

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 8</b>

26.

<b>FECHA</b>	miércoles, 04 de julio de 2018
--------------	--------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Sede Fusagasugá
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Agronómica

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Bonilla Sierra	Laura Lizeth	1069748161
Farfán Castiblanco	Miguel Ángel	1074185360

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 2 de 8</b>

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Gil Clavijo	Arlette Ivonne

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE COMPONENTES DE CRECIMIENTO EN GIRASOL ( <i>Helianthus annuus L.</i> )

<b>SUBTÍTULO</b> (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:</b> Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Ingeniería Agronómica

<b>AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
29/05/2018	140

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
Producción	Production
Estadística	Statistics.
Variable	Variable
Parámetros	Parameters
Híbridos	Hybrids

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 8</b>

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

La sabana de Bogotá se ha convertido en una zona de importancia para la producción de flor de corte y en vista del valor comercial que ha tomado el mercado de girasol ornamental en Colombia, surge la necesidad de realizar una serie de investigaciones y ensayos que permitan optimizar la producción del cultivo. La empresa Phytotec S.A.S, se encuentra ubicada en el rosal Cundinamarca y dispone de sus instalaciones e insumos para la siembra del girasol ornamental, la empresa se caracterizó por la siembra de girasol ornamental, de esta manera es necesario aportar conocimientos de aspectos fisiológicos fundamentales de la especie y el cultivo. Para obtener altos rendimientos y beneficios económicos. Por lo anterior, el presente trabajo busca aportar alternativas productivas mediante la evaluación de la densidad de siembra sobre componentes de crecimiento en girasol.

La presente investigación se planteó analizar las variables altura de la planta, diámetro de tallo, diámetro de botón floral, biomasa, área foliar, Índice de área foliar (IAF), tasa de asimilación neta (TAN) y tasa de crecimiento relativo (TCR); para los híbridos Vincent y Sunbright.

El material Vincent respondió mejor a la densidad de siembra a 48 plantas /m<sup>2</sup> en todas las variables a excepción de la variable altura donde esta obtuvo el mayor valor a 60 plantas/m<sup>2</sup>. Respecto a híbrido Sunbright también obtuvo los mayores con una densidad de siembra de 48 plantas/m<sup>2</sup>, exceptuando las variables diámetro de botón floral y área foliar donde estas variables obtuvieron mayores valores en la densidad de siembra de 36 plantas/m<sup>2</sup>. Al comparar los materiales se observó que Vincent sobresalió obteniendo los valores más altos en todas las variables a excepción de biomasa donde la (p>0,05).

Se encontró que híbrido Vincent tuvo mayor producción con una participación del 52% del total de tallos cosechados, mientras Sunbright tuvo un 48%. La densidad de siembra que generó mayores tallos cosechados para las dos variedades fue a 48 plantas/m<sup>2</sup> teniendo un porcentaje de pérdida del 11% para Vincent y 13% para Sunbright a comparación de los demás tratamientos que sobrepasaron el 20% en pérdidas.

### Abstract

The savannah of Bogotá has become an important area for the production of cut flowers and in view of the commercial value that the ornamental sunflower market has taken in Colombia, there is a need to carry out a series of research and trials to optimize the production of the crop. The company Phytotec SAS, is located in the rose Cundinamarca and has its facilities and supplies for planting ornamental sunflower, the company is characterized by the planting of ornamental sunflower, in this way it is necessary to provide knowledge of fundamental physiological aspects of the species and cultivation. To obtain high yields and economic benefits. Therefore, the present work seeks to provide productive alternatives through the evaluation of planting density on growth components in sunflower. The present investigation was raised to analyze the variables height of the plant, stem diameter, floral bud diameter, biomass, leaf area, leaf area index (LAI), net assimilation rate (TAN) and relative growth rate (TCR). ; for the Vincent and Sunbright hybrids. The Vincent material responded better to the planting density at 48 plants / m<sup>2</sup> in all the

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 4 de 8</b>

variables except for the variable height where it obtained the highest value at 60 plants / m2. Regarding hybrid Sunbright also obtained the largest with a planting density of 48 plants / m2, except for the variables floral bud diameter and foliar area where these variables obtained higher values in the planting density of 36 plants / m2. When comparing the materials it was observed that Vincent excelled obtaining the highest values in all the variables except for biomass where the ( $p > 0.05$ ).

It was found that hybrid Vincent had higher production with a participation of 52% of total stalks harvests, while Sunbright had 48%. The density of planting that generated greater stems harvested for the two varieties was 48 plants / m2 having a percentage of loss of 11% for Vincent and 13% for Sunbright compared to the other treatments that exceeded 20% in losses.

### AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	x	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	x	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 5 de 8</b>

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 6 de 8</b>

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI \_\_\_ NO \_X\_.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

### LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 7 de 8</b>

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. Evaluación de la densidad de siembra sobre componentes de crecimiento en girasol (Helianthus annuus L.).pdf	Texto
2.	
3.	



<b>MACROPROCESO DE APOYO PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 8 de 8</b>

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafo)</b>
Laura Lizeth Bonilla Sierra	
Miguel Ángel Farfán Castiblanco	

12.1.50

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

**EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE COMPONENTES  
DE CRECIMIENTO EN GIRASOL (*Helianthus annuus L.*)**

**LAURA LIZETH BONILLA SIERRA  
MIGUEL ANGEL FARFAN CASTIBLANCO**



**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Fusagasugá  
2018**

**EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE COMPONENTES  
DE CRECIMIENTO EN GIRASOL (*Helianthus annuus L.*)**

**Trabajo de grado para optar al título  
De Ingeniero Agrónomo**

**DIRECTORA  
ARLETTE IVONNE GIL C., M.Sc. Ciencias Agrarias**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Fusagasugá  
2018**

## **DEDICATORIA**

### **Laura Lizeth Bonilla Sierra**

Dedico este trabajo de grado a Dios, quien me ha brindado sabiduría y entendimiento para alcanzar las metas logradas hasta el momento, a mi familia especialmente a mi madre por ser la persona que me ha guiado y apoyado en todos los momentos de la vida y me dio el ejemplo para ser una persona íntegra y con valores para salir adelante a mi padre por sus consejos, a mis compañeros de estudio que de algún modo me brindaron ayuda en el transcurso de la carrera, finalmente a la universidad de Cundinamarca por brindarme la oportunidad de culminar mis estudios profesionales.

### **Miguel Ángel Farfán Castiblanco**

Primeramente agradecer a dios por darme la vida y la fuerza de cumplir con mis metas propuestas, a mi familia quien fue un apoyo fundamental en este proceso de superación profesional, a mis padres que con su buen ejemplo y consejos me ayudaron a sacar mi carrera adelante también le agradezco a mi pareja sentimental la disposición y el compromiso con la que juntos logramos culminar nuestra carrera profesional, por último agradezco a los profesores por las enseñanzas otorgadas y a la universidad de Cundinamarca por permitirme pertenecer a tan grande institución.

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra directora ARLETTE IVONNE GIL, por su orientación y colaboración durante el transcurso del trabajo.

A la empresa Phytotec S.A.S quien nos brindó espacio dentro de su cultivo de flores para desarrollar este proyecto de investigación además de su apoyo y financiación del presente proyecto.

A la universidad de Cundinamarca por su orientación.

## TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO.....	11
RESUMEN.....	13
ABSTRACT .....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	17
2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA .....	19
4. OBJETIVOS .....	22
4.1 Objetivo general .....	22
4.2 Objetivos específicos .....	22
5. MARCO TEÓRICO.....	23
5.1 Origen del cultivo de girasol ( <i>Helianthus annuus</i> L.) .....	23
5.2 Descripción Taxonómica .....	23
5.3 Clasificación botánica .....	23
5.4 Descripción Morfológica .....	24
5.4.1 Raíz .....	24
5.4.2 Tallo .....	25
5.4.3 Hojas.....	25
5.5 Inflorescencia.....	25
5.5 Polinización.....	25
5.7 Fecundación .....	26
5.8 Fruto y semilla.....	26

5.9	Requerimientos edafoclimáticos .....	26
5.9.1	Suelo.....	27
5.9.2	pH .....	27
5.9.3	Temperatura .....	27
5.9.4	Precipitación .....	28
5.9.5	Fotoperiodo y luz .....	28
5.9.6	Humedad .....	29
5.10	Variedades.....	29
5.11	Densidad de siembra .....	31
5.12	Análisis de crecimiento .....	32
6.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	33
6.1.	Ubicación y Características agro climatológicas .....	33
6.2	Técnicas o instrumentos para la recolección de datos:.....	34
6.3	Método de análisis:.....	34
6.4	Infraestructura y Equipos:.....	34
<u>6.5</u>	<u>DISEÑO EXPERIMENTAL.....</u>	<u>34</u>
<u>6.5.1</u>	<u>Factores de estudio y Diseño experimental .....</u>	<u>34</u>
6.5.2	TRATAMIENTOS .....	35
6.5.3	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL EXPERIMENTO.....	36
6.5.4	Especificaciones campo experimental: .....	36
<u>6.6</u>	<u>Variables de evaluación:.....</u>	<u>36</u>
6.6.1	Medidas directas:.....	37

6.6.2 Medidas indirectas: .....	39
6.7 PARÁMETROS DE CALIDAD:.....	39
6.8 METODOLOGÍA .....	40
6.8.2 Fase de campo .....	42
6.8.3 Siembra .....	43
6.8.4 Labores culturales.....	46
6.8.4.1 PLAN DE FERTILIZACIÓN.....	47
6.8.4.2 PLAN DE MIPE .....	48
6.8.5 Corte de tallos.....	49
6.8.6 Toma de datos .....	49
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	50
7.1 Medidas directas.....	50
7.1.1 Altura de la planta .....	50
7.1.2 Diámetro del tallo .....	55
7.1.3 Diámetro de botón floral.....	60
7.1.4 Área foliar (AF).....	65
7.1.5 Biomasa .....	70
7.2 Medidas indirectas.....	76
7.2.1 Índice de área foliar (IAF).....	76
7.2.1.1 Híbrido Sunbright .....	77
7.2.1.2 Híbrido Vincent.....	79
7.2.2 Tasa de crecimiento relativo (TCR).....	81

7.2.2.1 Híbrido Sunbright .....	81
7.2.2.2 Híbrido Vincent.....	85
7.2.3 Tasa de asimilación neta (TAN).....	88
7.2.3.1 Híbrido Sunbright .....	89
7.2.3.2 Híbrido Vincent.....	92
.....	113
9. CONCLUSIONES .....	114
10. RECOMENDACIONES.....	115
11. BIBLIOGRAFÍA .....	116
12. ANEXOS .....	120
12.1 ECUACIONES DE REGRESIÓN.....	120
Tabla.23 Ecuación de las líneas de tendencia para la variable altura $R^2$ . .....	121
Tabla.24 Ecuación de las líneas de tendencia para variable diámetro de tallo $R^2$ . .....	121
Tabla.26 Ecuación de las líneas de tendencia para variable área foliar $R^2$ . ....	122
Tabla.27 Ecuación de las líneas de tendencia para variable biomasa $R^2$ .....	123
Tabla.28 Ecuación de las líneas de tendencia para variable TCR $R^2$ .....	123
Tabla.29 Ecuación de las líneas de tendencia para variable TAN $R^2$ .....	124
Tabla.30 Ecuación de las líneas de tendencia para variable IAF $R^2$ .....	124
12.2 Análisis de varianza según Pearson: .....	125
Tabla.31 Análisis de varianza para altura variedad Sunbright: .....	125
Tabla.32 Análisis de varianza para altura variedad Vincent: .....	125

Tabla.33 Análisis de varianza para diámetro de tallo variedad Sunbright.....	126
Tabla.34 Análisis de varianza para diámetro de tallo variedad Vincent: .....	127
Tabla.35 <i>Análisis de varianza para área foliar variedad Sunbright: .....</i>	127
Tabla.36 Análisis de varianza para área foliar variedad Vincent: .....	128
Tabla.37 Análisis de varianza para biomasa variedad Sunbright: .....	129
Tabla.38 Análisis de varianza para biomasa variedad Vincent: .....	130
12.3 Pruebas de comparación según Pearson. ....	131
Tabla.39 Correlación entre variable altura con AF; para variedad Sunbright:..	131
Tabla.40 Correlación entre variable altura con biomasa; para variedad Sunbright:.....	131
Tabla.41 Correlación entre variable altura con diámetro de tallo; para variedad Sunbright:.....	131
Tabla.43 Correlación entre variable AF con diámetro de tallo; para variedad Sunbright:.....	132
Tabla.45 Correlación entre variable biomasa con diámetro de tallo; para variedad Sunbright: .....	133
Tabla.46 Correlación entre variable biomasa con diámetro de tallo; para variedad Sunbright: .....	133
Tabla.47 Correlación entre variable altura con AF; para variedad Vincent ....	133
Tabla.48 Correlación entre variable altura con biomasa; para variedad Vincent: .....	134

Tabla.49 Correlación entre variable altura con diámetro de tallo; para variedad Vincent: .....	134
Tabla.50 Correlación entre variable AF con biomasa; para variedad Vincent:	134
Tabla.52 Correlación entre variable biomasa con AF; para variedad Vincent:	135
Tabla.53 Correlación entre variable biomasa con diámetro de tallo; para variedad Vincent: .....	135

## GLOSARIO

**CALIBRADOR:** Instrumento usado para medir espesores, diámetros de objetos cilíndricos huecos.

**COTILEDÓN:** Estructura similar a una hoja que se encuentra en las semillas de las plantas con flores, aparecen durante la germinación de la semillas, a veces se denominan "hojas" de la semillas u hojas seminales.

**DENSIDAD DE SIEMBRA:** Número de plantas por unidad de área de suelo.

**DOSEL VEGETAL:** O canopeo, se refiere a la capa superior de las hojas, normalmente tiene una densa cobertura que bloquea la luz solar a las hojas inferiores.

**ENERGÍA:** Propiedad de un individuo que se manifiesta por su capacidad de realizar un cambio.

**FENOLOGÍA:** Es la ciencia que estudia cómo afectan las variables meteorológicas a las manifestaciones estacionales de las plantas junto con los cambios de los estadios del desarrollo reproductor y vegetativo de las plantas.

**FLOEMA:** O tejido criboso, es un tejido de conducción formado por células vivas. Su principal misión es transportar y repartir por todo el cuerpo de la planta las sustancias carbonadas producidas durante la fotosíntesis, o aquellas movilizadas desde los lugares de almacenamiento, y otras moléculas como hormonas.

**FOTOASIMILADOS:** Sustancias sintetizadas por las plantas a partir de  $\text{CO}_2$  y de la energía solar. Según su función o su estado de desarrollo una parte u órgano de una planta será fuente o sumidero de fotoasimilados.

**METABOLISMO:** El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que realizan las células de los seres vivos para sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples, o para degradar las complejas y obtener las simples.

**RENDIMIENTO:** Rendimiento máximo que puede ser alcanzado por una variedad de un cultivo determinado en un área específica, en función de la radiación y temperatura.

**RESPIRACIÓN VEGETAL:** Es un conjunto de reacciones celulares por las cuales carbohidratos sintetizados por la fotosíntesis son oxidados a  $\text{CO}_2$  y agua.

**SEMILLAS:** Embrión en estado latente, rodeado o no de tejido nutritivo y protegido por el la cubierta seminal. En las Gimnospermas se hallan desnudas y en las Angiospermas encerradas en el fruto.

**SISTEMAS:** conjunto de órganos que realizan funciones relacionadas.

**TEJIDOS:** Grupo de células organizadas como una unidad estructural y funcional.

**TEJIDOS ESPECIALIZADOS:** Son aquellos tejidos conductores de sustancias orgánicas e inorgánicas, denominados xilema y floema necesarios para el desarrollo y crecimiento de la planta; además del transporte de sustancias son encargados del soporte a modo de esqueleto y sostén de la parte aérea de la planta.

**VARIEDAD:** Es una población con caracteres que la hacen reconocible a pesar de que hibrida libremente con otras poblaciones de la misma especie.

**XILEMA:** Se encarga del transporte y reparto de agua y sales minerales provenientes fundamentalmente de la raíz al resto de la planta, aunque también transporta otros nutrientes.

## RESUMEN

La sabana de Bogotá se ha convertido en una zona de importancia para la producción de flor de corte y en vista del valor comercial que ha tomado el mercado de girasol ornamental en Colombia, surge la necesidad de realizar una serie de investigaciones y ensayos que permitan optimizar la producción del cultivo. La empresa Phytotec S.A.S, se encuentra ubicada en el rosal Cundinamarca y dispone de sus instalaciones e insumos para la siembra del girasol ornamental, la empresa se caracterizado por la siembra de girasol ornamental, de esta manera es necesario aportar conocimientos de aspectos fisiológicos fundamentales de la especie y el cultivo. Para obtener altos rendimientos y beneficios económicos. Por lo anterior, el presente trabajo busca aportar alternativas productivas mediante la evaluación de la densidad de siembra sobre componentes de crecimiento en girasol.

La presente investigación se planteó analizar las variables altura de la planta, diámetro de tallo, diámetro de botón floral, biomasa, área foliar, Índice de área foliar (IAF), tasa de asimilación neta (TAN) y tasa de crecimiento relativo (TCR); para los híbridos Vincent y Sunbright.

El material Vincent respondió mejor a la densidad de siembra a 48 plantas /m<sup>2</sup> en todas las variables a excepción de la variable altura donde esta obtuvo el mayor valor a 60 plantas/m<sup>2</sup>. Respecto a híbrido Sunbright también obtuvo los mayores con una densidad de siembra de 48 plantas/m<sup>2</sup>, exceptuando las variables diámetro de botón floral y área foliar donde estas variables obtuvieron mayores valores en la densidad de siembra de

36 plantas/m<sup>2</sup>. Al comparar los materiales se observó que Vincent sobresalió obteniendo los valores más altos en todas las variables a excepción de biomasa donde la ( $p>0,05$ ).

Se encontró que híbrido Vincent tuvo mayor producción con una participación del 52% del total de tallos cosechas, mientras Sunbright tuvo un 48%. La densidad de siembra que generó mayores tallos cosechados para las dos variedades fue a 48 plantas/m<sup>2</sup> teniendo un porcentaje de pérdida del 11% para Vincent y 13% para Sunbright a comparación de los demás tratamientos que sobrepasaron el 20% en pérdidas.

**Palabras claves:** Producción, variable, parámetros, híbridos, estadística.

## ABSTRACT

The savannah of Bogotá has become an important area for the production of cut flowers and in view of the commercial value that the ornamental sunflower market has taken in Colombia, there is a need to carry out a series of research and trials to optimize the production of the crop. The company Phytotec SAS, is located in the rose Cundinamarca and has its facilities and supplies for planting ornamental sunflower, the company is characterized by the planting of ornamental sunflower, in this way it is necessary to provide knowledge of fundamental physiological aspects of the species and cultivation. To obtain high yields and economic benefits. Therefore, the present work seeks to provide productive alternatives through the evaluation of planting density on growth components in sunflower.

The present investigation was raised to analyze the variables height of the plant, stem diameter, floral bud diameter, biomass, leaf area, leaf area index (LAI), net assimilation rate (TAN) and relative growth rate (TCR). ; for the Vincent and Sunbright hybrids.

The Vincent material responded better to the planting density at 48 plants / m<sup>2</sup> in all the variables except for the variable height where it obtained the highest value at 60 plants / m<sup>2</sup>. Regarding hybrid Sunbright also obtained the largest with a planting density of 48 plants / m<sup>2</sup>, except for the variables floral bud diameter and foliar area where these variables obtained higher values in the planting density of 36 plants / m<sup>2</sup>. When comparing the materials it was observed that Vincent excelled obtaining the highest values in all the variables except for biomass where the ( $p > 0.05$ ).

It was found that hybrid Vincent had higher production with a participation of 52% of total stalks harvests, while Sunbright had 48%. The density of planting that generated greater stems harvested for the two varieties was 48 plants / m<sup>2</sup> having a percentage of loss of 11% for Vincent and 13% for Sunbright compared to the other treatments that exceeded 20% in losses.

**Keywords:** Production, variable, parameters, hybrids, statistics.

## 1. INTRODUCCIÓN

El sector floricultor colombiano se ha posicionado como un rubro relevante en el desarrollo del país y como un protagonista importante en el mercado internacional, ocupando el segundo lugar en las exportaciones mundiales de flores después de Holanda (Asocolflores, 2010). En el 2016 Colombia exportó más de 225.000 toneladas de flores que representa más de 1.100 millones de dólares en ventas, siendo el índice de producción más alto en los últimos nueve años donde el girasol como flor de corte tuvo una participación del 5% teniendo en cuenta que hay más de 50 especies de flor que son exportadas (Asocolflores, 2017).

Es importante resaltar que, así como incrementa el mercado de exportación de flores es necesario desarrollar estrategias que permitan fortalecer la producción mediante un buen manejo agronómico de cultivos y obtener resultados sostenibles y competitivos para el sector floricultor esto mediante la consolidación de sus productos en el mercado tanto nacional como internacional. (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL MADR 2010).

Una de las principales limitantes que impiden optimizar la producción para el cultivo de girasol ornamental como flor de corte es el escaso conocimiento fisiológico, ya que el mayor conocimiento ecofisiológico de esta especie proviene de las variedades oleaginosas y debido a los caracteres de valor comercial son distintos a los utilizados en los tipos ornamentales, por lo cual muchos aspectos no pueden ser aplicados directamente. Por ello es preciso contar con información adecuada acerca del efecto que

los distintos factores ecofisiológicos y de manejo agronómico que tienen sobre estas variedades ornamentales para poder realizar una correcta planificación que permita obtener un producto de calidad en el momento deseado y optimizar los recursos disponibles para aumentar la rentabilidad del cultivo (Mata, 2013).

Con respecto al incremento de la productividad por unidad de área, se hace vital establecer una densidad de siembra óptima, la cual está determinada por la cantidad y calidad de luz que llega a la zona de cultivo y por el rango de temperaturas del piso térmico; la densidad de siembra óptima es aquella que permite producir la mayor cantidad de flores, a menor costo de acuerdo a parámetros exigidos para el mercado tanto nacional como de exportación.

## 2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Las investigaciones realizadas para el cultivo de girasol ornamental, son escasas por lo que se pretende aportar información acerca de alternativas productivas para el cultivo de girasol como flor de corte, ya que las variedades que fueron evaluadas en la presente investigación son híbridos modificados genéticamente y se han introducido recientemente en el mercado colombiano; los mayores estudios de investigación en girasol son para especies de usos industriales. Evaluar y comparar estudios de caso para la producción de cultivo de girasol ornamental es una alternativa para aplicar en campo y en base a esto establecer que practicas agronómicas permitirán optimizar la producción del cultivo.

Para una empresa cubrir la demanda de un producto es trascendental ya que se deben satisfacer y mantener los clientes; en la producción de flores de corte hay épocas que exigen mayor producción y para estas temporadas es necesario abastecer el mercado tanto nacional como internacional, en estos casos se deben aplicar prácticas agronómicas que garanticen obtener altas producciones de excelente calidad; siendo una de ellas el manejo adecuado de la densidad de siembra.

El manejo de la densidad de siembra es una de las prácticas agrícolas más recomendables para lograr un incremento en la productividad de los cultivos, debido a que, con un número apropiado de individuos por unidad de superficie, se logra un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y nutricionales (Vega, 2001). La producción de biomasa de la planta de girasol, está directamente relacionada con el área foliar que

desarrolle el cultivo, teniendo como recursos el agua, la luz y los nutrimentos del suelo que intervienen en sus procesos fisiológicos (Linzaga, 2008).

Un determinante fundamental para conocer la producción durante el desarrollo del cultivo son los análisis matemáticos de crecimiento mediante medidas tanto directas como indirectas los cuales permiten analizar el crecimiento de la planta a través de la acumulación de materia seca, la cual depende del tamaño del área foliar, de la tasa a la cual funcionan las hojas y el tiempo que el follaje persiste de esta forma se tienen índices relacionados con cada uno de estos aspectos (Tekalign, & Hammes, 2005). Al obtener los resultados de los respectivos índices de crecimiento será posible analizar y concluir qué tan efectivo resulta adecuar el cultivo a cierta densidad de siembra con el fin de incrementar la productividad por metro cuadrado.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Al establecer un cultivo es primordial conocer varios aspectos que pueden influir en su desarrollo y rendimiento, siendo entre estos la densidad de siembra un factor de suma importancia en el manejo agronómico, a partir de esta es posible limitar o distribuir adecuadamente el área del suelo para el desarrollo óptimo de la planta; por lo que mediante el presente experimento se identificará la más adecuada para el girasol ornamental, permitiendo un mayor aprovechamiento del suelo para obtener mayor cantidad de tallos por metro cuadrado sin afectar la calidad de la flor.

Colombia se ha posicionado como uno de los primeros países productores de flores principalmente en la zona de la Sabana de Bogotá con una participación de 11250 toneladas de tallos de girasol al año (Asocolflores, 2017) por lo tanto tiene la responsabilidad de abastecer la demanda que exige el mercado y para ello debe optimizar al máximo los recursos disponibles con los que cuenta.

Con los resultados del presente estudio se tiene previsto generar información que servirá de guía a la empresa PHYTOTEC quien apoyó la presente investigación, incentivándolos a la siembra de este cultivo.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo general

Evaluar la densidad de siembra sobre componentes de crecimiento en girasol *Helianthus annuus L.* en los híbridos Sunbright y Vincent.

### 4.2 Objetivos específicos

- Evaluar las respuestas fisiológicas para los híbridos Vincent y Sunbright ante las diferentes densidades de siembra utilizadas en la zona del Rosal (Cundinamarca).
- Analizar las variables fisiológicas para los híbridos Vincent y Sunbright; mediante índices de crecimiento directos empleando las variables diámetro de botón floral, diámetro de tallo, altura, biomasa y área foliar e indirectos como IAF, TAN y TCR.
- Establecer una curva de producción total y una curva de producción por variedad en el proyecto realizado; para determinar la cantidad de tallos cosechados en la producción final.

## **5. MARCO TEÓRICO**

### **5.1 Origen del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.)**

El girasol fue introducido en Europa por los españoles, que lo trajeron de América del norte y México, es originario de Norteamérica y aunque ya era cultivado a la llegada de los europeos, fue mejorada en Rusia y reintroducida a Estados Unidos. Aunque la rosa es reconocida como la reina de las flores, el girasol no le queda a la zaga; por su esbeltez y la belleza de sus flores, esta planta es una de las más ornamentales del universo vegetal y se cultiva extensamente desde Canadá a Argentina y desde Ecuador a Japón (Collaguazo, 2012).

Su nombre común se debe al hecho de que su inflorescencia gira a lo largo del día mirando hacia el sol. Las inflorescencias crecen al cabo de un tallo que puede alcanzar varios metros de altura y que tiene pocas hojas. Los pétalos pueden ser amarillos, marrones, naranjas y de otros colores (Bailón, 2002).

### **5.2 Descripción Taxonómica**

El género *Helianthus* es altamente diversificado, se compone de 49 especies y 19 subespecies con 12 especies anuales y 37 perennes, las cuales representan una considerable variabilidad que puede utilizarse para el mejoramiento genético de varias características agronómicas e industriales de la especie cultivada (Comité Nacional Sistema-Producto Oleaginosas, 2016).

### **5.3 Clasificación botánica**

Pertenece a la familia *Asteraceae*, cuyo nombre científico es *Helianthus annuus*. Se trata de una planta anual, con un desarrollo vigoroso en todos sus órganos (Hernandez, 2001).

