

2015

## **Determinación y evaluación de la huella hídrica en la producción de un cultivo de gerbera ubicado en el municipio de Facatativá**

Laura Melisa Rodríguez Martínez  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Erika Julieth Juya Roa  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria)



Part of the [Environmental Engineering Commons](#)

---

### **Citación recomendada**

Rodríguez Martínez, L. M., & Juya Roa, E. J. (2015). Determinación y evaluación de la huella hídrica en la producción de un cultivo de gerbera ubicado en el municipio de Facatativá. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/979](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/979)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN LA  
PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO DE GERBERA UBICADO EN EL MUNICIPIO  
DE FACATATIVÁ.**

**ERIKA JULIETH JUYA ROA  
LAURA MELISA RODRÍGUEZ MARTÍNEZ**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
BOGOTÁ D.C  
2015**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN LA  
PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO DE GERBERA UBICADO EN EL MUNICIPIO  
DE FACATATIVÁ.**

**LAURA MELISA RODRÍGUEZ MARTÍNEZ**

**ERIKA JULIETH JUYA ROA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
INGENIERA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**DIRECTOR:**

**JULIO CÉSAR RAMÍREZ**

**INGENIERO QUÍMICO**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**BOGOTÁ D.C**

**2015**

---

***NOTA DE ACEPTACIÓN***

---

---

---

---

---

---

***ING. JULIO CÉSAR RAMÍREZ***

***DIRECTOR DE TESIS***

---

***BIÓLOGO. GUILLERMO BRICEÑO***

***JURADO***

---

***ING. RICARDO CAMPOS***

***JURADO***

***BOGOTÁ D.C. FEBRERO - 2015***

***DEDICATORIA***

*A Dios por permitir que mi proyecto de vida se vaya haciendo realidad y darme amor y sabiduría para lograr esto.*

*A mis padres por ser las personas más maravillosas comprensivas y por brindarme todo el apoyo, motivación y confianza, por creer en mí siempre y permitir que mis sueños se hagan realidad.*

*A mis hermanas por estar siempre presente en todo el proceso y ciclo universitario y por crecer en lo personal por enseñarme lo que significa la amistad y amor de hermanas.*

*A diego por su apoyo y ser mi equilibrio en momentos duros, por su comprensión y amor incondicional.*

*A mi amiga y compañera de proyecto de grado Laura Melisa Rodríguez por apoyarme y hacer realidad esto.*

**ERIKA JUYA**

***DEDICATORIA***

*A mis padres que hicieron posible mi desarrollo profesional y personal a lo largo de mi vida con su incondicional apoyo, guiándome siempre a la excelencia con su amor y sabiduría.*

*A mi hermana por ser mi amiga y constante con sus alientos y consejos para seguir adelante.*

*A mi compañera de grado, Erika Juya, por su amistad y dedicación que hicieron posible el desarrollo de esto.*

***LAURA MELISA RODRÍGUEZ MARTÍNEZ***

### **AGRADECIMIENTOS**

Queremos dar nuestros más sinceros agradecimientos a todas las personas que hicieron parte de nuestra formación universitaria y especialmente a aquellas que hicieron posible la realización de esta tesis.

- A nuestro director de proyecto de grado el ingeniero Julio Cesar Ramírez por su colaboración y ayuda incondicional.
- A la empresa The Elite Flower por abrirnos las puertas y permitir el acceso a toda la información.
- A las ingenieras Adriana y Angélica por su asesoría y colaboración en el empresa.
- A Milton Uribe jefe de sistemas integrales de gestión y procesos The Elite Flower por su colaboración en la empresa.
- A la universidad de la Salle por su enseñanza y aprendizaje.
- A nuestras familias por su apoyo y confianza incondicional a lo largo de nuestro proceso de formación universitaria y personal.

“El estudio, análisis, investigación y propuestas ideológicas  
sustentadas en este trabajo de grado no comprometen  
de ninguna forma a la Universidad”

**Art. 42 Parágrafo 2**  
**Reglamento Estudiantil**



## **CONTENIDO**

<b>CONTENIDO.....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>11</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>13</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>15</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>16</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>19</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>19</b>
<b>1. ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1 The Elite Flower .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2 Ubicación .....</b>	<b>20</b>
<b>1.3 Misión .....</b>	<b>22</b>
<b>1.4 Visión .....</b>	<b>22</b>
<b>1.5 Generalidades .....</b>	<b>22</b>
1.5.1. Invernadero .....	22
1.5.2. Sistema de compostaje.....	22
<b>1.6. Fuente hídrica para el riego.....</b>	<b>23</b>
<b>1.7. Características de la Gerbera.....</b>	<b>24</b>
1.7.1. Marinilla .....	24
1.7.2.Exigencias en clima .....	25
1.7.3. Exigencias de suelo .....	26
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>27</b>
<b>3. MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1 Marco teórico .....</b>	<b>30</b>
3.1.1. Evolución del concepto Huella Hídrica.....	30
3.1.2. Generalidades de la floricultura en Colombia. ....	33
3.1.3. Requerimientos de agua en el cultivo de flores .....	36
3.1.4. Tipos de riego en la floricultura .....	37
<b>3.3 Marco legal .....</b>	<b>38</b>
<b>3.4 Marco normativo.....</b>	<b>42</b>

---

<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1 Materiales y métodos.....</b>	<b>43</b>
<b>4.2 Fase 1 Diagnóstico inicial .....</b>	<b>44</b>
4.2.1 Identificación de las etapas de producción de la gerbera .....	44
<b>4.3. Fase 2: Modelación para el cálculo de la huella hídrica verde, azul y gris. ....</b>	<b>52</b>
4.3.1. Huella hídrica azul y verde. ....	52
4.3.2. Cálculo de la Evapotranspiración del cultivo verde y azul mediante el software CROPWAT 8.0.....	53
4.3.3. Huella hídrica gris .....	58
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>60</b>
5.1. Estimación Huella hídrica azul y verde .....	60
5.2. Estimación Huella hídrica gris.....	63
5.3. Estimación Huella hídrica para gerbera.....	63
<b>6. ANALISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>64</b>
6.1 Huella hídrica verde .....	66
6.2 Huella hídrica azul.....	67
6.3 Huella hídrica gris.....	68
6.4 Huella hídrica total .....	69
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO 3.Requerimiento de agua del cultivo. ....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO 5.....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO 6.....</b>	<b>91</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características de la gerbera. ....	24
<b>Tabla 2.</b> Marco legal relacionado con el sector floricultor. ....	38
<b>Tabla 3.</b> Normatividad concesión de agua. ....	40
<b>Tabla 4.</b> Normatividad aprovechamiento de agua subterránea. ....	41
<b>Tabla 5.</b> Normatividad aguas lluvias. ....	41
<b>Tabla 6.</b> Normatividad aplicada al sector floricultor. ....	42
<b>Tabla 7.</b> Materiales y métodos. ....	43
<b>Tabla 8.</b> Etapas en la producción de la especie Marinilla de gerberas. ....	44
<b>Tabla 9.</b> Especificaciones del sustrato. ....	46
<b>Tabla 10.</b> Condiciones en la etapa productiva. ....	48
<b>Tabla 11.</b> Datos estación Venecia. ....	53
<b>Tabla 12.</b> Promedios mensuales de los datos climáticos requeridos por el programa CropWat 8.0....	54
<b>Tabla 13.</b> Precipitación total mensual año 2013. ....	55
<b>Tabla 14.</b> Coefficiente Kc del cultivo. ....	55
<b>Tabla 15.</b> Fecha de siembra y cosecha para gerbera. ....	56
<b>Tabla 16.</b> Duración en días de las etapas de crecimiento para gerbera. ....	56
<b>Tabla 17.</b> Profundidad radicular del cultivo de gerbera. ....	56
<b>Tabla 18.</b> Fracción de agotamiento hídrico del cultivo. ....	57
<b>Tabla 19.</b> Factor de respuesta de productividad. ....	57
<b>Tabla 20.</b> Altura del cultivo. ....	58
<b>Tabla 21.</b> Concentración máxima de los productos químicos aplicados. ....	59
<b>Tabla 22.</b> Evapotranspiración del cultivo. ....	62
<b>Tabla 23.</b> Requerimiento de agua para el cultivo. ....	62
<b>Tabla 24.</b> Productos químicos aplicados por etapa. ....	63
<b>Tabla 25.</b> Huella hídrica gris. ....	63
<b>Tabla 26.</b> Huella hídrica total para la gerbera. ....	63
<b>Tabla 27.</b> Porcentaje de fuentes de abastecimiento de la empresa para el requerimiento hídrico del cultivo. ....	65
<b>Tabla 28.</b> Aporte de huella hídrica del cultivo de la especie Marinilla de gerbera en el sector agrícola. ....	66
<b>Tabla 29.</b> Nivel de complejidad del municipio de Facatativá según el RAS 2000 título B. ....	70
<b>Tabla 30.</b> Dotación neta diaria por habitante según nivel de complejidad del municipio. ....	70
<b>Tabla 31.</b> Requerimiento hídrico para la producción del cultivo diario. ....	71
<b>Tabla 32.</b> Huella hídrica verde, azul, gris y total para las flores Liatris, Estatice y Gerbera. ....	71

## LISTA DE FIGURAS.

<b>Figura 1.</b> Ubicación área de estudio. ....	21
<b>Figura 2.</b> Ubicación empresa The Elite Flower. ....	21
<b>Figura 3.</b> Área de compostaje. ....	23
<b>Figura 4.</b> Reservorio para el bloque 2 de marinilla en la finca San Mateo. ....	23
<b>Figura 5.</b> Marinilla. ....	25
<b>Figura 6.</b> Distribución sectorial de la Huella hídrica de la producción en Suramérica. ....	32
<b>Figura 7.</b> Distribución de la huella hídrica por producto del sector agrícola de Colombia. ....	33
<b>Figura 8.</b> Área en flores en las fincas productoras, por municipio en Cundinamarca. ....	34
<b>Figura 9.</b> Etapas generales del proceso productivo de las flores en Colombia. ....	35
<b>Figura 10.</b> Jiffy 4. ....	44
<b>Figura 11.</b> Bloque 2 de la finca San Mateo. ....	45
<b>Figura 12.</b> (a) Capitulo de la marinilla,(b) Marinilla lista para la etapa productiva. ....	46
<b>Figura 13.</b> Consumo de agua en el proceso vegetativo de la flor. ....	47
<b>Figura 14.</b> Duración de las etapas del proceso vegetativo de la flor. ....	47
<b>Figura 15.</b> Consumo de agua por bolsa en el proceso productivo del cultivo. ....	49
<b>Figura 16.</b> Duración de las etapas del proceso productivo. ....	49
<b>Figura 17.</b> Anillo de representación en Marinilla para corte. ....	50
<b>Figura 18.</b> (a) Corte manual de flor, (b) Medición de tallo, (c) Flores adjuntadas con su capuchón, (d) Recipiente a disponer la flor con hidratación. ....	50
<b>Figura 19.</b> (a) Transferencia en cable vía hasta la post-cosecha, (b) Zona de arreglo de post-cosecha, (c) Zona de espera a empaque, (d) Marinilla empacada en bolsa. ....	51
<b>Figura 20.</b> Factor de agotamiento (p) para diferentes niveles de evapotranspiración del cultivo. ....	57
<b>Figura 21.</b> Características del suelo franco arenoso. ....	61
<b>Figura 22.</b> Distribución del consumo de agua de acuerdo a la fuente de abastecimiento en el periodo de 2001 a 2008 en el sector floricultor en Colombia. ....	64
<b>Figura 23.</b> Consumo de agua de acuerdo a fuente de abastecimiento en la empresa en etapa. ....	65
<b>Figura 24.</b> Distribución porcentual de la huella hídrica verde en el sector agrícola en el 2008. ....	67
<b>Figura 25.</b> Distribución porcentual de la huella hídrica azul en el sector agrícola en el 2008. ....	68
<b>Figura 26.</b> Distribución porcentual de la huella hídrica gris en el sector agrícola en el 2008. ....	69
<b>Figura 27.</b> Distribución porcentual de la huella hídrica total en el sector agrícola en el 2008. ....	69
<b>Figura 28.</b> Comparación de la estimación de huellas hídricas en tres tipos de flores. ....	72

---

**LISTA DE ANEXOS**

<b>ANEXO 1.</b> Rendimiento del cultivo .....	77
<b>ANEXO 2.</b> Evapotranspiración del cultivo ETc (CROPWAT 8.0). ....	80
<b>ANEXO 3.</b> Requerimiento de agua del cultivo. ....	84
<b>ANEXO 4. Calculo de Huella Hídrica azul y verde</b> .....	85
<b>ANEXO 5.</b> .....	88
<b>ANEXO 6.</b> .....	91
<b>ANEXO 7.</b> Listado de Productos Químicos prohibidos por la División de Insumos Agrícolas Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Mayo 21 de 2001.....	92

## **GLOSARIO**

**Agua:** Es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en su forma gaseosa denominada vapor. El agua es parte esencial de los seres vivos: hombre, animal y vegetal, cuyos cuerpos se componen de aproximadamente un 72% de agua. La vida ha utilizado el agua como medio de disolución y transporte interno de los elementos y sus combinaciones, necesarias para el desarrollo vital de los organismos, el agua es fundamental en la producción de alimentos, crecimiento y vida de los árboles, vida del ser humano, cría de animales, etc. (Bolívar, 2004).

