | 4,112987 |
| Desv. Est. | 1,699885 | 1,693379 | 1,658092 | 1,785744 | 2,324000 | 2,028050 |

Fuente: elaboración propia

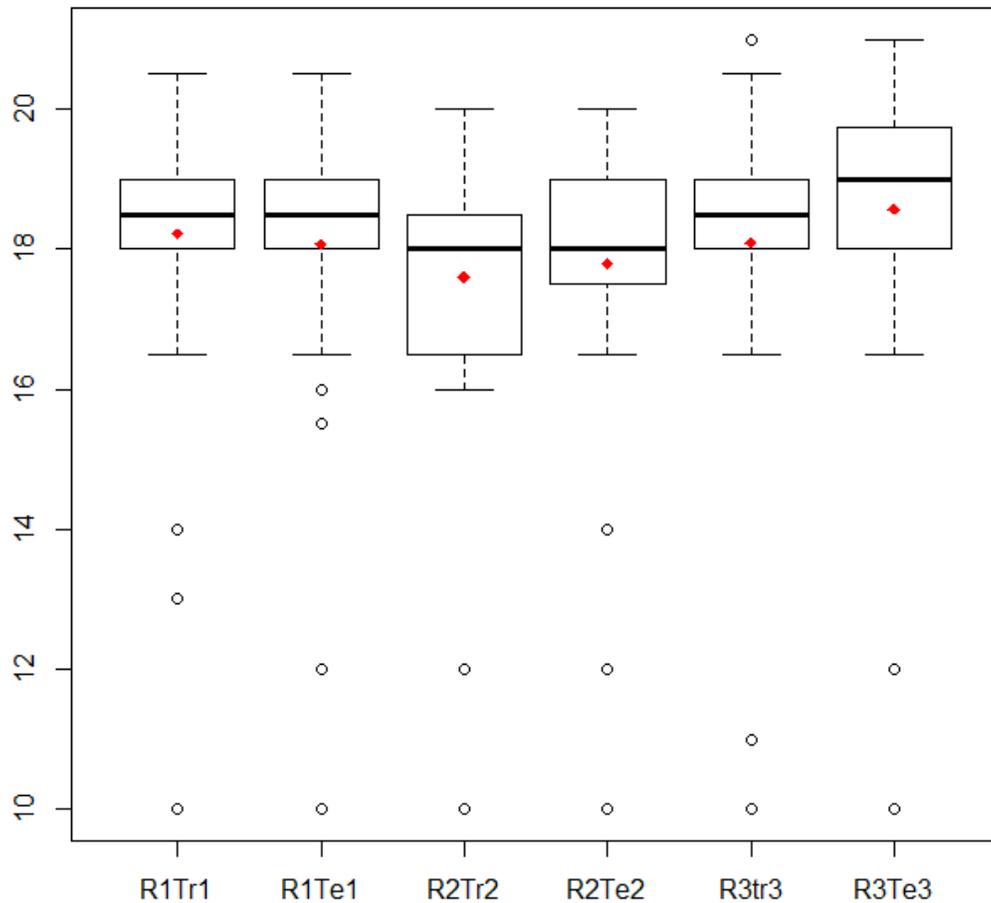


Figura 2 Diagrama de longitud semana 2

Fuente: elaboración propia

Analizando la altura de las plantas en la semana cuatro se encuentra que se presentan diferencias significativas entre los bloques ($P < 0,05$), la razón es que

Tabla 9 Longitud en semana 2

| Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| 5 | 335 | 67,04 | 6,73 | 5,46e-06 |

Fuente: elaboración propia

Tabla Estadística descriptiva de longitud en semana 2:

| Ítem | R1Tr1 | R1Te1 | R2Tr2 | R2Te2 | R3Tr3 | R3Te3 |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| n | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 |
| Media | 49,87500 | 49,67857 | 47,39286 | 47,51786 | 48,92857 | 49,44643 |
| Mediana | 50,0 | 49,0 | 48,0 | 48,5 | 49,0 | 50,0 |
| Varianza | 12,329545 | 3,640260 | 7,079221 | 9,926948 | 9,667532 | 17,124351 |
| Desv. Est. | 3,511345 | 1,907946 | 2,660681 | 3,150706 | 3,109266 | 4,138158 |

Fuente: elaboración propia

Aplicando la tabla de turkey se pueden visibilizar los siguientes resultados:

Tabla 10 Prueba de Turkey

| - | Diff | lwr | upr | p adj |
|----------------------|-------------|------------|------------|--------------|
| R2Tr2 - R1Tr1 | -2,4821429 | -4,191914 | -0,7723717 | 0,000573 |
| R3tr3 - R1Tr1 | -0,9464286 | -2,6561997 | 0,7633426 | 0,6079019 |
| R1Te1 - R1Tr1 | -0,1964286 | -1,9061997 | 1,5133426 | 0,9994838 |
| R2Te2 - R1Tr1 | -2,3571429 | -4,066914 | -0,6473717 | 0,0013218 |
| R3Te3 - R1Tr1 | -0,4285714 | -2,1383426 | 1,2811997 | 0,9796156 |
| R3tr3 - R2Tr2 | 1,5357143 | -0,1740568 | 3,2454854 | 0,1064511 |
| R1Te1 - R2Tr2 | 2,2857143 | 0,5759432 | 3,9954854 | 0,0020923 |
| R2Te2 - R2Tr2 | 0,125 | -1,5847711 | 1,8347711 | 0,9999441 |
| R3Te3 - R2Tr2 | 2,0535714 | 0,3438003 | 3,7633426 | 0,0084533 |
| R1Te1 - R3Tr3 | 0,75 | -0,9597711 | 2,4597711 | 0,8078185 |
| R2Te2 - R3Tr3 | -1,4107143 | -3,1204854 | 0,2990568 | 0,1717068 |
| R3Te3 - R3Tr3 | 0,5178571 | -1,191914 | 2,2276283 | 0,9537855 |
| R2Tr2 - R1Tr1 | -2,1607143 | -3,8704854 | -0,4509432 | 0,0045212 |
| R3Tr3 - R1Tr1 | -0,2321429 | -1,941914 | 1,4776283 | 0,9988383 |

| | | | | |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| R3Tr3 - R2Tr2 | 1,9285714 | 0,2188003 | 3,6383426 | 0,0168198 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|

Fuente: Elaboración Propia

De lo anterior se observa que la prueba 2 y el tratamiento 2, presentan diferencia estadística significativa con el resto (entre prueba y tratamiento 2, no hay diferencia estadística, resaltado en verde, por lo que sucedió afecto a las dos), las demás combinaciones de pruebas y tratamientos no presentan diferencia estadística significativa. Sin embargo, la combinación entre cada prueba y su tratamiento no presentan diferencia estadística significativa.

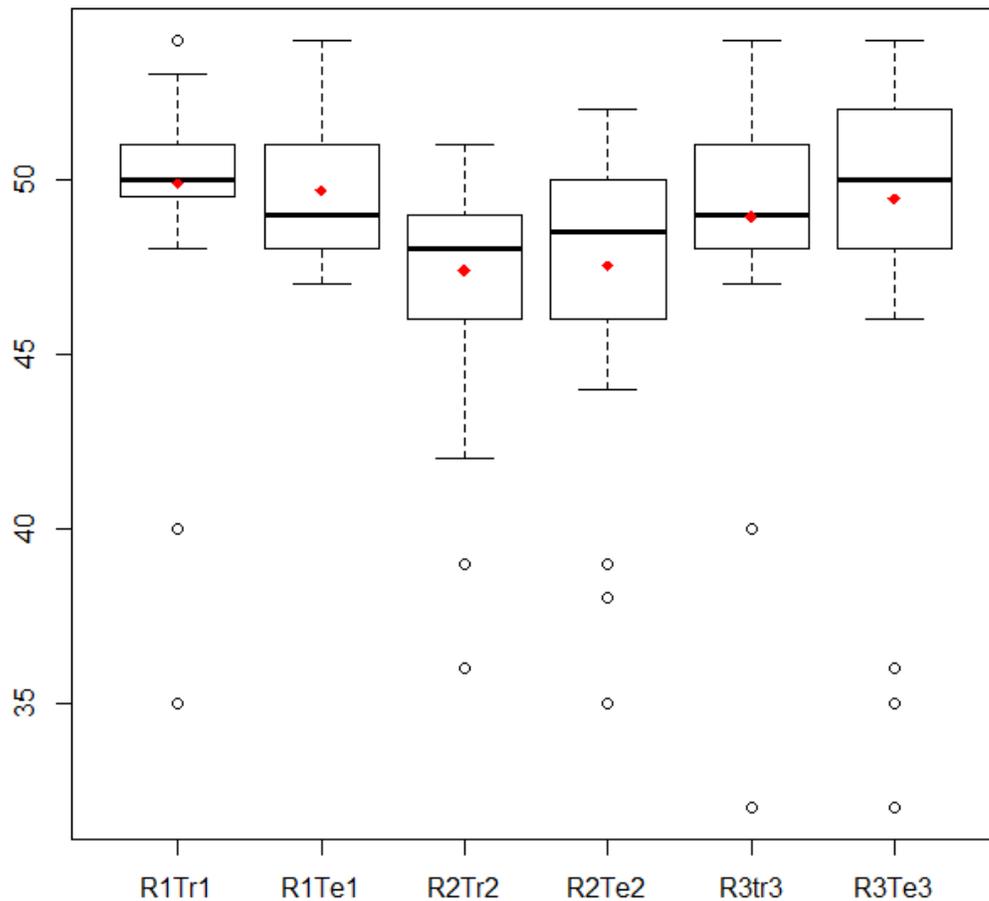


Figura 3 Diagrama de caja longitud semana 4

Fuente: Elaboración propia

Analizando la altura de las plantas en la semana seis se encuentra que se presentan diferencias significativas entre los bloques ($P < 0,05$).