Según García (2010) la clasificación taxonómica del cultivo de girasol es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Helianthus*

Especie: *H. annuus*

Nombre científico: *Helianthus annuus* L.

Nombre común: Girasol, Flor del sol, Copa de Júpiter, Hierba del sol

## 5.4 Descripción Morfológica

### 5.4.1 Raíz

El sistema radicular del girasol está formado, por una raíz pivotante que puede llegar hasta los 2 metros de profundidad, y cuando tropieza con obstáculos naturales o suelas de labor desvía su trayectoria vertical y deja de explorar las capas profundas del suelo, crece más rápido que la parte aérea de la planta, por un sistema de raíces secundarias y terciarias que crecen en sentido horizontal y vertical, se desarrollan entre los 5 y 30 cm. De profundidad; la máxima profundidad coincide con la floración (Pizarro, 2009).

### **5.4.2 Tallo**

El tallo es cilíndrico, recto, vertical, de consistencia semileñosa, áspero y veloso, tanto el diámetro como la altura varían según cultivares. Al llegar a la madurez, el tallo se arquea en su extremo debido al peso, y el capítulo floral se vuelve hacia el suelo en mayor o menor grado. El diámetro varía entre 2 y 6 cm, y una altura hasta el capítulo entre 40 cm y 2 m. La superficie exterior del tallo es rugosa, asurcada y vellosa; excepto en su base. En la madurez el tallo se inclina en la parte terminal debido al peso del capítulo (Duarte, 2004).

### **5.4.3 Hojas**

Tiene hojas muy grandes y con largos pecíolos, los dos o tres pares de la base son opuestas y a partir del tercer o cuarto par son alternas, el color de las hojas varía del verde oscuro al amarillo y su número oscila entre los 12 y cuarenta hojas que está en función de las condiciones de cultivo y la variedad (Buxade, 2003).

## **5.5 Inflorescencia**

La inflorescencia forma un capítulo constituido por numerosas florcillas situados en el receptáculo discoidal, este capítulo tiene un diámetro que varía entre los 10 y 40 cm.; el polen es relativamente grande, unas 40 micras aproximadamente, con forma esféricas y un poco aplastadas (Buxade, 2003).

## **5.5 Polinización**

La apertura de la flor se produce de la siguiente manera: En las primeras horas del día emergen los estambres y por la tarde los estilos; desarrollándose estos últimos

complemente al día siguiente, con el desplegamiento de los estigmas en forma de dos lengüetas para recibir los granos de polen. Las primeras flores en abrirse son las de la parte exterior del capítulo y cada día (durante 5-10) se abren entre uno a cuatro anillos de flores (Pizarro, 2009).

### **5.7 Fecundación**

El girasol es una planta alógama y debido a la diferencia en que ocurre la maduración de los estambres y de los pistilos, se produce su autoincompatibilidad, es decir que el polen casi nunca poliniza el mismo capítulo de donde proviene. Esto origina que la polinización sea cruzada, normalmente entomófila y la realizan principalmente abejas, pegones y cigarrones, los cuales son atraídos por el néctar segregado por las flores. La mayor cantidad de néctar se produce cuando la temperatura nocturna no baja de 18 °C y cuando la diurna se mantiene alrededor de 25 °C (Mancilla, 1987).

### **5.8 Fruto y semilla**

Una vez fecundada la flor, el ovario se transforma en fruto y el ovulo en semilla el fruto es seco e indehisciente y recibe el nombre de aquenio, el mismo que está compuesto por el pericarpio (capa envolvente) y la semilla en la parte interna. El tamaño, dependiendo de la ubicación del capítulo oscila entre 8-17 mm. de largo por 4-8 mm. En la semilla, la membrana seminal crece con el endospermo formando una película fina que cubre al embrión. El embrión está compuesto por dos cotiledones, la plúmula y la radícula (Pizarro, 2009).

### **5.9 Requerimientos edafoclimáticos**

### **5.9.1 Suelo**

La planta de girasol tiene una capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelo, a excepción de los compactos, salitrosos y ácidos. Lo importante es la profundidad, el drenaje, la capacidad de retención de humedad y el pH (Angueta, 2012). Este cultivo aprovecha los elementos nutritivos disponibles, extrayendo cantidades relativamente importantes de nitrógeno, fósforo y potasio y agotando en muchos casos suelos bien provistos (Gómez, 1988).

El girasol no es muy tolerante en cuanto a salinidad, estando su rango de tolerancia entre 2 y 4 mmhos/cm (en términos de conductividad eléctrica de extracto de saturación del suelo a 25°C). En los suelos neutros o alcalinos no suelen aparecer problemas de tipo nutricional. Un exceso de alcalinidad puede ocasionar problemas de deficiencia de hierro, pero no es frecuente (Alba & Llanos, 2013).

### **5.9.2 pH**

Pizarro (2009) sostiene que el girasol no es una planta muy sensible a variaciones del pH en el suelo, tolera suelos con pH que van desde 5.8 hasta más de 8.0.

### **5.9.3 Temperatura**

El girasol es una planta que necesita al menos 5°C, durante 24 horas, para poder germinar, cuanto más alta es la temperatura, más rápidamente germinará. Si la temperatura es menor de 4°C no llegará a hacerlo. Una vez que ha germinado, se adapta a un amplio margen de temperaturas, que van desde 25-30 a 13-17°C en este último caso la floración sufre retraso. El margen óptimo de temperaturas oscila entre 21 y 24°C. En periodos de corta duración, puede resistir temperaturas de hasta 6 u 8°C. Bajas

temperaturas pueden dañar el ápice de la planta y ello puede provocar la ramificación de los tallos (Neri, 2015).

La influencia negativa de las altas temperaturas durante la fase de floración varía según el régimen de temperaturas que ha soportado la planta en la fase anterior de crecimiento y desarrollo foliar. Si estas han sido altas en la fase anterior, la planta aguantará mejor las altas temperaturas en la fase de floración. Si no es así, la planta podría sufrir situaciones de estrés (Alba y Llanos, 2013).

#### **5.9.4 Precipitación**

Se le considera resistente a la sequía y puede producir un rendimiento moderado con 300 mm de precipitación; el ideal es entre los 700-800 mm (Angueta, 2012).

#### **5.9.5 Fotoperiodo y luz**

Las diferencias en cuanto a la aparición de hojas, fecha de floración y a la duración de las fases de crecimiento y desarrollo son atribuidas al fotoperiodo. Durante la fase reproductiva el fotoperiodo deja de tener influencia y comienza a tener importancia la intensidad y la calidad de la luz, por lo tanto, un sombreado en plantas jóvenes produce un alargamiento del tallo y reduce la superficie foliar. La luz (radiación solar), constituye un factor energético en la producción. El girasol está clasificado dentro del grupo de plantas con metabolismo C3 (Tenesaca, 2015).

La influencia de la duración del día cambia a lo largo del desarrollo vegetativo. Al comienzo del desarrollo, en la fase de formación de las hojas, la duración del día actúa como factor fotoperiódico, acelerando o demorando el ritmo del desarrollo (Tenesaca, 2015).

### **5.9.6 Humedad**

Durante la época de crecimiento activo y sobre todo en el proceso de formación y llenado de las semillas el girasol consume importantes cantidades de agua. El consumo de agua será máximo durante el periodo de formación del capítulo, ya que toma casi la mitad de la cantidad total de agua necesaria. La secreción de néctar está influida por la humedad atmosférica durante la floración (Samuell, 2004).

Viorel (1997), indica que el girasol consume importantes cantidades de agua. Su coeficiente de transpiración es bastante alto, variando de 470 a 765 mm. En la primera parte del período de vegetación, desde la germinación hasta la formación del capítulo, las plantas consumen aproximadamente un quinto de la cantidad total del agua, utilizando todos los recursos de agua existentes en el suelo en la profundidad de 0,60 cm. El más intenso consumo de agua tiene lugar en la época de la formación del capítulo hasta finales de la floración, tomando las plantas casi la mitad de la cantidad total de agua necesaria, de una profundidad de 60-120 cm.

## **5.10 Variedades**

### **5.10.1 Girasol Híbrido Sunbright**

*Helianthus annuus* F1

Calidad híbrida F1

Este híbrido de Girasol ha sido mejorada para florecer en condiciones de día corto siempre que la temperatura lo permita, óptimo de 13- 15°C para su crecimiento, florece 50 días desde la siembra en días cortos florece aproximadamente de 70 a 80

días después de siembra. Es una variedad libre de polen, La planta de un solo tallo tienen una flor que mide aproximadamente 13 a 18 cm; con bajos niveles de nitrógeno. Es menos susceptible al *botrytis* en la etapa de cosecha, se mantiene muy bien en el transporte de larga distancia. Crecimiento vigoroso y uniforme. Variedad empleada por productores en Centro y Suramérica. Posibilidad de hacer siembra directa. Sus pétalos son de color dorado con disco café (Sakata, 2015).

### **5.10.2 Girasol híbrido Vincent**

*Helianthus annuus* F1

Calidad híbrida F1

Esta serie es un gran paso adelante en la siembra de girasol, Vincent fue sembrado por poseer mejor altura en días cortos, no demasiado alto bajo días largos, permite a los productores producir cultivos de alta calidad temprana, mediana y tardía, presenta un anillo extra de pétalos redondeados y superpuestos para unas cabezas de flores más llenas y más atractivas. Un ciclo de cultivo más corto y una cosecha concentrada significan mayores márgenes, fuerte siembra y vigor de la planta. Posee una buena colocación de flor casi recta; flores con cuello rígido para una mejor presentación en el arreglo floral; flores libres de polen, con tallos fuertes y vigorosos y pétalos un poco más anchos que Sunbright; alto porcentaje de germinación y plantación.

Vincent's Choice Deep Orange DMR es un avance genético con resistencia demostrada a múltiples tipos de infección por Mildiu de ahí que tenga un valor un poco mayor a otras variedades mejoradas (Sakata, 2015).

### **5.11 Densidad de siembra**

El número de plantas por hectárea (densidad de plantación) constituye uno de los elementos que más influye en los rendimientos agrícolas. Todos los cultivos requieren una densidad óptima, determinada por el área vital necesaria para un adecuado desarrollo de cada planta. Si esta área vital resulta insuficiente, ocurre el fenómeno de competencia de las plantas por los elementos esenciales para su desarrollo: nutrientes, agua y luz (Gutiérrez, 2001).

La densidad de plantas influye en la formación y productividad del aparato fotosintético. En densidades altas se demora la formación de las hojas de los niveles superiores y de este modo disminuye su participación en la actividad fotosintética general, sobre todo en las últimas fases de vegetación. La densidad de plantas influye en forma considerable en la radiación fotosintetizante activa (Alba y Llanos, 2013).

Cuando se inicia el crecimiento, en estado de plántula, hay muy poca o nula interacción entre las plantas, debido a su pequeño tamaño. A medida que avanza el crecimiento, se produce una superposición tanto de forma aérea como subterránea, lo que genera modificaciones en las tasas de crecimiento y morfología y arquitectura de las plantas, lo que se ve acrecentado con aumentos en la densidad (Loomis y Connor 2002). También es planteado esto por López (2001), quien asegura que esto produce variaciones en el rendimiento, siendo el factor de mayor importancia el acceso a la radiación solar por la planta.

La cantidad de plantas necesarias para lograr plena cobertura es función del área foliar de cada una y de la disposición de sus hojas (erectas o planas). Plantas poco foliosas y

de hojas erectas requerirán densidades mayores para conseguir la cobertura total del suelo. Las bajas densidades afectan significativamente la captura de luz y, en consecuencia, el crecimiento del cultivo (Cirilo, 2004).

### **5.12 Análisis de crecimiento**

El análisis de crecimiento es una aproximación cuantitativa, que usa datos simples y básicos, para la descripción e interpretación de las plantas que crecen bajo ambiente natural, semi natural o controlado (Hunt, 1978).

El análisis matemático de crecimiento usa medidas directas tales como masa seca total de la planta, área foliar total y tiempo; y medidas derivadas como son la tasa de crecimiento relativo (TCR), la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), la tasa de asimilación neta (TAN), duración del área foliar (DAF), relación del área foliar (RAF), y el índice del área foliar (IAF) que pueden ser obtenidas a partir de las medidas directas (Gardner y Mitchell, 1985).

El patrón de crecimiento de un organismo se describe por medio de la curva sigmoidea. Se observan tres fases en la curva sigmoidea: i) Fase de retardación: ocurre cuando las plantas comienzan a perder masa seca durante el proceso de germinación. A medida que se desarrolla el embrión se van agotando las reservas de la semilla. ii) Fase logarítmica: en ella el crecimiento se da rápidamente y de forma lineal. iii) Fase de envejecimiento: el crecimiento comienza a decrecer disminuyendo por ende la masa seca (Steward , 1969).

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Ubicación y Características agro climatológicas

El proyecto se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa Phytotec, finca Higuera, ubicada en el municipio de Rosal (Cundinamarca), vereda san Antonio, quien actualmente exporta flores, siendo una de las especies más representativas el girasol. A continuación en la tabla 1, se muestran las respectivas coordenadas geográficas según (*coordenadas-de-El-Rosal, 2017* (Google earth, 2018)) y las condiciones climáticas según (*climate-data.org, 2017*).

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
<b>Longitud</b>	16' 1" Oeste -74.267 4° 51' 0" Norte, 74°
<b>Altitud</b>	2660msnm
CONDICIONES CLIMATICAS	
<b>Clima</b>	Se clasifica como Cfb (por el sistema Köppen-Geiger).
<b>Temperatura promedio anual</b>	13.3 ° C.
<b>Precipitación media anual</b>	867 mm

**Tabla.1** Georreferenciación y condiciones ambientales donde se llevó a cabo el experimento.



**Figura.1** Ubicación geográfica de empresa PHYTOTEC S.A.S municipio el rosal cundinamarca (Farfan M. A., 2018).

**6.2 Técnicas o instrumentos para la recolección de datos:** Hojas de registro, fotografías, regla, calibrador, flexómetro, hojas milimetradas, balanza.

**6.3 Método de análisis:** Todas las variables estudiadas se procesaron utilizando el software estadístico infostat/L versión libre para el análisis de varianza y prueba de separación de medias de Tukey y se graficaron en función del tiempo. Por otro lado se establecieron ecuaciones para cada una de las gráficas (*véase en anexos*), se realizaron pruebas de comparación y correlación según Pearson (*Véase en anexos*).

**6.4 Infraestructura y Equipos:** Área en campo bajo invernadero en la empresa PHYTOTEC S.A.S.

## **6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **6.5.1 Factores de estudio y Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente al azar (DBCA) con 4 tratamientos por cada variedad, 3 repeticiones y 3 bloques para cada variedad, para un total de 8 tratamientos, 24 repeticiones y 6 bloques correspondientes a cada cama donde fueron distribuidos los respectivos tratamientos y repeticiones para todo el experimento.

### 6.5.2 TRATAMIENTOS

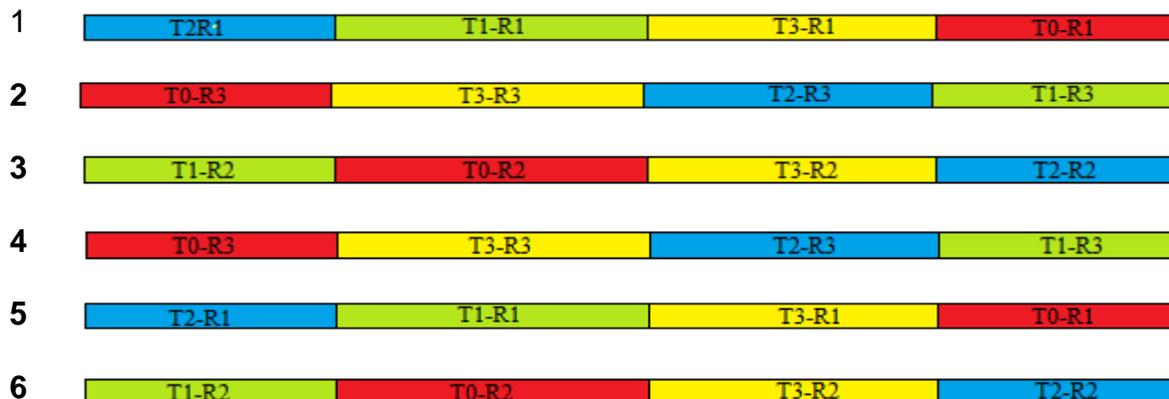
En La tabla 1 se observa un esquema de lo que se implementó en campo; cada columna representa un bloque y cada fila el tratamiento junto con la repetición distribuidas al azar. Para cada tratamiento hay un color específico como se muestra a continuación:

Bloque1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5	Bloque 6
Sunbrihtg	Sunbrihtg	Sunbrihtg	Vincent	Vincent	Vincent
T2- R1	T0-R3	T1-R2	T0-R3	T2-R1	T1-R2
T1- R1	T3-R3	T0-R2	T3-R3	T1-R1	T0-R2
T3- R1	T2-R3	T3-R2	T2-R3	T3-R1	T3-R2
T0- R1	T1-R3	T2-R2	T1-R3	T0-R1	T2-R2

**Tabla.2** Esquema de diseño experimental.

- Tratamiento 0: densidad de 36 plantas/m<sup>2</sup>
- Tratamiento 1: densidad de 48 plantas/m<sup>2</sup>
- Tratamiento 2: densidad de 54 plantas/m<sup>2</sup>
- Tratamiento 3: densidad de 60 plantas/m<sup>2</sup>

### 6.5.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL EXPERIMENTO



### 6.5.4 Especificaciones campo experimental:

- A: Número de tratamientos: 8
- B: Número de repeticiones: 24
- C: Número de bloques: 6
- D: Número total de unidades experimentales: 7320 plantas
- E: Área total de la unidad experimental: 240 m<sup>2</sup>
- F: Área para cada bloque: 30m<sup>2</sup>
- G: Área para cada tratamiento: 7.5m<sup>2</sup>

### 6.6 Variables de evaluación:

### 6.6.1 Medidas directas:

- ✓ **Altura (cm):** Se tomaron 3 sub muestras por cada repetición de cada tratamiento, para cada variedad, se midió con cinta métrica; como se observa en la figura 11, ilustración B, desde el inicio del tallo hasta el final de la yema terminal.
- ✓ **Diámetro del botón floral (cm):** Se midió el diámetro del botón floral con un calibrador como se observa en la figura 11, ilustración C, se tomó un muestreo por todo el experimento correspondiente al día de corte; los datos se tomaron en 3 sub muestras representativas para cada repetición por tratamiento y variedad.
- ✓ **Diámetro del tallo (mm):** Se mide el diámetro del tallo con un calibrador, Se tomaron 3 sub muestras para cada repetición por tratamiento y para cada variedad; como se observa en la figura 11, ilustración A; se midió a 3 cm del suelo.
- ✓ **Área foliar (cm<sup>2</sup>):** La determinación de área foliar se obtuvo mediante la relación área peso, el cual consistió en tomar 2 sub muestras al azar por cada repetición a estas plantas seleccionadas se les remueve la raíz y a las hojas se las hace una incisión de 1 cm<sup>2</sup> y luego se pesan todas las hojas sin peciolo el cual se pesa en la balanza analítica figura 11, ilustración F (Pire, R & I. Valenzuela,, 1995).

$$AF = \frac{\text{Peso de las hojas} * \text{área del disco}}{\text{peso promedio de los discos}} \text{Cm}^2$$

- ✓ **Biomasa (g):** Diferencia entre peso fresco por peso seco. Definida en horno microondas. La presente variable es definida entre diferencia entre peso fresco por peso seco. Para su cálculo se tomó el material cortado, fresco y lavado para

remover el sustrato de la muestra figura 11, ilustración D; a partir de esto se sometió la muestra periodos de 4, 3, 2 y 1 minuto hasta obtener peso seco constante; se realizó a estos intervalos de tiempo porque la muestra se deshacía a mayor temperatura; adicionalmente en cada periodo de tiempo se volteaba la muestra para que el secado fuera homogéneo, se realizó este procedimiento con un vaso de agua en el interior del microondas para que el nivel de humedad no bajara drásticamente y se pudiera incinerar la muestra; como se observa en la figura 11, ilustración E. (Mila Prieto, 2009).

$$\%MS = \frac{\text{peso seco (ps)}}{\text{peso fresco (pf)}} * 100.$$



**Figura.11** Muestreo de variables, **A** Toma de muestra para el variable diámetro de tallo, **B** toma de muestra la variable altura, **C** toma de muestra para el variable diámetro de botón floral, **D** lavado de muestra para hallar biomasa (PF), **E** proceso de secado para hallar biomasa (PS), **F** muestra de área foliar.

### 6.6.2 Medidas indirectas:

Los métodos indirectos permiten estimar el área foliar a partir de la medida directa de las dimensiones de la hoja (especialmente el largo y el ancho). Se determina una relación entre el área de la hoja y las dimensiones de la misma o el producto de ambas. Mediante modelos de regresión se establece la mejor relación entre el área y las dimensiones de la hoja (Melgarejo LM, 2010).

IAF. Índice de área foliar (Hunt R. , Plant growth analysis. , 1978).

$$IAF = \frac{AF}{AS} = \text{Adimensional}$$

TCR. Tasa de crecimiento relativo (Hunt R. , Plant growth analysis. , 1978).

$$TCR = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{T_2 - T_1} = \frac{\text{g}}{\text{g}}/\text{día}$$

TAN. Tasa de asimilación neta (Hunt R. , Plant growth analysis. , 1978).

$$TAN = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} * \frac{LNAF_2 - LNAF_1}{AF_2 - AF_1} = \text{g/cm/día}$$

AF=área foliar, AS= área del suelo, T= tiempo, W= Peso seco.

### 6.7 PARÁMETROS DE CALIDAD:

Para establecer porcentajes de tallos tipo exportación y tallos tipo nacional para determinar esto se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

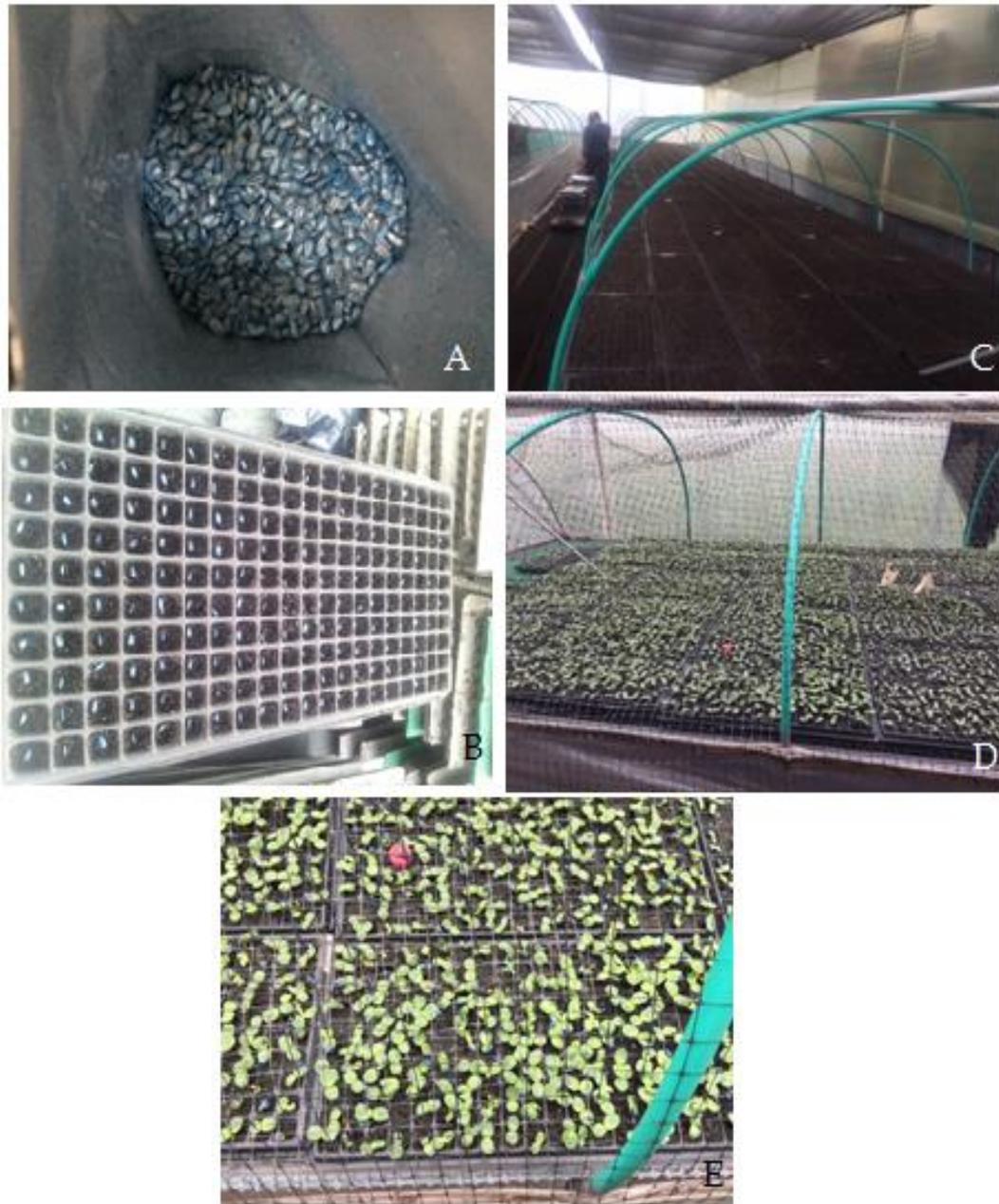
- Tamaño de botón floral: mayor a 3,5cm.

- Longitud del tallo: mínimo 70cm.
- Tallo: libre de daño mecánico y fitosanitarios, clasificado en tallos de exportación y nacional.

## **6.8 METODOLOGÍA**

### **6.8.1 Fase de germinación de semillas**

Se realizó el semillero en bandejas de 200 alveolos (figura 2, ilustración B); el sustrato usado fue cascarilla quemada de arroz y turba proporción 2:1; luego se pasó a cubrir la bandeja con una capa de sustrato fina y se aplicó solución a 2 litros de agua con 2g de nitrato de potasio y 1.5g de fungicida VITAVAX® 400 (Proficol, 2016) para tratamiento de semillas. Las bandejas son almacenadas en un túnel de germinación donde se les da las condiciones óptimas para su emergencia como se observa en la figura 2.



**Figura.2** Banco de germinación. **A.** ilustración de semilla, **B.** semillas en bandeja, **C** vista de banco de germinación, **D** semilla germinada, **E.** semillas germinadas con malla plástica. (Farfan Castiblanco, 2017).

### **6.8.2 Fase de campo**

Preparación de camas: se realizó un pase de paleadora con el tractor para incorporar materia orgánica y los diferentes correctivos del suelo, se procede a la debida marcación de camas y caminos con enka como se observa en la figura 3 ilustración A y B; para formar la cama. Previo a establecer la siembra se hace aplicación de correctivo o enmiendas al suelo, donde se usó: cascarilla de arroz, cal, materia orgánica, figura 3 ilustración C, se realiza una fertilización Química y/o Aplicación de control de chiza o plagas presentes en el suelo).

Las camas son niveladas y se colocaron los correspondientes parales para ser el soporte de las mallas de las plantas de girasol. Se realizó un riego a capacidad de campo previo a la siembra, de esta manera se alista el suelo para que la planta tenga las condiciones óptimas para el desarrollo radicular.