**Agua Azul:** Agua dulce superficial y subterránea. El agua presente en ríos, acuíferos y lagos.

**Agua Subterránea:** Las aguas subterráneas son el agua situada por debajo de la superficie del suelo en los espacios porosos del suelo y en las fracturas de las formaciones rocosas. Una unidad de roca o un depósito no consolidado se denomina Acuífero cuando se puede producir una cantidad de agua utilizable. La profundidad a la que los espacios de los poros del suelo o las fracturas y los vacíos en la roca a ser completamente saturados de agua, llamada capa freática. El agua subterránea es recargada de, y eventualmente fluye hacia la superficie natural, la descarga natural a menudo se filtra, y se pueden formar los oasis o los humedales. Las aguas subterráneas también son a menudo extraídas para usos agrícolas, municipales e industriales mediante la construcción y operación de pozos de extracción (Ecologiahoy, 2014).

**Agua superficial:** El agua superficial es aquella que se encuentra circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra. Estas masas de agua sobre la superficie de la tierra, forma ríos, lagos, lagunas, pantanos, charcas, humedales, y otros similares, sean naturales o artificiales. El agua superficial es la proveniente de las precipitaciones, que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o la que proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas (Perlman, 2014).

**Agua Verde:** Precipitación sobre la tierra que no provoca escorrentía ni se suma a las aguas subterráneas, pero que se mantiene en el suelo, en la superficie o la vegetación, es decir, que no se pierde por filtración o río abajo.

**Agua Virtual:** Es el volumen total de agua utilizada directa e indirectamente para la elaboración de un producto. (Allan, 1998)

**Cultivos permanentes:** son aquellos que después de plantados llegan luego de un tiempo relativamente largo a la edad productiva, dan varias cosechas y, terminada su recolección, no se los debe plantar de nuevo (ROLDÁN, 2014).

**Evaluación de la huella hídrica:** Recopilación y evaluación de las entradas, salidas y los potenciales impactos ambientales relacionados con el agua que se usa o se ven afectados por un producto, proceso u organización (Arjen Y.Hoekstra, 2010).

**Floricultura:** La floricultura es la disciplina de la horticultura orientada al cultivo de flores y plantas ornamentales en forma industrializada para uso decorativo (Agrario, 2014).

**Gerbera:** Es un género de plantas ornamentales de la familia Asteraceae, Es una planta herbácea, vivaz, en roseta, cuyo cultivo puede durar varios años, aunque comercialmente solo interesa cultivar durante dos o tres, según cultivares y técnicas de cultivo empleadas. El sistema radicular es pivotante en origen, pero a medida que se desarrolla, se convierte en fasciculado y está compuesto por gruesas raíces de las que parten numerosas raicillas (FlorGerbera, 2015)

**Huella hídrica azul:** Es el volumen de agua superficial o subterránea incorporada en la producción de un producto o la extraída de una cuenca y devuelta a otra o al mar

**Huella hídrica de un cultivo:** Es el volumen total de agua dulce utilizado para su elaboración, sumado en las diversas etapas de la cadena productiva. La huella hídrica de un producto no sólo se refiere al volumen total de agua utilizada, sino que también hace referencia a dónde y cuándo se utiliza el agua, por lo que tiene una dimensión volumétrica, espacial y temporal (Arjen Y.Hoekstra, 2010).

**Huella hídrica verde:** Es el agua de lluvia evaporado o incorporada a un producto en su proceso de producción

**Huella hídrica gris:** Se refiere al volumen de agua que se requiere para asimilar los residuos, es decir, el volumen de agua necesaria para diluir los contaminantes hasta el punto en que la calidad del agua ambiental se mantenga por encima de las normas.

---

## **RESUMEN**

La huella hídrica es un indicador muy importante en la gestión del recurso hídrico a nivel mundial ya que permite tener un valor aproximado de la cantidad de agua necesaria para generar un producto, es por esto que es importante realizar este tipo de investigaciones donde se estime este indicador para así poder ver y analizar nuestro consumo hídrico.

El objetivo principal de esta investigación es estimar la huella hídrica de un cultivo de gerbera en el municipio de Facatativá Cundinamarca, involucrando el sector floricultor ya que este es muy importante en la economía nacional puesto que genera un gran porcentaje de las exportaciones totales del país.

Para el desarrollo del proyecto y para lograr cumplir los objetivos se trabajó con la metodología formulada en “the water footprint assessment manual, Setting the Global Standard” por Ashok K. Chapagain, Arjen Y. Hoekstra, Maite M. Aldaya and Mesfin M. Mekonnen en el año 2011, donde se establece los procedimientos para el cálculo de los componentes que hacen parte de la huella hídrica como la huella hídrica azul, huella hídrica verde, huella hídrica gris. Además se contó con información climatológica de la estación meteorológica Venecia ubicada en el Municipio de Facatativá proporcionando datos como: Temperatura, Humedad relativa, Precipitación, insolación diaria, velocidad del viento. También fue necesaria la información específica del cultivo la cual fue obtenida gracias a los datos suministrados por el personal de ingenieros, agrónomos y jefes de finca de la empresa.

Una vez recopilada toda la información antes mencionada se contó con la ayuda del software CROPTWAT 8.0 que con base a la evapotranspiración y condiciones climáticas y del cultivo calculó el requerimiento de agua de este.

Los resultados obtenidos sirven de apoyo y punto de partida para una mejora al manejo del recurso hídrico en el proceso productivo de la flor. La estimación de la huella hídrica dio como resultado que se necesitan 5,28 litros de agua para producir un tallo de esta flor teniendo en cuenta que la estimación de este indicador involucra tres componentes como lo son la huella hídrica verde, huella hídrica azul y huella hídrica gris dando como resultado que la producción de la gerbera genera más huella hídrica verde con un resultado de 3,12 litros por tallo, es decir que para los requerimientos de riego se utiliza más cantidad de agua proveniente de la precipitación que de las fuentes superficiales.



---

**ABSTRACT**

The water footprint is an important indicator in the management of water resources worldwide since it allows an approximate value of the amount of water needed to produce a product, is why it is important to conduct this type of research where it considers this indicator in order to view and analyze our water consumption.

The main objective of this research is to estimate the water footprint of a culture of Gerbera in the town of Facatativá Cundinamarca, involving the flower industry, as this is very important in the national economy as it generates a large percentage of total exports.

To develop the project and to achieve compliance objectives worked with the methodology developed in "the water footprint assessment manual, Setting the Global Standard" by Ashok K. Chapagain, Arjen Y. Hoekstra, M. Maite M. Aldaya and Mesfin Mekonnen in 2011, where the procedure for calculating the components that are part of the water footprint as the blue water footprint, water footprint green, gray water footprint is established. It was also featured climatological information Venice weather station located in the Municipality of Facatativá providing information such as temperature, relative humidity, rainfall, daily insolation, wind speed. Culture-specific information, which was obtained thanks to data provided by the staff of engineers, agronomists and farm managers of the company, was also necessary.

After gathering all the above information was enlisted the help of software, that Croptwat 8.0 based on evapotranspiration and climatic conditions and estimated crop water requirement of this.

The results provide support and starting point for improving the management of water resources in the production process of the flower. The estimation of the water footprint resulted in 6.71 liters of water are needed to produce a stalk of this flower considering the estimation of this indicator involves three components such as green water footprint, blue and gray water footprint resulting in the production of gerbera generates more green water footprint with a score of 3.29 liters per stem, ie for irrigation requirements more water is used from the precipitation of surface sources.

---

## **INTRODUCCIÓN**

El agua constituye un eje transversal en nuestra vida, debido que es un recurso indispensable para el desarrollo de la humanidad, ya que todas las actividades de las cuales subsistimos se derivan de la necesidad de agua, incrementándose así la demanda de este recurso. No obstante menos del 1 % del agua del planeta es apta para la vida humana sufriendo una presión antrópica desmedida a causa del aumento de la población, industrialización, agricultura y desarrollo actual.

Colombia es uno de los países que goza de grandes fuentes hídricas, pero esto no significa que se tenga que hacer un uso desmedido de este recurso, puesto que el aumento de la población, las necesidades que se generan día a día, industrias y las actividades de agricultura requieren una demanda significativa de agua así como gran parte de esta cantidad se convierte en agua residual cargada de contaminantes como pesticidas y fertilizantes, afectando a las demás fuentes de agua y en general al ecosistema.

La demanda hídrica nacional se estima en 35.877 millones de metros cúbicos, de los cuales el 54% corresponde al sector agrícola, por esto surge la necesidad de evaluar y determinar el agua empleada en el sector de la floricultura específicamente en el proceso productivo de la gerbera. Para entonces realizar un análisis y una gestión integrada del recurso hídrico, este control y evaluación se puede realizar mediante el empleo de indicadores como la huella hídrica siendo esta una propuesta la cual evalúa cada uno del ciclo productivo de la flor para así encontrar posibles soluciones y contribuir a una mejor gestión de este recurso.

El objetivo principal de este proyecto es evaluar la huella hídrica en la producción de un cultivo de gerbera ubicado en el municipio de Facatativá, involucrando el uso del agua en cada fase del proceso productivo de la gerbera.

La huella hídrica es un indicador de uso de agua dulce que es palpable no sólo en el uso de agua directo de un consumidor o productor, sino también en su uso indirecto. La huella hídrica puede ser considerada como un indicador global de apropiación de los recursos de agua dulce, por encima de la medida tradicional y restringida de la extracción de agua. La huella hídrica de un producto es el volumen de agua utilizada para producir el producto, medidos a lo largo de la cadena de suministro. Es un indicador multidimensional, que muestra los volúmenes de consumo de agua por fuentes y volúmenes de contaminación por cada tipo de contaminación, y cuyos componentes de huella hídrica total pueden ser especificados geográfica y temporalmente. (Arjen Y.Hoekstra, 2010)

En el cálculo de este indicador se tiene en cuenta tres componentes que sumados dan como resultado la huella hídrica total.

---

**Huella hídrica verde (HHV):** Es el volumen de agua lluvia que se consume por la vegetación y no se convierte en escorrentía. Esta agua se almacena en los estratos superficiales del terreno satisfaciendo la demanda natural de la vegetación y los cultivos (aunque no toda el agua verde puede ser absorbida por el cultivo ya que siempre existirá la evaporación del suelo (Arjen Y.Hoekstra, 2010).

**Huella hídrica azul (HHA):** Se refiere al consumo de los recursos de agua superficial y subterránea a lo largo de la cadena de suministro de un producto. Se refiere a la pérdida de agua disponible, superficial o subterránea, a causa de una captación para un fin determinado. Las pérdidas se producen en los siguientes casos (Arjen Y.Hoekstra, 2010).

- El agua se evapora

- El agua se incorpora en un producto

- El agua no vuelve a la misma zona de flujo, por ejemplo, es devuelta a otra zona de captación o al mar.

- El agua no vuelve en el mismo periodo, por ejemplo, si se retira en un periodo seco y se devuelve en un periodo de lluvias.

Todo lo relacionado con la producción cuenta como evaporación, el agua que se evapora durante el almacenamiento de agua (depósitos de aguas artificiales), transporte (canales abiertos), tratamiento (canales de drenaje, plantas de tratamiento de aguas residuales) (Arjen Y.Hoekstra, 2010).

Los dos últimos casos se refieren a la parte devuelta a la cuenca que no está disponible para su reutilización dentro de la misma cuenca hidrográfica en el mismo plazo de retirada, ya sea porque se devuelve a otro sistema de captación (o se vierte al mar) o porque se devuelva en otro período de tiempo.

**Huella hídrica gris (HHG):** Se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes hasta concentraciones naturales y según las normas de calidad ambiental (Arjen Y.Hoekstra, 2010).

En este proyecto se determinó la huella hídrica de la gerbera en un cultivo del municipio de Facatativá, los resultados obtenidos aportan al mejoramiento del uso del recurso hídrico en cada una de las etapas de esta flor, además sirve como un punto de partida para aplicar esta metodología a toda la floricultura y la agricultura para así poder hacer una gestión del uso del agua en Colombia y el mundo.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la huella hídrica en la producción de un cultivo de gerbera ubicado en el municipio de Facatativá.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Realizar el diagnóstico de las etapas del proceso productivo del cultivo de gerbera en un cultivo del Municipio de Facatativá.

Determinar los diferentes usos del recurso hídrico en el cultivo de gerbera a través de los lineamientos de uso del agua.

Analizar los impactos del ciclo de vida del cultivo de gerbera sobre el recurso hídrico siguiendo los lineamientos ofrecidos por la ISO 14046 del 2014 y la ISO 14044 del 2006.

## **1. ÁREA DE ESTUDIO**

### **1.1 The Elite Flower**

THE ELITE FLOWER S.A.S. C.I., fue constituida a través de escritura pública número 1.924 Notaría 24 de Santafé de Bogotá el 16 de septiembre de 1.991 como una sociedad comercial con razón social de THE ELITE FLOWER LTDA. C.I.

La empresa se dedica a la producción y comercialización en el sector floricultor, ubicada vía Facatativá, es una empresa que ha crecido rápidamente en los últimos años completando alrededor de 15 fincas. La compañía tiene como objeto social la producción especializada de flor de corte bajo cubierta y al aire libre, la cual es sembrada en un campo de 250 hectáreas. Entre las variedades que comercializan se encuentran las gerberas, las rosas, las alstroemerias y los claveles.