Tabla 11 Longitud semana 2

| Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| 5 | 430 | 86,02 | 8,957 | 5,4e-08 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12 Estadística descriptiva de longitud en semana 4:

| Ítem | R1Tr1 | R1Te1 | R2Tr2 | R2Te2 | R3Tr3 | R3Te3 |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| N | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 |
| Media | 78,73214 | 79,85714 | 77,625 | 77,94643 | 80,71429 | 80,03571 |
| Mediana | 79 | 80 | 78 | 79 | 81 | 81 |
| Varianza | 17,690584 | 10,197403 | 4,856818 | 6,160714 | 8,38961 | 10,325974 |
| Desv. Est. | 4,206018 | 3,193337 | 2,203819 | 2,482079 | 2,896482 | 3,213405 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13 Prueba de Tukey.

| - | Diff | lwr | upr | p adj |
|----------------------|-------------|------------|------------|--------------|
| R2Tr2 - R1Tr1 | -1,1071429 | -2,7859273 | 0,5716415 | 0,4098402 |
| R3tr3 - R1Tr1 | 1,9821429 | 0,3033585 | 3,6609273 | 0,0102877 |
| R1Te1 - R1Tr1 | 1,125 | -0,5537844 | 2,8037844 | 0,3911499 |
| R2Te2 - R1Tr1 | -0,7857143 | -2,4644987 | 0,8930701 | 0,7615299 |
| R3Te3 - R1Tr1 | 1,3035714 | -0,375213 | 2,9823558 | 0,2286849 |
| R3tr3 - R2Tr2 | 3,0892857 | 1,4105013 | 4,7680701 | 0,0000036 |
| R1Te1 - R2Tr2 | 2,2321429 | 0,5533585 | 3,9109273 | 0,0022624 |
| R2Te2 - R2Tr2 | 0,3214286 | -1,3573558 | 2,000213 | 0,9940379 |
| R3Te3 - R2Tr2 | 2,4107143 | 0,7319299 | 4,0894987 | 0,0006884 |
| R1Te1 - R3Tr3 | -0,8571429 | -2,5359273 | 0,8216415 | 0,6877297 |
| R2Te2 - R3Tr3 | -2,7678571 | -4,4466415 | -1,0890727 | 0,0000496 |
| R3Te3 - R3Tr3 | -0,6785714 | -2,3573558 | 1,000213 | 0,8560175 |
| R2Tr2 - R1Tr1 | -1,9107143 | -3,5894987 | -0,2319299 | 0,0153253 |
| R3Tr3 - R1Tr1 | 0,1785714 | -1,500213 | 1,8573558 | 0,9996458 |

| | | | | |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| R3Tr3 - R2Tr2 | 2,0892857 | 0,4105013 | 3,7680701 | 0,005497 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|

Fuente: Elaboración Propia

De lo anterior se observa que la prueba 2 y el tratamiento 2, presentan diferencia estadística significativa con el resto (entre prueba y tratamiento 2, no hay diferencia estadística, resaltado en verde, por lo que sucedió afecto a las dos), las demás combinaciones de pruebas y tratamientos no presentan diferencia estadística significativa. Sin embargo, la combinación entre cada prueba y su tratamiento no presentan diferencia estadística significativa.

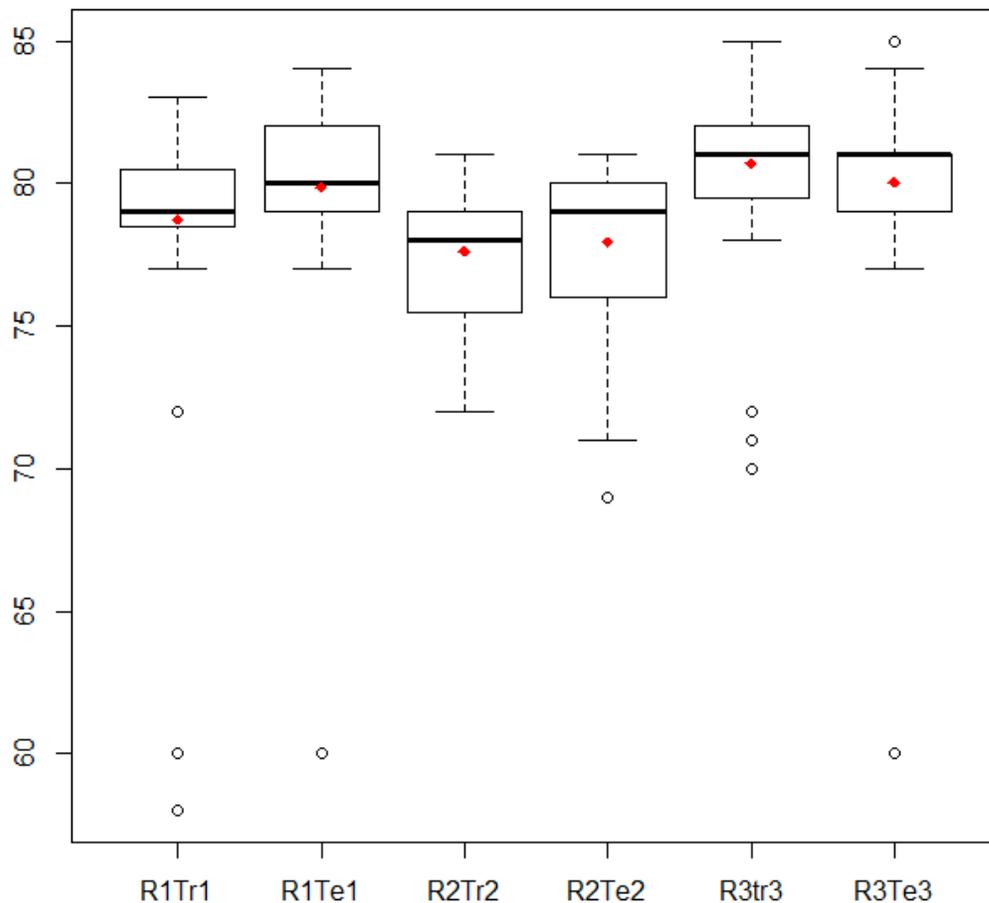


Figura 4 Diagrama de caja longitud semana 6

Fuente: Elaboración Propia

Analizando la altura de las plantas en el momento del corte (semana nueve) se encuentra que se presentan diferencias significativas entre los bloques ($P < 0,05$)

Tabla 14 Longitud en semana 6

| Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| 5 | 1563 | 312.69 | 5.547 | 4.3e-05 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15 Estadística descriptiva

| Ítem | R1Tr1 | R1Te1 | R2Tr2 | R2Te2 | R3Tr3 | R3Te3 |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| N | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 |
| Media | 109,7 | 108,5857 | 107,6768 | 109,175 | 109,0393 | 109,5964 |
| Mediana | 111 | 110 | 110 | 111 | 110 | 111 |
| Varianza | 32,34275 | 53,87099 | 110,9347 | 58,00152 | 43,03602 | 40,05866 |
| Desv. Est. | 5,687069 | 7,339686 | 10,532554 | 7,615873 | 6,560185 | 6,329191 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16 Prueba de Tukey.

| - | Diff | lwr | upr | p adj |
|----------------------|-------------|-------------|------------|--------------|
| R2Tr2 - R1Tr1 | -2,0232143 | -3,30263223 | -0,7437963 | 0,0000984 |
| R3tr3 - R1Tr1 | -0,6607143 | -1,94013223 | 0,6187037 | 0,6819644 |
| R1Te1 - R1Tr1 | -1,1142857 | -2,39370366 | 0,1651322 | 0,1292527 |
| R2Te2 - R1Tr1 | -0,525 | -1,80441795 | 0,7544179 | 0,8511796 |
| R3Te3 - R1Tr1 | -0,1035714 | -1,38298938 | 1,1758465 | 0,9999108 |
| R3tr3 - R2Tr2 | 1,3625 | 0,08308205 | 2,6419179 | 0,0290804 |
| R1Te1 - R2Tr2 | 0,9089286 | -0,37048938 | 2,1883465 | 0,3277973 |
| R2Te2 - R2Tr2 | 1,4982143 | 0,21879634 | 2,7776322 | 0,0109879 |
| R3Te3 - R2Tr2 | 1,9196429 | 0,64022491 | 3,1990608 | 0,0002795 |
| R1Te1 - R3Tr3 | -0,4535714 | -1,73298938 | 0,8258465 | 0,9144922 |
| R2Te2 - R3Tr3 | 0,1357143 | -1,14370366 | 1,4151322 | 0,9996627 |

| | | | | |
|----------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| R3Te3 - R3Tr3 | 0,5571429 | -0,72227509 | 1,8365608 | 0,8162725 |
| R2Tr2 - R1Tr1 | 0,5892857 | -0,69013223 | 1,8687037 | 0,7777932 |
| R3Tr3 - R1Tr1 | 1,0107143 | -0,26870366 | 2,2901322 | 0,2142088 |
| R3Tr3 - R2Tr2 | 0,4214286 | -0,85798938 | 1,7008465 | 0,9363333 |

Fuente: Elaboración Propia

De lo anterior se observa que la prueba 2 y el tratamiento 2, presentan diferencia estadística significativa con el resto.

Como se observó diferencia se revisó el bloque donde se sembró esa replica y se encontraron resultados de laboratorio con altas poblaciones de nemátodos de las especies *meloidogyne*, *pratylenchus* y *paratylenchus*. Y a diferencia de los otros bloques las poblaciones estaban más altas.

También se encuentra que los bloques de las réplicas 1 y 3 se les había realizado esterilización en agosto y julio de 2015 respectivamente, mientras que el bloque 24 donde se realizó la réplica 2 tuvo su última esterilización en abril del 2013. Las demás combinaciones de pruebas y tratamientos no presentan diferencia estadística significativa. Sin embargo, la combinación entre cada prueba y su tratamiento no presentan diferencia estadística significativa.