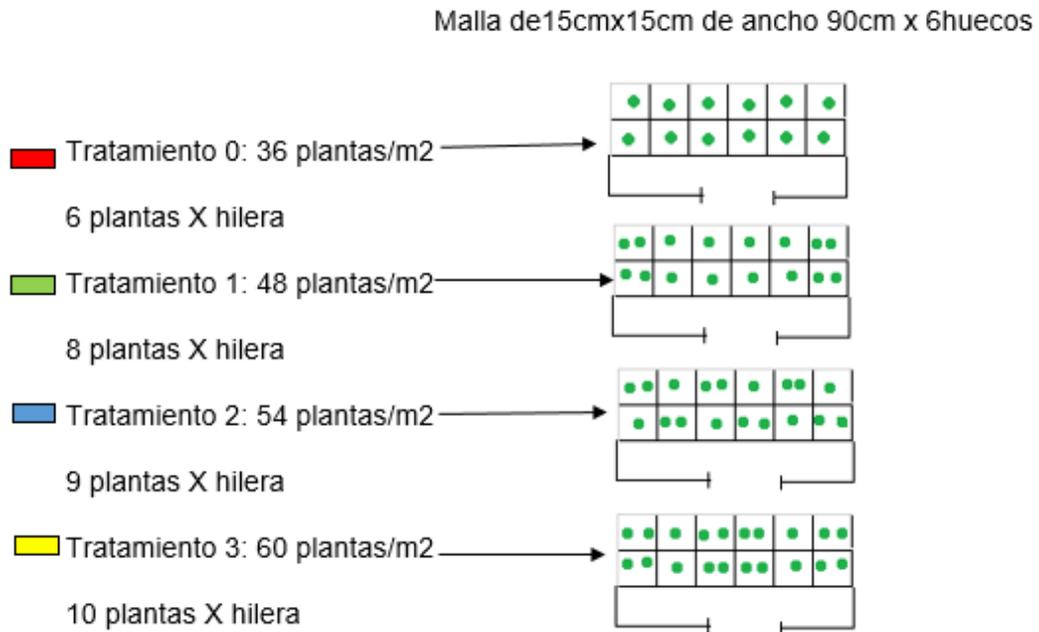


**Figura.3** Preparación de camas, bajo invernadero. **A.** alistamiento de camas, **B.** camas regadas con parales y malla, **C** aplicación de enmiendas y preventivo a plaga chisa (*Cyclocephala spp*), **D** plántula lista a la debida siembra. (Farfan M. Á., Preparación de camas en campo bajo invernadero, 2017)

### 6.8.3 Siembra

Se procedió a la respectiva siembra de las plántulas dispuestas a las densidades de siembra establecidas según el diseño experimental, como se observa en las figuras 4 y 5, se realizó un riego para garantizar la humedad del 100 % de las plántulas un día

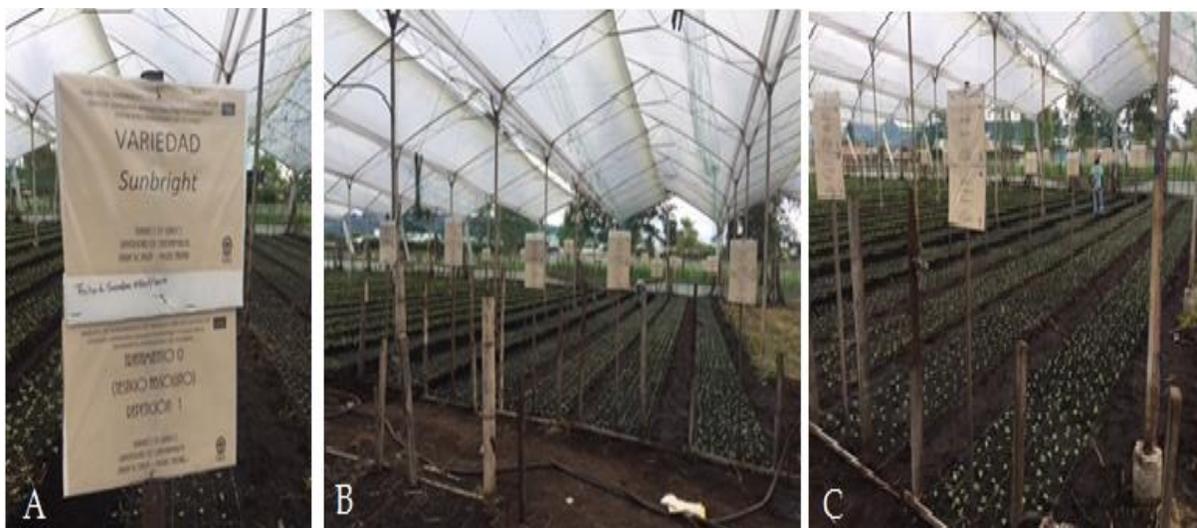
antes del inicio de la siembra; luego se hizo la debida marcación y señalización de los tratamientos con sus respectivas repeticiones según lo planteado por el diseño experimental figura 6.



**Figura.4** Esquema de distribución de las plántulas en campo según los tratamientos. (Farfan & Bonilla, 2017)



**Figura.5** Siembra y distribución en campo de los tratamientos, **A** siembra de plántulas, **B** distribución de tratamientos con ayuda de la maya plástica, **C** ilustración de siembra. (Farfan M. Á., 2017).



**Figura. 6** señalizaciones de camas; **A** ficha técnica con la información del ensayo, **B** distribución de las fichas en las camas a evaluar, **C** ficha técnica en cama. (Farfan M. Á., 2017).

Previo a la siembra se observaron las características de la planta; como se observa en la figura 7:

- a. Las plantas deben ser homogéneas.
- b. No pueden estar elongadas (Mayor a 4 cm.).
- c. La planta ideal es con entrenudos cortos de 2.5 pares de hojas.



**Figura.7** Característica previas a la siembra, **A** característica aéreas de Híbrido Sunbright, **B** Característica aéreas de Híbrido-Vincent, **C** Comparación aérea de las Plántulas en bandeja. (Farfan M. Á., 2017)

#### 6.8.4 Labores culturales

Se realizó aporque con azadón para evitar la escorrentía del agua hacia los caminos y que haya uniformidad de la lámina de agua en el suelo y evitar parches secos en el suelo. Se realizaron de 2 a 3 riegos por semana con cacho de 200 litros de agua por cama; adicionalmente se realizó aplicación sólida y de fertirriego; la aplicación de fertilizantes se evidencia en la tabla 3. En la figura 8 se observa el crecimiento del cultivo a los 42 días después de siembra.



**Figura .8** Crecimiento de las plantas en cultivo. (Farfan M. Á., 2017)

#### **6.8.4.1 PLAN DE FERTILIZACIÓN**

El plan de fertilización implementado durante el ciclo de cultivo se realizó en base al protocolo establecido por la empresa Phytotec S.A.S, como se observa en la tabla 3.

<b>Fertilización</b>	<b>DOSIS</b>	<b>MOMENTO DE APLICACIÓN</b>
N-P-K 15-15-15	5 kilos/cama	pre siembra
Lorsban	300g/cama	Pre siembra
N-P-K 15-15-15	5 kilos/cama	35 días después de siembra
Fosfato de potasio	1 kilos/cama	35 días después de siembra
Agrimins (menores)	500g/cama	35 días después de siembra
Sulfato de magnesio	500g/cama	35 días después de siembra

**Tabla.3** Programa de fertilización en cultivo de girasol, aplicaciones efectuadas solo en el momento de pre siembra y a los 35 días después de siembra, la aplicación del respectivo programa se da en basa a las normas dadas por la empresa. (PHYTOTEC S.A.S, 2017).

#### 6.8.4.2 PLAN DE MIPE

Adicionalmente se realizaron las aplicaciones semanales de plaguicidas para el manejo fitosanitario del cultivo, con las indicaciones del programa de fumigación indicadas por el ingeniero MIPE a cargo y las indicaciones de rotación de los productos como se observa en la siguiente tabla 4.

FORMATO DE FUMIGACION								
Cultivo	Blanco Biológico	Producto (i.a.) y dosis	Per iodo Reent rada (Hora s)	Categoría Toxicológica	MI	S	Vol /cama  Vol Total	Vol Total Prdto gr o cm3
girasol	Mildéu ( <i>Peronos pora parasítica</i> ).	ridomil (mancozeb 2.5 g/l)	8	II		x	5	75
desarrollo								
inicio							30	
girasol	Trips ( <i>Thysano ptera</i> )	estocad a (methomil )0,6 gr/l	12	IB	x	5	18	
desarrollo	Spodopte ra Spp	xploide (ajo aji 2cm3/l)						
inicio						30		

**Tabla.4** Programa de fumigación en cultivo de girasol, aplicaciones efectuadas solo los días miércoles y sábado, la aplicación del respectivo programa se da en basa a las normas dadas por la empresa. (PHYTOTEC S.A.S, 2017).

### 6.8.5 Corte de tallos

Al iniciar el momento de corte de los tallos, se dispuso de etiquetas de corte en los respectivos tratamientos del diseño experimental para el posterior llenado de planilla de corte. El punto de corte al momento de cosechar los tallos fue un pétalo recto para evitar problemas de maltrato y botón floral cerrado como se observa en la figura 9, ilustración A; esta labor se realizó todos los días hasta la finalización del cultivo.



**Figura.9** Punto de corte de los tallos; **A** botón floral en su punto de corte, **B** tallos con botón floral uno de ellos pasado del punto corte y otro cerrado, **C** tallos con botón floral cerrados, próximos al corte.

### 6.8.6 Toma de datos

La toma de datos se realizó semanalmente, donde se dio inicio 8 días después de la siembra (dds) en campo, los datos fueron medidos y llenados en planillas figura 10; hasta culminar el cultivo.



**Figura. 10** Toma de datos, **A** recolección de muestras, **B** datos en planillas.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Medidas directas

#### 7.1.1 Altura de la planta

En el análisis de altura de las plantas por tratamiento se llevaron a cabo nueve muestreos para cada una de las variedades durante el ensayo de campo. La tabla 5; representa las comparaciones del resultado del último muestreo en la variable altura, en ella se observa que se presentaron diferencias estadísticas entre variedades, el híbrido Vincent fue el que presentó mayor altura a diferencia del híbrido Sunbright fue el que presentó menor altura. Se observa claramente en la comparación de medias que la

diferencia es significativa entre variedades, debido a que genéticamente híbrido Sunbright, presenta plantas de entrenudo más cortos, mientras el híbrido Vincent presenta entrenudos largos lo cual se debe a que contiene mayor concentración de giberelinas endógenas, (Azcon Bieto y Talon, 1993).

**Tabla 5. Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura (Cm)	24	0,90	0,85	5,14

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2896,49	8	362,06	17,11	<0,0001
Bloque	2295,69	5	459,14	21,69	<0,0001
Repetición	0,00	0	0,00	sd	sd
Tratamiento	600,80	3	200,27	9,46	0,0009
Variedad	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	317,47	15	21,16		
Total	3213,96	23			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,00317**

Error: 21,1645 gl: 15

Híbrido Medias n E.E.

Sunbright 80,03 12 1,48 A

Vincent 99,06 12 1,48 B

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

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura (cm) sunbrigh	12	0,77	0,57	5,28

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,95289**

Error: 17,8836 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

1,00 72,47 3 3,45 A

0,00 77,90 3 3,45 A B

2,00 84,27 3 3,45 A B

3,00 85,50 3 3,45 B

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
altura (Cm) vincent	12	0,89	0,79	3,36

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,40614**

Error: 11,0747 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
0,00	93,77	3	2,72	A
1,00	96,50	3	2,72	A
2,00	96,93	3	2,72	A
3,00	109,03	3	2,72	B

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

El análisis de varianza da como resultado que la variable altura presenta diferencias significativas entre variedades, ya que ( $p < 0,05$ ); entre los tratamientos se observa que la densidad de siembra influye en la altura de la planta debido a que ( $p < 0,05$ ). La prueba de comparación Tukey arrojó como resultado que la variedad Vincent presenta mayor altura frente a la variedad Sunbright.

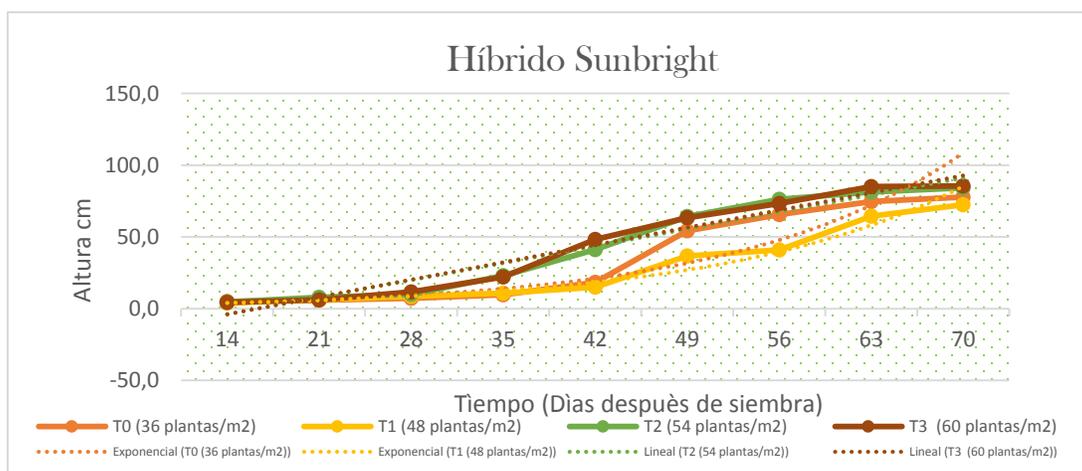
Entre los tratamientos, la variable altura presenta diferencia significativa para los dos híbridos, Sunbright y Vincent, para la variedad Sunbright se observa diferencia altamente significativa entre los tratamientos, siendo el tratamiento 3 (60 plantas/m<sup>2</sup>) quien obtuvo los mayores valores para la variable altura, en comparación al tratamiento 1 (48 plantas /m<sup>2</sup>) quien obtuvo los menores valores en esta variable.

En la prueba de comparación Tukey para los tratamientos de híbrido Vincent, también presenta diferencia altamente significativa donde el tratamiento 3 (60 plantas /m<sup>2</sup>) presentó el mayor valor de longitud del tallo a comparación de los demás tratamientos; tratamiento 0 (36 plantas/m<sup>2</sup>), tratamiento 1 (48 plantas /m<sup>2</sup>) y tratamiento 2 (54 plantas /m<sup>2</sup>) los cuales no se diferenciaron en la variable altura.

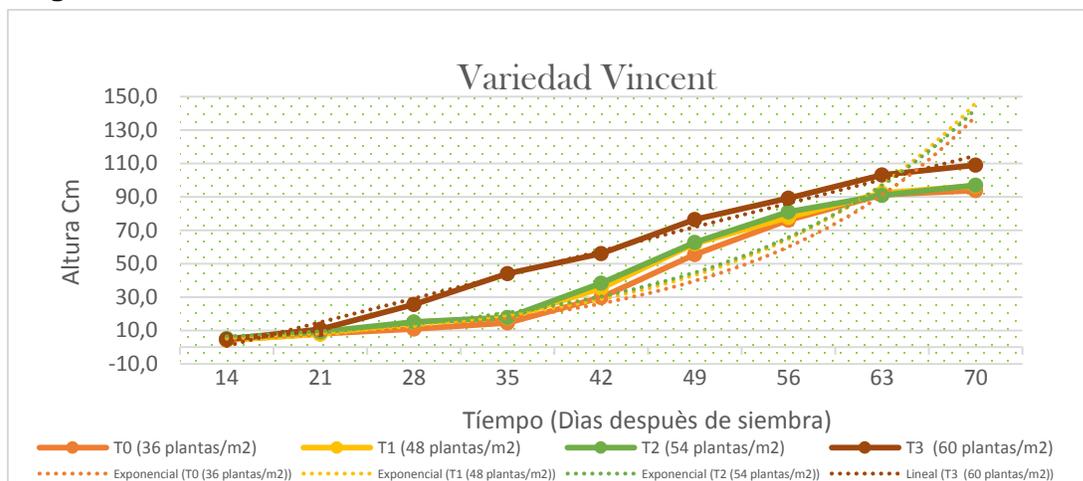
Si la densidad es demasiado alta, la competencia por luz solar y la falta de aireación entre las plantas, conducirá a una reducción importante en la calidad y un incremento en problemas fitosanitarios, además de producir tallos elongados en busca de captar la

mayor radiación incidente; lo cual ocurrió en la presente investigación mientras que si es demasiado baja, se asegura una calidad mas consistente y se logra un mejor manejo, pero la productividad por metro cuadrado de invernadero es menor (Pizano, 2000).

En las figuras 11 y 12 se evidencia la tendencia para altura vs tiempo en ella se encuentra la comparación entre las variedades evaluadas y líneas de tendencia correspondiente a cada tratamiento.



**Figura. 11** Altura para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Sunbright, Rosal 2018.



**Figura. 12.** Altura para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Vincent, Rosal 2018

La variable altura expresa la distancia entre el nivel del suelo y el límite más alto de los tejidos fotosintéticos principales de la planta, expresado en centímetros. El crecimiento de una planta es un aumento irreversible del tamaño, el cual va acompañado de un incremento en el peso seco y área foliar (Barraza, F & Fischer , 2004. ). Al observar las gráficas de las líneas de tendencia de altura en las figuras 11 y 12; los dos híbridos tanto Vincent como Sunbright tuvieron la curva más alta en el tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup>, alcanzado valores de longitud de tallo de 90 cm para variedad Sunbright y 107 cm para híbrido Vincent , con esto es posible establecer que la densidad de siembra si influye en la variable altura ya que a mayor densidad de siembra se obtienen tallos más largos, lo cual es corroborado por el argumento de (Páez, 1991), el cual plantea en un estudio realizado en cultivo de arroz a diferentes densidades de siembra que la luz influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas de varias maneras, según su calidad, intensidad y duración; el uso de altas densidades de siembra trae consigo problemas relacionados con la competencia dentro del cultivo.

Adicionalmente se evidencia que la dinámica de las curvas de crecimiento para ambos genotipos presentados en las figuras 11 y 12, muestran la típica curva sigmoidea, donde se observa un leve aumento de altura de las plantas hasta los 28 dds, luego hubo un rápido incremento hasta los 56 dds y a partir de ese momento el incremento fue más lento hasta finalizar su ciclo donde permaneció constante. El leve incremento de la altura en las primeras etapas se debe al predominio de procesos de división celular activa, luego el aumento de tamaño fue drástico y se realizó a una velocidad constante, lo cual se debe a que la elongación celular aumenta, por último, la planta entra en la fase de

maduración y el incremento en el crecimiento vuelve a ser lento. (Salisbury & Ross, 2000).

### **7.1.2 Diámetro del tallo**

Según el análisis de varianza y el modelo de comparación de la prueba de Tukey, mediante el programa infostat, versión libre, se observa que, para el último muestreo realizado en el diámetro de tallo, tabla 6, hay diferencias significativas para las comparaciones efectuadas tanto en variedades como en tratamientos debido a que ( $p < 0,05$ ).

En la tabla 6, se observa la comparación entre híbridos, y se evidencia que hay diferencias significativas, donde el híbrido Vincent obtuvo mayor diámetro de tallo, mientras que híbrido Sunbright fue el de menor diámetro de tallo; a partir de esto se establece que híbrido Vincent tuvo mejor respuesta en su expresión genética y presenta mejores características fenotípicas, mientras híbrido Sunbright no se adaptó considerablemente a las condiciones ambientales y agronómicas establecidas en el experimento, lo cual concuerda con las recomendaciones dadas por la empresa productora de semilla según investigaciones que han realizado en fincas aledañas (Sakata, 2015).

**Tabla 6. Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diametro de tallo (mm)	24	0,96	0,93	8,13

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	236,97	8	29,62	41,58	<0,0001
Bloque	59,78	5	11,96	16,78	<0,0001
Repetición	0,00	0	0,00	sd	sd
Tratamiento	177,18	3	59,06	82,90	<0,0001
Variedad	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	10,69	15	0,71		
Total	247,65	23			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,73447**

Error: 0,7124 gl: 15

Híbrido Medias n E.E.

Sunbright 8,83 12 0,27 A

Vincent 11,94 12 0,27 B

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

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diametro de tallo (mm)	sunbrigh	12	0,96	0,92 8,94

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,22906**

Error: 0,6219 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

3,00 5,73 3 0,64 A

2,00 6,67 3 0,64 A

0,00 11,07 3 0,64 B

1,00 11,83 3 0,64 B

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

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diametro de tallo (mm)	vincent	12	0,94	0,88 8,59

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,90087**

Error: 1,0533 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

3,00 8,33 3 0,84 A

2,00 10,17 3 0,84 A

0,00 14,23 3 0,84 B

1,00 15,03 3 0,84 B

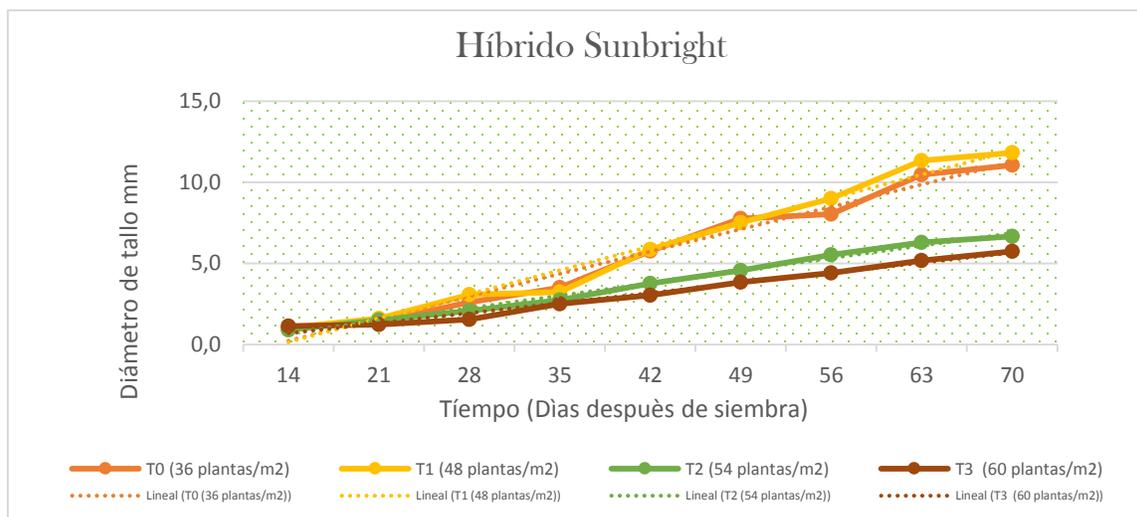
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Respecto a la comparación de tratamientos para las dos variedades evaluadas Sunbright y Vincent se determinó que hubo diferencias significativas donde el que tuvo mayor diámetro de tallo fue el tratamiento 1 a 48 plantas/m<sup>2</sup>, caracterizándolo por ser el tratamiento de mayor valor respecto a esta variable, mientras el tratamiento que incidió negativamente en el diámetro de tallo fue tratamiento 3 a 60 plantas/m<sup>2</sup> quiere decir que la densidad de siembra si afecta el espesor del diámetro de tallo, considerando que a mayor densidad de siembra menor es el diámetro del tallo, disminuyendo la calidad de las plantas, esto se debe a que con densidades de siembra altas hay competencia por luz, agua y nutrientes haciendo que la misma cantidad de recursos sean repartidos a mayor número de individuos disminuyendo la calidad de cada uno de los tallos, lo cual concuerda con un estudio realizado por (Vanderlip RL, 1993) en sorgo, donde explica que la densidad de siembra no afectó la altura de planta (alt), sin embargo, impactó significativamente ( $p=0,0072$ ) sobre el diámetro de tallo (dT), donde a mayores densidades plantas por metro cuadrado menor diámetro de tallo. Tabla 7.

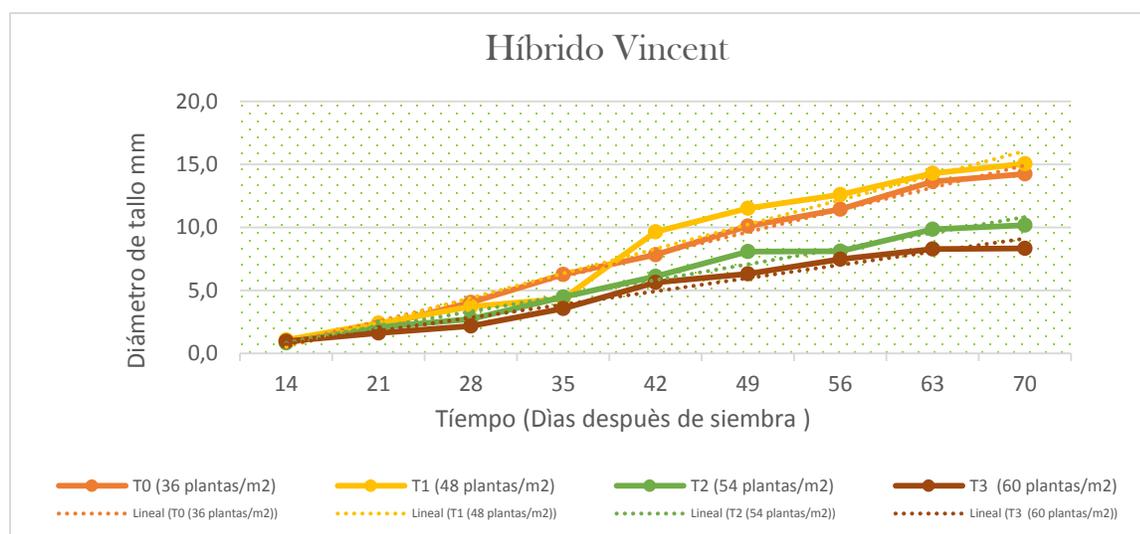
**Tabla.7** Valores para diámetro de tallo, efecto densidad de siembra en sorgo (Vanderlip RL, 1993)

Densidad Pl.m <sup>2</sup>	Alt --cm--	DT --gr.pl <sup>-1</sup> --	BP	RGP	IC
11.5	1.34	1.93 a	164.3 <sup>a</sup>	63.19a	0.385
22.8	1.24	1.50b	94.79b	34.57b	0.361
34.5	1.17	1.06c	55.00c	18.80c	0.341
promedio	1.25	1.50	104.7	38.85	0.363

A continuación, en las figuras 13 y 14, se evidencia la tendencia para la variable diámetro de tallo vs tiempo en ella se encuentra la comparación entre las variedades evaluadas y cada línea de tendencia corresponde a cada tratamiento.



**Figura. 13. Diámetro de tallo para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Sunbright, Rosal 2018.**



**Figura 14. Diámetro de tallo para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Vincent, Rosal 2018.**

En las líneas de tendencia para ambas variedades se encontró que el aumento del diámetro de tallo se ajustó a una curva sigmoidea simple; lo cual coincide con el argumento de (Cardona, 2004.). quién asegura que un gran número de órganos de las plantas responden a una curva de forma sigmoidea; las curvas de las figuras 13 y 14 presentan una fase lineal donde es lenta hasta los 28 dds debido a que la planta aun es pequeña y en ella ocurren cambios internos que son preparatorios para el crecimiento a partir de los 35 dds se evidencia la segunda fase de tendencia lineal, (Salisbury & Ross, 2000) mencionan que esta fase, se caracteriza porque a períodos iguales de tiempo corresponden aumentos iguales de crecimiento, lo cual es característica del aumento de longitud y de estructuras cilíndricas como el tallo; por último se observa la última fase correspondiente a los 56 dds, donde el crecimiento es desacelerado hasta que cesa totalmente su crecimiento debido a que llega el momento de senescencia ( Azcón & Talón , 2008).