Debido a la calidad de sus flores esta empresa cuenta con su propia red de distribución en los Estados Unidos, que consta de cinco centros estratégicamente ubicados para cubrir todo el mercado norteamericano. En el año 2010 las ventas fueron de 207.173 millones de pesos cifra que equivale al 10% de las exportaciones de flores del país en ese año.

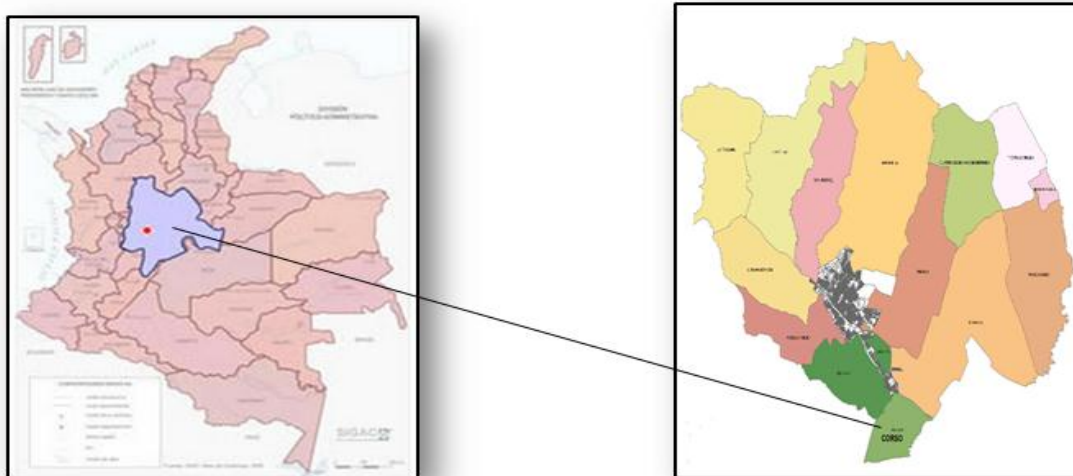
Actualmente, la empresa cuenta 2.395 trabajadores vinculados directamente, con un área aproximada de 183,3 hectáreas en producción de rosas, alstroemerias, gerberas y verdes.

### **1.2 Ubicación**

El área de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Facatativá, en la vereda del Corzo, finca San Mateo, de la compañía The Elite Flower Ltda. En el invernadero 02, con un área 2,16 hectáreas, localizado geográficamente con coordenadas (4°46'20.26" N - 74°19'35.91"O), a 2.652 m.s.n.m. (Figura 1)

La zona está influenciada por la hoya hidrográfica del río Magdalena, en la subcuenca del río Bogotá, en el sector de la mesocuenca de los ríos Balsilla y Bojacá. Presenta un clima frío y seco, ubicado entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m y un rango de bio-temperatura media entre 12 y 18 °C, con lluvias inferiores a 1.000 mm año, la vegetación se clasifica como bosque seco montano bajo (bs-MB). El sector tiene un moderado poder de captación hídrica, bajos índices de escurrimiento de aguas superficiales y bajos procesos erosivos.

**Figura 1.**Ubicación área de estudio.



a) Departamento de Cundinamarca      b) Municipio de Facatativá y vereda el corso

**Fuente:** Google Earth.

**Figura 2.**Ubicación empresa The Elite Flower.



**Fuente:** Google Earth.

**Coordenadas geográficas:** 4°46'20.26" N -74°19'35.91."

**Elevación:** 2652 msnm.

### **1.3 Misión**

Somos productores y comercializadores de flores ornamentales, exportamos especialmente al mercado Norteamericano (mayoristas y supermercados) garantizamos la mejor calidad y damos seguridad de abastecimiento. Proporcionamos calidad de vida a nuestros empleados dando un buen retorno a nuestros accionistas.

### **1.4 Visión**

Ser la primera empresa exportadora de flores colombianas, con excelente calidad haciendo énfasis en la entrega oportuna.

### **1.5 Generalidades**

#### **1.5.1. Invernadero**

El invernadero tiene ventilación cenital y lateral con apertura y cierre mecánica accionada por motoreductores eléctricos, estructura en tubería de hierro galvanizado, en polietileno blanco calibre 5. Está compuesto por 57 camas de 33m y 0,9 m de ancho y 14.400 bolsas.

#### **1.5.2. Sistema de compostaje**

Aproximadamente el 90% de los residuos sólidos que se generan por la agricultura corresponde a desechos vegetales, estos son producto del manejo y ciclo vital de las plantas, estos desechos se pueden convertir en una amenaza u oportunidad para la empresa de acuerdo al manejo que se les dé, por esto y teniendo en cuenta la cantidad de residuos orgánicos que se generan en el proceso de la gerbera, la empresa cuenta con un sistema de compostaje en el cual se aprovecha todo este material vegetal en el sustrato o abono de otro tipo de flores.

El material vegetal que se usa en el compostaje es todo aquel que se retira de la planta, es decir si hay hojas secas (deshojado) o si hay flores que crecen con el tallo torcido o simplemente están muertas, además en el proceso de post-cosecha se genera gran cantidad de este material puesto que es allí donde se seleccionan las flores aptas para la venta y las que no lo están son desechadas. Figura 3.



**Figura 3.**Área de compostaje.



**Fuente:** Autoras.

El compostaje es un proceso de descomposición aerobia micro bacteriana de materiales orgánicos hasta alcanzar la estabilidad. El compost resultante, es un producto estabilizado y sanitizado, de alto contenido de sustancias húmicas que puede aplicarse al suelo para mejorar sus características, sin causar daños al medio ambiente. Contiene importantes contenidos de materia orgánica y nutrientes fundamentales para las plantas. (InfoAgro, 2014)

### **1.6. Fuente hídrica para el riego.**

En el cultivo de gerbera el agua necesaria para el riego es proveniente del reservorio, el cual está constituido por 30% de aguas lluvias y el 70% restante de agua subterránea.

**Figura 4.**Reservorio para el bloque 2 de marinilla en la finca San Mateo.



**Fuente:** Autoras.



## 1.7. Características de la Gerbera

La gerbera pertenece a la familia Asteraceae. Es una planta herbácea, vivaz, en roseta, cuyo cultivo puede durar varios años, aunque comercialmente solo interesa cultivar durante dos o tres, según cultivares y técnicas de cultivo empleadas ya que a partir del tercer año la productividad comienza a disminuir y los problemas fitosanitarios se incrementan (Infoagro, 2014).

Esta flor crece en grupos densos de hasta 12 pulgadas (30 cm) de alto y ancho con hojas grandes, finas y vellosas. Las flores aparecen en tallos sostenidos por encima de las hojas en numerosos colores que incluyen amarillo, naranja, rojo, rosa, salmón, púrpura y blanco.

**Tabla 1.**Características de la gerbera.

<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>GERBERA</b>
Nombre Científico	Gerbera spp.
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Genero	Gerbera
Origen:	Transvaal (Sur de África)

**Fuente:** (Álvarez, 2011)

### 1.7.1. Marinilla

Teniendo en cuenta que el área de estudio hay diferentes especies de gerbera sembradas se escogió la marinilla ubicada en el bloque 2 de la finca San Mateo con un área de 1 hectárea. Esta especie es de color naranja con un centro café, la flor tiene un diámetro de 12 cm aproximadamente y el tallo tiene un largo de 70 cm, esta variedad es una de las que posee un tamaño de flor y tallo grande y su productividad es muy alta.

**Figura 5.**Marinilla.



**Fuente:** Autoras.

### **1.7.2Exigencias en clima**

**Luz:** La gerbera se considera como una especie indiferente al fotoperiodismo, aunque se la luz influye en la emisión de los brotes laterales, que darán lugar a nuevas flores. Un mayor número de brotes laterales en el momento de la antesis de la primera flor, incrementa la producción total de la planta, y por otro lado, el número de brotes laterales aumenta cuando las plantas se sitúan en condiciones de día corto (Álvarez, 2011)

**Temperatura:** La temperatura del suelo y del ambiente influye en la velocidad de la floración y en la longitud del pedúnculo. Asimismo la temperatura ambiental influye en la emisión de hojas, crecimiento de éstas y precocidad de la floración. La temperatura del suelo ejerce un efecto positivo sobre el diámetro de la flor y la longitud del pedúnculo, y el crecimiento de éste es mayor en periodos oscuros, dependiendo de la relación entre la temperatura del suelo y la del ambiente. (Pallarés, 1989)

Las altas temperaturas, en el momento de la plantación y en el arraigue, pueden producir desequilibrios entre la parte aérea y las raíces de la planta.

Las temperaturas más adecuadas para el cultivo de la gerbera son:

- 25 °C durante el día y 20 °C por la noche

**Humedad relativa:** Humedades comprendidas entre el 75 y 90% no presentan problemas, pero a valores mayores pueden favorecer el desarrollo de enfermedades como Botrytis. Por ello se recomienda un control exhaustivo de la ventilación durante los meses de invierno. Las

oscilaciones elevadas entre el día y la noche y entre diferentes periodos, pueden afectar a la calidad de la flor, disminuyendo su conservación en vaso. Humedades relativas superiores al 90%, pueden provocar manchas y deformaciones en las flores durante el invierno. (Pallarés, 1989)

### **1.7.3. Exigencias de suelo**

La gerbera es un cultivo con altas exigencias edáficas: suelos bien provistos de materia orgánica y con alta capacidad de retención de agua pero, al mismo tiempo, con buena porosidad y rápido drenaje para obtener buena aireación y además, suelos libres de organismos patógenos pues esta flor tiene un sistema radicular muy sensible a todos estos organismos. (Pallarés, 1989)

**Sustrato:** De la calidad del sustrato depende el éxito del cultivo y la productividad de la planta. El sustrato ideal para el cultivo es gravilla, mezcla de escoria y cascarilla de arroz quemada.

## **2. ANTECEDENTES**

El agua es el recurso más abundante de la tierra ya que ocupa dos de las terceras partes de la superficie del planeta y es el mayor componente de todos los seres vivos, debido a esto su demanda es muy grande puesto que es indispensable para el desarrollo de la humanidad. Día se día se hace más importante las investigaciones sobre su escasez, puesto que el agua que existe cada vez se hace insuficiente perdiendo las condiciones ambientales para su uso y esto debido al alto consumo e inadecuado manejo que hacemos de ella.

La disponibilidad del recurso hídrico es aproximadamente de 1.386 millones de  $\text{Km}^3$ , de los cuales el 2,53% es de agua dulce, en su mayoría se encuentra distribuido en glaciares, capas polares y acuíferos profundos, los cuales no son utilizables. El agua que si puede ser utilizada procede ríos, lagunas, lagos, humedales y es aproximadamente el 1% la cual es necesaria para el uso humano y el mantenimiento del ecosistema.

De la poca cantidad el agua apta para el consumo humano, la gran mayoría es utilizada para el avance de la humanidad es decir para usos industriales, agrícolas siendo este último el que genera más presión a este recurso puesto que necesita gran cantidad de agua para llevar a cabo sus actividades.

Conociendo esta información y como el recurso hídrico es indispensable para los seres vivos, y lo vulnerable que es se crea el interés de estudiarlo y crear indicadores como el de la huella hídrica para hacer frente a esta problemática y así poder formular estrategias y gestionar el buen uso del agua.

El indicador de Huella Hídrica fue desarrollado por los investigadores A. Hoekstra y A. Chapagain en 2003 y se basa en un desarrollo más amplio de dos conceptos formulados previamente, el primero de ellos es el concepto de agua virtual propuesto por J.A. Allan en 1993 y el segundo es el concepto de agua verde por M. Falkenmark en 1995. Estos dos conceptos proveen la mayor parte de la base conceptual y metodológica de la Huella Hídrica. (Allan, 1998)

Internacionalmente la organización The Water Footprint Network (WFN) ha estandarizado este concepto y su metodología de cuantificación en un guía que sirve como base y sustento en el desarrollo de este proyecto.

A nivel nacional se cuenta con diferentes estudios de huella hídrica en la cuenca del río Porce y en el sector agrícola, siendo este último el que genera mayor demanda de agua para sus procesos.

- **Título: The Water Footprint Assessment Manual: Setting the global standard.**

**Autor:** Water footprint network.

**Año:** 2011

**Revista:** Earthscan

**Resumen:** La evaluación de la huella hídrica hace referencia a un conjunto de actividades que se ejecutan para cuantificar y localizar la huella hídrica de un proceso, consumo o comunidad, donde deben establecerse una zona específica, esto para evaluar la sostenibilidad ambiental y socioeconómica.

La evaluación de la huella hídrica total posee cuatro fases: establecer objetivos y su alcance, contabilizar la huella hídrica, evaluar la sostenibilidad y formular la respuesta. Cada uno de estas fases debe llevar un procedimiento que lo acerque hacia el objetivo que se ha planteado y con base a esto se desarrolla la evaluación de la huella hídrica.