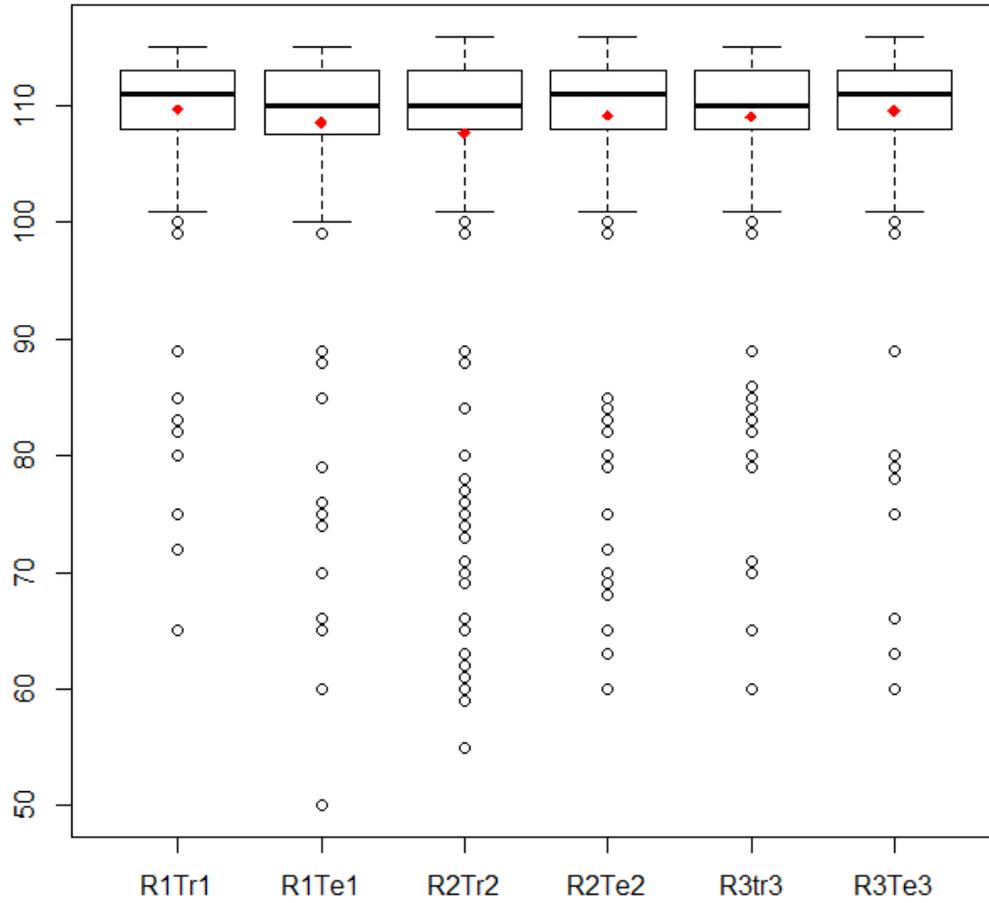


Figura 5 Diagrama de caja longitud semana 9

Fuente: Elaboración Propia

Analizando el diámetro de las plantas en la semana dos se encuentra que no hay diferencias significativas entre los bloques ($P > 0,05$)

Tabla 17 Diámetro de las plantas

| Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| 5 | 4,01 | 0,8018 | 0,891 | 0,487 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18 Estadística descriptiva longitud semana 9

| Ítem | R1Tr1 | R1Te1 | R2Tr2 | R2Te2 | R3tr3 | R3Te3 |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| n | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 |
| MediaE | 4,357143 | 4,241071 | 4,178571 | 4,339286 | 4,401786 | 4,517857 |
| Mediana | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| Varianza | 0,7792208 | 0,9271916 | 0,912987 | 0,9918831 | 0,7674513 | 1,0178571 |
| Desv. Est. | 0,8827348 | 0,9629079 | 0,9555035 | 0,9959333 | 0,876043 | 1,0088891 |

Fuente: Elaboración Propia

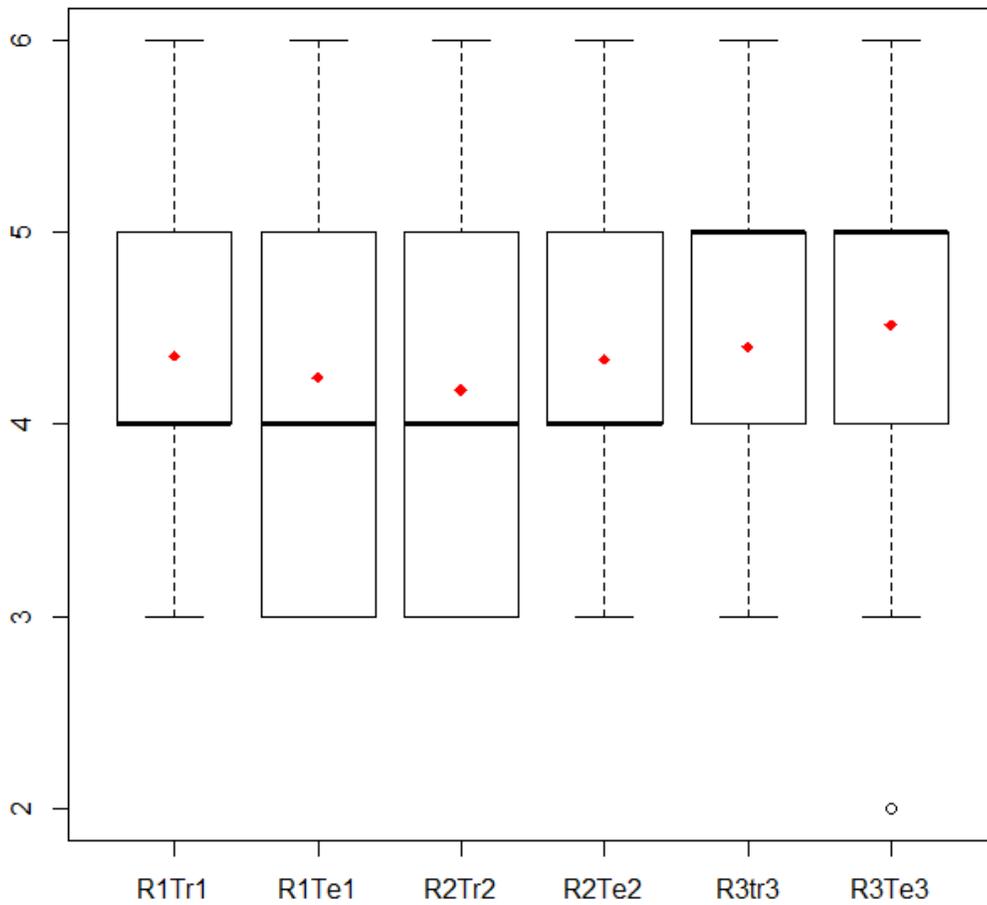


Figura 6 Diagrama de caja diámetro semana 2

Fuente: Elaboración Propia

Analizando el diámetro de las plantas en la semana cuatro se encuentra que no hay diferencias significativas entre los bloques ($P > 0,05$)

Tabla 19 Diámetro semana 2

| Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| 5 | 4,3 | 0,85 | 0,751 | 0,586 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20 Estadística descriptiva:

| Ítem | R1Tr1 | R1Te1 | R2Tr2 | R2Te2 | R3tr3 | R3Te3 |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| n | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 |
| Media | 5,142857 | 5,071429 | 4,839286 | 4,892857 | 4,857143 | 4,982143 |
| Mediana | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Varianza | 1,033766 | 1,122078 | 1,26461 | 1,188312 | 1,033766 | 1,14513 |
| Desv. Est. | 1,016743 | 1,059282 | 1,124549 | 1,090097 | 1,016743 | 1,070107 |

Fuente: Elaboración Propia

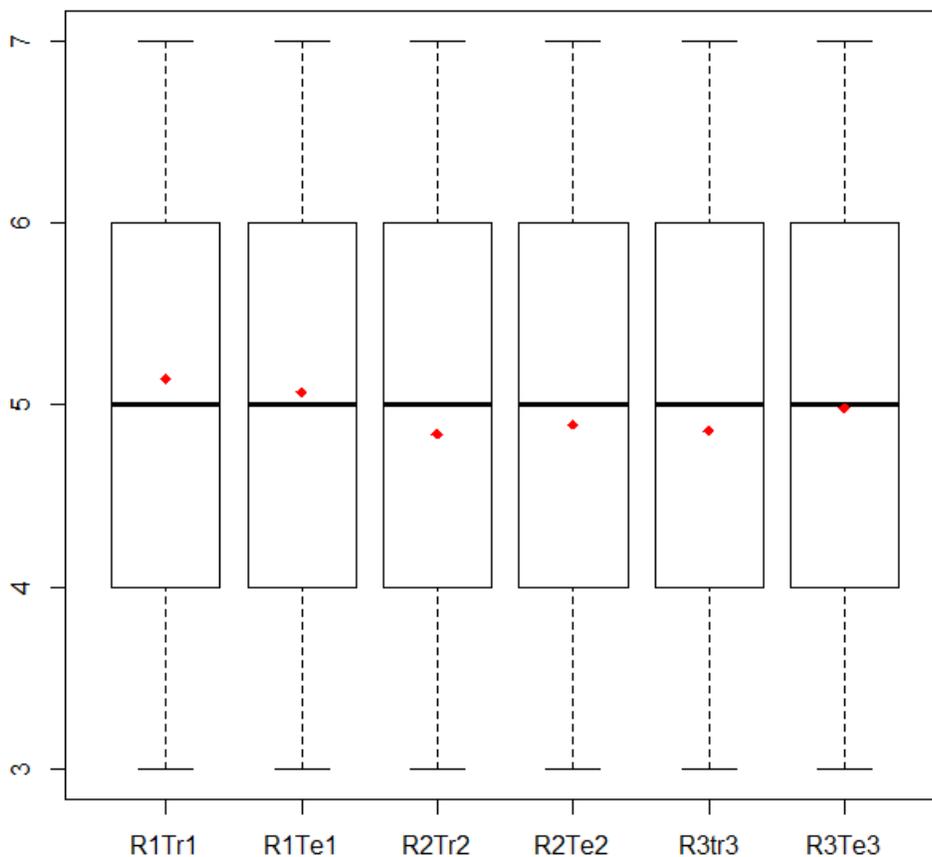


Figura 7 Diagrama de caja Diámetro semana 4

Fuente: Elaboración Propia

Analizando el diámetro de las plantas en la semana seis se encuentra que no hay diferencias significativas entre los bloques ($P > 0,05$)