Según la dinámica expresada en las figuras 13 y 14, se establece que tanto para híbrido Sunbright como para híbrido Vincent, el mejor tratamiento que se ajusta a la obtención de mayor diámetro de tallo es el tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup>; ya que Sunbright alcanzó su mayor valor con 11,8 mm y Vincent con 15mm, con esto es posible establecer que la forma del tallo y su aspecto final depende de la interacción de la información genética de la planta con el medio ambiente, por otro lado se observa que a mayor densidad de siembra hay menor diámetro de tallo como el caso del tratamiento 3 a 60plantas/m<sup>2</sup> con un diámetro final de 5,7 mm para Sunbright, y 8,3mm para Vincent; esta tendencia se justifica a que al haber un mayor número de plantas por m<sup>2</sup>, el desarrollo radicular va a

ser limitado ocasionando competencia entre sí; lo cual coincide por la argumentación de los autores (Albarado & Centeno , 1994) quienes evaluaron densidades de siembra en cultivo sorgo y maíz y establecen que el diámetro del tallo se puede ver afectado por las altas densidades de siembra y la competencia por la luz provocando el alargamiento y reducción del grosor de los tallos

### 7.1.3 Diámetro de botón floral

Al realizar el análisis de varianza y el modelo de comparación según Tukey, para el muestreo realizado en el diámetro de botón floral, tabla 8, hay diferencias significativas para las comparaciones efectuadas tanto en variedades como en tratamientos, debido a que ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 8. Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diametro de Botón Floral	24	0,83	0,73	10,29

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,08	8	0,88	8,96	0,0002
VARIEDAD	5,13	1	5,13	51,99	<0,0001
TRATAMIENTO	1,83	3	0,61	6,18	0,0060
REPETICIÓN	0,11	2	0,06	0,56	0,5821
BLOQUE	2,5E-03	2	1,2E-03	0,01	0,9874
Error	1,48	15	0,10		
Total	8,56	23			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27344

Error: 0,0987 gl: 15

Híbridos Medias n E.E.

Sunbright 2,59 12 0,10 A

Vincent 3,52 12 0,10 B

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Diametro de Botón Floral <b>Sunbright</b>	12	0,73	0,50	11,23	

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,82270**

Error: 0,0847 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2,00	2,20	3	0,24	A
3,00	2,37	3	0,24	A B
1,00	2,77	3	0,24	A B
0,00	3,03	3	0,24	B

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Diametro de Botón Floral <b>Vincent</b>	12	0,77	0,57	7,01	

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,69713**

Error: 0,0608 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
3,00	3,23	3	0,20	A
2,00	3,33	3	0,20	A
0,00	3,47	3	0,20	A B
1,00	4,03	3	0,20	B

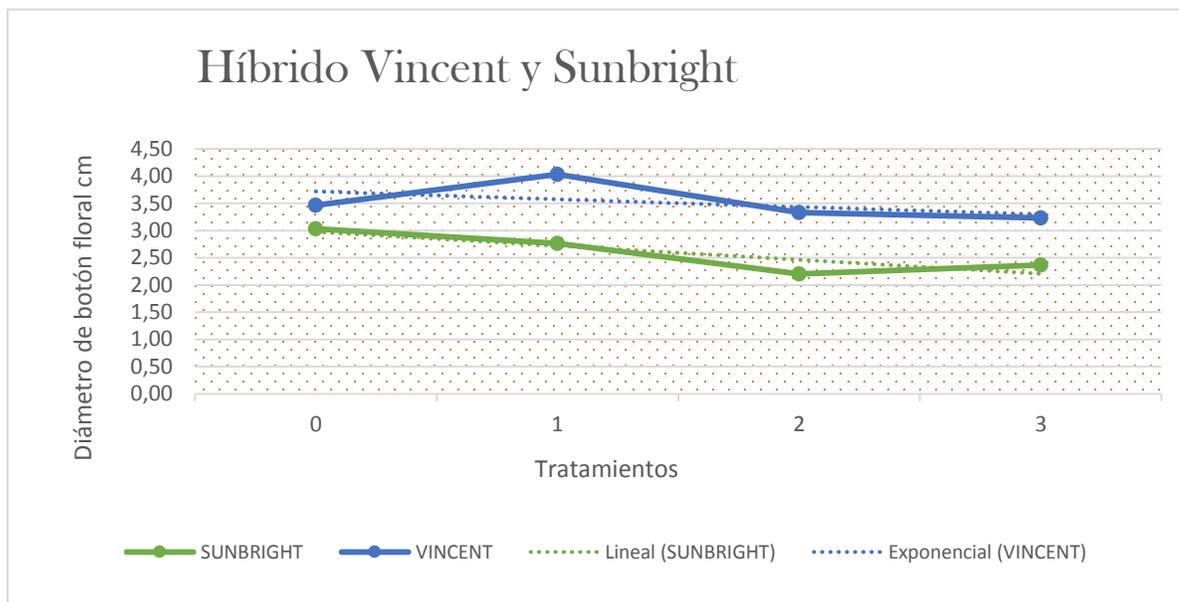
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la tabla 7, se observa que en la comparación entre Híbridos, hay diferencias significativas, donde el híbrido Vincent obtuvo mayor diámetro de botón floral al ser este quien presento valores más altos respecto a diámetro de tallo y altura, teniendo en cuenta que esta variable es proporcional al diámetro del tallo; mientras que híbrido Sunbright fue el de menor diámetro de tallo; a partir de esto se determina que híbrido Vincent presenta mejores características tanto genotípicas como fenotípicas, (Sakata, 2015) lo que lo convierte en un material recomendado a sembrar por su excelente calidad.

Según las pruebas de comparación Tukey de tratamientos para cada uno de los híbridos; se observa que en Sunbright el tratamiento que presentó los mayores valores fue el tratamiento testigo 0 de 36 plantas/m<sup>2</sup> ya que a esta densidad de siembra obtuvo mayor diámetro de botón floral de 3.5 cm diferenciándose del tratamiento que incidió negativamente a esta variable el cual fue el tratamiento 2 (48 plantas/m<sup>2</sup>) que apenas alcanzó a los 2.4 cm de diámetro del botón floral final, mientras para Vincent el

tratamiento que más se ajusta para obtener un mayor diámetro de botón floral alcanzando valores de 4.3 cm es el tratamiento 1 (48 plantas/m<sup>2</sup>) a diferencia del tratamiento 3 (60 plantas/m<sup>2</sup>) que su mayor diámetro del botón floral fue de 3.6 cm con esto es posible establecer que la densidad de siembra no es un factor preciso para la determinación del tamaño del botón floral, ya que los valores finales obtenidos se muestran variables en relación al efecto de la densidad de siembra. A pesar de esto los tratamientos que presentan altas densidad poblacionales como el tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> para Sunbright y tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> para Vincent incidieron negativamente en el diámetro del botón floral, esta tendencia se debe a que al haber mayor número de individuos en determinado espacio la planta va a estar limitada y se va a ver afectada la relación fuente vertedero, ya que los órganos fuente, tejidos verdes fotosintéticos requieren de una intercepción adecuada de luz para la producción de fotoasimilados y carbono ( Santos Castellanos, Segura Abril, & Núñez López, 2010); si la planta no tiene una arquitectura adecuada la disposición de las hojas no le permitirá hacer uso eficiente de luz y como resultado los sumideros no podrán importar los asimilados suficientes para alcanzar su máximo potencial y la expresión de genes será mínima y la calidad final del objetivo comercial será insuficiente.

En la figura 15, se observa la tendencia para la variable diámetro de botón floral en él, se encuentra la comparación entre los híbridos evaluados y la tendencia para cada tratamiento.



**Figura 15. Diámetro de botón floral, para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Vincent, Rosal 2018.**

La variable diámetro de botón floral, es finalmente quien orienta el momento de corte de los tallos. El diámetro del botón floral, es el resultado final del desarrollo del cultivo, en él se refleja la eficiencia de los procesos fisiológicos que tuvo la planta durante todo el ciclo biológico, en la figura 5, se refleja la comparación entre las variedades donde estas son dependientes a los tratamientos, en esta variable se efectuó un único muestreo correspondiente al día de corte, se observa que Vincent tuvo mayor diámetro de botón floral a diferencia de Sunbright. Esto puede resultar de diferentes factores ambientales que inciden para expresar sus mayores características fenotípicas como en el caso de híbrido Vincent que obtuvo valores máximos de diámetro del botón floral de 4.3cm

respecto a híbrido Sunbright donde su mayor valor de botón floral fue de 3.5 cm, lo anterior es soportado por los autores (Hidalgo & Debouck, 1984), donde dicen que las condiciones ambientales influye en la expresión del hábito del crecimiento, por esto en diferentes ambientes una variedad puede presentar variaciones en la expresión de este carácter. Para el caso de Vincent la densidad de siembra que tuvo mejores valores fue a 48 plantas/m<sup>2</sup> (T1) con un valor de 4.03 cm y quien tuvo el resultado más bajo respecto a esta variable fue, T3 a 60 plantas/m<sup>2</sup>, con un valor de 3,23cm. Sunbright refleja que la densidad de siembra que presenta el mejor valor es el tratamiento de 36 plantas/m<sup>2</sup> (T0), con 3.03 cm de diámetro y el tratamiento que menos se ajusta para obtener un diámetro de botón floral ideal es (T2) 54 plantas/m<sup>2</sup> con 2.20 cm. El efecto de la densidad de siembra sobre el botón floral se explica a qué se ve afectada la relación fuente vertedero (Dogliotti, 2007) , ya que al haber una densidad de siembra alta las plantas no podrán interceptar adecuadamente la radiación solar; además de presentarse competencia entre estas no solo aéreamente sino a nivel radicular, limitando los nutrientes y afectando la producción de fotoasimilados. El tamaño del botón floral obtenido en el presente estudio coincide con lo menciona por (Gifford & Evans, 1981), donde indican que el establecimiento de los patrones de distribución controlan la repartición de fotoasimilados, entre los vertederos y según el manejo agronómico que se realice abra un mejoramiento en la producción o una disminución en la calidad de los órganos cosechados.

En una planta los órganos habilitados para producir fotoasimilados son considerados fuente. En ésta función se destacan las hojas y los tallos. Los órganos de consumo, como los botones florales, son considerados vertederos (Daie, 1985).

Los tejidos vertedero son importadores netos de asimilados y consiste de órganos que crecen rápidamente tales como los meristemas y hojas inmaduras, y tejidos de almacenamiento como, semillas o raíces (Foyer & Matthew, 2001). Un vertedero es un usuario neto de carbono, el cual incluye respiración, crecimiento y almacenamiento de compuestos de carbono; en una planta de girasol el vertedero de mayor interés es el Botón floral. La potencia del vertedero o la demanda del vertedero se refieren a la habilidad de los órganos vertedero para atraer o acumular compuestos de carbono (Dwelle, 1990). El metabolismo de la fuente y del vertedero están estrechamente acoplados porque la información de disponibilidad de asimilados en cada órgano es percibida y usada para orquestar la expresión de genes. Esta coordinación es necesaria para evitar amplias fluctuaciones y desbalances entre el abastecimiento y la demanda, (Tanaka & Fujita, 1974); para el caso de T0 de 36 plantas/m<sup>2</sup> y T1 de 48 plantas/m<sup>2</sup>, se evidencia que la interacción entre expresión genética y las condiciones ambientales fue buena para los dos híbridos, ya que al tener una distribución de plantas adecuada fue posible acumular una buena cantidad de asimilados los cuales serían exportados al vertedero y como resultado se tuvo que el tamaño final del botón floral fue excelente, debido a que la densidad de siembra fue la indicada permitiendo una coordinación de intercepción de luz.

#### **7.1.4 Área foliar (AF)**

Según el análisis de varianza y el modelo de comparación de la prueba de Tukey, para el último muestreo realizado en área foliar, tabla 9, hay diferencias significativas para las

comparaciones efectuadas tanto en híbridos como en tratamientos para los dos híbridos evaluados; Sunbright y Vincent; debido a que ( $p < 0,05$ ).

**Tabla.9 Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Área foliar	24	0,89	0,83	7,51	

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1162529,95	8	145316,24	14,65	<0,0001
Bloque	260916,73	5	52183,35	5,26	0,0055
Repetición	0,00	0	0,00	sd	sd
Tratamiento	901613,22	3	300537,74	30,31	<0,0001
Variedad	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	148741,86	15	9916,12		
Total	1311271,81	23			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=86,65037**

Error: 9916,1241 gl: 15

Híbridos Medias n E.E.

sunbright 1237,40 12 32,14 A

Vincent 1413,96 12 32,14 B

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

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Área foliar Sunbright	12	0,80	0,64	10,65	

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=372,35986**

Error: 17355,4253 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

3,00 971,25 3 107,57 A

2,00 1175,42 3 107,57 A B

1,00 1325,83 3 107,57 A B

0,00 1477,08 3 107,57 B

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

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Área foliar Vincent	12	0,98	0,96	3,33	

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=132,96911**

Error: 2213,1510 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

3,00 1143,75 3 38,41 A

2,00 1282,50 3 38,41 B

0,00 1608,75 3 38,41 C

1,00 1620,83 3 38,41 C

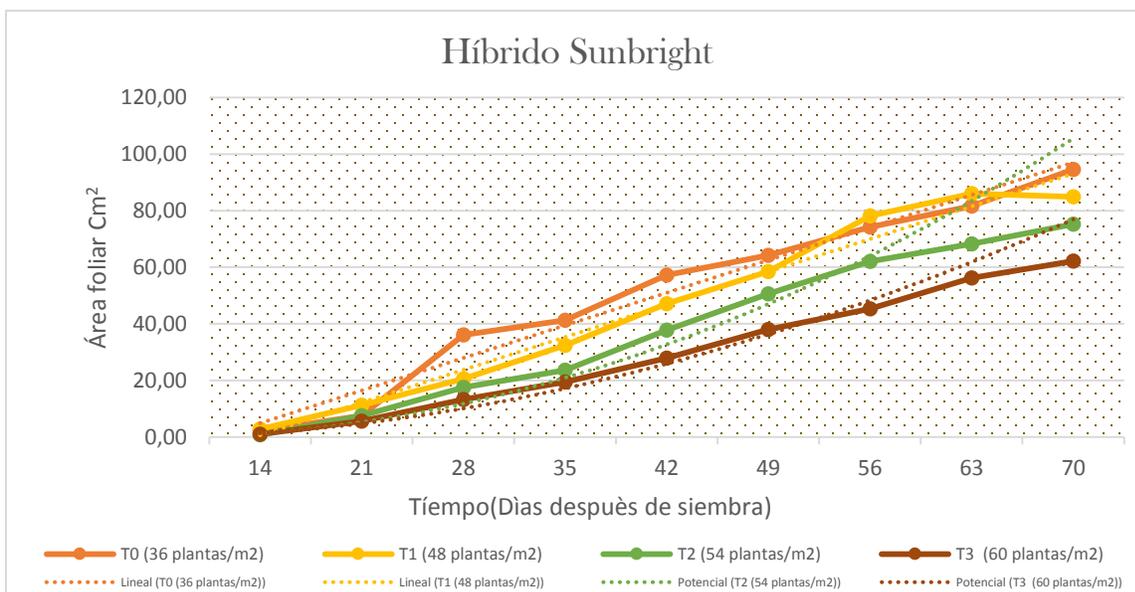
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la tabla 9, se observa que en la comparación entre híbridos, hay diferencias significativas, donde el híbrido Vincent obtuvo mayor área foliar, mientras que híbrido Sunbright fue el de menor área; a partir de esto se establece que híbrido Vincent dentro de su morfología tiene mayor expansión de área foliar, mayor canopeo y como se ha podido observar este híbrido tiene las estructuras más grandes a diferencia de híbrido Sunbright lo que lo hace más exigente en cuanto área foliar para poder interceptar la radiación solar incidente y cubrir la demanda de asimilados requerida por cada uno de sus órganos; otorgando mayor tamaño para toda la planta (Araújo, 2014), mientras híbrido Sunbright no presenta este tipo de características morfológicas o tal vez bajo las condiciones agroclimáticas de siembra que se estableció, no tuvo su 100% de expresión genética.

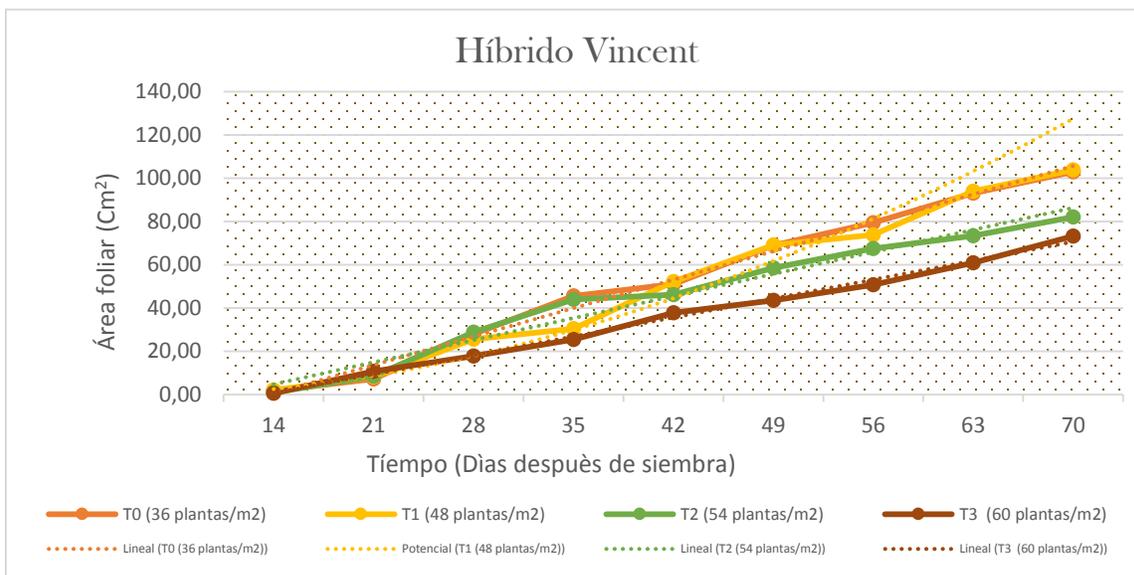
Respecto a la comparación de tratamientos para el caso de híbrido Sunbright hay diferencia significativa, donde el tratamiento testigo de 36 plantas/m<sup>2</sup>, es quien presenta mayor área foliar mientras el tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup>, es quien presenta menor área foliar, para el caso de híbrido Vincent se observa que hubo diferencia significativa entre tratamientos, dando como resultado una mayor área foliar para el tratamiento testigo de 36 plantas /m<sup>2</sup> y tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup> a diferencia de los tratamientos restantes donde se observó que incidió negativamente teniendo los valores más bajos el tratamiento 3 (60 plantas /m<sup>2</sup>).

La variable área foliar define la capacidad de la cubierta vegetal para interceptar la radiación fotosintéticamente activa; la cual es fuente primaria de energía utilizada por las plantas para la fabricación de tejidos y elaboración de nutrientes para la planta; la

estimación de área foliar es importante para conocer la capacidad de la planta para interceptar luz y para obtener una alta productividad se requiere que la planta realice una interceptación apropiada que aproveche al máximo la radiación incidente. (Galindo, 2007). En las figuras 16 y 17, se evidencia la tendencia para la variable área foliar en ella se encuentra la comparación entre las variedades evaluadas y cada línea de tendencia corresponde a cada tratamiento.



**Figura 16. Área foliar, para cuatro tratamientos de densidades de siembra para Híbrido Sunbright, Rosal 2018.**



**17. Área foliar, para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Vincent, Rosal 2018.**

En la figura 16 y 17, Se encontró que la expansión del área foliar en los dos híbridos se manifestó de manera fluctuante durante los 70 dds y para todos los tratamientos y quien mantuvo los mayores picos de AF fue tratamiento 0 de 36 plantas/m<sup>2</sup>, para híbrido Sunbright con un resultado de 1617.5 cm<sup>2</sup> de área de lámina foliar y tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup> para el híbrido Vincent con un valor de 1752.5cm<sup>2</sup> de área foliar ; aunque para ambos casos las diferencia entre las curvas para todo el experimento fue mínima y similar; lo cual indica que a estas densidades de siembra la planta tiene mayor capacidad de interceptar radiación solar, debido a que tiene más espacio para desarrollar sus laminas foliares y la disposición de las hojas se pondrán en beneficio para la planta; por tal motivo va a poder aprovechar la luz para realizar sus procesos fisiológicos satisfactoriamente y los fotoasimilados serán transportados para toda la planta y así mismo lograra el desarrollo de nuevas estructuras fundamentales para el desarrollo y

sostenimiento de la planta; esto se reflejara en la producción final expresado como materia seca total el cual dependerá de la cantidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada (COOKSON, 2005).

Se establece que la densidad de siembra afecta la variable AF, ya que el tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> fue quien se mantuvo por debajo de los demás tratamientos, siendo este el de mayor densidad poblacional; el cual no permite que el dosel vegetal tenga el suficiente espacio para que las hojas logren interceptar la radiación solar incidente, contrario a esto abra competencia entre las plantas y el área foliar no lograra alcanzar valores óptimos y la producción final del cultivo será baja.

Finalmente se establece que a mayor densidad de siembra se obtiene menor área foliar, esta tendencia se debe a que la planta no cuenta con un espacio considerable para desarrollar sus laminas foliares, e inclusive afecta otras estructuras involucradas en los procesos fisiológicos de la planta (ANDRADE, 1993.). Por otro lado, la arquitectura de la planta se dispondrá de tal forma que las hojas no puedan interceptar la radiación solar incidente necesaria, además de presentar competencia entre estas y generar un sombreado en las hojas inferiores, por consiguiente, se disminuye el área foliar de la planta como se evidencia en el tratamiento 3 a 60 plantas/m<sup>2</sup>.

#### **7.1.5 Biomasa**

Al realizar el análisis de varianza y el modelo de comparación de la prueba de Tukey, se observa que, para el último muestreo realizado en biomasa, tabla 10, no hay diferencias significativas para las comparaciones efectuadas en las dos variedades, Sunbright y

Vincent; a diferencia de los tratamientos que si presentaron diferencia significativa tanto para la variedad Sunbright como para la variedad Vincent debido a que ( $p < 0,05$ ).

**Tabla.10 Análisis de la varianza**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Biomasa (g)	24	0,72	0,57	9,73

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	8	2,1E-03	4,81	0,0044
Bloque	2,3E-03	5	4,6E-04	1,05	0,4244
Repetición	0,00	0	0,00	sd	sd
Tratamiento	0,01	3	4,8E-03	11,07	0,0004
Variedad	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	0,01	15	4,4E-04		
Total	0,02	23			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01821**

Error: 0,0004 gl: 15

Híbrido Medias n E.E.

Vincent 0,21 12 0,01 A

sunbright 0,22 12 0,01 A

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

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Biomasa (g) sunbrigh	12	0,93	0,88	6,45

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03940**

Error: 0,0002 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

3,00 0,16 3 0,01 A

2,00 0,21 3 0,01 B

0,00 0,24 3 0,01 B C

1,00 0,25 3 0,01 C

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Biomasa (g) vincent	12	0,81	0,66	7,25

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04417**

Error: 0,0002 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

3,00 0,18 3 0,01 A

2,00 0,21 3 0,01 A B

1,00 0,23 3 0,01 A B

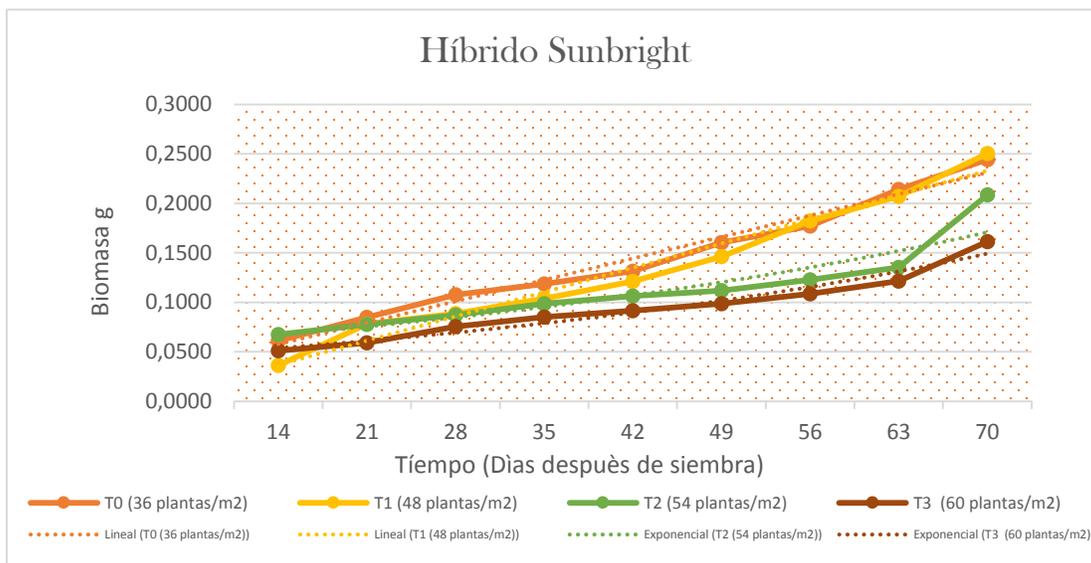
0,00 0,24 3 0,01 B

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

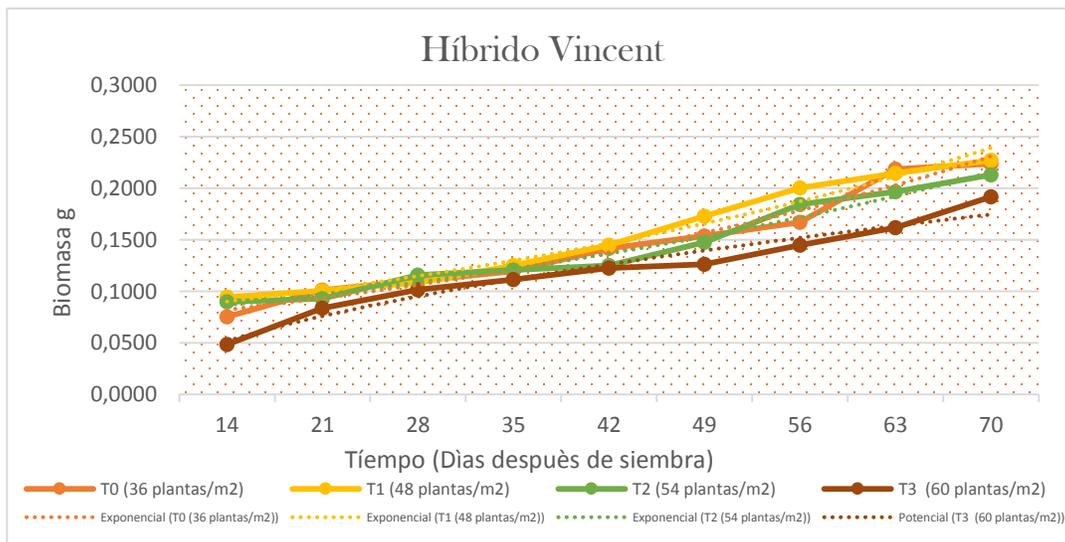
En la tabla 10, se evidencia la comparación entre híbridos de la variable biomasa y se observa que no hay diferencia significativa entre los híbridos, ya que ( $p > 0,05$ .) lo cual es un reflejo claro de la interacción fisiológica genotipo-ambiente, expresada en una mejor eficiencia fotosintética, quiere decir que aunque los dos materiales presenten diferencias morfológicas y su expresión genética en otras variables presenten diferencias significativas; no incide en la producción de biomasa y la eficiencia fotosintética para los dos híbridos es buena: por otro lado (Ferreira, 2011), establece que la materia seca es producida en el proceso fotosintético, los productos se acumulan y son distribuidos a los diferentes órganos de la planta; la mayor expresión de crecimiento está regulada genéticamente; el híbrido Vincent presenta mayor tamaño y los valores en otras variables estudiadas son más altos, a pesar de esto se observa que al comparar biomasa no hay diferencia significativa,

Al realizar el análisis de varianza entre tratamiento para las dos variedades se observa que a mayor densidad siembra hubo menor producción de biomasa; quiere decir que a pesar de la interceptación de luz, su eficiencia fotosintética es mínima, lo cual se debe al sombreado entre plantas, así mismo muestra la importancia de la radiación en la producción de masa seca (Early, 1996.). De acuerdo con (Gómez, Buitrago, & Huertas, 1999), la producción de materia seca en las plantas es el resultado neto del balance entre los procesos metabólicos básicos de no haber una adecuada distribución de luz, foto asimilados y sustancias nutritivas la producción de biomasa será mínima como ocurre al establecer altas densidades de siembra, lo cual se evidencia en el presente ensayo con el tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup>

A continuación, en las figuras 18 y 19, se evidencia la tendencia para la variable biomasa, en ella se encuentra la comparación entre las variedades evaluadas y cada línea de tendencia corresponde a cada tratamiento.