Para evaluar la huella se hace referencia a los tres tipos de aguas que se pueden encontrar, siendo agua azul, aquella que posee mayor costos de oportunidad por su escasez, haciendo referencia al agua dulce de superficie o subterránea, la cual se evapora, se incorpora a un residuo y no retorna a su zona de flujo. También se encuentra el agua verde que es conocida como el indicador del uso del agua humano y la más empleada generalmente en actividades agrícolas, siendo las provocadas por escorrentías, precipitación, la cual se mantiene en la superficie o vegetación. Por último se encuentra el agua gris, la cual se designa para el agua que posee una carga contaminante de algún proceso y/o actividad ejecutada.

Se generan las diversas formas para el cálculo de la huella hídrica total, esto teniendo en cuenta el volumen de agua empleada en el proceso, siendo del agua azul, verde y gris, esto también anexando un modelo CROPWAT, el cual genera el requisito de agua para los cultivos.

- **Título: UK Water footprint: the impact of UK's food and fibre consumption on global water resource.**

**Autor:** Ashock Chapagain, Stuart Orr

**Año:** 2008

**Revista:** World Wildlife Fund for Nature

**Resumen:** Debido a la problemática mundial que se enfrenta por el recurso hídrico, el Reino Unido decide hacer un estudio del impacto que se está generando en este recurso por medio del cálculo de la huella hídrica en el sector agricultor, esto para conocer la demanda y consumo de agua que se requiere para las actividades de producción de alimentos y ciertos productos.

Establecen la huella hídrica inicialmente para la parte industrial, productos domésticos y se enfocan en la agricultura, debido a que es la que genera mayor demanda del recurso hídrico. De allí emplean la evaluación de la huella hídrica externa generada por los diferentes países, todo esto para generar una conciencia acerca del riesgo del manejo del agua, donde se propone el cálculo de la huella hídrica para las compañías para tener un control y mejor administración del recurso.

- **Título: Estudio nacional de Huella Hídrica Colombia sector agrícola.**

**Autor:** Diego Arévalo, Juan Lozano y Javier Sabogal

**Año:** 2011

**Revista:** Sostenibilidad, tecnología y humanismo.

**Resumen:** Se realiza el cálculo de la huella hídrica en el sector agrícola en Colombia, con el fin de conocer la sostenibilidad que se está presentando en el recurso, por medio de la población en un área geográfica establecida para la identificación de impactos hacia el medio por los hábitos de consumo.

La metodología que se emplea para el cálculo de la huella hídrica es por medio de Water Footprint Network, con la ayuda de los datos de entidades como El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, IDEAM, IGAC, Corporaciones Autónomas Regionales y entre otras.

- **Título: Una Mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica.**

**Autor:** Diego Arévalo Uribe

**Año:** 2012

**Revista:** Water Wildlife Fund.

**Resumen:** Al ocupar Colombia el séptimo lugar en el ranking mundial de los países con mayor disponibilidad de recursos hídricos renovables, este le da la posibilidad de poseer un gran campo agricultor y por los diferentes pisos térmicos que se manejan, la variedad de cultivos es mayor, entre esos se ve favorecido con el cultivo de flores, las cuales son un producto agrícola no alimenticio que representa aproximadamente 37 m<sup>3</sup>/ha-día de

requerimiento de agua para riego, donde el 54% es de agua lluvia y el 46% de aguas subterráneas y superficiales.

La mayor producción de flores de Colombia se encuentra establecida en el departamento de Cundinamarca, el cual genera más del 78% de la huella hídrica, la cual es aproximadamente de 900 m<sup>3</sup>/t.

### **3. MARCO DE REFERENCIA**

#### **3.1 Marco teórico**

A continuación se presenta el marco teórico dando como referencia los conceptos importantes que aborda el tema de huella hídrica así como el proceso de cultivación de la gerbera.

##### **3.1.1. Evolución del concepto Huella Hídrica**

Este término surgió en la década de los años 90' con el concepto de huella hídrica ecológica, el cual fue introducido por William reyes y Marthis Wackernagel. La huella ecológica de una población representa la cantidad de superficie de terreno que es necesaria para que un grupo colectivo se pueda desarrollar en forma sostenible (Carole Farell Baril, 2013).

Así mismo introduce el concepto de agua virtual, estableciendo que cada producto, además del agua que lleva incorporada, requiere de un volumen mayor de agua en su proceso de producción.

Llegando a un nuevo concepto de la huella de agua, donde se creó la metodología propuesta por Hoekstra y Chapagain, Para obtener un indicador que relacionara el agua con el consumo de agua de la población. La huella de agua puede ser interna cuando se tiene en cuenta el líquido procedente de los recursos naturales, o externa cuando se considera la cantidad del líquido necesario para desarrollar el proceso productivo o servicios consumidos en un país cuando estos han sido elaborados en el exterior (Carole Farell Baril, 2013).

Según la Water footprint Network (WFN) la huella de agua cuantifica los diversos tipos o colores del agua de forma individual para después sumarlos en una métrica final. El calificativo de agua azul se engloban en aguas superficiales y subterráneas, el agua verde se designa a la de las precipitaciones, y el agua gris es la contaminada en los proceso de uso y consumo (Carole Farell Baril, 2013).

### **Huella hídrica**

Es un indicador que permite identificar las relaciones socio ambiental respecto al agua, que está orientado especialmente hacia las actividades socioeconómicas, razón por la cual se presenta como el más importante factor de presión e impacto sobre los recursos naturales. La conceptualización de la Huella hídrica ayuda a visualizar el uso oculto del agua de diferentes productos y a comprender los efectos del consumo y el comercio frente al agua y su disponibilidad (Arjen Y.Hoekstra, 2010).

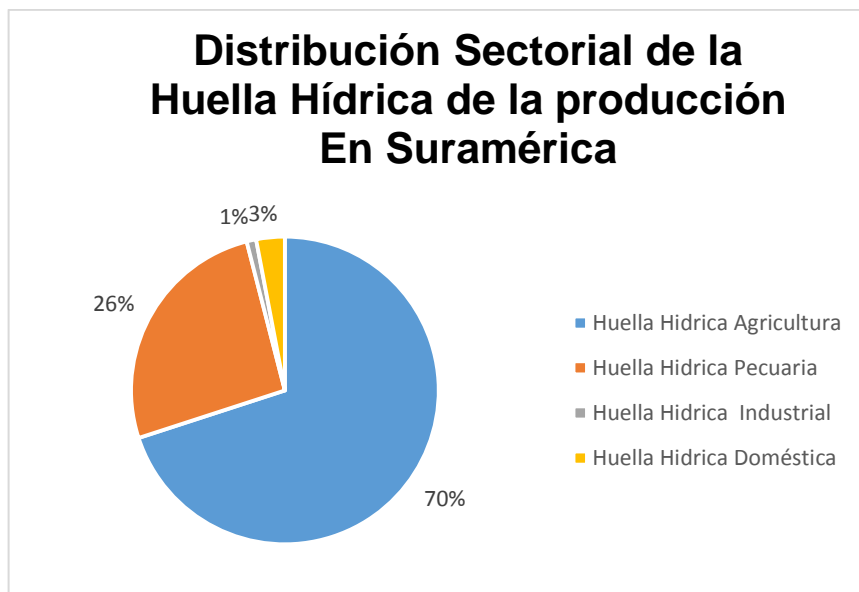
Teniendo en cuenta que la gestión sostenible del agua es muy importante puesto que este recurso es la base de la humanidad es importante tener en cuenta el cálculo de la huella hídrica, puesto que con esta información una empresa, un consumidor, un pueblo, un estado pueden hacer una correcta gestión del agua y mejorar en cada proceso de producción para disminuir los impactos que conlleva la producción de un producto. Las ventajas y puntos positivos que trae el cálculo y evaluación de este indicador son infinitas como por ejemplo ayuda a crear conciencia sobre el impacto que nuestra forma de vida, los productos que consumimos y las formas de producción tienen sobre los recursos hídricos (Hoekstra, 2011).

Desde la perspectiva de Colombia según la WWF en su artículo “Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica, se define como un indicador de sostenibilidad que permite identificar relaciones causa-efecto a nivel socio ambiental, siendo las actividades socioeconómicas el principal factor de presión sobre los recursos naturales.

Dentro de este artículo y con base a datos del 2011 de la National Water Footprint Accounts se muestra el estudio que realizaron a la huella hídrica para los países de sur américa en cuatro sectores: pecuario, industrial, domestica, agricultura. Los resultados de este estudio dieron que el sector que tiene mayor huella hídrica es el de la agricultura con un 70 % de 918.000 Mm<sup>3</sup>/año.



**Figura 6.** Distribución sectorial de la Huella hídrica de la producción en Suramérica.

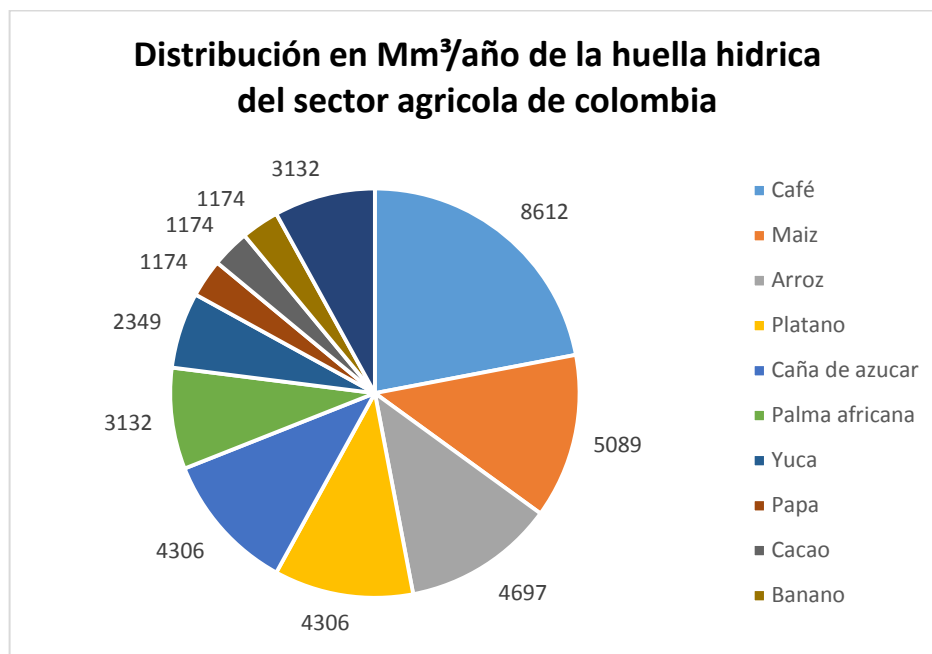


**Fuente:** Modificación autoras. (Uribe, Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica, 2012)

Los tres países suramericanos con mayor huella hídrica en la producción son Brasil, Argentina y Colombia cuya suma asciende al 80% de la huella hídrica del continente suramericano.

Teniendo en cuenta que Colombia se encuentra dentro de estos países la WWF realizó la huella hídrica de la producción agrícola y los productos más significativos para el país teniendo en cuenta que la huella hídrica total del sector agrícola es de 32.242 Mm<sup>3</sup>/año. En la siguiente figura se puede observar cómo está distribuida esta huella hídrica en los diferentes productos.

**Figura 7.** Distribución de la huella hídrica por producto del sector agrícola de Colombia.



**Fuente:** Modificado autoras. (Uribe, Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica, 2012)

El único producto agrícola no alimenticio que contempla este estudio son las flores puesto que tienen una gran importancia en la balanza comercial internacional, además de los requerimientos hídricos que se necesitan en su ciclo. Según Asocolflores la fuente de agua utilizada proviene en 54 % de agua lluvia y 46 % de fuentes subterráneas.

### 3.1.2. Generalidades de la floricultura en Colombia.

La actividad floricultores colombiana empezó a desarrollarse a finales de la década de los años sesentas y comienzos de los setentas debido a que encontró en la floricultura una buena oportunidad de inversión y por lo tanto un futuro promisorio para dar inicio a uno de los sectores más importantes en Colombia que actualmente colocan al país en un puesto privilegiado en el ámbito internacional. (Asocolflores, 2002)

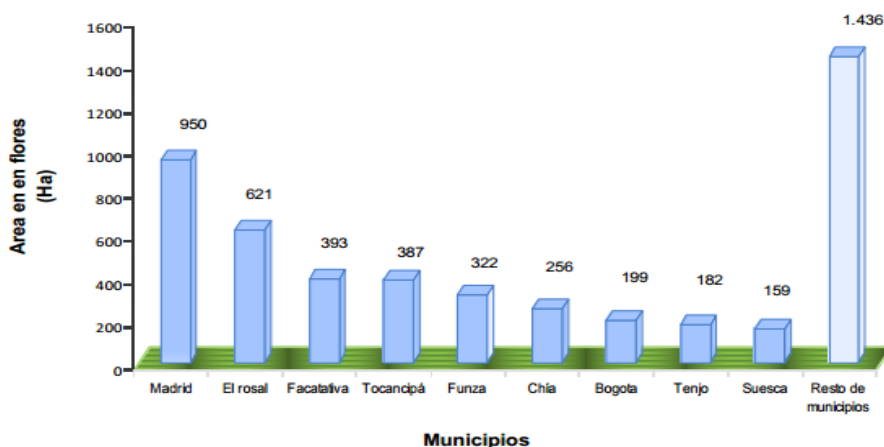
Debido a nuestra ubicación geográfica, a la calidad de nuestros suelos y a la dedicada labor de todos los floricultores Colombia se sitúa actualmente como el segundo mayor exportador de flores en el mundo, donde 7.290 hectáreas están destinadas al cultivo de exportación, 82% de las cuales se encuentran ubicadas en la sabana de Bogotá, 12% en Antioquia y el 5%

restante en la región centro-oriental del país. Teniendo en cuenta el dinamismo y gran exportador de flores esta actividad de agricultura es una gran generadora de empleo para los colombianos, datos del ministerio de agricultura estiman que la industria de flores genera 182.174 empleos (98.641 directos/ 83.533 indirectos) (Quirós, 2001).