Tabla 21 Diámetro semana 4

| Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| 5 | 10,7 | 2,14 | 0,895 | 0,484 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22 Estadística descriptiva

| Ítem | R1Tr1 | R1Te1 | R2Tr2 | R2Te2 | R3tr3 | R3Te3 |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| n | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 |
| Media | 6,339286 | 6,267857 | 6,446429 | 6,392857 | 6,660714 | 6,071429 |
| Mediana | 6 | 6 | 7 | 6 | 7 | 6 |
| Varianza | 2,228247 | 2,526948 | 2,942532 | 1,915584 | 2,082792 | 2,649351 |
| Desv. Est. | 1,492731 | 1,589638 | 1,715381 | 1,384046 | 1,443188 | 1,627683 |

Fuente: Elaboración Propia

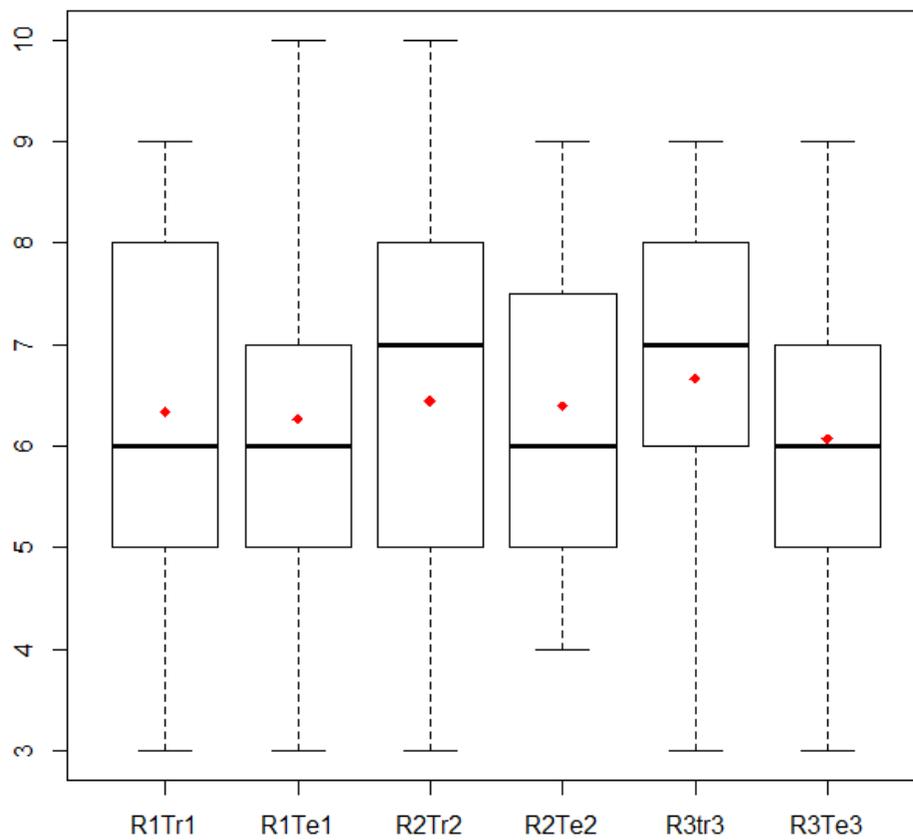


Figura 8 Diagrama de caja Diámetro semana 6

Fuente: Elaboración Propia

Analizando el diámetro de las plantas en la semana nueve se encuentra que no hay diferencias significativas entre los bloques ($P > 0,05$)

Tabla 23 Diámetro semana 6

| Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|----|--------|---------|---------|--------|
| 5 | 7 | 1,32 | 0,61 | 0,692 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24 Estadística descriptiva

| Ítem | R1Tr1 | R1Te1 | R2Tr2 | R2Te2 | R3tr3 | R3Te3 |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| N | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 |
| Media | 8,3875 | 8,382143 | 8,325 | 8,310714 | 8,267857 | 8,378571 |
| Mediana | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Varianza | 2,083922 | 2,180181 | 1,990787 | 2,010618 | 2,493419 | 2,217787 |
| Desv. Est. | 1,44358 | 1,476544 | 1,410953 | 1,417963 | 1,579056 | 1,489224 |

Fuente: Elaboración Propia

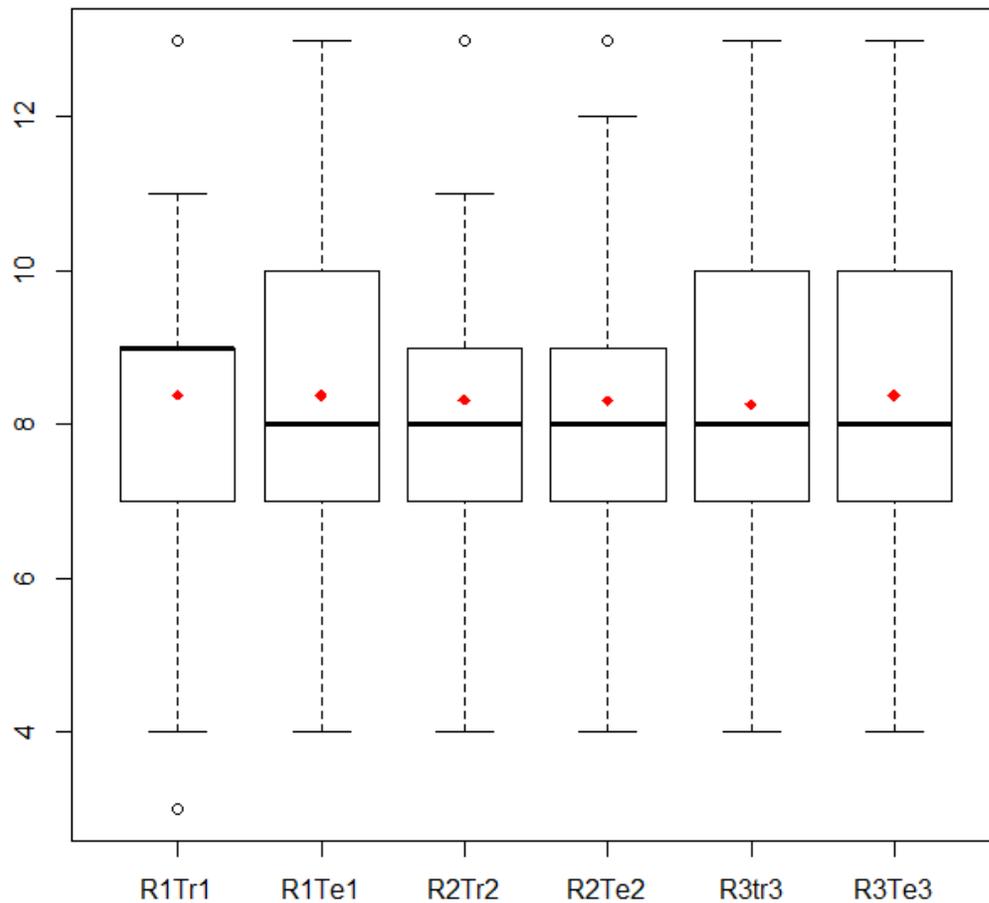


Figura 9 Diagrama de caja diámetro semana 9

Fuente: Elaboración Propia

Analizando el número puntos florales de las plantas en la semana nueve se encuentra que no hay diferencias significativas entre los bloques ($P > 0,05$)

Tabla 25 Diámetro semana 9

| Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| 5 | 5,1 | 1,0139 | 1,146 | 0,334 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26 Estadística descriptiva

| Ítem | R1Tr1 | R1Te1 | R2Tr2 | R2Te2 | R3tr3 | R3Te3 |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| N | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 |
| Media | 5,046429 | 5,108929 | 5,083929 | 5,078571 | 4,996429 | 5,019643 |
| Mediana | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Varianza | 0,8815615 | 0,9344461 | 0,8569863 | 0,8453361 | 0,8622412 | 0,9280571 |
| Desv. Est. | 0,938915 | 0,9666675 | 0,9257356 | 0,9194216 | 0,9285695 | 0,9633572 |

Fuente: Elaboración Propia

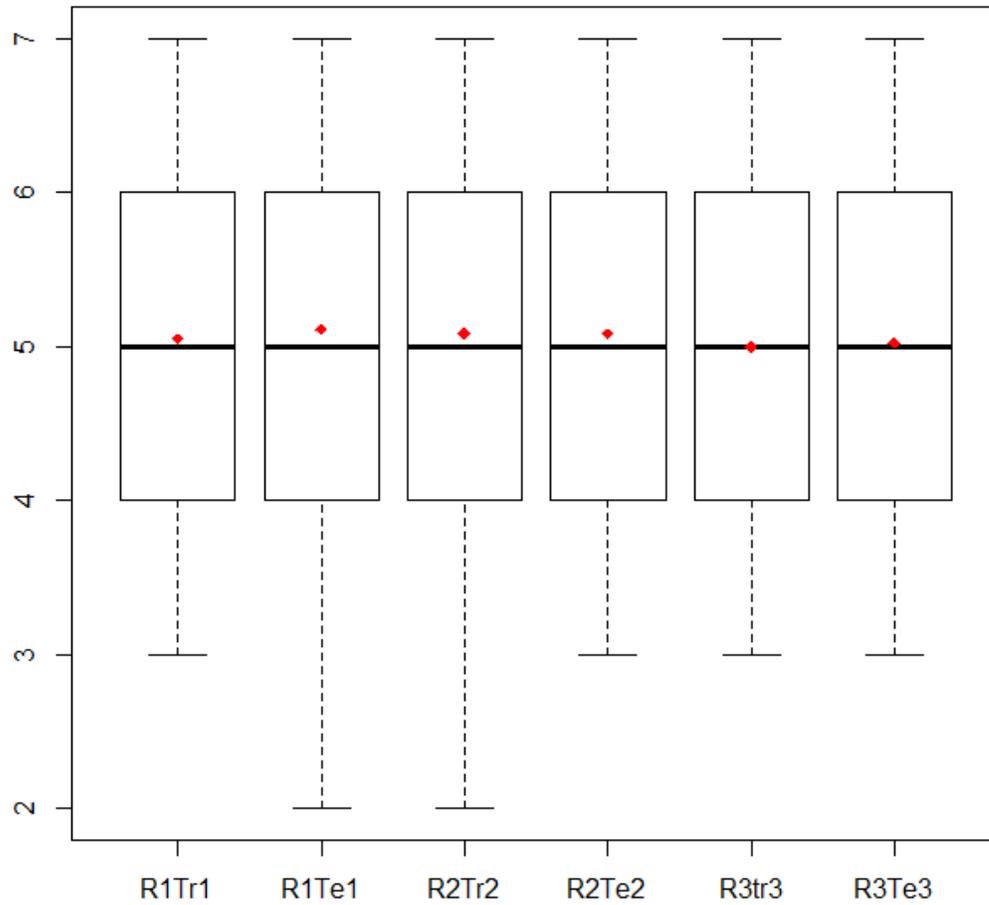


Figura 10 Diámetro de caja puntos florales semana 9

Fuente: Elaboración Propia

En ningún momento se observaron diferencias en el desarrollo del cultivo, siempre existió mucha uniformidad como se puede ver en las imágenes.