**Figura 18. Biomasa, para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Sunbright, Rosal 2018.**



**Figura 19. Biomasa, para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Sunbright, Rosal 2018.**

La producción de materia seca total es un resultado de la eficiencia del follaje del cultivo en la intercepción y utilización de la radiación solar disponible durante el ciclo de crecimiento. Sin embargo, esta eficiencia puede ser influenciada por la cantidad de radiación solar, la habilidad de las hojas para fotosintetizar, el IAF, la arquitectura de la planta, la respiración, entre otros, lo que se resume en factores internos de crecimiento relacionados con el genotipo y factores externos relacionados con el ambiente y las prácticas de manejo utilizadas durante el ciclo (Gardner FP, 2003); la fotosíntesis y la producción de Biomasa depende del crecimiento de dosel vegetal quien proporciona, o mayor o menor intercepción de luz; es necesario considerar que no toda la radiación que intercepta el cultivo logra ser asimilada, por ello, al momento de estimar la biomasa, es necesario considerar la eficiencia en el uso de radiación por parte del cultivo mismo; además de ser es un muy buen estimador del carbono total de la planta, lo que permite analizar importantes aspectos de su fisiología (Escalante-Estrada, 1999).

En las figuras 18 y 19, se observa la producción de biomasa para híbrido Sunbright y el híbrido Vincent, se evidencia que para ambos casos las mejores densidad de siembra para la producción de biomasa es el tratamiento 0 (36plantas/m<sup>2</sup> y el tratamiento 1 (48 plantas/m<sup>2</sup>), mientras que el tratamiento que menos produjo biomasa para las dos variedades fue a 60 plantas/m<sup>2</sup>, correspondiente al tratamiento 3, el modelo logístico describió el comportamiento de masa seca, donde creció de manera sigmoideal en los híbridos, debido a que la biomasa seca acumulada se incrementa inicialmente a una tasa exponencial, más tarde lo hace linealmente y finalmente cesa su crecimiento debido a que alcanzó su máximo de “plateau” (Potter & Jones , 1977). Como se observa en las

figuras 18 y 19 la tendencia hasta los 28 dds, se encuentra en una fase lineal donde ocurren cambios internos que son preparatorios para el crecimiento, después de los 28 dds hay una fase de rápido incremento en el crecimiento al respecto (Mejia, Estrada , & Franco, 2007) indican que esta tendencia exponencial es porque es una fase de rápido crecimiento donde la planta se encuentra en la época crítica de crecimiento, por lo que requiere de condiciones óptimas no solo de interceptar luz sino de nutrición (Estrada, 2004), debido a que en este momento la planta es pequeña y para ese momento ya no depende de las reservas del endospermo; esta fase exponencial se mantuvo hasta los 63 dds, en este periodo la planta ceso su crecimiento debido a la edad de la planta y para ese momento la planta ya estaría en su etapa de producción, ya que a mayor edad se reduce la eficiencia del uso de la radiación interceptada debido a que hay un incremento en la respiración de mantenimiento, así mismo hay un incremento en la absorción por tener mayor área de intercepción y la acumulación de biomasa será mayor conforme se incrementa la absorción a pesar de reducir su tasa de eficiencia (Kooman, Fahem, & Haverko, 1996). De igual forma se justifica que el hecho por el que el tratamiento 2 a 54plantas/m<sup>2</sup> y tratamiento 3 a 60 plantas/m<sup>2</sup>, se vieron afectados negativamente en la producción de biomasa debido al incremento de la densidad poblacional, esto genera un sombreado producido por el mayor número de hojas dispuestas en la planta, afectando los procesos fisiológicos y esto se refleja en los valores obtenidos de materia seca por planta, con lo anterior se determina que para las dos variedades a mayor densidad de siembra abra menor producción de biomasa.

Como ya se ha mencionado el comportamiento de la producción de biomasa, es variable en el tiempo, y estos cambios que se evidencian en las tendencias expresadas en las figuras 18 y 19 se deben a los gastos respiratorios de carbono que revierten en el crecimiento y mantenimiento de la planta (Gaitán & González, 1999); es decir la ganancia neta de biomasa, no solo depende de la fotosíntesis (ganancia de carbono), sino también de la utilización de los fotoasimilados en procesos respiratorios (perdida de carbono). La respiración utiliza el carbono con el fin de producir la energía necesaria para mantener y aumentar la biomasa existente. (Azcón Bieto, 2008).

## **7.2 Medidas indirectas**

### **7.2.1 Índice de área foliar (IAF)**

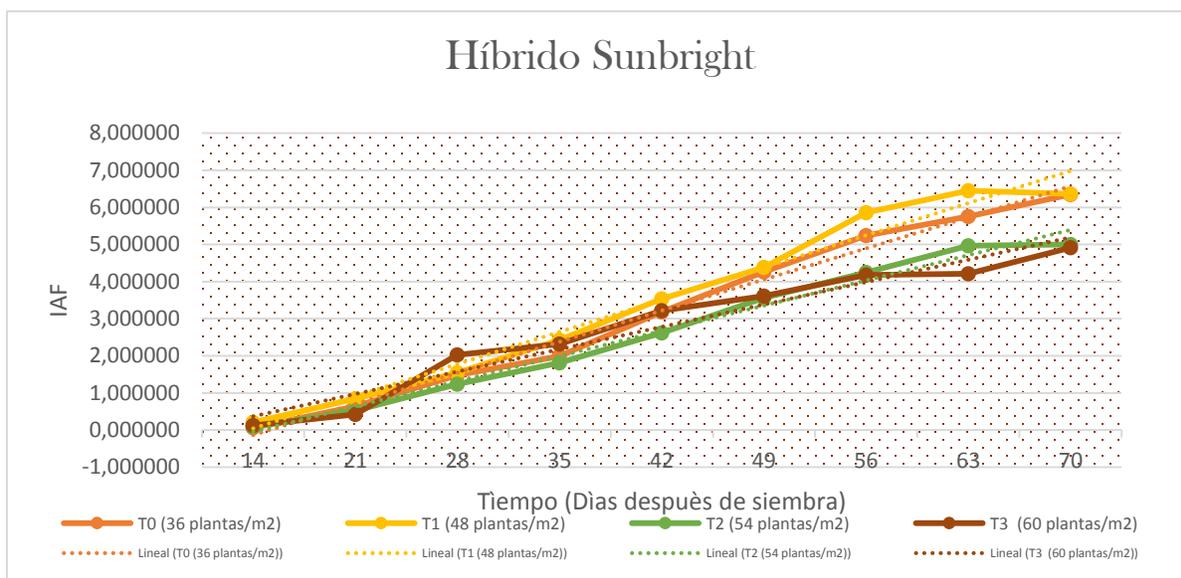
El índice de área foliar es un importante atributo del crecimiento aéreo de las plantas, debido a que las hojas son dominantes en el proceso fotosintético y por consiguiente para la producción de asimilados (Novel, 1999) ; esta variable es la sumatoria de todas las áreas de hojas por una unidad de suelo y la estimación directa consiste en la cosecha de material vegetal en un área conocida (Wild, 1992), pero también se determina indirectamente por medio de la intercepción de la radiación solar (Cortés, 2003).

El IAF es una variable adimensional, determina la cantidad de área fotosintética presente en cierta área de suelo; el ángulo de las hojas AF, es el factor clave para la intercepción de luz, ya que define la capacidad de la planta para realizar la captación de la radiación incidente, que es la (RFA) radiación fotosintéticamente activa, la cual es la fuente

primaria de energía utilizada por la planta para la fabricación de tejidos. (Acosta D. E. , 2008).

### 7.2.1.1 Híbrido Sunbright

Una de las funciones más importantes de la hoja es la absorción lumínica, por lo cual esta función se explica mejor con el área foliar (Bresinsky & Korner, 2008). En la figura 20 se representan los IAF, para los cuatro tratamientos, desde el trasplante hasta la semana diez, cuando se concluyó el momento de corte de los tallos, la tendencia es similar para todos los tratamientos.



**Figura 20. IAF para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Sunbright, Rosal 2018.**

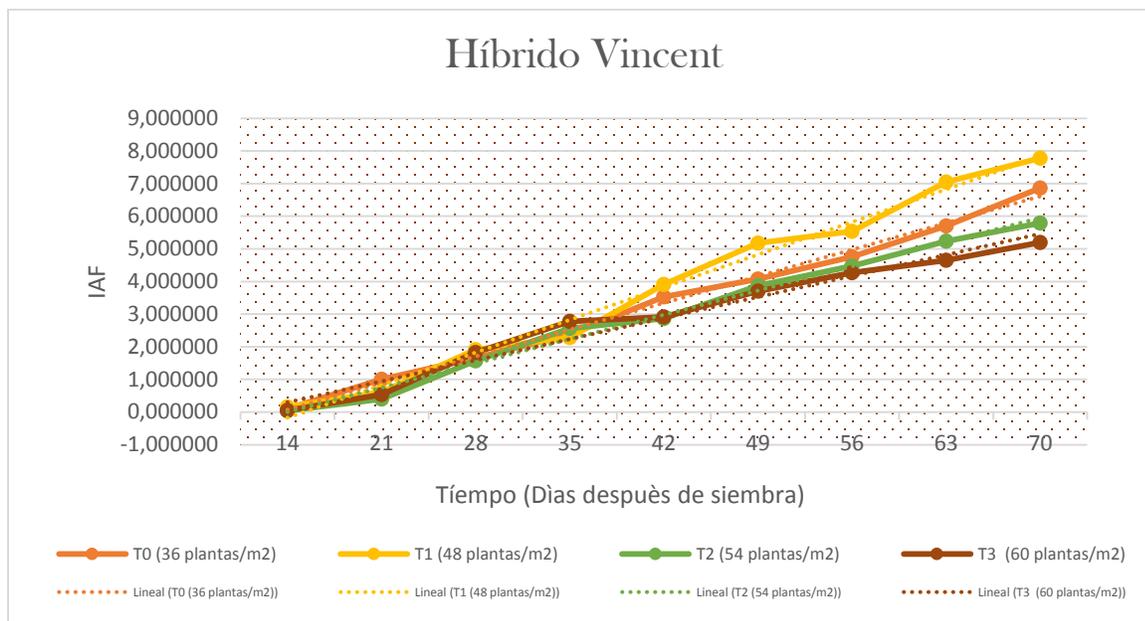
El tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup>, mostró un valor superior de 6,4 en la semana diez, momento en el cual el cultivo debe destinar una creciente cantidad de foto-asimilados al llenado del botón floral (Kerby & Keely , 1990).

Los demás tratamientos presentaron menores valores donde el tratamiento 0 de 36 plantas/m<sup>2</sup>, mostro una tendencia similar al tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup>, con un valor de 6,3 a los 70 días después de siembra. Mientras los tratamientos 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> de valor 5,0 y tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> de valor 4,9 tuvieron la tendencia más baja en todo el experimento siendo estos los tratamientos de mayor densidad de siembra; respuestas similares a la densidad de población observaron (Escalante-Estrada, 1999) en girasol en condiciones de humedad residual, donde menciona que la producción de biomasa se aumenta proporcionalmente con el IAF, lo cual se puede atribuir a una mayor fotosíntesis, debida al crecimiento del dosel vegetal que proporciona mayor intercepción de luz y mayor aprovechamiento de los recursos hídricos y nutrimentales (Escalante-Estrada, 1999), lo cual ocurre en el presente experimento donde T1 de 48 plantas/m<sup>2</sup>, presenta una distribución de plantas que favorecen la arquitectura y distribución de las hojas de la planta.

En la comparación de tratamientos de Sunbright para el índice de área foliar es posible establecer que el tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup> fue quien tuvo mejor comportamiento, ya que es quien reporta mayores valores esta tendencia se debe a que la planta contaba con mayor espacio para interceptar radiación solar y por lo tanto permitía expresar mayor cantidad de área foliar por unidad de superficie del terreno; así mismo, estos resultados coinciden con (Perez, 2005) en un estudio de rábano, quienes manifiestan que las altas densidades de plantación reducen el crecimiento de las variables vegetativas como área foliar, número de hojas y materia seca, siendo más notorios estos efectos al final del cultivo.

### **7.2.1.2 Híbrido Vincent**

En la figura 21 se observa los IAF, como respuesta a los cuatro tratamientos en híbrido Vincent con resultados muy similares a híbrido Sunbright. El tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup> a lo largo de las diferentes evaluaciones realizadas, presentó valores crecientes hasta obtener un valor de 7,8; la tendencia de los demás tratamientos no es muy diferente, presentando valores más bajos; el tratamiento 0 de 36 plantas/m<sup>2</sup> alcanzó un valor final de 6,9, seguido del tratamiento 2 con un valor final de 5,8 y el de menor valor fue el tratamiento 3 a 60 plantas/m<sup>2</sup>, con 5,2. Estas tendencias coinciden con investigaciones realizadas por (Gardner FP, 2003) citadas por (Criollo & García, 2009) en un estudio de rábano; quienes indican que aunque el incremento en la densidad de población ocasiona una disminución en tamaño, vigor y peso de la planta, la biomasa por unidad de superficie se mantiene o se incrementa hasta un máximo, esta tendencia ocurre para la mayoría de plantas de cultivo con mecanismo fotosintético C3 y ocurrió en el presente estudio, ya que los valores obtenidos para el tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> y tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> fueron similares además de mantener la misma tendencia de los demás tratamientos, aunque con valores inferiores.



**Figura 21. IAF para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Vincent, Rosal 2018.**

Al comparar las tendencias para los tratamientos evaluados es posible determinar que la densidad de siembra si incide en el IAF, ya que los tratamientos de mayor densidad de siembra tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> y tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> aunque presentaban similitud a la tendencia con los demás tratamientos se mantuvieron por debajo de la curva esto se debe a que el desarrollo foliar es afectado por la disposición y ángulo de las hojas, para que estas intercepten luz, haciendo que su índice de área foliar sea mínimo. La tendencia para todos los tratamientos inicia con valores próximos a cero a los 14 dds y va teniendo un incremento semana a semana, lo cual indica que la planta está en una fase de desarrollo y crecimiento acelerado para poder alcanzar su IAF optimo y así poder capturar la mayor cantidad de luz, este proceso está íntimamente ligado con el crecimiento radical, etapa en la cual hay una alta respiración de crecimiento. Este índice ayuda a saber cómo llevar un manejo adecuado del cultivo para un mejor aprovechamiento de luz y a su vez evitar que el autosombreamiento, afecte todos los

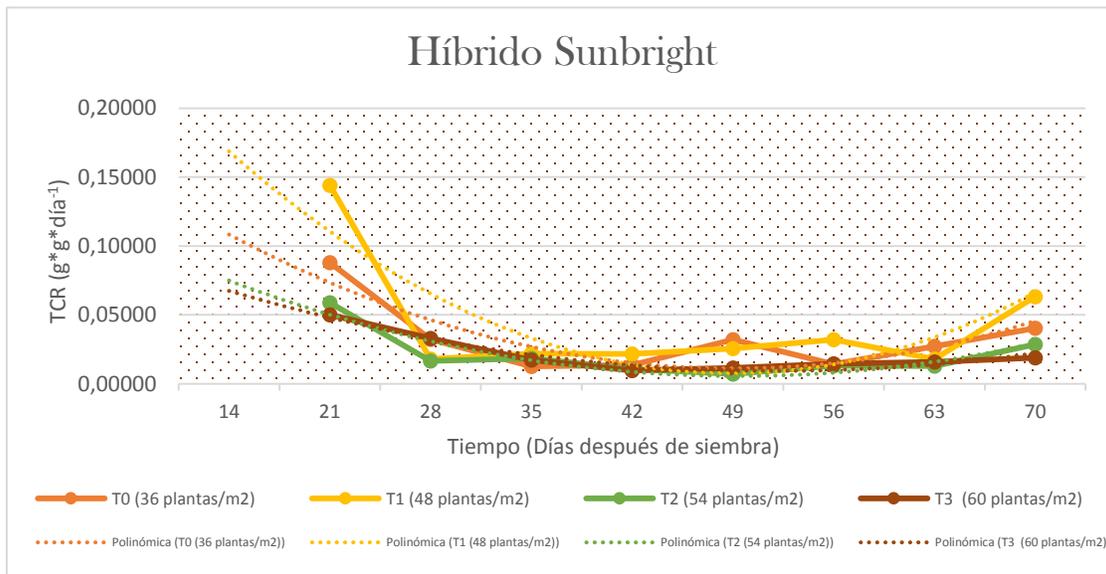
procesos y disminuya la producción de materia seca. (Warnok , 2006. ). Esta tendencia coincide por lo mencionado por ( Ascencio & Sgambatti , 1975) en un estudio realiza en caraotas donde aseguran que a mayor densidad de siembra se incrementa el sombreadamiento, condición en la cual parte del área foliar no queda expuesta a la RAF, reduciendo la tasa fotosintética e incrementando la tasa respiratoria de mantenimiento; reflejando valores inferiores en los IAF.

### **7.2.2 Tasa de crecimiento relativo (TCR).**

La TCR expresa la velocidad de producción de biomasa por unidad de material vegetal preexistente (Silva, 2000). Sus valores disminuyen con el tiempo, a medida que avanza el ciclo ontogénico (Araújo, 2014) pero con el aumento de la proporción de material estructural en relación a los tejidos fotosintéticos (Hunt, Shipley , & Askew , 2002), Esta variable representa la capacidad de la planta para producir material nuevo y es dependiente de la fotosíntesis y la respiración.

#### **7.2.2.1 Híbrido Sunbright**

En la figura 22 se presentan las tasas de crecimiento relativo del cultivo como resultado de la respuesta a los cuatro tratamientos. Durante los primeros estadios, el crecimiento suele tener una dinámica exponencial y refleja diferencias entre especies, variedades e inclusive en el manejo agronómico. (Criollo & García, 2009).



**Figura 22. TCR para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Sunbright, Rosal 2018.**

El valor más alto para T1 con una densidad de siembra de 48 plantas/m<sup>2</sup>, se presentó en la segunda evaluación en la semana tres después del trasplante con un valor de 0,14413 g\*g\*día<sup>-1</sup>, correspondientes a etapas de crecimiento vegetativo, lo cual coincide en un estudio reportado por (Hodgon & Bircham, 1981) donde indica que la TCR del forraje en un punto dado se limita por el suministro de fotoasimilados, por las reservas endospermicas y tamaño de la planta, en este momento hay gran eficiencia de la conversión de peso seco por unidad de peso, debido a la mayor relación entre el área foliar y el peso de las hojas, ya que los tejidos poseen mayor actividad biológica; posteriormente mostró un decrecimiento en la semana cuatro correspondiente a los 28 días después de siembra y a partir de ese momento se mantuvo con la misma tendencia hasta finalizar el periodo de evaluación en la semana decima a los 70 días después de

siembra donde finalizo con  $0,06331 \text{ g}^*\text{g}^*\text{día}^{-1}$ , este comportamiento es típico en este índice, ya que a medida que la planta crece hay mayor acumulación de materia seca en relación a la producción de fotoasimilados (Villar, 2004), en este caso se evidencia que la tendencia coincide con un estudio realizado en tomate reportado con (Casierra & Cardozo, 2009) donde indican que los valores iniciales son máximos y a los quince días después del trasplante disminuye su tendencia a valores mínimos manteniéndose así hasta culminar su ciclo.

El tratamiento 0 de 36 plantas/m<sup>2</sup>, tuvo su valor más alto en la tercera semana a los 21 días después de siembra con un valor de  $0,08789 \text{ g}^*\text{g}^*\text{día}^{-1}$  y el menor periodo de eficiencia de producción de materia seca se dio en la semana 10 a los 70 días después de siembra próxima a su cosecha donde su valor fue de  $0,04045 \text{ g}^*\text{g}^*\text{día}^{-1}$ . El comportamiento de TCR se asimila al reportado por (Azofeifa & Moreira, 2004) donde se observa que durante la ontogenia de la planta hay un periodo inicial en el que TCR es mayor, esto se asocia al crecimiento vegetativo inicial de la planta, como ya se había mencionado en el tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup>, quiere decir que en esta etapa de la planta casi todo el tejido presente puede fotosintetizar y producir asimilados para reinvertir en un nuevo crecimiento vegetativo en esta fase la planta cuenta con meristemas en crecimiento activo y hojas en expansión por lo que la división celular es muy alta, a diferencia de la etapa en la cual la TCR disminuye ya que la planta presenta una biomasa estructural no activa en el crecimiento debido a su etapa reproductiva y su tendencia será a cero e inclusive a valores negativos.

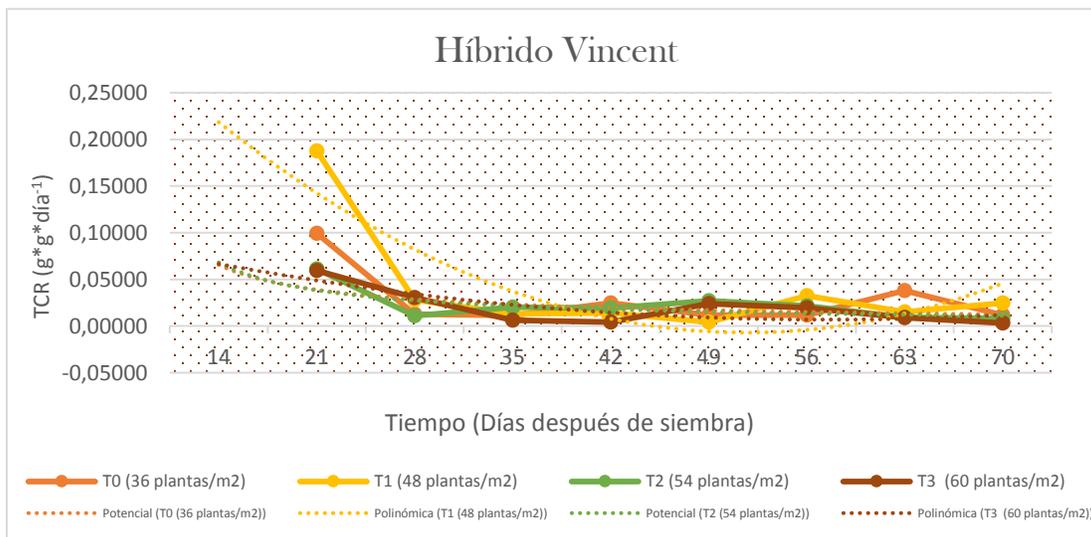
Para el tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> se observa que en la semana tres inicia con un valor de 0,05881 g\*g\*día<sup>-1</sup> y en la cuarta semana decrece y su tendencia es próxima a cero, así se mantiene hasta finalizar el periodo de evaluación finalizando con un valor de 0,02856 g\*g\*día<sup>-1</sup>. El tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> tiene una tendencia similar al tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup>, aunque con valores más bajos iniciando con 0,05021 g\*g\*día<sup>-1</sup> a la semana tres siendo el valor más alto que tuvo, luego de que decrece su tendencia a la cuarta semana, se suaviza la pendiente y finaliza con 0,01889 g\*g\*día<sup>-1</sup>. Estos valores con tendencia a cero son reportados por un estudio realizado en frijol negro variedad caraota realizado por ( Ascencio & Sgambatti , 1975) quienes aseguran que la tendencia para TCR en esta especie es con tendencia negativa o próxima a cero debido a las pérdidas de área foliar activa como consecuencia de la senescencia y caída de algunas hojas.

Al comparar la tendencia de los tratamientos es posible establecer que la densidad de siembra si influye en TCR, ya que el tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup> mostró valores más altos, mientras los tratamientos 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> y 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> fueron quienes tuvieron los valores más bajos, debido a que al haber mayor densidad poblacional se crea competencia intraespecífica lo cual genera una disminución de la eficiencia de producción de materia seca; esta tendencia concuerda con un estudio realizado por (Camacho & Acosta , 2013) en rábano con arvenses, donde aseguran que al haber un mayor número de individuos por unidad de suelo se crea competencia por luz y nutrientes, además de ocasionar un sombreado entre plantas disminuyendo la

eficiencia para interceptar luz y producción de biomasa; de esta manera se obtienen valores bajos para TCR.

### 7.2.2.2 Híbrido Vincent

Al igual que en híbrido Sunbright, la dinámica de la tendencia de híbrido Vincent fue decreciente, es decir, TCR disminuyó durante el periodo de evaluación, donde en los primeros muestreos presentaron los valores más altos (figura23), éste es el comportamiento típico de este índice, ya que a medida que la planta crece hay mayor acumulación de materia seca en relación a la producción de fotoasimilados.



**Figura 23. TCR para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Vincent, Rosal 2018.**

Los resultados son similares a híbrido Sunbright, pero con valores más altos. El valor más alto para T1 de 48 plantas/m<sup>2</sup>, se presentó en la segunda evaluación correspondiente a la tercera semana después del trasplante con valor de 0,18776g\*g\*día<sup>-1</sup>, siendo el valor más alto de todos los tratamientos, posteriormente mostró un decrecimiento y en las ultimas evaluaciones se observó que la tendencia era

cada vez menor como se observó en la semana diez a los 70 días después de siembra con un valor de  $0,02478 \text{ g}^*\text{g}^*\text{día}^{-1}$ . Estos resultados concuerdan con lo reportado por (Carranza & Lanchero, 2009) en un estudio de lechuga donde aseguran que los valores máximos se encuentran a los quince días después del trasplante y valores mínimos cuando la planta envejece.

El tratamiento cero de 36 plantas/m<sup>2</sup>, presentó el valor más alto a la semana tres donde obtuvo un valor de  $0,09934 \text{ g}^*\text{g}^*\text{día}^{-1}$  a la cuarta semana a los 28 días después de siembra la pendiente decreció y en la última semana se observa el valor más bajo donde tuvo  $0,01182 \text{ g}^*\text{g}^*\text{día}^{-1}$ . Los valores concuerdan con lo mencionado por el autor (García J. , 2009) en un estudio realizado sobre el efecto de densidades de siembra en rábano donde los resultados de TCR tienen la misma tendencia que el presente estudio y asegura que los índices son mayores durante las fases vegetativas tempranas de las plantas y disminuyen conforme se alcanza la madurez y las hojas llegan a la senescencia.