Gran parte de la actividad florícola se encuentra ubicada en el departamento de Cundinamarca debido a que el área de la sabana de Bogotá cuenta con suelos muy fértiles y una temperatura adecuada para el cultivo eficiente de flores.

La actividad floricultora tiene presencia en más de 40 municipios de Cundinamarca, las principales concentraciones de empresas floricultoras se encuentran al occidente y norte de la sabana de Bogotá, Según el directorio del subsector, en el norte se ubican aproximadamente 133 compañías, mientras que en el occidente habría 119 empresas, siendo los municipios de chía y Zipaquirá en el norte y Funza y Facatativá en el occidente donde se encuentra la mayor cantidad de empresas. Según la figura 8, Madrid, el rosal y Facatativá son los tres municipios con más área sembrada en flores. (Asocolflores, 2009).

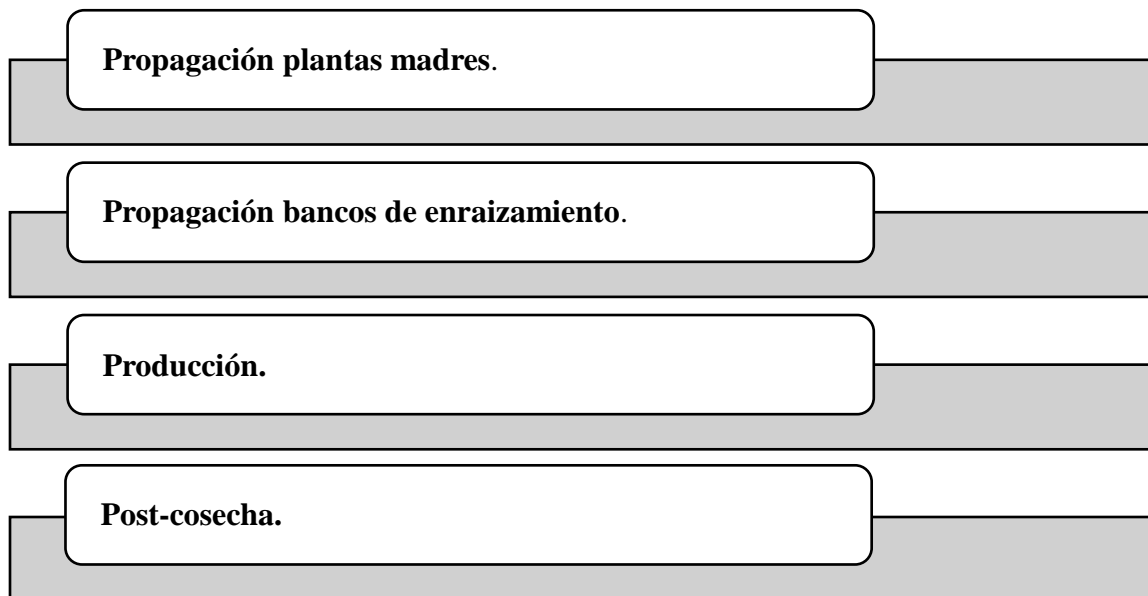
**Figura 8.**Área en flores en las fincas productoras, por municipio en Cundinamarca.



**Fuente:** DANE, Censo de fincas productoras de flores.

El proceso de producción de las flores en Colombia generalmente está compuesto por 4 etapas:

**Figura 9.** Etapas generales del proceso productivo de las flores en Colombia.



**Fuente:** Modificado autoras tomado de (Asocolflores, 2002).

**Propagación plantas madres:** Es el área del cultivo donde se siembran las plantas para producción de esquejes.

**Propagación bancos de enraizamiento:** Son los sitios destinados para colocar los esquejes sin raíz, con el objeto de lograr su enraizamiento, en un sustrato que generalmente es la escoria de carbón proveniente de hornos. Es un medio estéril e inocuo. (Asocolflores, 2002).

**Producción:** En el área de producción se llevan a cabo diferentes sub-procesos como son: preparación de suelos, desinfección del suelo, siembra, riego y fertilización, control de plagas y enfermedades, cosecha de flor y labores de renovación del cultivo, entre otros. (Asocolflores, 2002).

**Post-cosecha:** Comprende todas las actividades de selección de las flores, el empaque y la conservación de las mismas para exportación. En la post-cosecha se realizan la clasificación, el boncheo (armados los ramos, se cubren con un capuchón plástico), tratamiento sanitario, empaque y traslado a cuartos fríos de conservación. (Asocolflores, 2002).

---

### **3.1.3. Requerimientos de agua en el cultivo de flores**

El agua es el principal constituyente de los seres vivos. Una planta verde posee en su constitución entre un 90% y un 95% de agua. El porcentaje restante (10-5%) lo constituyen las cenizas las cuales portan los elementos nutritivos, de esto surge el principio de la esencialidad del agua para las plantas. (Amezguita, 1998).

En la producción de flores, la esencialidad del agua para obtener altos rendimientos es indiscutible, puesto que el agua produce la hidratación e hinchamiento de las células y esto causa el crecimiento vegetal, por esto en la floricultura es necesaria y esencial la relación de riegos frecuentes y eficientes. Además es el vehículo de transporte de los elementos nutritivos desde el suelo hasta las raíces y desde estas a toda la planta.

#### **Agua del suelo**

El agua en el suelo es retenida por fuerzas de adhesión y capilaridad. El fenómeno de adhesión ocurre cuando laminas moleculares de agua se ponen en contacto con partículas del suelo, el de cohesión cuando más láminas de agua se unen a las láminas adheridas y el de capilaridad cuando las láminas cohesionadas encuentran los capilares (poros) del suelo (Amezguita, 1998).

En la agricultura es importante considerar tres tipos de tamaño de poros en el suelo: macro, meso y micro poros. Por los primeros el agua se mueve libremente obedeciendo a la ley de gravedad. Son los poros de drenaje y de aireación del suelo, que también son los poros por los cuales crecen los pelos radiculares, se constituyen así, en definitivos para permitir del desarrollo de las raíces y con ello contribuir a la capacidad de absorción de agua y de nutrimento por las plantas. En los segundos, los meso poros se almacena el agua aprovechable, la cual es definida como la cantidad de agua que ocurre capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP). La capacidad de campo, es la máxima cantidad de agua (%) que un suelo puede retener contra la gravedad después de que se ha mojado abundantemente y ha drenado por 48 ó 72 horas. EL PMP se ha definido como la cantidad de agua presente en el suelo cuando un cultivo de marchita permanentemente (Amezguita, 1998)

#### **Movimiento de agua dentro del sistema Suelo-Planta-Atmósfera**

El movimiento del agua dentro del sistema suelo-planta-atmósfera, obedece a diferencias de potencial de humedad entre los componentes de este sistema. El potencial de humedad en la atmósfera es creado por el comportamiento instantáneo de la humedad relativa, cuando la humedad relativa es baja (medio día) se produce un potencial atmosférico más negativo y aumenta la demanda transpirativa de los cultivos. Si la conductividad hidráulica del suelo y

de la planta es alta el agua fluye dentro del sistema para suplir la demanda transpirativa, pero si es baja la planta tiene a ceder agua de sus tejidos originando el punto de marchitez temporal (Amezguita, 1998)

#### **3.1.4. Tipos de riego en la floricultura**

**Riego pre siembra:** En los suelos con características de livianos o francos el riego pre siembra puede ser pesado (contenido de humedad del suelo 20cm), pero en suelos de comportamiento arcilloso debe ser ligero para evitar que en la labor de siembra, se adhiera el suelo a las manos de los operarios. Después del riego de pre siembra el suelo debe quedar mojado suficientemente (sin exceso) por lo menos hasta la profundidad que tengan las raíces de las plantas que se va a sembrar.

**Riego refrescantes:** Este riego se hace en floricultura con el objetivo de mantener una humedad relativa alta alrededor de las plantas recién sembradas o estresadas, para que no se deshidraten. Este riego humedece muy superficialmente al suelo, el agua se pierde muy rápidamente por evaporación y no ayuda al mantenimiento de un buen nivel de humedad en el suelo. Este riego es absolutamente indispensable en las etapas de prendimiento y en los días calurosos (hacia medio día) (Amezguita, 1998).

**Riego de producción:** Es el riego diario o interdiario que se aplica a los suelos que se cultivan con flores, para que las plantas dispongan de la cantidad adecuada de agua que necesita para su crecimiento y desarrollo.

El crecimiento de las plantas se basa en la hidratación, hinchamiento y estiramiento de las células gracias al ingreso del agua absorbida por las raíces, que a su vez es portadora de elementos nutritivos y otras sustancias indispensables para crecimiento y desarrollo de los vegetales (Amezguita, 1998).

#### **Cantidad de agua en cada riego**

La cantidad de agua que se debe suministrar en cada riego depende de la cantidad de agua consumida del riego anterior. El suelo tiene una capacidad de almacenamiento hasta capacidad de campo, el riego debe completar el agua actual, hasta restituir de nuevo el contenido a capacidad de campo. En producción de flores se tiene como criterio aplicar 1 m<sup>3</sup> por cama (30m x 1.3m) por semana (Agrario, 2014).

### 3.3 Marco legal

Referenciando a la Constitución Política de Colombia de 1991, en el artículo 79 donde reglamenta que “todas las personas tienen un derecho a gozar de un ambiente sano, donde es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.

Partiendo de la legislación ambiental colombiana vigente aplicable para el sector floricultor, donde se involucra el uso del recurso hídrico, donde se tiene en consideración parámetros de captación de agua.

**Tabla 2.**Marco legal relacionado con el sector floricultor.

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>APLICACIÓN AL PROYECTO</b>
<b>1. Uso del recurso hídrico</b>		
Ley 99 de 1993	Art. 1 Principios de política ambiental y desarrollo.	Estableciendo la utilización de recursos hídricos.
Ley 373 de 1997	Art. 1 Programa para el uso eficiente del agua.	Establece un ahorro del recurso por parte regional o municipal en proyectos.
Decreto 1541 de 1978	Art. 44 a 53 Características de las concesiones en aguas continentales. Art. 54 a 66 Lineamientos para otorgar concesiones de aguas superficiales y subterráneas. Art. 104 a 106 Ocupación y permisos de ocupación de cauces. Art. 211 a 219 Control de vertimientos. Art. 225 Vertimiento por uso agrícola. Art. 231 Reglamentación de uso de vertimientos.	Establece las condiciones para el otorgamiento de licencias y concesión de cauces, esto bajo el control de vertimientos efectuados por parte del estado.
Ley 09 de 1979 Código Sanitario Nacional	Art. 51 a 54 Prevención y control del consumo humano de aguas. Art.463 Control de siembra de cultivos por parte gubernamental.	Establece un control especial respectivo a cultivos de siembra.

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA  
EN LA PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO DE GERBERA  
UBICADO EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.**

Decreto 1594 de 1984	<p>Art. 4 Criterios para asignación de uso del recurso hídrico y determinación de las características de calidad.</p> <p>Art. 27 Ordenamiento del recurso hídrico para aplicación de criterios de calidad y normas de vertimiento.</p> <p>Art. 29 Usos del agua.</p> <p>Art. 32 Uso agrícola del agua.</p> <p>Art. 40 Criterios admisibles para el recurso hídrico en actividad agrícola.</p> <p>Art. 45 Criterio de calidad para el recurso hídrico en actividad de preservación de flora y fauna.</p> <p>Art. 71 Control de la contaminación del recurso hídrico por aplicación de agroquímicos.</p>	<p>Establece parámetros y criterios de uso del recurso con criterios de calidad y norma de vertimiento, donde en función de administración el Ministerio de Ambiente y respectivamente a su uso en cultivos.</p>
Decreto 901 de 1997	<p>Art. 1 Reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua.</p> <p>Art. 4 Tarifa mínima de la tasa retributiva para sustancias contaminantes.</p>	<p>Reglamenta tasas retributivas por vertimientos puntuales a cuerpos de agua.</p>
Decreto 1594 de 1998	<p>Art. 1 a 19 Definiciones de uso y residuo líquidos.</p> <p>Art. 23 Criterios de consideración de tratamiento del recurso en condiciones iniciales y finales.</p> <p>Art. 24 Obtención de información de parámetros de índice de calidad de agua.</p> <p>Art. 32 Uso agrícola del recurso hídrico.</p> <p>Art. 40 Criterios de calidad admisibles para la destinación del uso agrícola.</p>	<p>Establece los índices y valores de los parámetros de criterio de calidad de agua en función de condiciones de entrada y salida.</p>
Decreto 3930 de 2010	<p>Art. 9 Uso del agua.</p> <p>Art. 13 Uso agrícola.</p> <p>Art. 41 a 60 Obtención de permisos de vertimiento y planes de cumplimientos.</p>	<p>Establece los usos permitidos del agua en condiciones agrícolas y los parámetros de cumplimientos de calidad del agua.</p>
Acuerdo 046 de 2006 de la CAR	<p>Art. Clasificación de usos del agua para la cuenca del río Bogotá y valores de parámetros de calidad a aplicar.</p>	<p>Establece las condiciones de vertimiento y los usos permitidos por parte de la cuenca del Río Bogotá.</p>



2. Uso del suelo		
Ley 388 de 1997	Art. 1 El municipio presenta autonomía de en el ordenamiento territorial, uso equitativo y racional del suelo.	Uso del suelo permitido por el municipio para cultivos.