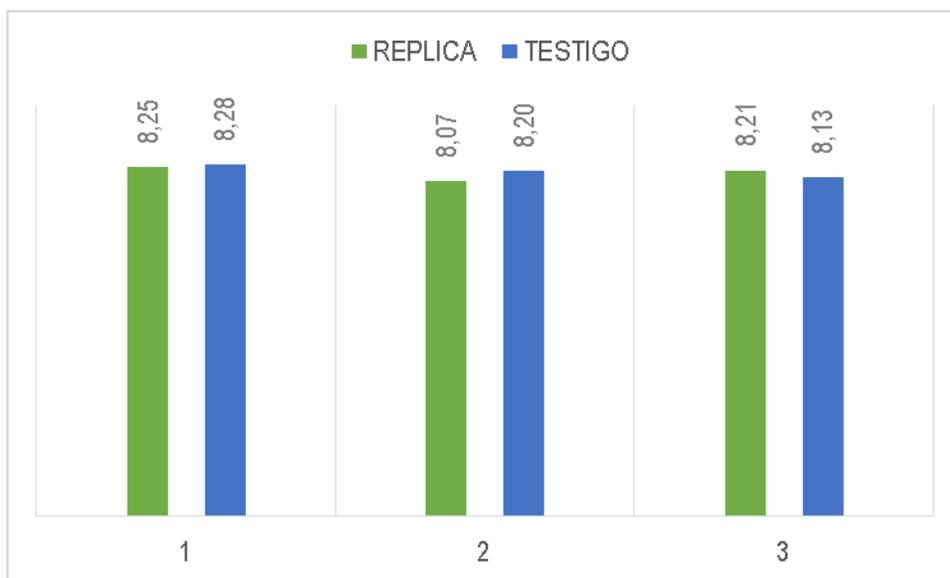


Figura 11 Medida promedio del esqueje al salir de confinamiento

Fuente: Elaboración Propia

En esta grafica se observa la uniformidad de los esquejes al salir del confinamiento, la diferencia más amplia en la medida promedio la obtuvo la segunda réplica con 0.13 centímetros de diferencia, cifra poco relevante en la producción e imperceptible a la vista.

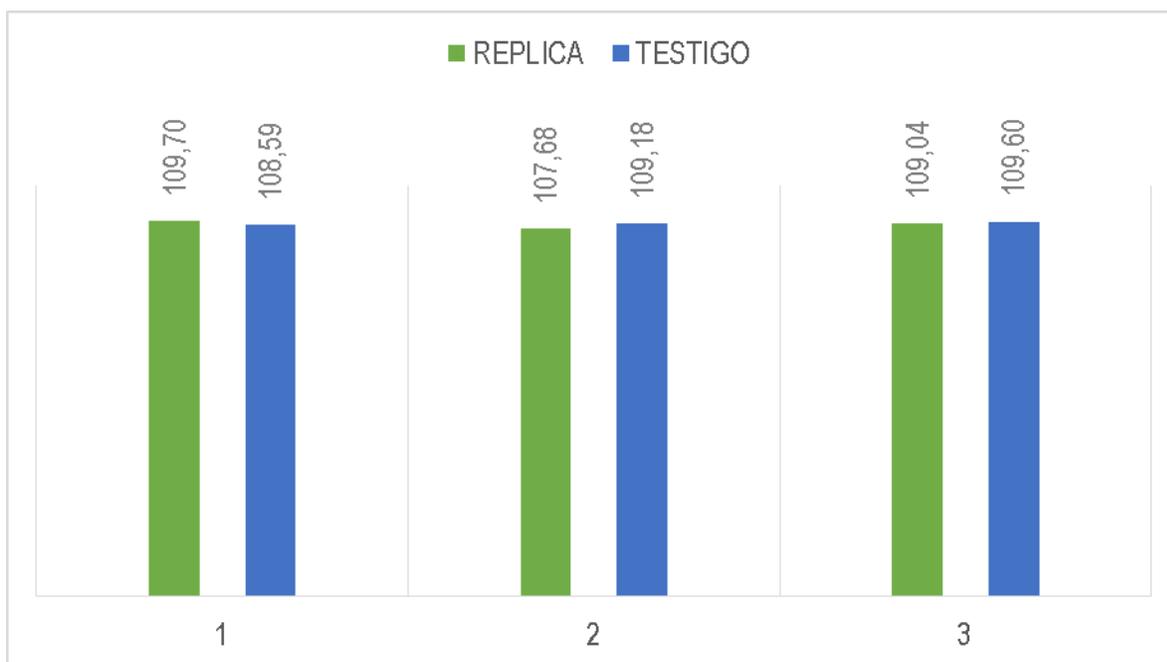


Figura 12 Longitud promedio de la flor al momento del corte

Fuente: Elaboración Propia

En esta grafica se observa la uniformidad que presenta la cama al momento del corte, la diferencia más alta entre le réplica y el testigo fue 1.5 cm. Estadísticamente existe una diferencia significativa entre estos dos promedios, sin embargo, a nivel de producción esta diferencia no tiene absolutamente ninguna relevancia, ya que, en el momento del corte de la flor, se desechan aproximadamente los 20 centímetros inferiores de los tallos, para evitar utilizar la parte leñosa del tallo, y para homogenizar las medidas de cada uno, buscando la estética de los ramos.

Al indagar en los motivos por los cuales su pudo tener esta diferencia, encontramos que en el invernadero número 54 (donde se realizó la réplica número 2) se realizó la última esterilización del suelo en el año 2013 y los niveles de nematodos de este bloque, está un poco por encima de los niveles de los bloques 49 y 60 (donde se realizaron las otras dos réplicas) lo cuál puede ser la explicación de las pequeñas e irrelevantes diferencias en las alturas de los tallos.

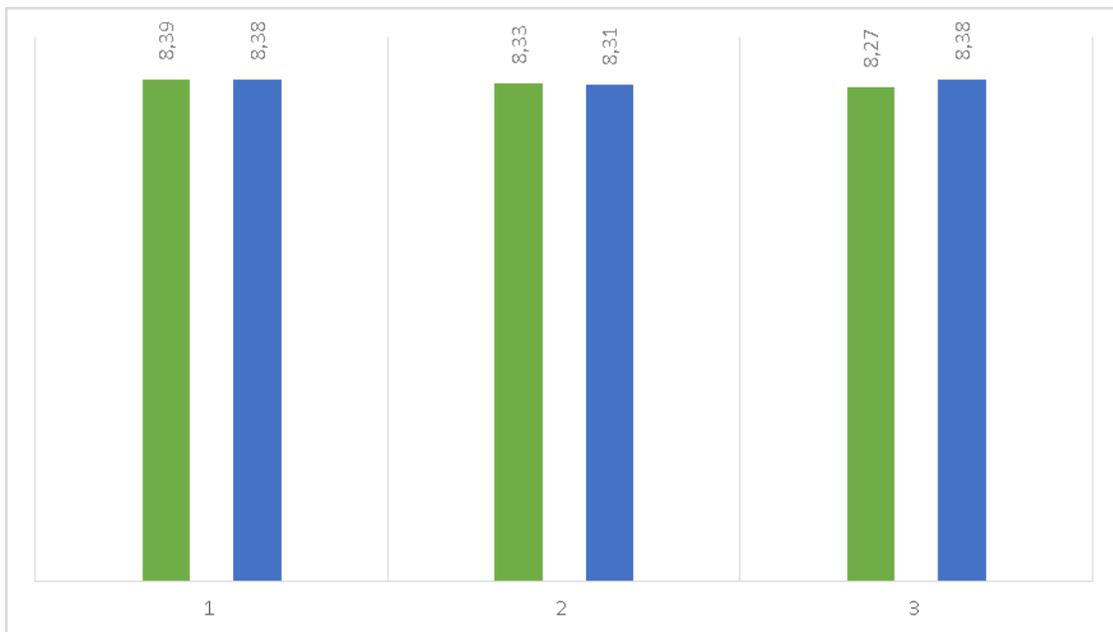


Figura 13 Espesor promedio del tallo en el corte

Fuente: Elaboración Propia

En esta grafica se observa la uniformidad de las medidas promedio de los puntos florales al momento del corte:

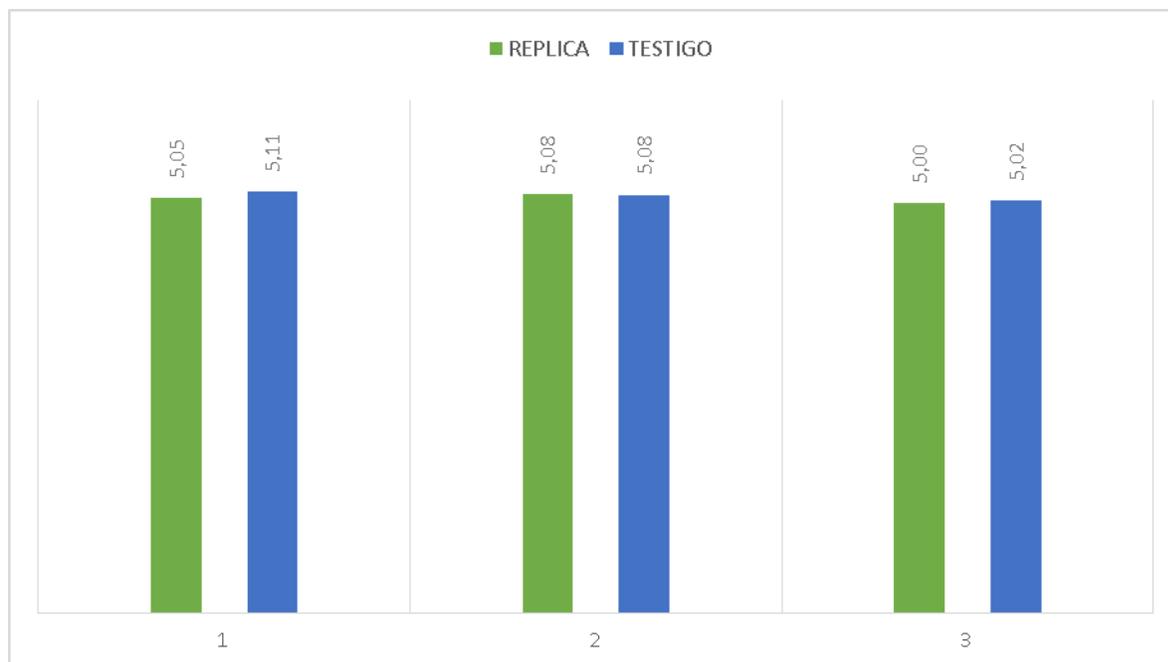


Figura 14 Puntos promedio florales en el corte

Fuente: Elaboración Propia

6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

| ITEM A CONSIDERAR | RÉPLICA | RÉPLIC | RÉPLICA |
|---|---------|--------|---------|
| | 1 | A 2 | 3 |
| Número de plantas reales sembradas del testigo | 560 | 560 | 560 |
| Número de plantas reales sembradas en la réplica | 560 | 560 | 560 |
| Altura promedio del testigo | 113.5 | 113.5 | 113.4 |
| Altura promedio de la réplica | 112.9 | 113 | 113 |
| Numero de ramos (con 7 tallos) producidos en el testigo | 71.4 | 72.8 | 72.2 |
| Numero de ramos (con 7 tallos) producidos en la | 72.4 | 70.6 | 71.2 |

| | | | |
|---|----|----|----|
| réplica | | | |
| Numero de tallos que no se cosecharon en el testigo | 60 | 50 | 54 |
| Numero de tallos que no se cosecharon en la réplica | 53 | 66 | 61 |
| Motivo de descarte de los tallos en el testigo | | | |
| Por tallos delgados | 31 | 16 | 19 |
| Por tallos cortos | 20 | 19 | 11 |
| Por pocos de puntos florales | 9 | 15 | 24 |
| Motivo de descarte de los tallos en la replica | | | |
| Por tallos delgados | 23 | 17 | 25 |
| Por tallos cortos | 19 | 36 | 15 |
| Por pocos de puntos florales | 11 | 13 | 18 |

De lo anterior, podemos concluir que el resultado de la producción es similar en las réplicas y en los testigos. El número de ramos que se sacaron de producción son similares, lo que demuestra que quitar la luz durante los 7 primeros días de confinamiento es viable.

La cantidad de ramos producidos en cada replica se calcula dividiendo el número de tallos útiles en 7, dado que 7 es la cantidad de tallos con los que normalmente se comercializa esta variedad. Para los casos en los que un tallo no cumple en más de uno se suma al ítem según el orden del listado anterior.

6.3 CRITERIOS DE MEDICIÓN

La ausencia de luz artificial en las primeras 7 noches del periodo de enraizamiento, no tiene efectos adversos en la producción de la variedad Atlantis White en las tres muestras utilizadas en este estudio, dentro de la estadística descriptiva se muestra uniformidad en todas las muestras con independencia de su semana de siembra y la presencia o no de luz durante la primera semana de enraizamiento; en ningún momento se encontraron diferencias importantes, o diferencias que impacten en la producción final.

6.3.1 Altura

Dentro de los estándares de calidad se encuentra que los tallos alcancen como mínimo 90 centímetros de longitud hasta antes de la cosecha, para que cuando sean cortados, y se les retire la parte leñosa inferior de los tallos, queden sin problema de unos 70 centímetros y con esta medida no tendrán dificultades con ningún cliente a la hora de la comercialización.

Los datos de altura muestran diferencias muy pequeñas si se compara el testigo con la réplica, y estas diferencias tienen un comportamiento consistente que apunta a que los esquejes que no recibieron iluminación durante las primeras siete noches no presentan diferencias significativas respecto a las otras muestras durante las tres semanas del ejercicio de campo.

Al realizar un análisis de los datos de la altura, se observa que la evaluación número 2, consistentemente fue un poco más pequeña que las otras, sin embargo, al final obtuvo una medición promedio de 108 centímetros lo cual es más que suficiente para los intereses de los productores.

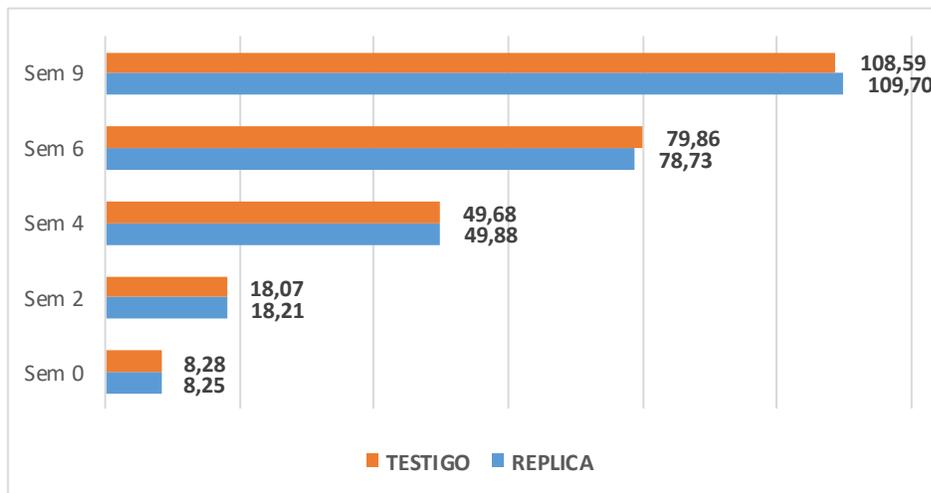


Figura 15 Longitud promedio de la réplica 1

Fuente. Elaboración propia

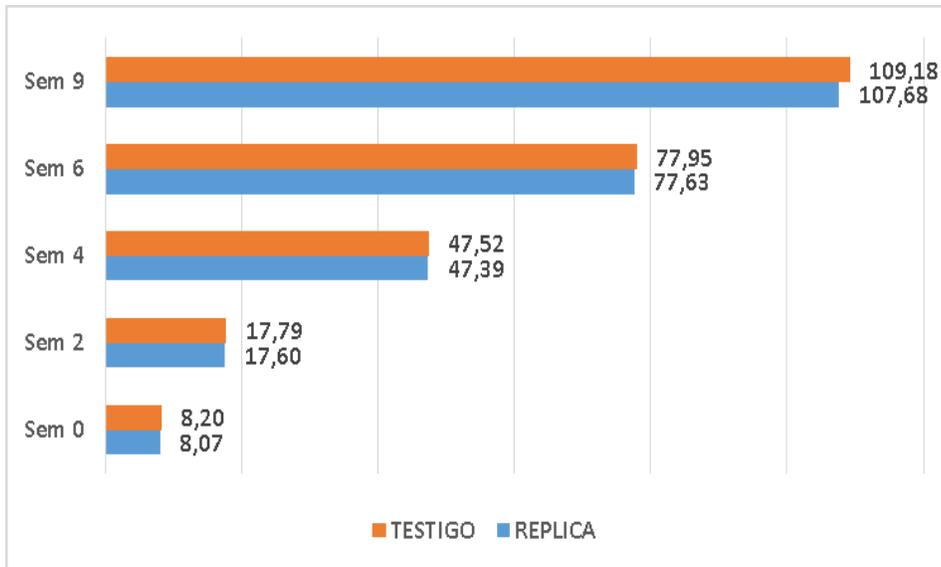


Figura 16 Longitud promedio de la réplica 2

Fuente. Elaboración propia

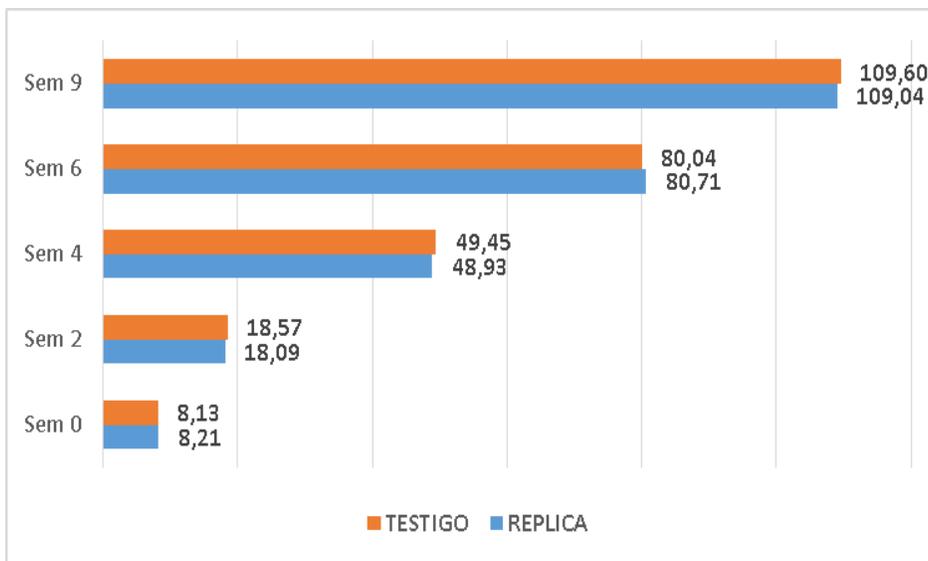


Figura 17 Longitud promedio de la réplica 3

Fuente. Elaboración propia

Ilustración 9 Uniformidad de los tallos en semana



Fuente. Elaboración propia

Ilustración 10 Uniformidad de los tallos en la semana 7



Fuente. Elaboración propia

Ilustración 11 Uniformidad de la cama en el pre corte



Fuente. Elaboración propia

Los registros fotográficos nos muestran el alto grado de uniformidad entre las diferentes evaluaciones y entre los tallos con el tratamiento y los tallos sin el tratamiento.