Para el tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> se observa que en la semana tres inicia con un valor de  $0,06102 \text{ g}^*\text{g}^*\text{día}^{-1}$  y en la cuarta semana decrece y su tendencia es próxima a cero, así se mantiene hasta finalizar el periodo de evaluación finalizando con un valor de  $0,00784 \text{ g}^*\text{g}^*\text{día}^{-1}$ . El tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> tiene una tendencia similar al tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup>, aunque con valores más bajos iniciando con  $0,05962 \text{ g}^*\text{g}^*\text{día}^{-1}$  a la semana tres siendo el valor más alto que tuvo, luego de que decrece su tendencia a la cuarta semana, se suaviza la pendiente y finaliza con  $0,00319 \text{ g}^*\text{g}^*\text{día}^{-1}$ . Estas tendencias se justifican a que inicialmente la planta es pequeña y gasta sus

reservas endospermicas con lo cual se presenta un gasto alto de energía, debido a la respiración de crecimiento ( $R_c$ ), en ese periodo empieza a extraer los nutrientes disponibles del suelo (Abad, M, 2004.). En ese momento la planta tiene la necesidad de producir material vegetal nuevo y mayor biomasa; en esta fase se refleja los costes de carbono asociados a la producción de energía metabólica (poder reductor y ATP) utilizada durante la biosíntesis y el crecimiento para desarrollar estructuras nuevas quiere decir que el metabolismo se acelera con el fin de producir los esqueletos carbonados para su crecimiento (Arp, 1991, Salisbury, y Ross, 1994).

A partir de los 28 dds la pendiente se suaviza debido a que en este periodo, la planta está en la fase de división celular activa, además de presentar una respiración de mantenimiento y refleja gastos de energía que se invierten en procesos que no determinan una ganancia neta de biomasa, como son el recambio de enzimas, el mantenimiento de la estructura de las membranas y la incorporación de nutrientes inorgánicos. (Amthor JS. , 1989.).

Finalmente se determina que TCR es una medida del balance entre la capacidad potencial de fotosíntesis y el costo respiratorio (Archila, Contreras, & Pinzón, 1998), pero además expresa el incremento en masa seca de la planta en un intervalo de tiempo dado, tomando como referencia el valor inicial de la masa seca producida y acumulada. Por otro lado, se determina que la tendencia de las tasas de crecimiento de las curvas es próxima a 0, lo cual indica que la respiración está destinada a procesos de mantenimiento.

Al observar las tendencias de los tratamientos es posible establecer que la densidad de siembra si influye en TCR, en híbrido Vincent ocurre la misma tendencia que en híbrido Sunbright, ya que el tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup> mostró valores más altos, mientras los tratamientos 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> y 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> fueron quienes tuvieron los valores más bajos, teniendo en cuenta que estos tratamientos son quienes presentan mayor densidad de siembra y se establece que tienen influencia negativa ya que presentan los menores valores en las curvas de TCR debido a que al haber un mayor número de plantas por metro cuadrado se disminuye la eficiencia para capturar la radiación incidente y según (Fedecafe, 2007), tanto la TCC como la TCR dependen de la fotosíntesis, la respiración, el espesor de las hojas y las condiciones ambientales. Finalmente se determina que todos los tratamientos y para los dos híbridos evaluados las tendencias mostraron semejanza y concuerdan con estudios que reportan el comportamiento de las especies respecto a TCR, como el estudio realizado en papaya por (Miranda & Gil, 2007), lo cual indica que la planta desarrollo su proceso fisiológico adecuadamente para cada etapa de desarrollo.

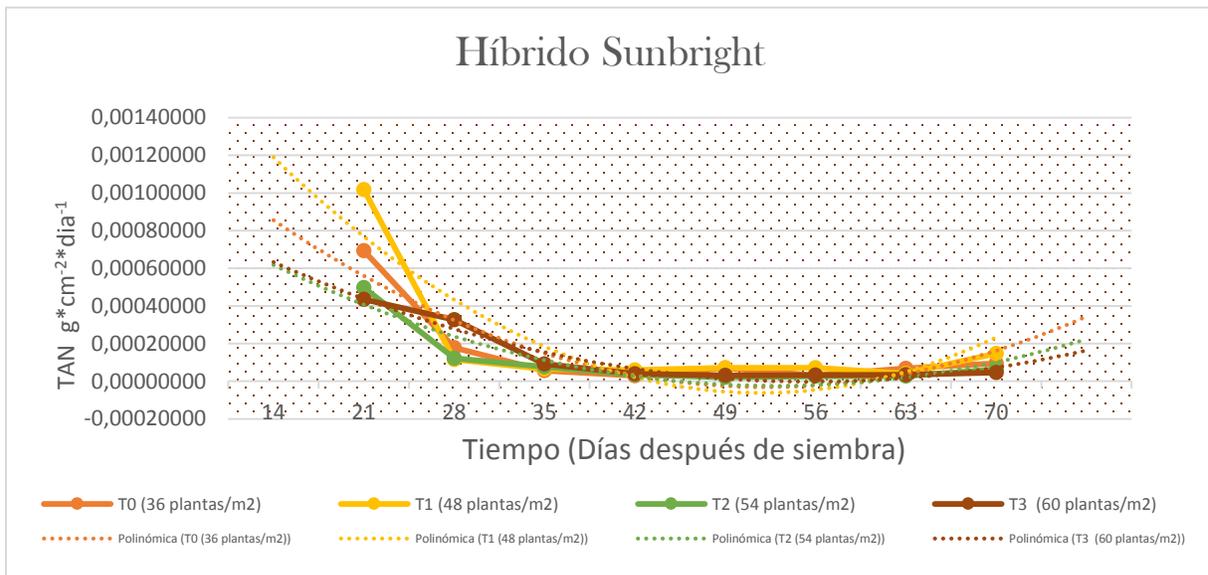
### **7.2.3 Tasa de asimilación neta (TAN).**

La TAN representa la ganancia neta en peso seco por unidad de área foliar y es una medida indirecta de la fotosíntesis (Hunt R. , 1982.). Es definida como el incremento de material vegetal por unidad de tiempo y se expresa en g\*cm<sup>-2</sup>\*dia<sup>-1</sup> (Beadle, 1985). La TAN es una medida de la eficacia del follaje, el cual constituye la principal fuente de

fotoasimilados en la producción de materia seca e indica también la velocidad de fotosíntesis neta en un lapso relativamente largo, (Escalante, 1993.).

### **7.2.3.1 Híbrido Sunbright**

Los valores máximos para todos los tratamientos estudiados se presentaron a los 21 días después de siembra (figura 24), momento en el cual todas las partes verdes de la planta realizan la mayor absorción de energía radiante y la energía absorbida en el proceso de fotosíntesis es más eficiente. El tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup>, fue quien tuvo el valor superior a los demás tratamientos con 0,00101750 g\*cm<sup>-2</sup>\*dia<sup>-1</sup>, después de esa semana a los 28 días después de siembra, cuarta semana los valores disminuyeron drásticamente a valores cercanos a cero, lo cual se debe a que muchas hojas no fotosintetizan, algo similar reportan ( Ascencio & Sgambatti , 1975), en un estudio de crecimiento de curvas en tres variedades de caraotas venezolanas donde sus valores llegaron a ser negativos debido a que muchas hojas se encontraban senescentes y no fotosintetizaban pero si mantenían su respiración activa.



**Figura 24. TAN para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Sunbright, Rosal 2018.**

El tratamiento 0 de 36 plantas/m<sup>2</sup>, se detectó una tendencia similar con una valor máximo a la segunda semana de 0,00069254 g\*cm<sup>-2</sup>\*día<sup>-1</sup> y a partir de los 28 días después de siembra se presentan valores mínimos hasta finalizar en la semana diez con un valor de 0,00014741 g\*cm<sup>-2</sup>\*día<sup>-1</sup>, lo cual se ajusta a un estudio realizado por (Carranza & Lanchero, 2009) realizado en lechuga donde menciona que a medida que la planta crece, existe sombreado por las hojas nuevas por sobre posición de estas, influyendo en la interceptación de la radiación fotosintéticamente activa, lo cual se ve reflejado en una disminución de la tasa de asimilación neta, la cual expresa la eficiencia fotosintética.

Para el tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> se observa que en la semana tres inicia con un valor de 0,00049690 g\*cm<sup>-2</sup>\*día<sup>-1</sup> y en la cuarta semana decrece y su tendencia es próxima a cero, hasta alcanzar un valor de 0,00004670 g\*cm<sup>-2</sup>\*día<sup>-1</sup> en la semana diez, en adelante se mantiene con valores negativos hasta finalizar el periodo de evaluación.

El tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> tiene una tendencia similar al tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup>, aunque con valores más bajos iniciando con 0,00043562 g\*cm<sup>-2</sup>\*dia<sup>-1</sup> a la semana tres siendo el valor más alto que tuvo, luego de que decrece su tendencia a la cuarta semana, se suaviza la pendiente y alcanza valores mínimos cercanos a cero desde la semana seis; hasta finalizar con 0,00006395 g\*cm<sup>-2</sup>\*dia<sup>-1</sup>. Estas tendencias se ajustan por lo reportado por (García L. , 2005) en un estudio de girasol donde asegura que uno de los factores que incide en la TAN, es el sombreado de las hojas superiores sobre las inferiores, la reducción de la capacidad fotosintética de las últimas hojas formadas debido a su baja concentración clorofílica y niveles de proteína solubles, el menor estímulo de los vertederos y factores relacionados con la ontogenia del cultivo.

Al comparar la tendencia de los tratamientos es posible establecer que la densidad de siembra sí influye en TAN, ya que el tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup> mostró valores más altos, mientras los tratamientos 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> y 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> fueron quienes tuvieron los valores más bajos, siendo los de mayor densidad de siembra, esto coincide por un estudio realizado en frijol recomendado por (Kohashy & Escalante, 1993), donde mencionan que la planta al tener una distancia entre plantas adecuada podrá captar la luz solar directa y será más eficiente en la producción de fotoasimilados por lo tanto muestra mayor velocidad de fotosíntesis neta reflejada en mayores valores en TAN, como ocurrió en el tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup>.

### 7.2.3.2 Híbrido Vincent

Los valores de TAN mostraron amplia variación en cada uno de los tratamientos utilizados a través del tiempo de evaluación. Estas variaciones pueden presentarse a la diferencia de periodos de competencia entre plantas. La dinámica de la figura 25 presenta los valores obtenidos y se observa que el tratamiento 1 de 48 planta/m<sup>2</sup> es quien presenta los valores obtenidos y se observa que el tratamiento 1 de 48 planta/m<sup>2</sup> es quien presenta mayores valores a diferencia de los demás tratamientos, el cual tuvo su valor más alto en la semana tres con un valor de 0,00195970 g\*cm<sup>-2</sup>\*dia<sup>-1</sup> y posteriormente valores cercanos a cero debido al auto-sombreamiento de las hojas que interfieren en la radiación fotosintéticamente activa, lo cual se evidencia en los valores finales de TAN, donde ocurre una disminución de los valores de este índice. (Carranza & Lanchero, 2009).

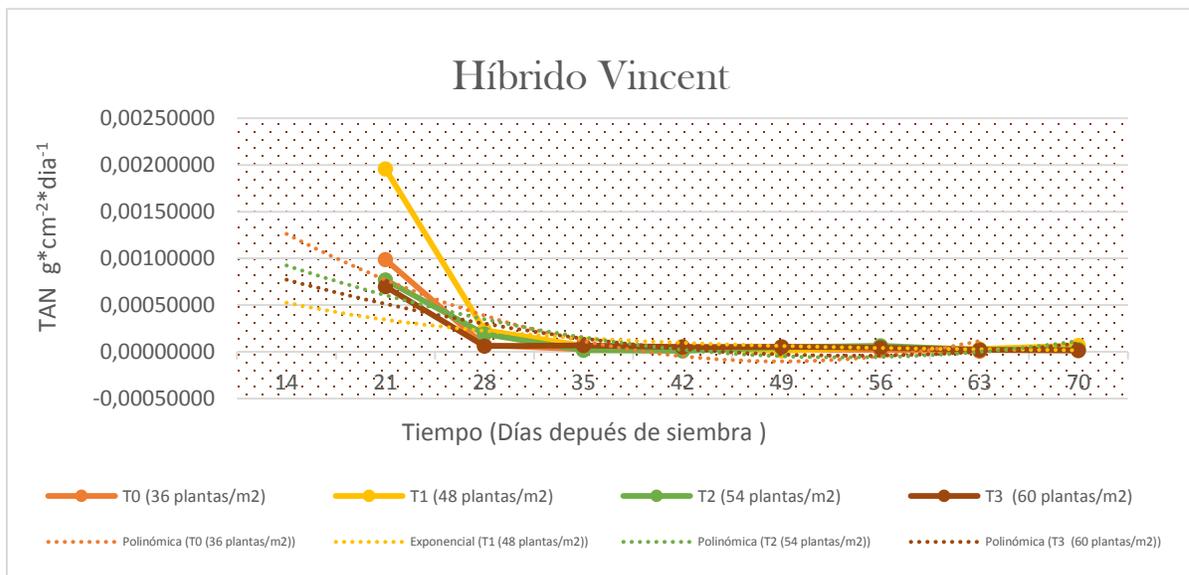


Figura 25. TAN para cuatro tratamientos de densidades de siembra para híbrido Vincent, Rosal 2018.

El tratamiento 0 de 36 plantas/m<sup>2</sup>, sigue una tendencia similar al tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup>, pero con valores mucho más bajos, obteniendo este su mayor valor en la tercera semana con 0,00098772 g\*cm<sup>-2</sup>\*dia<sup>-1</sup>. Mientras el tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> se observa que en la semana tres inicia con un valor de 0,00076887 g\*cm<sup>-2</sup>\*dia<sup>-1</sup> y en la cuarta semana decrece y su tendencia es próxima a cero obteniendo los valores mínimos en la semana diez. El tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> tiene una tendencia similar al tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup>, aunque con valores más bajos iniciando con 0,00069880 g\*cm<sup>-2</sup>\*dia<sup>-1</sup> a la semana tres siendo el valor más alto que tuvo, luego decrece al igual que los demás tratamientos, esta tendencia se da para todas las densidades de siembra evaluadas, donde sus valores iniciales son más altos al iniciar el experimento; ya que la planta se encuentra en sus primeros estadios de crecimiento lo cual coincide con un estudio de papa, realizado por (Segura, 2006) donde TAN, presentó los mayores valores al comienzo del ciclo de cultivo debido a que las plantas se encontraban en el inicio de la etapa fenológica del desarrollo de hojas.

El descenso que se evidencia en la figura, se justifica a que a los 21 dds la planta es pequeña y cuenta con sus primeras hojas verdaderas para ese momento desaparecen los cotiledones y la mayoría de las hojas están expuestas a la luz solar directa; en estos primeros estadios fenológicos la planta depende de los procesos fotosintéticos y respiración de crecimiento como lo menciona (Rodríguez & Cárdenas, 2009) en un estudio realizado en análisis de crecimiento en espinaca; a partir de los 28 dds hay una estabilización de la curva en esta etapa tiende a disminuir por el envejecimiento de la planta, el cual es un resultado que se compara con lo expresado por (Lyon, 1985) quien

menciona que este parámetro no es constante con el tiempo y muestra una tendencia a disminuir con la edad de la planta. La ganancia de materia seca por unidad de área foliar disminuye en la medida que brotan nuevas hojas, debido al sombreado recíproco; al generarse un sombreado genera una disminución de la TAN, a medida que la estación de crecimiento progresa; las hojas jóvenes de la parte superior absorben la mayor proporción de radiación, tienen una alta tasa de asimilación neta, y hay una translocación de gran cantidad de asimilados hacia otras partes de la planta; mientras ocurre este proceso, las hojas que ya estaban en la parte inferior están sombreadas, por consiguiente, tienen una baja tasa de asimilación de  $\text{CO}_2$  y aportan pocos asimilados hacia otras partes de la planta. La tasa de asimilación neta no tiene en cuenta la fotosíntesis no laminar, las cuales pueden contribuir significativamente al rendimiento de los cultivos. (Rodríguez & Cárdenas, 2009).

Por su parte, (Hunt R. , 1982.) menciona que la TAN, indica la eficiencia fotosintética promedio, individual o en una comunidad de plantas. La capacidad de la planta para incrementar su masa seca en función del área asimiladora en periodos cortos a lo largo del ciclo de crecimiento depende del área foliar, de la disposición y edad de las hojas y de los procesos de regulación interna relacionados con la demanda de los asimilados.

Finalmente al comparar la tendencia de los tratamientos es posible establecer que la densidad de siembra si influye en TAN para híbrido Vincent, además de que ocurre la misma tendencia que en híbrido Sunbright, ya que el tratamiento 1 de 48 plantas/ $\text{m}^2$  mostró valores más altos, mientras los tratamientos 2 de 54 plantas/ $\text{m}^2$  y 3 de 60 plantas/ $\text{m}^2$  fueron quienes tuvieron los valores más bajos, siendo los de mayor densidad

de siembra, esto coincide por un estudio realizado por (Cardona, 2004.) en tomate, quien menciona que los mayores valores expresan mayor ganancia de tejido asimilatorio por unidad de tiempo, como ocurrió en T1 de 48 plantas/m<sup>2</sup>, quiere decir que hay mayor eficiencia fotosintética; mientras que los tratamientos a densidades de siembra más elevadas como el tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> y tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup>, las plantas tienen su metabolismo más rápido por su afán de competencia para la toma de nutrientes, pero su eficiencia fotosintética será mínima.

## 8. PARÁMETROS DE CALIDAD

Los parámetros de calidad que se tuvieron en cuenta en el presente proyecto de investigación fueron los parámetros que ya estaban establecidos por la empresa PHYTOTEC S.A.S, tabla 11, los cuales fueron tenidos en cuenta al momento de cosechar los tallos, este nos indicaba que según el tamaño del botón floral se establece su clasificación. Los tallos que no cumplían estos parámetros eran descartados y contados como tallos tipo nacional.

**Tabla.11.** Parámetros de calidad, (Phytotec s.a.s, 2016).

 PHYTOTEC S.A.S www.phytotecflowers.com			
GIRASOL			
	Petit (pequeño)	Fancy (mediano)	Select (grande)
DIAMETRO DE CABEZA	>3,0cm<3,5cm	>3,5cm<4,5cm	>4,5cm<6,0cm
EL DIAMETRO DE LA CABEZA SE DEBE REALIZAR CON MALLA Y CON UN CALIBRADOR QUE NOS INDICA EL DIAMETRO DE LA FLOR			
TALLO	Longitud: >60cm <80cm		

En la tabla 12, se observa la cantidad de tallos cortados para los dos híbridos, los cuales fueron clasificados por tamaño y calidad en base a los parámetros establecidos por la empresa evidenciada en la tabla 11.

Donde:

**H-S:** Híbrido Sunbright

**H-V:** Híbrido Vincent

**B:** Bloque

**R:** Repetición

**T:** Tratamiento

Tratamiento 0: 36 plantas/m<sup>2</sup>.

Tratamiento 1: 48 plantas/m<sup>2</sup>.

Tratamiento 2: 54 plantas/m<sup>2</sup>.

Tratamiento 3: 60 plantas/m<sup>2</sup>.

**Tabla.12.** Tabla de datos de corte según su clasificación de calidad.

V	B	T	R	TOTAL TALLOS CORTADOS	TALLOS PEQUEÑOS	TALLOS MEDIANOS	TALLOS GRANDES	TALLOS NACIONAL	TALLOS EXPORTACIÓN
H-S	1	0	1	176	41	62	73	23	153
H-S	1	1	1	295	105	78	112	64	231
H-S	1	2	1	196	92	63	41	53	143
H-S	1	3	1	335	105	100	130	41	294
H-S	2	0	3	184	64	57	63	20	182
H-S	2	1	3	221	78	66	77	42	175
H-S	2	2	3	297	89	98	110	20	277
H-S	2	3	3	285	100	117	68	70	215
H-S	3	0	2	161	40	58	63	20	151
H-S	3	1	2	279	99	103	77	40	239
H-S	3	2	2	210	67	88	55	52	158
H-S	3	3	2	287	119	83	85	49	258
H-V	4	0	3	158	32	69	57	29	128
H-V	4	1	3	169	45	64	60	39	130
H-V	4	2	3	262	68	100	94	33	239
H-V	4	3	3	187	71	44	72	62	127
H-V	5	0	1	167	24	54	89	15	152
H-V	5	1	1	217	59	72	86	29	190
H-V	5	2	1	275	76	87	112	38	237
H-V	5	3	1	277	64	89	124	42	235
H-V	6	0	2	210	36	54	120	14	196
H-V	6	1	2	311	96	103	112	20	292
H-V	6	2	2	259	74	92	93	28	231
H-V	6	3	2	345	121	122	102	37	269

**Tabla 13. Análisis de varianza de total de tallos cortados.**

Se realizó análisis de varianza y el modelo de comparación de la prueba de Tukey, mediante el programa infostat, para el total de tallos cortados tabla 13, hay diferencias significativas para las comparaciones entre tratamientos, pero no hay diferencia significativa entre variedades.

**tabla.13 Total de tallos cortados**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
total de tallos cortados	24	0,49	0,38	19,09

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=39,17069**

Error: 2101,4803 gl: 19

Híbrido Medias n E.E.

Sunbright 236,42 12 13,23 A

Vincent 243,83 12 13,23 A

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
total tallos cortados sunbright	12	0,71	0,60	15,14

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=96,49660**

Error: 1362,0000 gl: 8

tratamiento Medias n E.E.

0,00 173,67 3 21,31 A

2,00 234,33 3 21,31 A B

1,00 265,00 3 21,31 A B

3,00 302,33 3 21,31 B

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
total tallos cortados vincent	12	0,39	0,17	23,50

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=145,24784**

Error: 3085,8333 gl: 8

tratamiento Medias n E.E.

0,00 178,33 3 32,07 A

1,00 232,33 3 32,07 A

2,00	265,33	3	32,07	A
3,00	269,67	3	32,07	A

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

En la tabla 13, se observa el total de tallos cosechados en los dos híbridos y se establece que no existe diferencia significativa entre los dos híbridos evaluados en cuanto a la cantidad de tallos cortados durante su ciclo productivo. Respecto al total de tallos cosechados por tratamientos para el híbrido Sunbright si hay diferencia significativa en donde, se puede evidenciar que en el aumento de número de plantas por metro cuadrado aumenta la cantidad de tallos cosechados como se puede evidenciar en el tratamiento 3 donde había una densidad de 60 plantas/m<sup>2</sup> respecto al tratamiento 0 donde había una densidad de 36 plantas /m<sup>2</sup>, la cual correspondió a menor tallos cortados. Esto es directamente proporcional a mayor densidad de siembra mayor cantidad de tallos cosechados, pero también repercute en la calidad final de estos tallos cosechados con densidades altas según (Solórzano Moreno, 2005); Si la densidad de siembra es alta, las plantas crecen débiles debido al efecto de competencia por: luz, nutrimentos, agua y espacio.

Para híbrido Vincent no hay diferencia significativa para tratamientos donde se evidencia que para este material no influye la densidad de siembra en cuanto a la cantidad de tallos cosechados por tratamientos y que al haber mayor cantidad de plantas van a ver mayores plantas que no llegaran a su cosecha final.

Se realizó análisis de varianza y el modelo de comparación de la prueba de Tukey, se observa que en la prueba ANAVA, para el total de tallos pequeños tabla 14, hay

diferencias significativas para las comparaciones efectuadas tanto en variedades como en tratamientos.

**Tabla.14 Tallos pequeños**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Tallos pequeños	24	0,72	0,66	22,09	

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,88280**

Error: 263,9715 gl: 19

Híbrido	Medias	n	E.E.	
Vincent	63,83	12	4,69	A
Sunbright	83,25	12	4,69	B

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
tallos pequeños vincent	12	0,89	0,58	19,44	

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=54,14617**

Error: 428,8333 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.	
0,00	30,67	3	11,96	A
1,00	66,67	3	11,96	A B
2,00	72,67	3	11,96	A B
3,00	85,33	3	11,96	B

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
tallos pequeños sunbright	12	0,81	0,74	15,53	

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=33,80635**

Error: 167,1667 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.	
0,00	48,33	3	7,46	A
2,00	82,67	3	7,46	B
1,00	94,00	3	7,46	B
3,00	108,00	3	7,46	B

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

En la tabla 14, Se observa que si existe diferencia significativa entre los híbridos evaluados respecto a la producción de tallos pequeños teniendo como consecuencia que la variedad Sunbright produce mayor cantidad de tallos pequeños a diferencia de la variedad Vincent; cabe resaltar que esto es debido a sus características fenotípicas

(Sakata, 2015) reflejadas en aspectos de mejor calidad, a partir de esto se puede otorgar un valor agregado en precio final en el mercado.

Por otro lado, se establece que al comparar los tratamientos de los dos híbridos a evaluar tanto Vincent como Sunbright si hay diferencia significativa donde el tratamiento 0, a 36 plantas/m<sup>2</sup> presenta menor cantidad de tallos pequeños en comparación de los otros 3 tratamientos, siendo este el de menor densidad de siembra, lo cual nos indica que al aumentar la cantidad de tallos sembrados por determinada área se cosechara mayor cantidad de tallos pequeños. Por otro lado, Si la densidad de siembra es baja, se obtienen plantas vigorosas, pero en cantidades por debajo de lo requerido para la cosecha y esto se verá reflejado en ambos casos, se corre el riesgo de que los rendimientos no sean los adecuados y el cultivo se hace económicamente no rentable (Hernández, 2015). Con lo anterior, es importante determinar la densidad de siembra adecuada en este caso para este parámetro de total de tallos pequeños el tratamiento que obtuvo menor cantidad fue el tratamiento 0 36 plantas /m<sup>2</sup>.

**Tabla.15. Análisis de varianza de total de tallos medianos.**

Se realizó análisis de varianza y el modelo de comparación de la prueba de Tukey, mediante el programa infostat, versión libre, se observa que en la prueba ANAVA, para el total de tallos medianos tabla 14, hay diferencias significativas para las comparaciones entre tratamientos de híbrido Sunbright, pero no existe diferencia significativa entre híbridos, ni entre tratamientos para híbrido Vincent.

**Tabla 15. Tallos medianos**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
tallos medianos	24	0,83	0,72	20,23

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15,90314**

Error: 346,3925 gl: 19

Hibrido Medias n E.E.

Vincent 79,17 12 5,37 A

Sunbright 81,08 12 5,37 A

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
tallos medianos vincent	12	0,41	0,60	18,77

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=59,55763**

Error: 518,8333 gl: 8

tratamiento Medias n E.E.

0,00 59,00 3 13,15 A

1,00 79,67 3 13,15 A

3,00 85,00 3 13,15 A

2,00 93,00 3 13,15 A

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
tallos medianos sunbrigh	12	0,57	0,40	19,28

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=40,87096**

Error: 244,3333 gl: 8

tratamiento Medias n E.E.

0,00 59,00 3 9,02 A

1,00 82,33 3 9,02 A B

2,00 83,00 3 9,02 A B

3,00 100,00 3 9,02 B

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

En la tabla 15, se observa que no hay diferencia significativa entre híbridos evaluadas en este experimento en cuanto a tallos medianos, la producción fue muy similar para ambos cultivares; al comparar los tratamientos de la variedad Sunbright se evidencia que si hay diferencia significativa entre el tratamiento 0 de 36 plantas/m<sup>2</sup> y tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup>, en cuanto a la producción de tallos medianos, el tratamiento 0 36 plantas/m<sup>2</sup>, se observó menor cantidad de tallos medianos durante todo su ciclo a diferencia del tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> el cual obtuvo gran mayoría de tallos

medianos.