**Fuente:** Autoras.

La empresa The Elite Flower S.A.S en sus procesos productivos usa agua subterránea y realiza aprovechamiento del agua lluvia, se debe tener en cuenta la normatividad relacionada con este tema.

**Tabla 3.** Normatividad concesión de agua.

Concesión de aguas	
<b>Decreto 1541 DE 1978</b>  <b>TÍTULO III:</b> De los modos de adquirir derecho al uso de las aguas y sus cauces-Capítulo III Concesiones ART 36	Toda persona natural o jurídica, pública o privada, requiere concesión para obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas para los siguientes fines: abastecimiento en los casos que requiera derivación, riego y silvicultura, abastecimiento de abrevaderos cuando se requiera de derivación, uso industrial, generación térmica o nuclear de electricidad, explotación minera y tratamiento de minerales, explotación petrolera, inyección para generación geotérmica, generación hidroeléctrica, generación cinética directa, flotación de madera, transporte de minerales y sustancias tóxicas, agricultura y pesca, recreación y deportes, usos medicinales, y otros usos similares.

**Fuente:** Autoras.

**Tabla 4.** Normatividad aprovechamiento de agua subterránea.

Agua subterránea	
<b>Decreto 1541 DE 1978</b>  <b>CAPÍTULO II</b> Aguas subterráneas	<b>Artículo 155°.-</b> Los aprovechamientos de aguas subterráneas, tanto en predios propios como ajeno, requieren concesión del Inderena.
	<b>Artículo 160°.-</b> Cuando la producción de un pozo exceda el caudal autorizado en la concesión, sea o no el concesionario dueño del suelo donde está la obra, el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, Inderena, podrá otorgar concesiones de las aguas que sobran a terceros que las soliciten bajo la condición de que contribuyan proporcionalmente a los costos de construcción, mantenimiento y operación del pozo u obra.

**Fuente:** Autoras.

**Tabla 5.** Normatividad aguas lluvias.

Aguas lluvias	
<b>Decreto 1541 DE 1978</b>  <b>TÍTULO VII:</b> Régimen de ciertas categorías especiales de aguas- <b>CAPÍTULO I-</b> Aguas lluvias	<b>Artículo 143°:</b> El dueño, poseedor o tenedor de un predio puede servirse sin necesidad de concesión para el uso de las aguas lluvias cuando estas aguas forman un cauce natural que atraviere varios predios, y cuando aún sin encauzarse salen de inmueble.
	<b>Artículo 144°-</b> La construcción de obras para almacenar conservar y conducir aguas lluvias se podrá adelantar siempre y cuando no se causen perjuicios a terceros
	<b>Artículo 145°.-</b> La construcción de obras para almacenar conservar y conducir aguas lluvias se podrá adelantar siempre y cuando no se causen perjuicios a terceros.

**Fuente:** Autoras.

### 3.4 Marco normativo

Actualmente el concepto de huella hídrica no se encuentra relacionada en la legislación colombiana directamente, debido a que es un concepto relativamente nuevo, pero actualmente se ha involucrado la Organización Internacional para la Normalización (ISO), las cuales incluyen la familia de las ISO 14000, las cuales hacen referencia a la gestión ambiental de las organizaciones con el fin de proteger el ambiente, minimizando los daños efectuados por las actividades que se generan.

**Tabla 6.** Normatividad aplicada al sector floricultor.

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>APLICACIÓN AL PROYECTO</b>
1. ISO 14040 de 1997	Principios y generalidades en la gestión ambiental en el análisis de ciclo de vida.	Evalúa los impactos potenciales de un producto por medio de las entradas y salidas del sistema productivo.
2. ISO 14041 de 1998	Definición de objetivos, alcance y análisis del inventario del ciclo de vida.	Establece los requerimientos y directrices en la aplicación y revisión crítica del análisis del inventario del ciclo de vida.
3. ISO 14042 de 2001	Evaluación del impacto de ciclo de vida.	Evalúa los impactos significativos correspondientes al análisis de inventario del ciclo de vida.
2. ISO 14044 del 2006	Requisitos y directrices en la gestión ambiental en el análisis de ciclo de vida de un producto o proceso.	Permite la evaluación del ciclo de vida con base al alcance, generando un análisis del inventario de ciclo de vida, con los impactos generados.
3. ISO 14046 del 2014	Principios, requerimientos y directrices de la huella hídrica.	Evalúa y reporta la huella hídrica aplicada para procesos, productos y organizaciones basado en la evaluación del ciclo de vida.

**Fuente:** Autoras.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Materiales y métodos

El cálculo de la huella hídrica involucra una variedad de variables teniendo en cuenta cada una de las etapas que están involucradas en el cultivo de gerbera. Inicialmente se hizo la recopilación y el análisis de la información suministrada.

En la tabla 7 se hace referencia a los materiales y métodos empleados para el desarrollo del cálculo de la huella hídrica involucrada en el cultivo de gerberas.

**Tabla 7.** Materiales y métodos.

Material	Descripción
“The Water Footprint Assessment manual” del 2011 publicado por Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya and Mesfin M. Mekonnen.	Manual publicado en el 2011 por la Water Footprint Network donde establece el procedimiento para el cálculo de la huella hídrica azul, verde, gris y posteriormente realizar el cálculo de la huella hídrica total, siendo de un proceso productivo, bienes o un servicio.
Lista de chequeo	Recopilación de información del cultivo suministrada por parte de personal de la empresa para el modelamiento de la huella hídrica en el programa CropWat 8.0.
Datos de estación meteorológica VENECIA de Facatativá, Cundinamarca.	Con una elevación de 2673 m.s.n.m, y coordenadas de latitud de 4,52 N y altitud de 74,35 W, se emplea para proveer el programa CropWat 8.0 la información de datos de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, insolación y precipitación.
Programa de modelamiento CropWat 8.0	Programa desarrollado por la Organización de las naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, FAO. Calcula el requerimiento hídrico de las necesidades del cultivo y de riego con base a las condiciones climáticas y tipo de suelo.

**Fuente:** Autoras.

También se utilizó como una línea de base la norma de la ISO 14046 del 2011 que pauta los principios básicos, requerimientos y guía para la evaluación y de generación de informes de

la huella hídrica, siendo una apertura para recomendaciones con base a los impactos generados en el ciclo de vida del producto, en este caso del cultivo de gerbera.

## **4.2 Fase 1 Diagnóstico inicial**

### **4.2.1 Identificación de las etapas de producción de la gerbera**

La gerbera es conocida por ser un tipo de flor delicada y bastante susceptible a distintas variables como climatológicas y tipo de suelo (sustrato). Para que alcance a obtener las condiciones necesarias para su crecimiento y desarrollo, la empresa The Elite Flower S.A.S adquiere directamente la semilla de la gerbera ya germinada de Holanda, donde en laboratorio se lleva a cabo un procedimiento invitro para el tratamiento de la semilla y de allí es transferido durante diez semanas a unas bandejas respectivas para la etapa de endurecimiento, en el cual el jiffy 4 (semilla germinada con cuatro hojas verdaderas) *Figura 10*, recibe revisión fitosanitario y control químico (herbicida y funguicida).

**Figura 10.** Jiffy 4.



**Fuente:** Autoras.

Las etapas que se consideran en la empresa The Elite Flower S.A.S se listan en la tabla 8 con el tiempo considerado en cada una de estas.

**Tabla 8.** Etapas en la producción de la especie Marinilla de gerberas.

<b>Etapas</b>	<b>Tiempo de duración</b>
Vegetativa	16 semanas
Productiva	2 a 5 años
Post-cosecha	Máximo 3 días.

**Fuente:** Autoras.

#### **4.2.1.1 Etapa vegetativa**

Previamente, con dos meses de anticipación en la finca San Mateo se prepara cada cama para el enraizamiento del jiffy 4 con el sustrato (mezcla de cascarilla de arroz quemado, escoria y lecho filtrante) administrándole diariamente agua por medio de hidratación por fogues para obtener la humedad indicada y una semana antes del enraizamiento se provee el sustrato de fertilizantes.

Para la especie Marinilla en el bloque 2 con una extensión de 2.680m<sup>2</sup> de la finca San Mateo donde se consideran 57 camas, las cuales poseen 240 bolsas por cama y en cada bolsa se encuentra una planta (jiffy 4). Figura 11.

**Figura 11.**Bloque 2 de la finca San Mateo.



(a) Bolsas por cama.



(b) Camas de Marinilla.

**Fuente:** Autoras.

En la tabla 9 se especifica las condiciones con las que está preparado el sustrato para el enraizamiento del Jiffy 4.

**Tabla 9.** Especificaciones del sustrato.

Tiempo	Condiciones
2 meses antes del jiffy 4	Se preparan las camas con el sustrato.
8 días antes del jiffy 4	Humedad entre 70 – 75%
Semana 1 antes del jiffy 4	Aplicar fertilizantes
	Conductividad: 1,5 pH: 6,5
Semana 4 después de la siembra del jiffy 4	Aplicación de fertilizantes y agua por mangueras.
Semana 8	Brotación del capítulo
Semana 16	Comienza la producción de gerberas.

**Fuente:** Autoras.

Con las condiciones anteriormente especificadas se provee un entorno para el enraizamiento del jiffy 4, donde durante 8 días se le suministran continuos refrescamientos comprendiendo desde las 8:00 horas del día hasta las 6:00 de la tarde por medio de fogues (neblina) evitando el exceso de humedad propicio para el desarrollo radicular del jiffy 4 emitiendo raíces.

Un mes después se inicia con la adición de fertilizantes por medio de las mangueras, y en 8 semanas brota el primer capítulo de la flor, al cual se le procede a pinchar para generar mayor producción de flor por cama, esperándose un aproximado de 7 capítulos por bolsa. Véase figura 7 (a).

**Figura 12.** (a) Capítulo de la marinilla, (b) Marinilla lista para la etapa productiva.



(a)



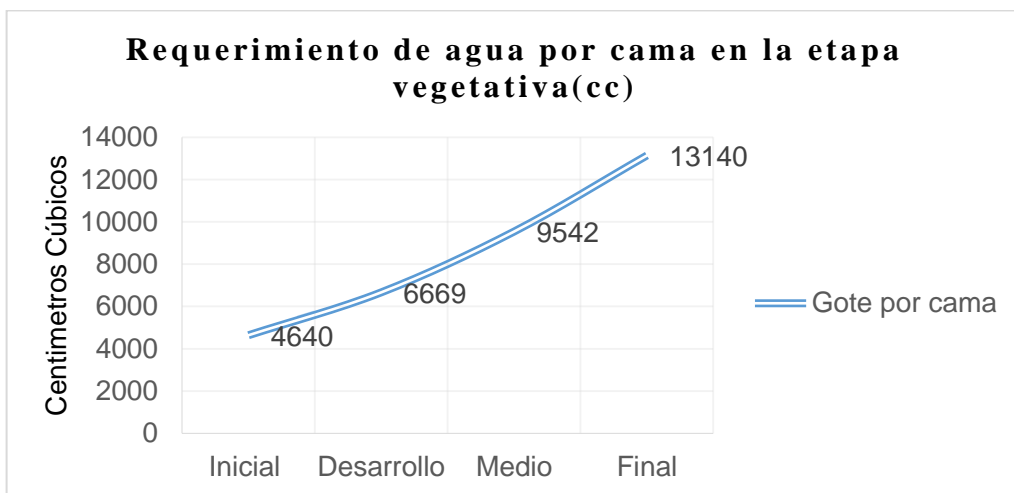
(b)

**Fuente:** Autoras.



Al encontrarse presente 16 hojas en cada bolsa, se da inicio a la etapa productiva de la marinilla. Figura 12 (b). Donde el consumo hídrico de todo el proceso vegetativo equivale 33991 cc por bolsa, donde su mayor consumo se genera en la fase final de esta etapa ver figura 13.

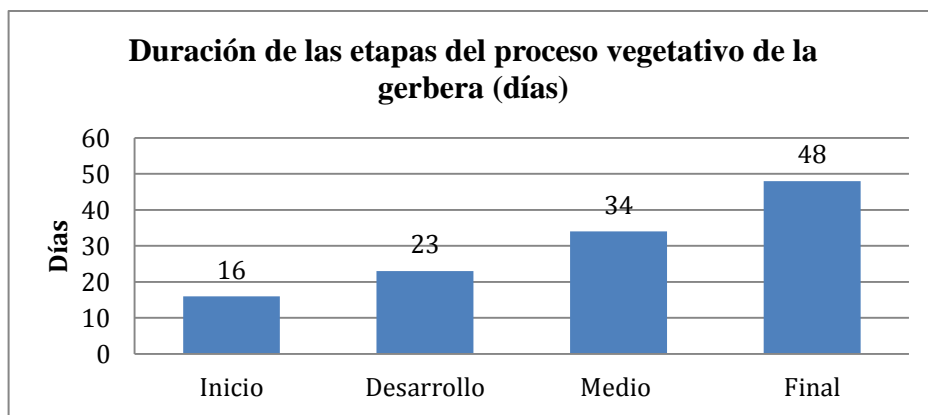
**Figura 13.**Consumo de agua en el proceso vegetativo de la flor.