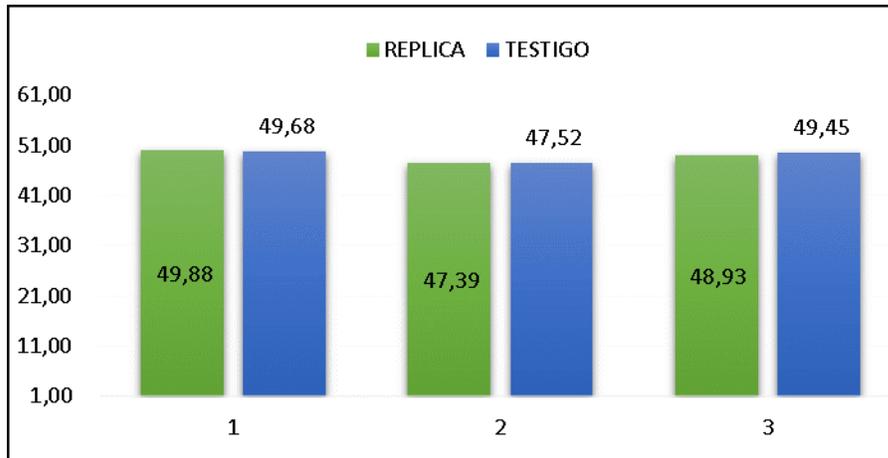


Figura 18 Longitud promedio de los tallos en semana 4 de siembra en campo

Fuente. Elaboración propia

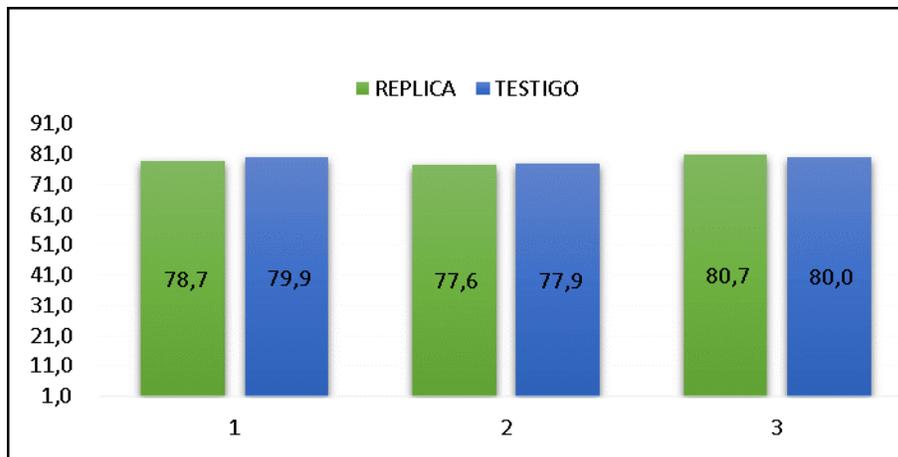


Figura 19 Longitud promedio de los tallos en semana 6 de siembra en campo

Fuente. Elaboración propia

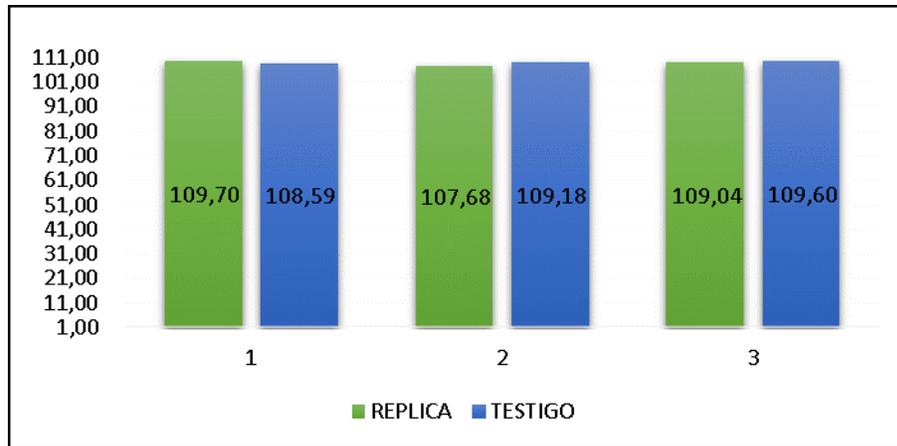


Figura 20 Longitud promedio de la flor en el corte

Fuente. Elaboración propia

6.3.2 Espesor

La variable espesor de los tallos es muy importante en la comercialización de crisantemos ya que se pueden vender dependiendo del número de tallos por ramo (cada ramo de siete tallos) o del peso del ramo (cada ramo mínimo de 250gr).

A los productores les interesa que gran parte que su producción se comercialice por peso, que los tallos no estén huecos, que tengan un buen grosor y una buena hidratación. Todo esto aporta peso y aumenta la recepción de recursos, pues, es en términos generales, una de las medidas con las que se realiza la liquidación de los pedidos.

En las evaluaciones realizadas no se evidencian afectaciones por falta de luz en el variable espesor de los tallos. Al final se obtuvieron tallos de buen grosor tanto en la réplica como en el testigo, y las diferencias entre ambos fueron de decimas de milímetro, lo que nos muestra uniformidad en los tallos y muy buena calidad.

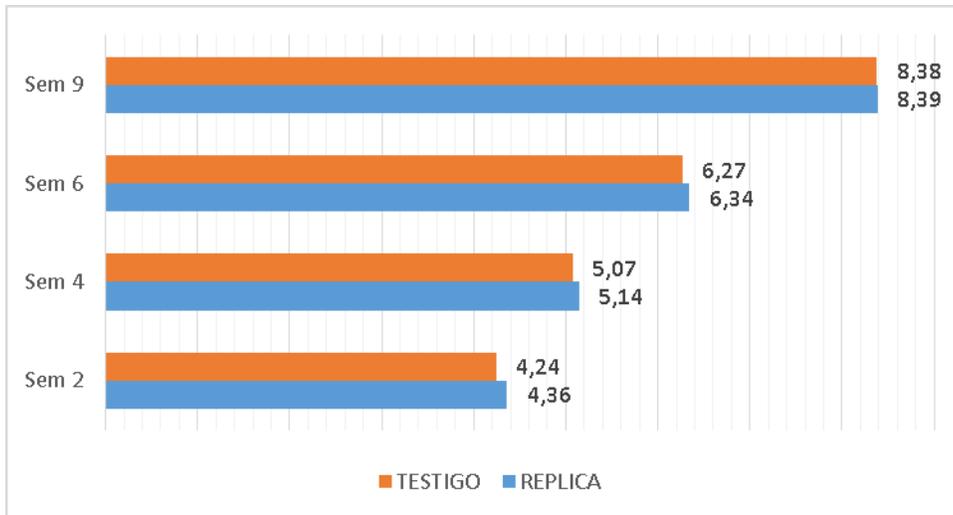


Figura 21 Espesor del tallo promedio de la réplica 1

Fuente. Elaboración propia

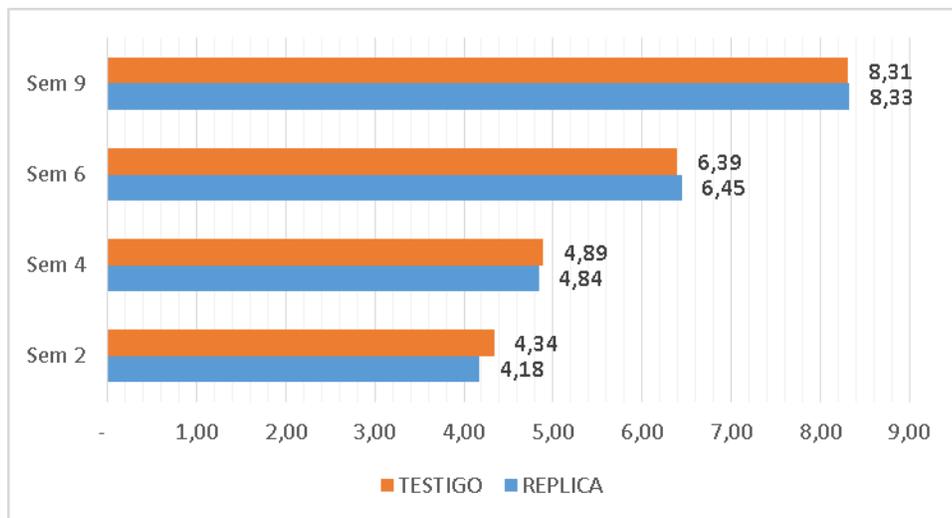


Figura 22 Espesor del tallo promedio de la réplica 2

Fuente. Elaboración propia

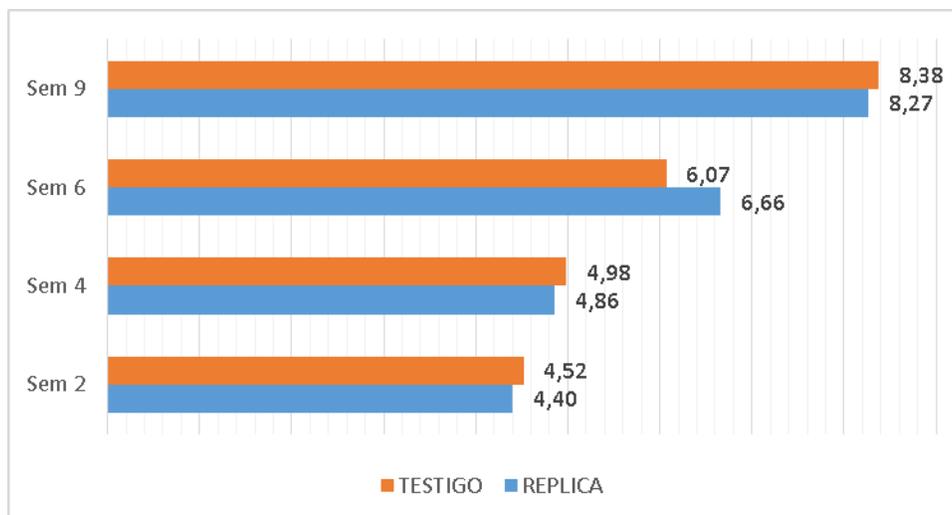


Figura 23 Espesor del tallo promedio de la réplica 3

Fuente. Elaboración propia

6.3.3 Puntos florales

El número de puntos florales es una variable que, aunque depende en gran medida de la genética de la variedad, podría verse afectada por la falta de iluminación. Es muy importante la cantidad de flores útiles ya que es la expresión final, y lo que agrega volumen y valor estético al ramo.