Para híbrido Vincent no existe diferencia significativa para los tratamientos esto quiere decir que la densidad de siembra no influye en la cantidad de tallos medianos cosechados para este híbrido.

**Tabla 16. Análisis de varianza de total de tallos grandes.**

Se realizó análisis de varianza y el modelo de comparación de la prueba de Tukey, mediante el programa infostat, versión libre, para el total de tallos grandes tabla 16, no hay diferencias significativas para las comparaciones efectuadas tanto en híbridos como en tratamientos.

**Tabla 16. Tallos grandes**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
tallos grandes	24	0,71	0,35	20,58

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=21,11346**

Error: 610,5504 gl: 19

Híbridos Medias n E.E.

Sunbright 79,50 12 7,13 A

Vincent 93,42 12 7,13 A

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
tallos grandes vincent	12	0,80	0,49	21,57

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=64,89538**

Error: 616,0000 gl: 8

tratamiento Medias n E.E.

1,00 86,00 3 14,33 A

0,00 88,67 3 14,33 A

3,00 99,33 3 14,33 A

2,00 99,67 3 14,33 A

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
tallos grandes sunbrigh	12	0,90	0,54	23,27

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=69,15812**

Error: 699,5833 gl: 8

tratamiento Medias n E.E.

0,00 66,33 3 15,27 A

2,00 68,67 3 15,27 A

1,00 88,67 3 15,27 A

3,00 94,33 3 15,27 A

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

En la tabla 16, se observa que estadísticamente no hay diferencia significativa ni en tratamientos ni en los híbridos evaluadas en este experimento respecto a tallos grandes, la producción fue muy similar para ambos cultivares, por lo cual se establece que hubo una producción similar en cuanto tallos grandes para estos dos materiales bajo los diferentes tratamientos evaluados, esto nos indica que la densidad de siembra no incide en la cantidad de tallos grandes cosechados.

### **TALLOS CORTADOS**

La tabla 17, representa un resumen de los tallos cortados para cada una de los híbridos respecto a los tratamientos.

**Tabla. 17.** Tabla de resumen de tallos cortados híbridos vs tratamientos:

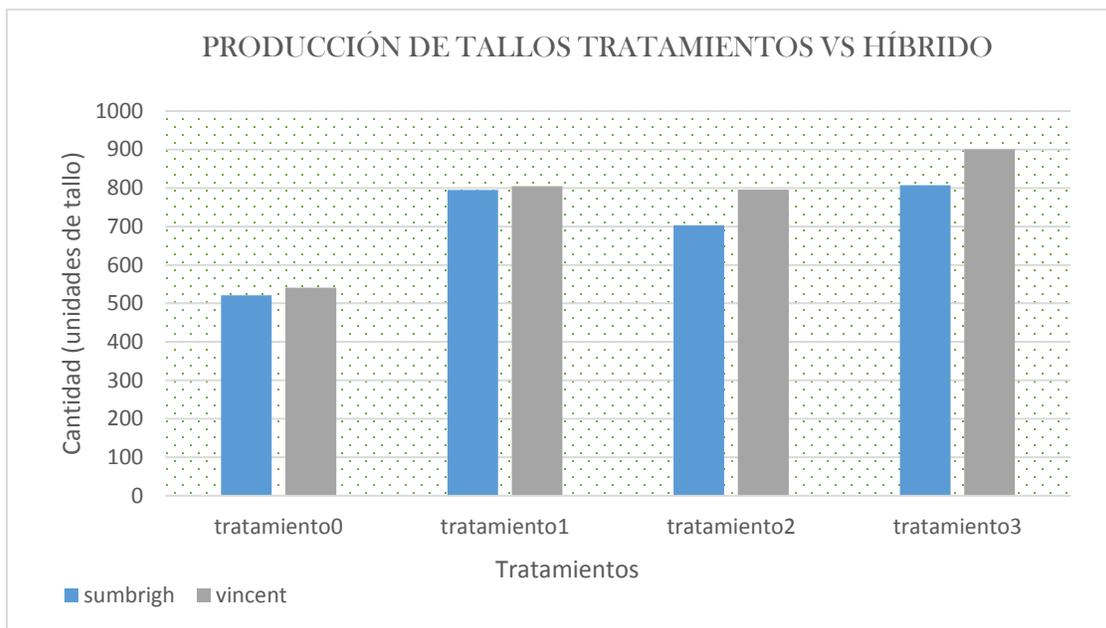
	<b>Tratamiento 0</b>	<b>Tratamiento1</b>	<b>Tratamiento2</b>	<b>Tratamiento3</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Vincent</b>	521	795	703	907	3043
<b>Sunbright</b>	535	697	796	809	2826

Tratamiento 0: 36 plantas/m<sup>2</sup>.

Tratamiento 1: 48 plantas/m<sup>2</sup>.

Tratamiento 2: 54 plantas/m<sup>2</sup>.

Tratamiento 3: 60 plantas/m<sup>2</sup>.



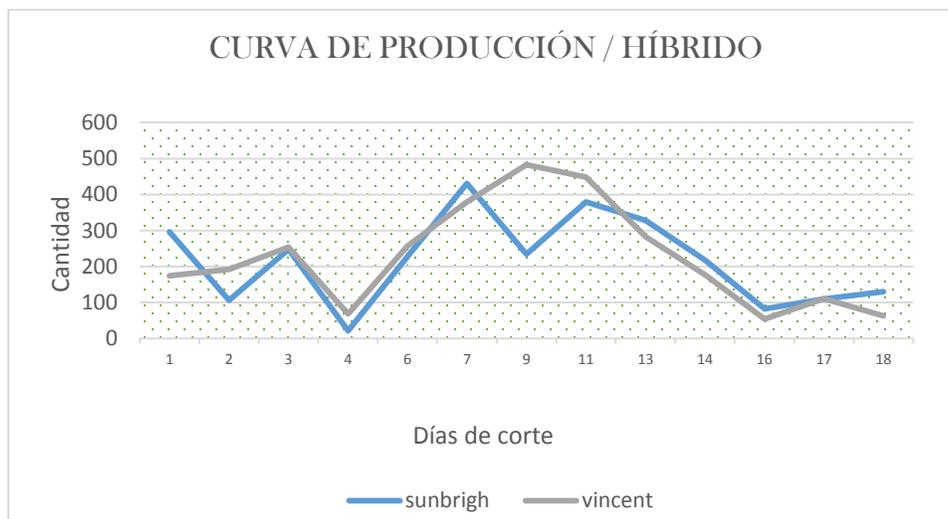
**Figura 27. Comparación entre híbridos (Sunbright - Vincent), respecto a los tratamientos.**

En la figura 27, se observa la comparación de los dos híbridos respecto a los tallos cosechados en cada tratamiento, se evidencia que el tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup>, híbrido Sunbright tuvo mayor cantidad de tallos cosechados respecto a los otros tratamientos, teniendo en cuenta que es quien tiene mayor densidad de plantas/m<sup>2</sup>.

En la tabla 18, se representa un resumen de la producción final, en él se describe la cantidad de tallos cortados para cada híbrido y para cada día de corte, teniendo en cuenta que se realizaron 13 cortes. A partir de estos datos fue posible establecer curvas de producción, evidenciados la figura 28.

**Tabla.18.** Resumen de producción.

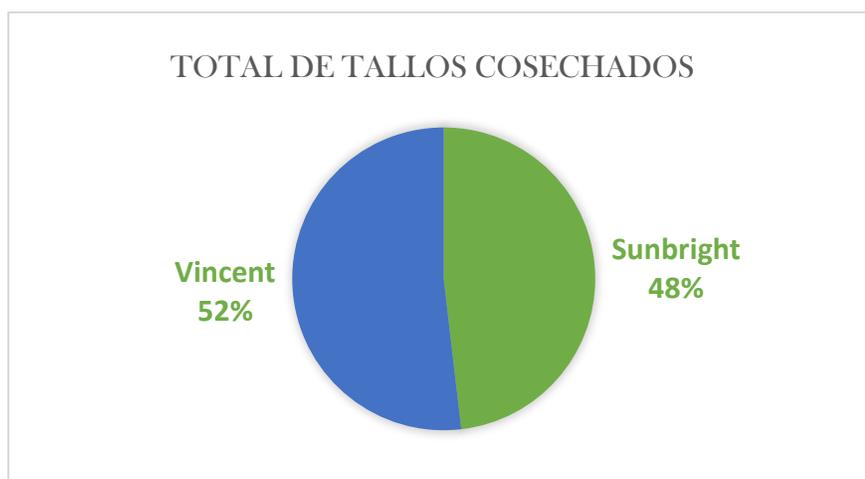
Sunbright	Vincent	Total
296	174	470
116	182	298
248	254	502
31	68	99
228	257	485
451	359	810
254	483	737
389	448	837
338	263	601
218	177	395
82	44	126
110	65	175
130	63	193



**Figura 28.** Curva de producción de tallos, comparación entre híbridos (Sunbright - Vincent).

Una de las mejores formas de realizar una proyección de la producción del cultivo de girasol es conociendo la curva de producción del cultivar y el híbrido específica, esto nos

ayuda a calcular y estimar el tiempo determinado del momento de la siembra y el pico de la producción para poder programar las siembras y así llegar a tiempo para poder cumplir con los estimados y la flor requerida por los clientes. La figura 28, determina que los dos híbridos tuvieron una producción muy parecida a través del tiempo, también se observa que el pico más alto de producción fue para híbrido Vincent donde tuvo valores que llegaron cerca de 500 tallos día, en comparación en esta misma fecha para híbrido Sunbright tuvo una cantidad donde se cortaron aproximadamente 250 tallos por día. Adicionalmente se realizó una estimación de porcentajes para cada uno de los híbridos como se observa en la figura 29.



**Figura 29. Porcentaje de tallos cosechados, comparación entre variedades (Sunbright - Vincent).**

En la figura 29, se observa que Vincent obtuvo el mayor porcentaje de tallos cosechados con un 52% a diferencia de Sunbright que presente menor porcentaje de tallos cosechados con un 48%.

En la tabla 19, se representa la clasificación de los tallos cortados para la variedad Sunbright, en él se describe la cantidad de tallos cortados para cada tratamiento. A partir

de esta clasificación fue posible estimar porcentajes para cada tratamiento y para cada tamaño de tallos, como se observa en las figuras 30, 31, 32 y 33; para híbrido Sunbright.

**Tabla.19.** Clasificación de tallos cortados híbrido Sunbright.

T0=Tratamiento 0: 36 plantas/m<sup>2</sup>.

T1=Tratamiento 1: 48 plantas/m<sup>2</sup>.

T2=Tratamiento 2: 54 plantas/m<sup>2</sup>.

T3=Tratamiento 3: 60 plantas/m<sup>2</sup>.

SUNBRIGHT	T0	T1	T2	T3
<b>TALLOS PEQUEÑOS</b>	145	282	248	324
<b>TALLOS MEDIANOS</b>	177	247	249	300
<b>TALLOS GRANDES</b>	199	266	206	283
<b>TALLOS NACIONAL</b>	63	146	125	160

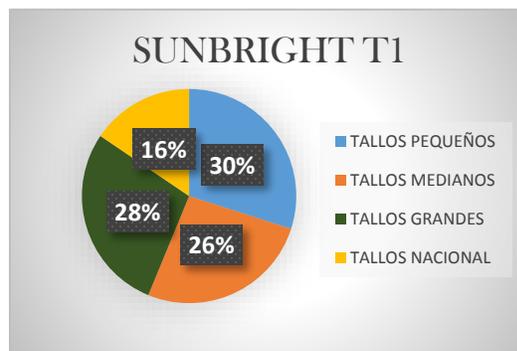
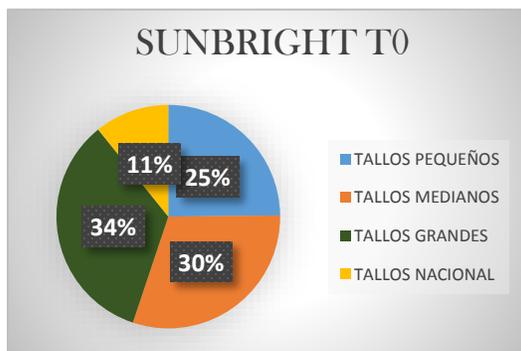


Figura. 30 y 31. Porcentaje de tallos para variedad Sunbright, para T0 y T1 respectivamente.

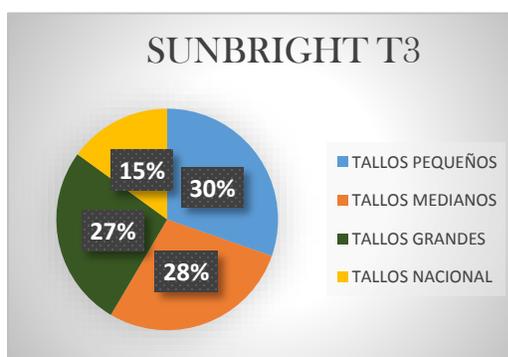
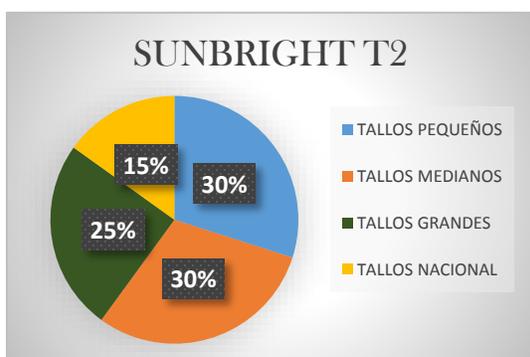


Figura 32 y 33. Porcentaje de tallos para híbrido Sunbright, para T2 y T3 respectivamente.

En la tabla 20, se representa la clasificación de los tallos cortados para híbrido Vincent, en él se describe la cantidad de tallos cortados para cada tratamiento. A partir de esta clasificación fue posible estimar porcentajes para cada tratamiento y para cada tamaño de tallos, como se observa en las figuras 34, 35, 36 y 37; para híbrido Vincent.

T0=Tratamiento 0: 36 plantas/m<sup>2</sup>

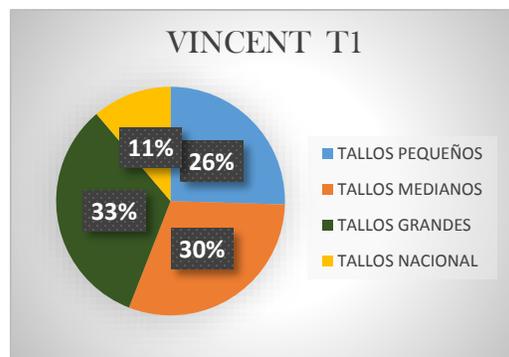
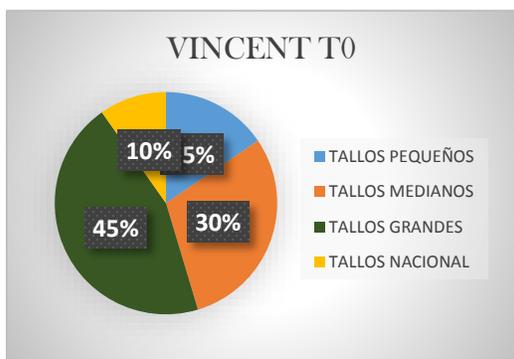
T1=Tratamiento 1: 48 plantas/m<sup>2</sup>

T2=Tratamiento 2: 54 plantas/m<sup>2</sup>

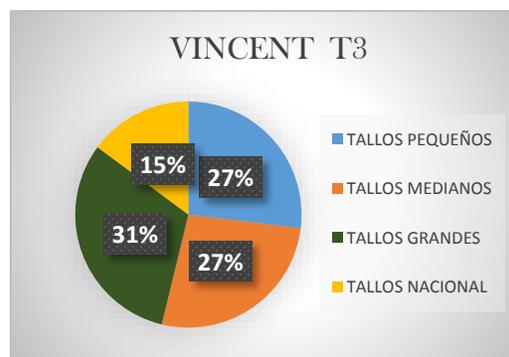
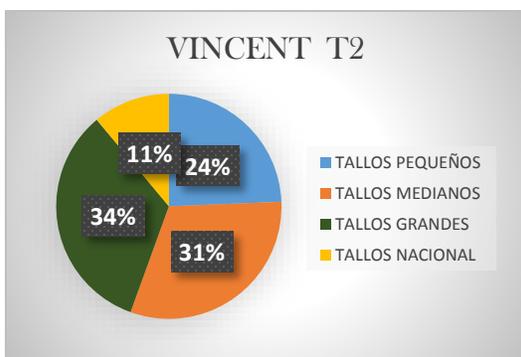
T3=Tratamiento 3: 60 plantas/m<sup>2</sup>

**Tabla.20** Clasificación de tallos cortados híbrido Vincent.

VINCENT	T0	T1	T2	T3
<b>TALLOS PEQUEÑOS</b>	92	200	218	256
<b>TALLOS MEDIANOS</b>	177	239	279	255
<b>TALLOS GRANDES</b>	266	258	299	298
<b>TALLOS NACIONAL</b>	58	88	99	141



**Figura 34 y 35.** Porcentaje de tallos para híbrido Vincent, para T0 y T1 respectivamente.



**Figura 36 y 37.** Porcentaje de tallos para híbrido Vincent, para T2 y T3 respectivamente.

En la tabla 21, se representa el porcentaje de pérdida para híbrido Sunbright, obtenido a partir de la diferencia entre las plantas sembradas y los tallos cosechados; con esta información fue posible representar los respectivos valores en la figura 38, para híbrido Sunbright.

**Tabla 21.** Resultados de los tallos cosechados vs plantas sembradas, híbrido

Sunbright; porcentaje de pérdida.

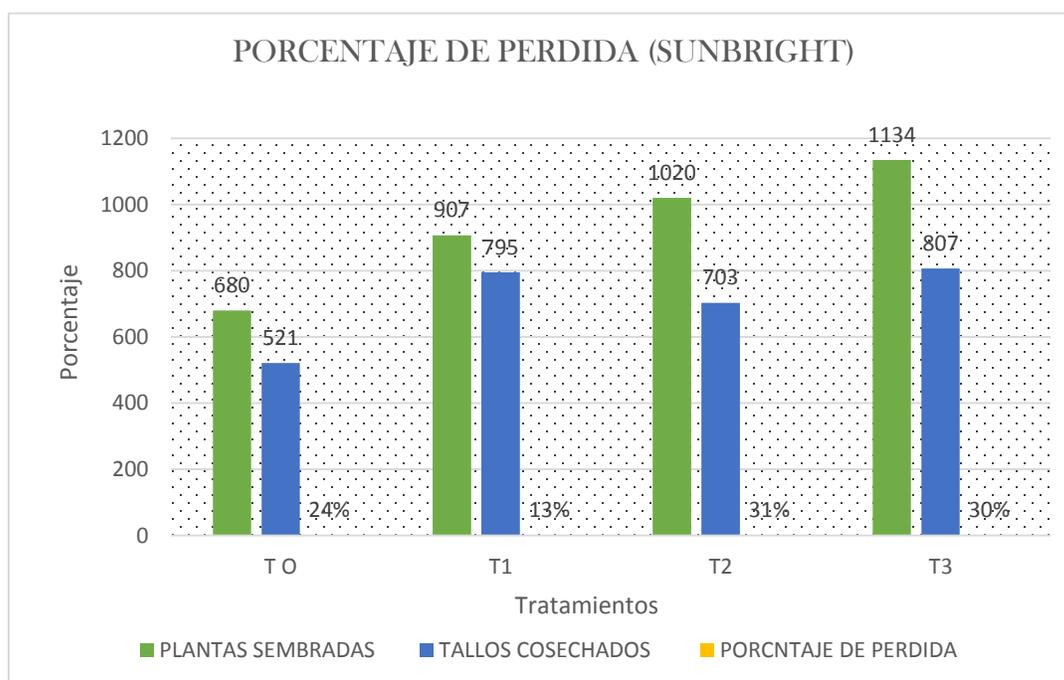
T0=Tratamiento 0: 36 plantas/m<sup>2</sup>.

T1=Tratamiento 1: 48 plantas/m<sup>2</sup>.

T2=Tratamiento 2: 54 plantas/m<sup>2</sup>.

T3=Tratamiento 3: 60 plantas/m<sup>2</sup>.

SUNBRIGHT	PLANTAS SEMBRADAS	TALLOS COSECHADOS	PORCENTAJE DE PERDIDA
<b>T0</b>	680	521	24%
<b>T1</b>	907	795	13%
<b>T2</b>	1020	703	31%
<b>T3</b>	1134	807	30%



**Figura 38** Proyección de porcentaje de pérdida durante todo el ciclo del cultivo, híbrido

Sunbright.

En la figura 38, se observa el porcentaje de pérdida para cada tratamiento en comparación a plantas sembradas, tallos cosechados y a partir de esto se obtiene el porcentaje de pérdida, para híbrido Sunbright, así se establece que el mayor porcentaje de pérdida se encuentra en Tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup>. Con un 31% seguido de Tratamiento 3 de 60 plantas/m<sup>2</sup> con un 30%, luego para Tratamiento 0 de 36 plantas/m<sup>2</sup> con un 24% y el de menos pérdida fue para Tratamiento 1 de 48 plantas/m<sup>2</sup> con un 13%, con esto se recomienda sembrar a 48 plantas/m<sup>2</sup> solo si el objetivo es obtener mayores tallos cosechados y evitar pérdidas.

En la tabla 22, se representa el porcentaje de pérdida para híbrido Sunbright, obtenido a partir de la diferencia entre las plantas sembradas y los tallos cosechados; con esta información fue posible representar los respectivos valores en la figura 39, para híbrido Vincent.

T0=Tratamiento 0: 36 plantas/m<sup>2</sup>.

T1=Tratamiento 1: 48 plantas/m<sup>2</sup>.

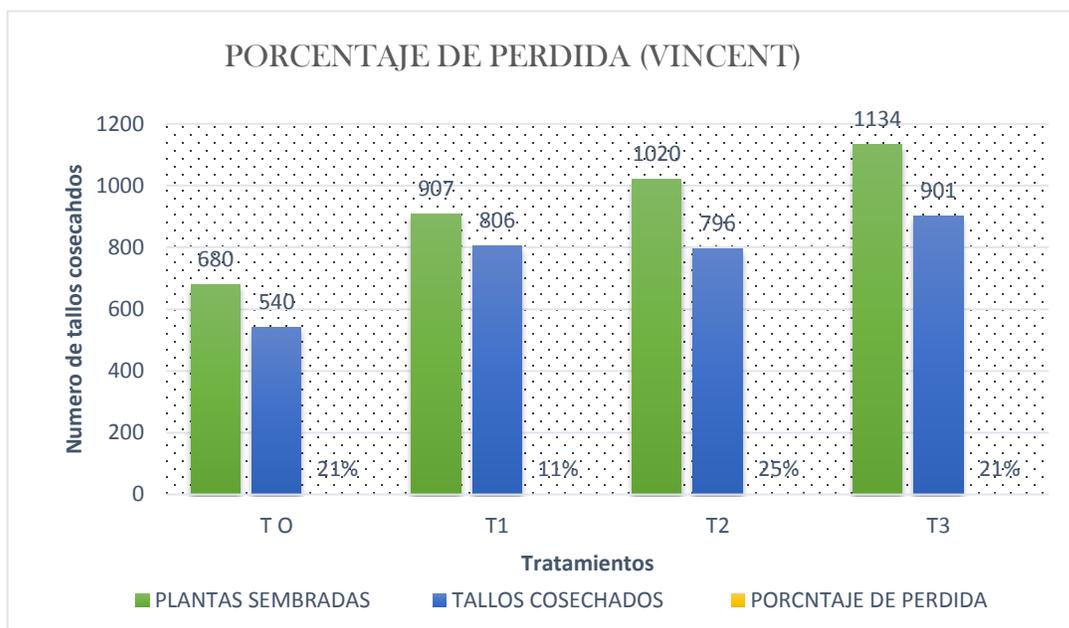
T2=Tratamiento 2: 54 plantas/m<sup>2</sup>.

T3=Tratamiento 3: 60 plantas/m<sup>2</sup>.

**Tabla 22.** Resultados de los tallos cosechados vs plantas sembradas, híbrido

Vincent; porcentaje de pérdida.

VINCENT	PLANTAS SEMBRADAS	TALLOS COSECHADOS	PORCENTAJE DE PERDIDA
<b>T0</b>	680	540	21%
<b>T1</b>	907	806	11%
<b>T2</b>	1020	796	25%
<b>T3</b>	1134	901	21%



**Figura 39. Proyección de porcentaje de pérdida durante todo el ciclo del cultivo, híbrido Vincent.**

En la figura 39, se observa el porcentaje de pérdida para cada tratamiento en comparación a plantas sembradas, tallos cosechados y a partir de esto se obtiene el porcentaje de pérdida, para la variedad Vincent, con esto se recomienda sembrar a (T1), 48 plantas/m<sup>2</sup> solo si el objetivo es obtener mayores tallos cosechados y evitar pérdidas. A diferencia de Sunbright, se evidencia que Vincent tuvo menos porcentaje de pérdida en la producción final. Se observa que el tratamiento 2 de 54 plantas/m<sup>2</sup> tuvo el mayor porcentaje de cantidad de tallos que no llegaron a cosecha.

## 9. CONCLUSIONES

- El híbrido Vincent presentó un mejor comportamiento en el experimento a una densidad de siembra de 48 plantas/m<sup>2</sup> en comparación con el híbrido Sunbright bajo las mismas condiciones ambientales.
- La densidad de siembra de 60 plantas/m<sup>2</sup> fue la que obtuvo mayores valores en la variable altura, para los dos híbridos Sunbright y Vincent.
- Híbrido Vincent obtuvo los mejores resultados para las variables altura, diámetro de tallo y diámetro de botón floral los cuales son parámetros de calidad para ser clasificados tipo exportación.
- Híbrido Vincent tuvo el mayor diámetro de botón floral, a diferencia de Sunbright lo cual constituye el parámetro de mayor importancia para la clasificación de calidad.
- El IAF tiene la misma tendencia para los dos híbridos en los cuatro tratamientos, sin embargo, a 60 plantas/m<sup>2</sup> se mantuvo con valores inferiores en comparación a los demás tratamientos; mientras la densidad de siembra ideal para obtener un mayor IAF fue a 48 plantas/m<sup>2</sup>; donde híbrido Vincent presentó los mayores valores.
- La densidad de 48 plantas/m<sup>2</sup>, para los híbridos obtuvo el menor porcentaje de pérdidas en su cosecha final, teniendo como referencia plantas sembradas respecto a tallos cosechados donde Sunbright tuvo un porcentaje de pérdida de 13% y Vincent de 11%, en comparación de los demás tratamientos que superaron el 20% de pérdida.
- Vincent obtuvo mayor rendimiento de tallos cosechados con un total de 3043 tallos cortados tomando un 52% de la cosecha total mientras Sunbright tuvo un total de 2826 tallos cosechados correspondientes al 48% de la cosecha final.
- La densidad de siembra que obtuvo una mayor eficiencia en la TAN fue la de 48 plantas/m<sup>2</sup> para los dos materiales Vincent y Sunbright, siendo más eficiente híbrido Vincent ya que presentó los mayores valores.