**Fuente:** Autoras

En la figura 14 se muestra la duración en días de cada una de las etapas del proceso vegetativo de la flor donde se evidencia que la fase de la etapa vegetativa que tiene mayor duración es la final con una total de 48 días haciendo que el consumo hídrico sea mayor en esta fase.

**Figura 14.**Duración de las etapas del proceso vegetativo de la flor.



**Fuente:** Autoras



#### **4.2.1.2 Etapa productiva.**

A las 16 semanas se da inicio a la etapa productiva de la Marinilla, donde se consideran condiciones climatológicas, tales como la temperatura, iluminación y humedad, las cuales son controladas en el invernadero. También el sustrato es controlado bajo condiciones de fertilizantes y midiendo diariamente el porcentaje de agua drenada y de igual manera el agua suministrada por medio de tanques de almacenamiento que le suministran la cantidad de fertilizantes aplicados.

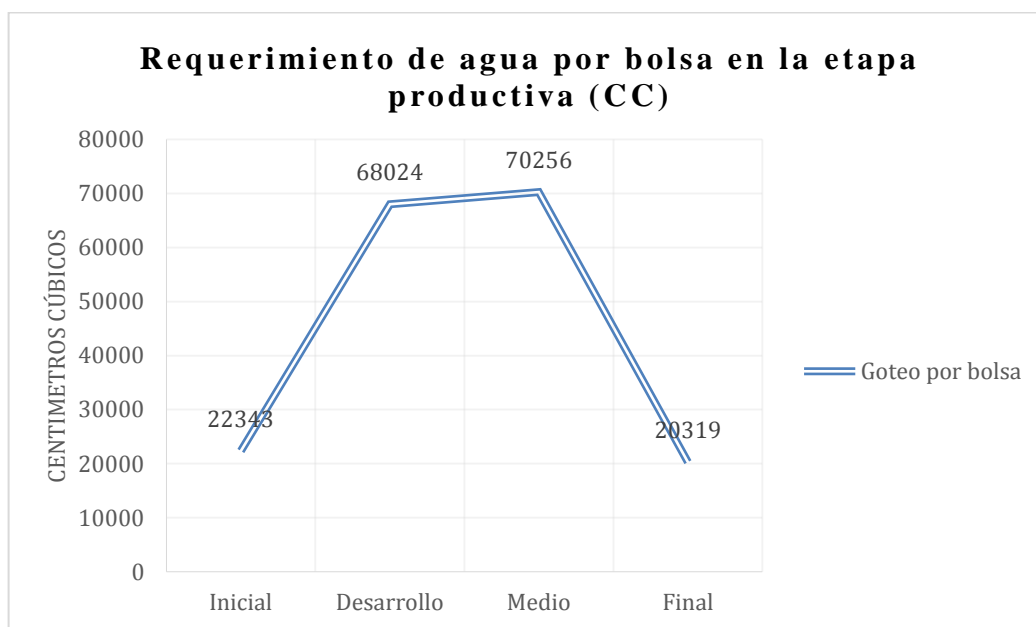
**Tabla 10.** Condiciones en la etapa productiva.

Condición	Parámetro	Especificación
Climatológica	Temperatura	12 – 20°C
Climatológica	Iluminación	3.500 – 6.500 Foot-Candel
Climatológica	Humedad relativa	60 – 85%
Suelo (sustrato)	Fertilizantes	Nitratos, sulfatos, hierro, Manganeso.
Suelo (sustrato)	Porcentaje de agua drenada.	20 – 25%
Agua	Conductividad	1.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Agua	pH	5 – 5.5

**Fuente:** Autoras.

La cantidad de agua necesaria en esta etapa es de vital importancia para un alto rendimiento en la producción, como se puede ver en el figura 15 la fase de esta etapa que más requiere agua es la media puesto que es aquí donde el cultivo está en su máxima producción y las flores necesitan estar bien hidratadas, aclarando que el uso de agua debe ser controlado puesto que si hay un exceso de humedad la planta puede verse afecta por enfermedades y hongos.

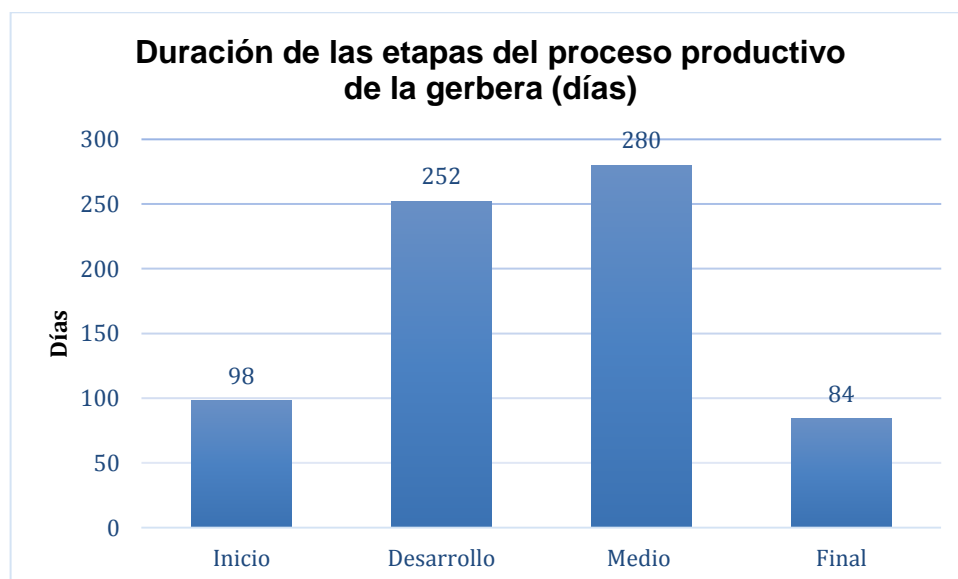
**Figura 15.**Consumo de agua por bolsa en el proceso productivo del cultivo.



**Fuente:** Autoras

En la figura 16 se puede observar que la fase de esta etapa que tiene una mayor duración es la media con una duración de 280 días.

**Figura 16.**Duración de las etapas del proceso productivo.



---

**Fuente:** Autoras

#### **4.2.1.3 Etapa post-cosecha.**

En esta etapa se procede a examinar detalladamente cada flor directamente en el cultivo para saber si se encuentra lista para el proceso de corte, donde se observan que tengan un anillo verdadero (figura 17), con una altura del tallo alrededor de unos 90 centímetros o la especificada por el cliente de ser así.

**Figura 17.** Anillo de representación en Marinilla para corte.

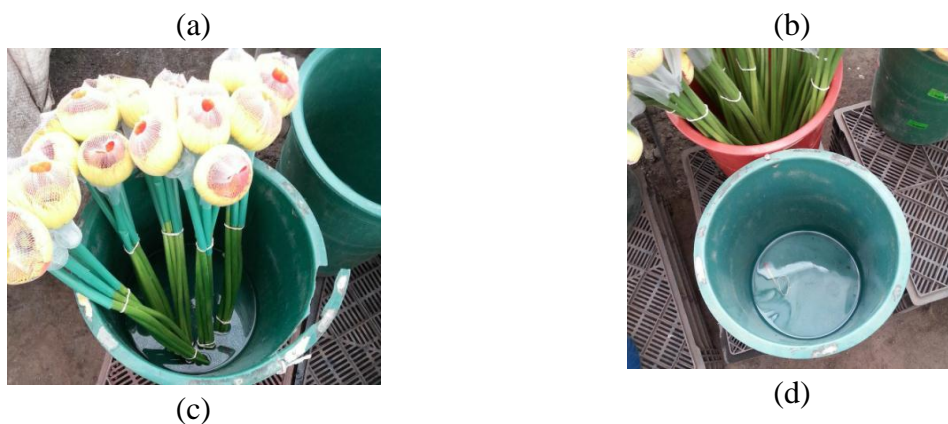


**Fuente:** Autoras.

El proceso de corte de cada flor se realiza manualmente por parte del personal de la empresa sin emplear ningún elemento corto punzante salvo su mano para evitar maltratar el capítulo, donde de allí se producirá una nueva flor, anterior a esto se procede a colocar la capuchón a los pétalos para evitar cualquier daño. Siguiendo al corte de la flor se mide el tallo de esta por medio de una regla para garantizar la altura del tallo, y se dispone la flor ya adjuntada con otras 4 flores en una cubeta con 50 mililitros de agua para mantenerlas hidratadas. Figura 18.

**Figura 18.**(a) Corte manual de flor, (b) Medición de tallo, (c) Flores adjuntadas con su capuchón, (d) Recipiente a disponer la flor con hidratación.





**Fuente:** Autoras.

Una vez son cortadas con las medidas del tallo, son transferidas por medio del cable vía a la zona de post-cosecha donde son examinadas nuevamente por el personal para comprobar la calidad y de allí se procede a empacarlas. Dependiendo del comprador se le implementa la bolsa respectiva y luego es instalada en las cajas para llevarlas. Figura 19.

**Figura 19.** (a) Transferencia en cable vía hasta la post-cosecha, (b) Zona de arreglo de post-cosecha, (c) Zona de espera a empaque, (d) Marinilla empacada en bolsa.



**Fuente:** Autoras.

### **4.3. Fase 2: Modelación para el cálculo de la huella hídrica verde, azul y gris.**

Para el cálculo de los requerimientos de agua verde y azul (CWUverde y CWUazul), se parte de información sobre el comportamiento de la planta como: Nacimiento, desarrollo, producción además de variables del entorno como: Clima precipitación y suelo.

Según la metodología propuesta por Hoeskstra la huella hídrica se calculó teniendo en cuenta tres componentes: HH azul, HH verde, HH gris y haciendo la sumatoria de estos se obtiene la huella hídrica total.

$$HH_{Total}: HHverde + HHazul + HHgris \quad \text{Ecuación 1}$$

#### **4.3.1. Huella hídrica azul y verde.**

La huella hídrica verde es el volumen de agua lluvia que se consume por la vegetación y no se convierte en escorrentía y La Huella Hídrica azul, es el volumen de agua dulce consumido por las plantas y luego transpirado, proveniente de fuentes de aguas superficiales y subterráneas.

La huella hídrica verde se calculó con la siguientes formula de la metodología antes mencionada

$$HH_{prod\ c, verde} \frac{CWU_{green}}{Y} = Volumen/masa \quad \text{Ecuación 2.}$$

**Dónde:**

**Y**= Rendimiento del cultivo, expresados en tallos/ha

**CWU**= Uso de agua del cultivo, expresado en m3 / ha.

Para el cálculo de uso de agua del cultivo se tiene en cuenta la siguiente ecuación:

$$CWU_{green} = 10 * \sum_{d=1}^{lgp} ET_{green} \quad \text{Ecuación 3.}$$

**Dónde:**

**ET** = Representa la evapotranspiración del cultivo, que es expresado en mm/día.

**Σ** = Es la sumatoria del ciclo de crecimiento completo del cultivo, es decir, desde la siembra (día 1) hasta la cosecha del cultivo y *lgp* se refiere a la longitud o los días que cada etapa del ciclo comprende.

El cálculo de la huella hídrica azul se realiza de la misma manera solo que se tiene en cuenta el volumen de agua dulce.

#### **4.3.2. Cálculo de la Evapotranspiración del cultivo verde y azul mediante el software CROPWAT 8.0**

Teniendo en consideración el modelamiento de la huella hídrica según el “Water Footprint Assessment manual” de Water Footprint Network, se requiere el conocimiento de la evapotranspiración de referencia, donde este se determinó por medio de expertos de la FAO que el programa CropWat 8.0 proyecta certeza en sus datos generados en relación a los empíricos.

Los datos que se trabajaron proceden de la estación Venecia ubicada en el municipio de Facatativá con las siguientes coordenadas:

**Tabla 11.**Datos estación Venecia.

<b>Altitud:</b>	2,673 m.s.n.m.
<b>Latitud</b>	0452 N
<b>Longitud:</b>	7425 W

**Fuente:** Autoras.

En la tabla 11 se encuentran los datos climatológicos importantes para realizar el cálculo, estos son (temperatura, humedad relativa, velocidad del viento e insolación en horas). El periodo tomado fue del 01 de enero del 2013 al 31 de diciembre del 2013, ya que el periodo de siembra y cosecha de la flor se encontraba en este año. El programa ofrecen diferentes fórmulas para determinar la ETo y se escogió la de la FAO Penman-Monteith puesto que esta genera más confiabilidad y certeza en los resultados ya que se diferentes estudios y bibliografía consultada así lo demuestran.