En las evaluaciones realizadas la cantidad de puntos florales tanto de las réplicas como de los testigos permaneció en cinco flores en promedio; al hacer un comparativo con el comportamiento histórico de la variedad, nos damos cuenta que es la cantidad de flores que usualmente produce determinando una uniformidad de las muestras en esta medición.

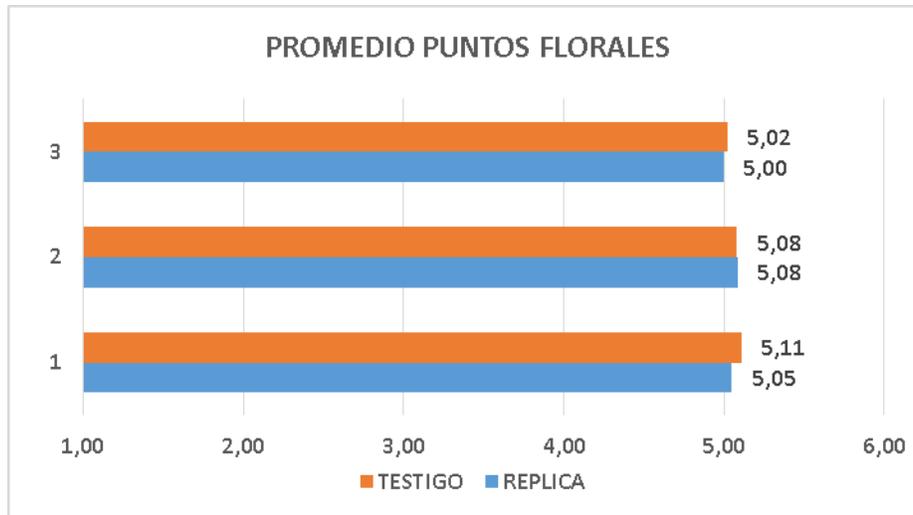


Figura 24 Promedio de los puntos florales

Fuente. Elaboración propia

6.3 Kw Vs Cantidad de Agua

Mirando la situación de otra manera, por ejemplo, cuánta agua se necesitaría para generar los 39566 kw/h/año y 219821 kw/h/año respectivamente?

Es una cantidad muy grande de agua, y depende de la altura a la que caerá en la hidroeléctrica, y del diámetro de la tubería que la conduce hasta el generador.

La siguiente tabla presenta datos para diseñar generadores que suministren 100 kw

Tabla 27 Diseño hidroeléctrico para producir 100kW

| Caudal | Flujo | KW | Turbina | KW | MWH/ | Diám. Tub. |
|--------|---------|-------|------------|--------|------|------------|
| (m) | (l/sec) | Teór. | Eficiencia | Salida | Año | (mm) |
| 50 | 379 | 156 | 63% | 98 | 861 | 610 |
| 100 | 189 | 156 | 63% | 98 | 861 | 457 |
| 150 | 126 | 156 | 63% | 98 | 861 | 381 |
| 200 | 98 | 161 | 63% | 102 | 889 | 305 |
| 250 | 79 | 162 | 63% | 102 | 897 | 305 |
| 300 | 63 | 156 | 63% | 98 | 861 | 254 |

Fuente: <http://www.fao.org>

Para una caída desde una altura de 150 mts se necesitarían 126 litros de agua por segundo para producir 100 kw. Al multiplicar esta cifra por 3600 segundos que tiene una hora, nos da la enorme cifra de 453600 litros de agua para generar 100 kw/h.

Para generar 39.566 kw/h y 219.821 kw/h se necesitaría entonces la descomunal cantidad de 179`471376 y 997`108056 litros de agua respectivamente.

180 millones de litros de agua para producir 39566 kw/h y 1000 millones de litros de agua para producir 219.821 kW/h.

La presión urbanística y otros fenómenos hacen que la demanda de energía eléctrica aumente progresivamente en la región del altiplano y en todo el oriente antioqueño, la disminución de las cantidades de energía consumidas por la industria es un imperativo y reduciría la presión sobre los ecosistemas donde se produce la energía eléctrica.

6.4 Conclusiones y recomendaciones

El estudio demuestra que no hay diferencias significativas en el desarrollo de las flores y que se podría eliminar la iluminación en las condiciones descritas durante este estudio; se deben implementar pruebas con volúmenes mucho más grandes de esta variedad a lo largo del año hasta cambiar el manejo de las luces en la totalidad de esta variedad.

La variedad Atlantis White es la más representativa en la gran mayoría de los cultivos de crisantemos del oriente antioqueño, por sus características de color, altura, productividad, tinturado, poca susceptibilidad a plagas y enfermedades, etc. De reducir los costos de producción solo en esta variedad, y extrapolando la evaluación a toda la producción de Atlantis White en todo el oriente antioqueño, la reducción en los costos de producción serían enormes y los costos ambientales de producción de energía reducirían notablemente como contribución del sector floricultor; esta evaluación también se puede realizar en otras zonas productoras de crisantemos tanto en Colombia, como en otros países del trópico teniendo en cuenta las diferencias productivas y del ambiente como la temperatura y humedad.

Se deben realizar estas mediciones de necesidad lumínica para muchas otras variedades que se producen en grandes extensiones.

Tal como lo dice la teoría por medio de esta investigación se verifica que efectivamente el crisantemo no necesariamente requiere iluminación en sus primeras etapas del proceso productivo. Tradicionalmente en el enraizamiento de crisantemos se ilumina de manera generalizada con el fin de no correr riesgos, pero no se depuran las distintas posibilidades de reducir los costos a través del conocimiento minucioso de cada variedad y de cada proceso.

Este desarrollo aplicado en otras condiciones y variedades podría convertirse en una regla general para la producción de flores reduciendo notablemente los costos equivalentes a la iluminación y las presiones ambientales que requiere el sector y obedecer a las demandas ambientales tan exigentes que existen en la actualidad.

El costo de producción de energía eléctrica hace presión sobre a oferta natural que si bien no es tan tangible en los municipios del altiplano si lo es en las subregiones de embalses y bosques; la aplicación de modelos productivos que reduzcan este recurso no solo generarían mayor rentabilidad para el sector sino que reducirían las necesidades de este recurso, ayudando a la sostenibilidad ambiental en el marco de un crecimiento poblacional acelerado cuyas demandas energéticas son tan fuertes como es el caso del Oriente antioqueño.

La mayor rentabilidad asociada a la reducción de costos de la producción total de la flor permitiría un crecimiento aún mayor del sector floricultor y de las empresas productoras de crisantemo variedad Atlantis White; la aplicación de nuevos modelos productivos puede ayudar a las empresas a mantener sus condiciones productivas, ambientales y de personal aún en el marco de la reducción de los precios del dólar o de crisis económicas reduciendo notablemente su impacto en las economías locales.

7. Bibliografía

- Ávila, & Pereira. (-). *Producción de plantas madre y esquejes de crisantemo (Dendranthema x grandiflorum Kitam.)*. Córdoba.
- Berrocal Domínguez Luis Diego. 1996. Producción de follajes para la exportación. Floreal S.A. X Congreso Nacional Agronómico. Costa Rica.
- Curso de follajes tropicales. Alcaldía de Pereira. Comité café Risaralda. Pereira. Colombia 2004
- Durán, Davis Roger. (2014). Curso de floricultura heliconias gingers musas orquídeas
- García, D. (2016). *Curvas de extracción de nutrientes en crisantemo (Dendranthema grandiflorum) en la variedad Atlantis White bajo condiciones de producción en sistemas aeropónicos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Ibáñez, C. L., & Egoscobal, A. M. (2008). Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. *Revista Escuela de Administración de Negocios*(64), 5-18.
- Marín, M. A. (1997). *Floricultura y Productividad*. Recuperado el 21 de Marzo de 2017, de Biblioteca Digital Universidad Nacional: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9195/1/8287006.1997.pdf>
- Marín, M. A. (1999). *Manual del Crisantemo (Notas Agronómicas)*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 20 de Marzo de 2017, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9914/1/4885191.%201999.%20Parte%201.pdf>

- Muñoz, Y. A. (2012). *Concentración de Calcio y Presión Osmótica de la Solución Nutritiva en el Crecimiento Vegetativo y Floral de Crisantemo*. Universidad autónoma Agraria.
- Pizano de M María. 1999. *Zantedeschia*. Calla Lily. Ediciones Hortitecnia Ltda. Santafé de Bogotá, D.C Colombia.
- Primer seminario de Heliconias y plantas Afines. 1993. Memorias. Manizales – Colombia
- Rodríguez Guerrero Pedro I. *Fundamentos de Silvicultura*. USTA. 1987.
- Quirós, M. L. (1998). *La floricultura en Colombia en el marco de la globalización: aproximaciones a un análisis micro y macroeconómico* . Bogotá: Universidad EAFIT.
- Restrepo, G. I. (1970). *La industrialización del Oriente antioqueño*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Toro, F. d., & Londoño, G. A. (2005). Evaluación de dos tratamientos fotoperiódicos en crisantemo (*dendranthema grandiflorum* (ramat.) Kitam.) bajo condiciones del intertrópico andino alto. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 58, 2859-2882. Recuperado el 20 de Marzo de 2017, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v58n2/a05v58n2.pdf>