## 10. RECOMENDACIONES

- En las condiciones del experimento, se recomienda sembrar el híbrido Vincent, ya que fue quien obtuvo mejores valores en las variables altura, diámetro de tallo y diámetro de botón floral siendo los principales parámetros de calidad.
- Se recomienda realizar este tipo de investigaciones para variedades nuevas promisorias y representativas en el mercado internacional.
- se recomienda que el estudio se realice en diferentes zonas agroecológicas, esto con el propósito de observar la adaptabilidad de los genotipos estudiados y poder determinar si híbrido Sunbright puede tener mayor producción y mejores características en otras condiciones agroclimáticas; teniendo en cuenta que los híbridos estudiados fueron sembrados en Fusagasugá Cundinamarca y su producción fue alta en un experimento realizado por (Bonilla , Bustos , Gonzales , & Farfán , 2015)
- Se recomienda determinar otras variables y componentes fisiológicos; para conocer más a fondo los procesos fisiológicos del girasol como flor de corte.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar. (2005). Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. *Terra Latinoamericana* , 303-310.
- Alba, A., L. (2013). El cultivo del girasol. *Mundi-Prensa*, 160p.
- Angueta, V. (2012). Adaptación de cuatro híbridos de girasol (*Helianthus annuus* L.) en la finca Vanessita del cantón La Maná. *Tesis de Grado. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Ecuador.*, 88p.
- Aruta. (2011). Evaluación agronómica de la densidad de siembra en habas de crecimiento determinado (*Vicia faba* L. var. mayor). *Universidad Austral de Chile valdivia*, 53.
- asocolflores. (2010). *agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de flores* . Bogota D.C: giros.
- Bailón. (2002). Obtención de girasol(*helianthus annuus*L.) compactos para maceta, mediante el uso de retardadores Químicos. *Uaaan Torreon Coahuila México*, 120.
- Buxade, C. (2003). *Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería*. Barcelona-España: Océano/Centrum.
- Cirilo, A. (2004). Manejo de la densidad y distancia entre surcos en maíz. En INTA, Rendimiento del cultivo de maíz. *INTA. Buenos Aires-Argentina.* , 128-133 pp.
- climate-data.org. (2017). *climate-data.org*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/location/31137/>

- Collaguazo. (2012). Evaluación agronómica del cultivo de girasol ornamental (*Helianthus annuus*) variedad Sunbright a la fertilización combinada química y orgánica en la parroquia Checa. *Universidad Estatal de Bolívar*, 131.
- Comité Nacional Sistema-Producto Oleaginosas. (24 de Octubre de 2016). *Comité Nacional Sistema-Producto Oleaginosas*. Obtenido de [http://www.oleaginosas.org/cat\\_62.shtml](http://www.oleaginosas.org/cat_62.shtml)
- coordenadas-de-El-Rosal. (2017). *verfotosdemapas.org*. Obtenido de <http://www.verfotosde.org/colombia/coordenadas-de-El-Rosal-12427.html>
- Duarte, G. (2004). *El cultivo de girasol en siembra directa. Primera Edición*. Buenos Aires-Argentina.: Monsanto.
- FC, S. (1969). Analysis of grow. Behavior of plants and their organs physiology. . *New York Academic press*. , Pp 38-41.
- García. (2010). Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas. *Instituto Humboldt y Red Nacional de Jardines Botánicos Bogotá*, 160.
- Gardner FP, P. R. (2003). Physiology of crop plants. . *Blackwell publishing company*. Iowa, 326pp.
- Gardner, F , & Mitchell. . (1985). Physiology of crop plants. . *Iowa State University Press*,, 325p.
- Gardner, F. (2003). *Physiology of Crop Plants* . USA: Scientific Publishers.
- Gómez, J. (1988). El cultivo del girasol. Hojas divulgadoras Número20/88. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, 22.

Google earth. (2 de 4 de 2012). *Google Maps Globe*. Obtenido de <http://www.MapsLink/alias.com>

Gutiérrez, W. (2001). Efecto de la densidad de plantas, la lamina de riego y el método de control de malezas sobre el lechoso (Carica papaya L.) bajo las condiciones de la altiplanicie de Maracaibo. . *Tesis de Maestría. Universidad Central de Venezuela.-Maracay-Venezuela.*, 123 .

Hernandez. (2001). *Herbario medicinal*. México: mexiconos unidos.

Hunt, R. (1978). Plant growth analysis. . *Edward Arnold*, 67p.

Linzaga, E. &. (2008). Densidad de siembra del girasol forrajero. *Agronomía Costarricense*, 182.

Loomis, R., & Connor, D. (2002). Ecología de cultivos: Productividad y manejo en sistemas agrarios. . *Mundi-Prensa. Madrid, España.*, 593 p.

López, F. L. (2001). La densidad de plantas en el cultivo. *Revista Agricultura(España)*, 849:196-199 pp.

Mancilla, L. (1987). *Estudio agronómico del cultivo de girasol*. Caracas - Venezuela: Editorial América.

Mata, D. (23 de abril de 2013). *Instituto de floricultura -INTA*. Obtenido de Economía & viveros:

[http://www.economiayviveros.com.ar/noviembre2010/produccion\\_cultivo-plantas\\_ornamentales\\_y\\_flores\\_de\\_corte\\_1.html](http://www.economiayviveros.com.ar/noviembre2010/produccion_cultivo-plantas_ornamentales_y_flores_de_corte_1.html)

Melgarejo LM, R. H. (2010). Caracterización de proteínas relacionadas con tolerancia a estrés hídrico en palma de aceite mediante proteómica. Informe de proyecto

- financiado por Colciencias. *Universidad Nacional de Colombia y Cenipalma.*, 100p.
- Ministerio de agricultura. (2010). *Agenda prospectiva y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de flores.* Bogota D.C: Giro editores.
- Neri, J. (2015). Aplicación de diferentes dosis de fertilización y agua residual tratada en la producción de girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) ‘Sunny Smile’ en maceta. *Tesis de Grado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.*, Saltillo-México. 69 p.
- Olalde. (2000). Crecimiento y distribución de biomasa en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima cálido. *Terra Latinoamericana*, 313-323.
- Pizarro. (2009). *Girasol. Tercera Edición.* Bogotá D.C: Hortitécnia.
- SAKATA. (25 de MAYO de 2015). *SAKATA GLOBAL VEGETABLES.* Obtenido de <http://www.sakataornamentals.com/plantname/Sunflower>
- Samuell, H. (2004). *Girasol, técnicas actualizadas para su mejoramiento y cultivo Primera Edición.* Buenos Aires-Argentina. 63 p.: Editorial Hemisferio Sur.
- Tenesaca, C. (2015). Ffenología y profundidad radical del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright en el sector Querochaca, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. *Universidad Técnica de Ambato. Amabato-Ecuador.*, 109p.
- UNIVERSIDAD NACIONAL. (2010). *Experimentos en Fisiología Vegetal.*, Bogota D.C: Goth´s Imágenes Taller Editorial.
- Vega. (2001). Asignación de biomasa y rendimiento de girasol con relación al nitrógeno y densidad de población. *Revista Terra*, 81.

Viorel, A. (1997). *El Girasol. Segunda Edición.* . Madrid-España. 375 p.: Mundi-Prensa.

## **12. ANEXOS**

### **12.1 ECUACIONES DE REGRESIÓN**

Ecuaciones de regresión según las líneas de tendencia para cada una de las gráficas de las variables evaluadas:

**Tabla.23** Ecuación de las líneas de tendencia para la variable altura R<sup>2</sup>.

Tto	GRÁFICA	VARIEDAD	TENDENCIA	ECUACIONES	
0	1	Sunbright	Exponencial	$y = 2,7255e^{0,4095x}$	R <sup>2</sup> = 0,9301
1	1	Sunbright	Exponencial	$y = 2,711e^{0,3833x}$	R <sup>2</sup> = 0,9774
2	1	Sunbright	Lineal	$y = 11,874x - 15,721$	R <sup>2</sup> = 0,9486
3	1	Sunbright	Lineal	$y = 12,099x - 16,002$	R <sup>2</sup> = 0,9556
0	2	Vincent	Exponencial	$y = 3,2527e^{0,4165x}$	R <sup>2</sup> = 0,9629
1	2	Vincent	Exponencial	$y = 3,7627e^{0,4066x}$	R <sup>2</sup> = 0,9527
2	2	Vincent	Exponencial	$y = 4,3853e^{0,3868x}$	R <sup>2</sup> = 0,9532
3	2	Vincent	Lineal	$y = 14,239x - 13,58$	R <sup>2</sup> = 0,9904

**Tabla.24** Ecuación de las líneas de tendencia para variable diámetro de tallo R<sup>2</sup>.

Tto	GRAFICA	VARIEDAD	TENDENCIA	ECUACIONES	
0	3	Sunbright	Lineal	$y = 1,3767x - 1,15$	R <sup>2</sup> = 0,9781
1	3	Sunbright	Lineal	$y = 1,4756x - 1,3259$	R <sup>2</sup> = 0,9749
2	3	Sunbright	Lineal	$y = 0,7706x - 0,0713$	R <sup>2</sup> = 0,9923
3	3	Sunbright	Lineal	$y = 0,6211x + 0,0685$	R <sup>2</sup> = 0,9827
0	4	Vincent	Lineal	$y = 1,7661x - 0,975$	R <sup>2</sup> = 0,9934
1	4	Vincent	Lineal	$y = 1,9422x - 1,4259$	R <sup>2</sup> = 0,9596
2	4	Vincent	Lineal	$y = 1,2494x - 0,4287$	R <sup>2</sup> = 0,9794
3	4	Vincent	Lineal	$y = 1,0467x - 0,3111$	R <sup>2</sup> = 0,9693

**Tabla.25** Ecuación de las líneas de tendencia para variable diámetro de botón floral R<sup>2</sup>.

VARIEDAD	GRAFICA	TENDENCIA	ECUACIONES	
<b>Sunbright</b>	5	Lineal	$y = -0,2567x + 3,2333$	R <sup>2</sup> = 0,7665
<b>Vincent</b>	5	Exponencial	$y = 3,8719e^{-0,04x}$	R <sup>2</sup> = 0,2767

**Tabla.26** Ecuación de las líneas de tendencia para variable área foliar R<sup>2</sup>.

Tto	GRAFICA	VARIEDAD	TENDENCIA	ECUACIONES	
<b>0</b>	6	Sunbright	Polinómica	$y = -8,2792x^2 + 262,89x - 255,88$	R <sup>2</sup> = 0,9837
<b>1</b>	6	Sunbright	Potencial	$y = 52,49x^{1,5796}$	R <sup>2</sup> = 0,9872
<b>2</b>	6	Sunbright	Lineal	$y = 155,22x - 180,19$	R <sup>2</sup> = 0,9903
<b>3</b>	6	Sunbright	Lineal	$y = 124,86x - 157,73$	R <sup>2</sup> = 0,9932
<b>0</b>	7	Vincent	Lineal	$y = 13,154x - 12,72$	R <sup>2</sup> = 0,9909
<b>1</b>	7	Vincent	Potencial	$y = 2,4932x^{1,7905}$	R <sup>2</sup> = 0,9803
<b>2</b>	7	Vincent	Lineal	$y = 10,202x - 5,5237$	R <sup>2</sup> = 0,972
<b>3</b>	7	Vincent	Lineal	$y = 8,7556x - 8,2163$	R <sup>2</sup> = 0,995

**Tabla.27** Ecuación de las líneas de tendencia para variable biomasa R<sup>2</sup>.

Tto	GRAFICA	VARIEDAD	TENDENCIA	ECUACIONES	
0	8	Sunbright	Lineal	$y = 0,0217x + 0,036$	$R^2 = 0,9788$
1	8	Sunbright	Lineal	$y = 0,0245x + 0,0122$	$R^2 = 0,9729$
2	8	Sunbright	Exponencial	$y = 0,0598e^{0,1165x}$	$R^2 = 0,9197$
3	8	Sunbright	Exponencial	$y = 0,0474e^{0,1274x}$	$R^2 = 0,9658$
0	9	Vincent	Exponencial	$y = 0,0722e^{0,1292x}$	$R^2 = 0,9739$
1	9	Vincent	Exponencial	$y = 0,0797e^{0,1221x}$	$R^2 = 0,9816$
2	9	Vincent	Exponencial	$y = 0,0773e^{0,114x}$	$R^2 = 0,972$
3	9	Vincent	Potencial	$y = 0,0518x^{0,5535}$	$R^2 = 0,9697$

**Tabla.28** Ecuación de las líneas de tendencia para variable TCR R<sup>2</sup>.

Tto	GRAFICA	VARIEDAD	TENDENCIA	ECUACIONES	
0	10	Sunbright	Polinómica	$y = 0,0016x^2 - 0,0205x + 0,0821$	$R^2 = 0,5654$
1	10	Sunbright	Polinómica	$y = 0,005x^2 - 0,0645x + 0,2153$	$R^2 = 0,6088$
2	10	Sunbright	Polinómica	$y = 0,0027x^2 - 0,0264x + 0,0713$	$R^2 = 0,6914$
3	10	Sunbright	Polinómica	$y = 0,0017x^2 - 0,0182x + 0,0605$	$R^2 = 0,6$
0	11	Vincent	Potencial	$y = 0,0494x^{-0,746}$	$R^2 = 0,2183$
1	11	Vincent	Polinómica	$y = -0,0013x^2 + 0,0143x - 0,0166$	$R^2 = 0,7836$
2	11	Vincent	Potencial	$y = 0,0055x^{0,4605}$	$R^2 = 0,0821$
3	11	Vincent	Polinómica	$y = 0,0035x^2 - 0,0431x + 0,1394$	$R^2 = 0,8369$

**Tabla.29** Ecuación de las líneas de tendencia para variable TAN R<sup>2</sup>.

Tto	GRAFICA	VARIEDAD	TENDENCIA	ECUACIONES	
0	12	Sunbright	Polinómica	$y = 3E-05x^2 - 0,0004x + 0,0012$	$R^2 = 0,7993$
1	12	Sunbright	Polinómica	$y = 4E-05x^2 - 0,0005x + 0,0016$	$R^2 = 0,7054$
2	12	Sunbright	Polinómica	$y = 2E-05x^2 - 0,0003x + 0,0009$	$R^2 = 0,8693$
3	12	Sunbright	Polinómica	$y = 1E-06x^2 - 2E-05x + 6E-05$	$R^2 = 0,9563$
0	13	Vincent	Polinómica	$y = 3E-05x^2 - 0,0004x + 0,0013$	$R^2 = 0,6897$
1	13	Vincent	Polinómica	$y = 2E-07x^2 - 3E-06x + 2E-05$	$R^2 = 0,7841$
2	13	Vincent	Polinómica	$y = 6E-06x^2 - 9E-05x + 0,0003$	$R^2 = 0,6649$
3	13	Vincent	Polinómica	$y = 8E-05x^2 - 0,0011x + 0,0033$	$R^2 = 0,7479$

**Tabla.30** Ecuación de las líneas de tendencia para variable IAF R<sup>2</sup>.

Tto	GRAFICA	VARIEDAD	TENDENCIA	ECUACIONES	
0	14	Sunbright	Lineal	$y = 0,8382x - 0,973$	$R^2 = 0,9903$
1	14	Sunbright	Lineal	$y = 0,8672x - 0,8224$	$R^2 = 0,9782$
2	14	Sunbright	Lineal	$y = 0,7492x - 0,9464$	$R^2 = 0,9932$
3	14	Sunbright	Lineal	$y = 0,6484x - 0,3748$	$R^2 = 0,9732$
0	15	Vincent	Lineal	$y = 0,0587x - 0,0568$	$R^2 = 0,9909$
1	15	Vincent	Lineal	$y = 0,0595x - 0,0699$	$R^2 = 0,988$
2	15	Vincent	Lineal	$y = 0,0342x - 0,0185$	$R^2 = 0,972$
3	15	Vincent	Lineal	$y = 0,0391x - 0,0367$	$R^2 = 0,995$

## 12.2 Análisis de varianza según Pearson:

**Tabla.31** Análisis de varianza para altura variedad Sunbright:

Análisis de varianza de un factor

### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	27	957,5	35,462963	994,027806
T1	27	778,4	28,8296296	648,974473
T2	27	1178,5	43,6481481	1059,83336
T3	27	1201,3	44,4925926	1086,46302

### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4442,59731	3	1480,86577	1,56320829	0,20278421	2,69197864
Dentro de los grupos	98521,7652	104	947,324665			
Total	102964,363	107				

No hay diferencias significativas entre tratamientos.

**Tabla.32** Análisis de varianza para altura variedad Vincent:

Análisis de varianza de un factor

### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	27	1151	42,6296296	1281,14063
T1	27	1213,6	44,9481481	1316,19644
T2	27	1250,5	46,3148148	1316,72439
T3	27	1555,6	57,6148148	1470,50439

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3601,22028	3	1200,40676	0,89173894	0,44809955	2,69197864
Dentro de los grupos	139998,712	104	1346,14146			
Total	143599,932	107				

No hay diferencias significativas entre tratamientos

**Tabla.33** Análisis de varianza para diámetro de tallo variedad Sunbright:

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	27	154,8	5,7333333	13,915384
T1	27	163,4	6,0518518	15,853361
T2	27	102,1	3,7814814	4,3538746
T3	27	85,7	3,1740740	2,8327635

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	163,79629	6	54,598765	5,9096952	0,0009178	2,6919786
					1	4

Dentro de los grupos	960,84	104	9,2388461	5
Total	1124,6363	107		

Hay diferencia significativa entre tratamientos.

**Tabla.34** Análisis de varianza para diámetro de tallo variedad Vincent:

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T0	27	212,1	7,8555555	23,861025
T1	27	223,7	8,2851851	27,671310
T2	27	157,1	5,8185185	11,425413
T3	27	132,9	4,9222222	8,6356410

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	210,16703	7	30,0238614	3,9140864	0,0108003	2,6919786
Dentro de los grupos	1861,4281	104	17,898347	1	5	4
Total	2071,5951	111				

Hay diferencia significativa entre tratamientos

**Tabla.35** Análisis de varianza para área foliar variedad Sunbright:

Análisis de varianza de un factor

## RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T0	27	4218,75	156,25	14462,9808
T1	27	4466,25	165,416667	18415,625
T2	27	3722,5	137,87037	10683,3912
T3	27	3521,25	130,416667	8423,91827

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	21117,7517	3	7039,25058	0,54162752	0,654856642	2,691978638
Dentro de los grupos	1351633,8	104	12996,4788			
Total	1372751,55	107				

Hay diferencia significativa entre tratamientos

**Tabla.36** Análisis de varianza para área foliar variedad Vincent:

Análisis de varianza de un factor

## RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T0	27	4816,25	178,37963	19469,6893
T1	27	5615	207,962963	26238,9601
T2	27	5075	187,962963	18827,1813
T3	27	4620	171,111111	14045,9535

## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	20667,7517	3	6889,25058	0,35067926	0,788730154	2,691978638
Dentro de los grupos	2043126,39	104	19645,446			

Total 2063794,14 107

---

No hay diferencia significativa entre tratamientos

**Tabla.37** Análisis de varianza para biomasa variedad Sunbright:

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
		2,8197345	0,1044346	
T0	27	2	1	0,00033991
		3,1027379	0,1149162	
T1	27	3	2	0,00020585
		2,9281066		
T2	27	9	0,1084484	0,00029341
T3	27	3,1902174	0,1181562	0,00060191

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,0031105	9	0,0010368	2,87802709	0,03959382	2,69197864
Dentro de los grupos	0,0374679	6	0,0003602			
	0,0405785					
Total	5	104	7			

2,87802709	Mayor	2,69197864
0,03959382	Menor	0,05

Hay al menos un grupo diferente  
hay diferencias significativas

**Tabla.38** Análisis de varianza para biomasa variedad Vincent:

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	27	3,17249652	0,11749987	0,00094081
T1	27	3,47759017	0,12879964	0,00104856
T2	27	3,11176939	0,11525072	0,00046241
T3	27	3,06164911	0,11339441	0,00040787

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,00387408	3	0,00129136	1,80631372	0,15060537	2,69197864
Dentro de los grupos	0,07435117	104	0,00071492			
Total	0,07822525	107				

1,80631372	Menor	2,69197864
0,15060537	Mayor	0,05

No hay diferencias significativas entre los grupos

### 12.3 Pruebas de comparación según Pearson.

Se realizaron pruebas de comparación y correlación según Pearson el cual evalúa la relación lineal entre dos variables continuas. Una relación es lineal cuando un cambio en una variable se asocia con un cambio proporcional en la otra variable. (Allen, 2017). A continuación, se observa las diferentes correlaciones entre las variables directas:

**Tabla.39** Correlación entre variable altura con AF; para variedad Sunbright:

		Altura			
		T0	T1	T2	T3
AF'	T0	0,89675176	0,93293401	0,94545849	0,94300399
	T1	0,90879773	0,92944158	0,95022133	0,94330407
	T2	0,93476719	0,93284573	0,96872418	0,96674482
	T3	0,86977399	0,91738756	0,94058772	0,93834141
Correlación Positiva		0,93244285			

**Tabla.40** Correlación entre variable altura con biomasa; para variedad Sunbright:

		Altura			
		T0	T1	T2	T3
Biomasa	T0	0,16526979	0,18581085	0,2156835	0,23144889
	T1	0,14545112	0,29982513	0,1196055	0,11652378
	T2	-0,14513478	-0,0656108	-0,09763606	-0,11165708
	T3	-0,49652326	-0,49831667	-0,5459159	-0,53823021
no hay correlación		-0,06371289			

**Tabla.41** Correlación entre variable altura con diámetro de tallo; para variedad Sunbright:

		Altura			
		T0	T1	T2	T3
DDT	T0	0,89640689	0,92587755	0,94595772	0,95999908

T1	0,93051767	0,93523487	0,95069836	0,95955025
T2	0,91132205	0,9067551	0,95647838	0,94536171
T3	0,94231695	0,92055231	0,94610429	0,95491123
Hay correlación Positiva	0,93675278			

**Tabla.42** Correlación entre variable AF con biomasa; para variedad Sunbright:

		AF			
		T0	T1	T2	T3
Biomasa	T0	0,26317732	0,25734689	0,27120328	0,30977287
	T1	0,25355404	0,26674577	0,21940148	0,23372231
	T2	-0,0325023	-0,04420075	-0,07018463	-0,01364573
	T3	-0,51836268	-0,53607971	-0,50200902	-0,50389554
No hay Correlación		-0,00912227			

**Tabla.43** Correlación entre variable AF con diámetro de tallo; para variedad

Sunbright:

		AF			
		T0	T1	T2	T3
DDT	T0	0,94394637	0,96496354	0,95386402	0,95456775
	T1	0,94925097	0,97699055	0,97235897	0,96018408
	T2	0,93928257	0,95846123	0,97137368	0,96004104
	T3	0,94963399	0,95299437	0,97265499	0,95024245
Hay Correlación Positiva		0,95817566			

**Tabla.44** Correlación entre variable biomasa con AF; para variedad Sunbright:

		Biomasa			
		T0	T1	T2	T3
AF	T0	0,26317732	0,25355404	-0,0325023	-0,51836268
	T1	0,25734689	0,26674577	-0,04420075	-0,53607971
	T2	0,27120328	0,21940148	-0,07018463	-0,50200902

T3	0,30977287	0,23372231	-0,01364573	-0,50389554
No hay correlación		-0,00912227		

**Tabla.45** Correlación entre variable biomasa con diámetro de tallo; para variedad

Sunbright:

		Biomasa			
		T0	T1	T2	T3
DDT	T0	0,27393925	0,21200628	-0,07971567	-0,55701397
	T1	0,25571187	0,24022806	-0,05566874	-0,54147747
	T2	0,27276867	0,23085045	-0,05329754	-0,50498964
	T3	0,24724632	0,22708501	-0,08212023	-0,4708285
No hay correlación			-0,02407974		

**Tabla.46** Correlación entre variable biomasa con diámetro de tallo; para variedad

Sunbright:

		DDT			
		T0	T1	T2	T3
AF	T0	0,94394637	0,94925097	0,93928257	0,94963399
	T1	0,96496354	0,97699055	0,95846123	0,95299437
	T2	0,95386402	0,97235897	0,97137368	0,97265499
	T3	0,95456775	0,96018408	0,96004104	0,95024245
Hay correlación Positiva			0,95817566		

**Tabla.47** Correlación entre variable altura con AF; para variedad Vincent:

		Altura			
		T0	T1	T2	T3
AF'	T0	0,93904839	0,93444908	0,92244511	0,94086377
	T1	0,96668155	0,96077828	0,96182263	0,96262665
	T2	0,94655152	0,96691165	0,95282604	0,98439612
	T3	0,95001952	0,95058144	0,9402356	0,97539536

Hay Correlación Positiva 0,95347704

**Tabla.48** Correlación entre variable altura con biomasa; para variedad Vincent:

		Altura			
		T0	T1	T2	T3
Biomasa	T0	0,74645519	0,69045616	0,70681183	0,65084736
	T1	0,63210888	0,62941176	0,59683355	0,55206824
	T2	-0,48492485	-0,4890721	-0,51205458	-0,5984713
	T3	-0,14276752	-0,14601301	-0,14079828	-0,15876789
No concluyente		0,15825772			

**Tabla.49** Correlación entre variable altura con diámetro de tallo; para variedad

Vincent:

		Altura			
		T0	T1	T2	T3
DDT	T0	0,88717938	0,93074775	0,93754596	0,94739486
	T1	0,94846154	0,95459867	0,95829344	0,95628302
	T2	0,93222494	0,95826058	0,92654357	0,97161361
	T3	0,92007827	0,89964334	0,87679732	0,91373935
hay correlación positiva		0,93246285			

**Tabla.50** Correlación entre variable AF con biomasa; para variedad Vincent:

		AF			
		T0	T1	T2	T3
Biomasa	T0	0,70051778	0,70181591	0,7035535	0,67616248
	T1	0,6113593	0,62636507	0,60797188	0,56976324
	T2	-0,54469262	-0,54247965	-0,58918218	-0,61469468

T3	-0,14558813	-0,15798627	-0,13882849	-0,15945896
No concluyente	0,14403738			

**Tabla.51** Correlación entre variable AF con diámetro de tallo; para variedad Vincent:

		AF			
		T0	T1	T2	T3
DDT	T0	0,90908187	0,9453941	0,95205813	0,93749043
	T1	0,93344797	0,95851097	0,96925567	0,96685761
	T2	0,95200179	0,950359	0,962799	0,96951255
	T3	0,91299341	0,9205813	0,91048491	0,94567141
Hay correlación positiva		0,94353126			

**Tabla.52** Correlación entre variable biomasa con AF; para variedad Vincent:

		Biomasa			
		T0	T1	T2	T3
AF	T0	0,70051778	0,6113593	-0,54469262	-0,14558813
	T1	0,70181591	0,62636507	-0,54247965	-0,15798627
	T2	0,7035535	0,60797188	-0,58918218	-0,13882849
	T3	0,67616248	0,56976324	-0,61469468	-0,15945896
No concluyente		0,14403738			

**Tabla.53** Correlación entre variable biomasa con diámetro de tallo; para variedad Vincent:

		Biomasa			
		T0	T1	T2	T3
DDT	T0	0,61840146	0,58982962	-0,558093	-0,13346462
	T1	0,65669486	0,52299075	-0,57942215	-0,14738497
	T2	0,64413208	0,52558599	-0,59869564	-0,14125991
	T3	0,61092443	0,46452846	-0,59951813	-0,18715065

No concluyente 0,10550616

**Tabla.54** Correlación entre variable biomasa con AF; para variedad Vincent:

		DDT			
		T0	T1	T2	T3
AF	T0	0,90908187	0,93344797	0,95200179	0,91299341
	T1	0,9453941	0,95851097	0,950359	0,9205813
	T2	0,95205813	0,96925567	0,962799	0,91048491
	T3	0,93749043	0,96685761	0,96951255	0,94567141
Hay correlación positiva		0,94353126			