**Tabla 12.** Promedios mensuales de los datos climáticos requeridos por el programa CropWat 8.0.

Mes	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Insolación (Horas)
<b>Enero</b>	14,1	10,2	55	2,4	18
<b>Febrero</b>	14,4	10,7	59	2,5	14
<b>Marzo</b>	14,8	10,7	60	2,4	13,1
<b>Abril</b>	16,2	11,2	61	2,6	12,2
<b>Mayo</b>	15,2	11,3	60	2,6	12,2
<b>Junio</b>	15,1	11,1	57	2,1	12,9
<b>Julio</b>	14,1	10	57	2,3	14,2
<b>Agosto</b>	14,8	9,7	55	2,5	15,3
<b>Septiembre</b>	14,3	9,7	56	2	14,6
<b>Octubre</b>	13,8	9,7	54	2,7	14,3
<b>Noviembre</b>	14	9,7	58	2,3	13,7
<b>Diciembre</b>	14,3	10,6	59	2,3	16,6

**Fuente:** Estación meteorológica Venecia, Facatativá, Cundinamarca (2013)

### **Precipitación efectiva**

El segundo paso es calcular la precipitación efectiva con los datos de precipitación media mensual del periodo estudiado.

Este parámetro se define como la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo, quedando por tanto excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo. La precipitación efectiva a menudo es menor que la precipitación total porque no toda la lluvia puede ser objeto de apropiación del cultivo es se debe a la escorrentía superficial y a la percolación.

**Tabla 13.** Precipitación total mensual año 2013.

Mes	Precipitación (mm)
Enero	55
Febrero	67,7
Marzo	89,5
Abril	104,9
Mayo	91,3
Junio	68,1
Julio	54
Agosto	50,2
Septiembre	73,7
Octubre	129,4
Noviembre	131,1
Diciembre	75,7

**Fuente:** Estación meteorológica Venecia, Facatativá, Cundinamarca (2013).

#### **Datos y características del cultivo**

**Coefficiente Kc:** Es la relación entre las necesidades diarias de riego y del cultivo ( $ET_C$ ) y la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ).

Este valor fue obtenido de acuerdo a la información suministrada por la empresa, además con esta fue consultada en la bibliografía y haciendo la comparación con otro tipo de cultivo de flores se tiene este valor para todas las etapas de crecimiento de la flor.

**Tabla 14.** Coeficiente Kc del cultivo.

<b>Kc Inicial</b>	<b>Kc Medio</b>	<b>Kc Final</b>
1.2	1.2	1.2

**Fuente.** Empresa.

**Fecha de siembra:** La fecha de siembra permite calcular en el programa la fecha de cosecha, en la siguiente tabla se puede observar la fecha de siembra de la gerbera en Elite Flower.



**Tabla 15.**Fecha de siembra y cosecha para gerbera.

Cultivo	Fecha de siembra	Fecha de cosecha
Gerbera	30-abril	28-agosto

**Fuente:** Empresa.

**Etapas de la producción de la flor:** Es importante identificar las etapas de crecimiento de la flor y los días de cada una de estas.

**Tabla 16.**Duración en días de las etapas de crecimiento para gerbera.

Cultivo	Etapas de crecimiento (días)			
Gerbera	Inicial	Desarrollo	Mediados de temporada	Fin de temporada
Vegetativo	16	23	34	48
Producción	14	23	47	2

**Fuente:** Empresa.

**Profundidad radicular:** Las raíces son muy importantes en todo tipo de cultivos puesto que de por medio de estas las plantas absorben el agua necesaria, los nutrientes además son el soporte estructural de la planta. La profundidad radicular va aumentando a medida que la planta va creciendo es decir tiene una profundidad en el inicio del cultivo y otra en el desarrollo. Según información suministrada por la empresa la gerbera tiene una profundidad inicial y una máxima, en la tabla 16 se puede observar el valor inicial y el máximo.

**Tabla 17.**Profundidad radicular del cultivo de gerbera.

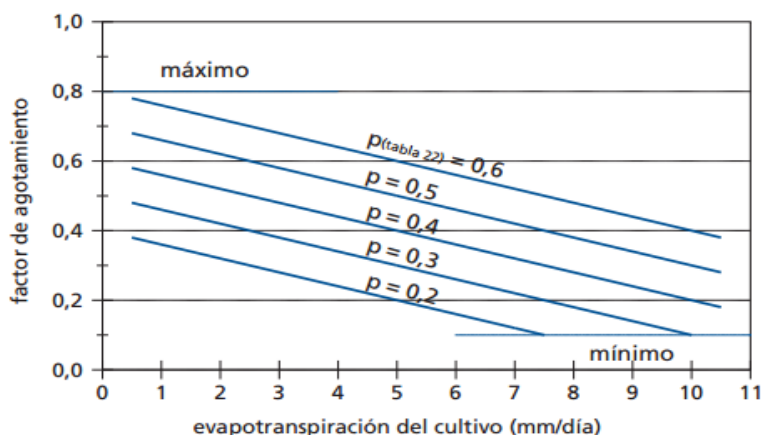
Cultivo	Profundidad radicular (cm)	
Gerbera	Inicial	15
	Máxima	35

**Fuente:** Empresa

**Fracción de agotamiento hídrico:** Teniendo en cuenta que la empresa no contaba con ese dato y de acuerdo los datos de evapotranspiración del cultivo (mm/día) arrojados por el programa Cropwat 8.0 se estableció que la fracción de agotamiento hídrico es del 0.30 puesto que la evapotranspiración diaria del cultivo es de 4,62.

En la figura 20 se puede observar que para una evapotranspiración de 4 su factor de agotamiento se encuentra alrededor de 0,30.

**Figura 20.**Factor de agotamiento (p) para diferentes niveles de evapotranspiración del cultivo.



**Fuente:** (FAO, 2009)

**Tabla 18.**Fracción de agotamiento hídrico del cultivo.

Cultivo	Fracción de Agotamiento Crítico
Gerbera	0.30

**Fuente:** Empresa.

**Factor de respuesta de la productividad  $K_y$ :** Este factor describe la reducción relativa de la productividad en función a la reducción de la  $ET_c$  generada por la falta de agua. Los valores de  $K_y$  son específicos de cada cultivo y pueden variar durante la temporada de crecimiento del cultivo. En general, la reducción de la productividad debido al déficit de agua es relativamente pequeña durante los períodos de desarrollo vegetativo y de maduración, siendo mayor durante los períodos de floración y formación del fruto. (FAO, 2009).

**Tabla 19.**Factor de respuesta de productividad.

Cultivo	Factor de respuesta de la productividad $K_y$
Gerbera	0.90

**Fuente.** (FAO, Evapotranspiración del cultivo en condiciones no estándar, 2009)

**Altura del cultivo:** La altura del cultivo va cambiando de acuerdo a la etapa en la que se encuentre el cultivo, donde se obtienen dos alturas una en la etapa principal es decir la vegetativa y otra en la productiva. Estos datos fueron obtenidos con información suministrada en el área de estudio.

**Tabla 20.**Altura del cultivo.

Cultivo	Altura del cultivo (cm)
Vegetativo	50
Productiva	90-100

**Fuente.** Empresa.

### **Características del suelo.**

Siendo el suelo un parámetro requerido por el programa CropWat 8.0 para el modelamiento de la huella hídrica, y teniendo un sustrato de cascarilla de arroz quemado y escoria en el cultivo de gerberas, se requiere asemejar a un tipo de suelo, el cual posea las características de que debe ser ligero, para que tenga una aireación constante y deje la posibilidad del crecimiento radicular de la planta, atribuyéndole de igual modo una humedad entre 70 y 75%, siendo así el tipo de suelo franco arenoso a considerar en el cultivo según fuentes bibliográficas consultadas.

Por medio de la “opción de suelo” presentada por el programa Cropwat y el listado de suelos que se consideran allí mismo, se elige el tipo de suelo franco arenoso para el modelamiento.

### **4.3.3. Huella hídrica gris**

Para el cálculo de la huella hídrica gris se utilizó como referente la contaminación del agua por causa de aplicación de fertilizantes, específicamente la aplicación de nitrógeno (N) y fósforo (P). Este cálculo sirve como referencia e indicador para saber el grado de contaminación del recurso hídrico asociado al proceso.

$$HH_{prod\ c.\ gris} \frac{(\alpha * AR) / (C_{max} - C_{nat})}{Y} = [vol^m\ en/mas^{\alpha}] \quad \text{Ecuación 4.}$$

**AR**= Cantidad aplicada de productos químicos para el campo por hectárea en kg/ha.

**(α)**= Fracción de lixiviación y escorrentía.

Este dato corresponde a la parte de las sustancias químicas que se aplican al cultivo, es decir los productos químicos como fosfatos y nitratos que percolan y llegan a los cuerpos de agua dulce.

La empresa no contaba con esta información por ello se asume el valor utilizado por Hoeskstra de 10% para todos los productos químicos. (Arjen Y.Hoekstra, 2010).

**C máx**= Concentración máxima aceptable en kg/m<sup>3</sup>.

Para la concentración máxima aceptable de acuerdo con la bibliografía consultada y basándonos en la legislación colombiana el acuerdo Número 43 del 17 de octubre de 2006 de la corporación autónoma regional de Cundinamarca se establecen los objetivos de la calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2006).

Teniendo en cuenta este acuerdo se encuentran los valores máximos aceptables para nitratos y sulfatos ya que estos son los productos aplicados en el cultivo. En la tabla 20 se encuentran estos valores máximos aceptables (Ver Anexo 6).

**Tabla 21.**Concentración máxima de los productos químicos aplicados.

<b>Parámetro</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Valor máximo que se puede obtener</b>
<b>Nitratos</b>	mg/ L	10
<b>Sulfatos</b>	mg/ L	400

**Fuente.** Acuerdo 43 CAR Cundinamarca.

**C<sub>nat</sub>**= Concentración natural para el contaminante considerado kg/ m<sup>3</sup>.

Para la concentración natural se asume un valor de cero puesto que se considera que el cuerpo de agua no contiene concentraciones de estos contaminantes.

**Y**= Rendimiento del cultivo ton/ha. (Ver anexo 1)

## **5. RESULTADOS**

Partiendo de datos suministrados por la empresa y por fuentes bibliográficas para el cálculo de la huella hídrica del cultivo por medio del programa de modelamiento CropWat 8.0 según el Manual de evaluación de la huella hídrica de la Water Footprint Network y los parámetros a seguir con consideraciones propias del cultivo.

A continuación se evidencia los resultados generados en el programa CropWat 8.0 presenciando los datos requeridos por el programa.

### **5.1. Estimación Huella hídrica azul y verde**

- Evapotranspiración de referencia

Se empleó parámetros climáticos del área en el periodo trabajado con sus promedios y finalmente se tiene un promedio anual de la evapotranspiración de referencia de 4,62 mm/día

- Precipitación efectiva

La precipitación total mensual correspondiente a los registros del periodo estudiado, provenientes de la estación Venecia del IDEAM, es decir al tiempo en que la flor fue sembrada hasta su cosecha y la precipitación efectiva que representa la cantidad de agua que el cultivo aprovecha en sus etapas. Este resultado es de 846,4 mm/año.

El siguiente paso para obtener los resultados fue introducir las características del cultivo correspondiente a cada etapa: coeficiente  $k_c$  del cultivo, duración en días de cada etapa, profundidad radicular en metros, fracción de agotamiento crítico, altura del cultivo. Teniendo en cuenta que el cultivo que se maneja en la empresa de la gerbera tienen dos etapas, vegetativa y productiva, puesto que la semilla propagada es traída de una empresa Holandesa, se introducen los datos de cada etapa por aparte determinando las características que se presenta el cultivo para cada etapa.

- Características del cultivo

El siguiente resultado se obtuvo después de introducir todos los datos necesarios del cultivo, es decir: coeficiente  $k_c$ , duración de cada etapa en días, profundidad radicular, fracción de agotamiento crítico, altura del cultivo, en el cual se encuentra especificado la fecha en la que empieza la etapa vegetativa y de allí es determinada según la duración de la etapa.

En los datos empleados para la etapa vegetativa, la etapa más larga de todo el proceso de la flor.

### **Características del suelo**

Según la información suministrada por la empresa y la bibliografía consultada se recomienda que el cultivo de gerbera sea realizado en un sustrato para el manejo y mejor control de las condiciones, ya que así se mantienen las condiciones de humedad y pH establecidas por el cultivo para que se obtenga un mayor rendimiento y evitar las enfermedades producidas por hongos a causa del exceso de humedad.

El sustrato en el cual se lleva a cabo este cultivo es cascarilla de arroz quemado con un lecho filtrante, pero al introducir los datos en el programa CropWat 8.0 se asimilo al suelo franco arenoso, el cual se asemejaba a las condiciones donde el drenaje que es generado por el suelo tiene las mejores características para este cultivo, donde sus partículas son visibles, haciendo que mantenga una humedad aproximada entre 30%, debido a que posee un permeabilidad moderada, dado a que puede observarse una cohesión entre las partículas generándose terrones que se pueden romper al tacto fácilmente. En la figura 21 se puede observar las características de este suelo.

**Figura 21.** Características del suelo franco arenoso.

Nombre del suelo		
Franco-arenoso		
Datos generales de suelo		
Humedad de suelo disponible total (CC-PMP)	140.0	mm/metro
Tasa maxima de infiltración de la precipitación	30	mm/día
Profundidad radicular máxima	900	centímetros
Agotamiento inicial de hum. de suelo (como % de ADT)	0	%
Humedad de suelo inicialmente disponible	140.0	mm/metro

**Fuente:** CropWat 8.0 (2014)

- Requerimientos hídricos del cultivo (UAC)

En la tabla 21 se observa la evapotranspiración del cultivo (ETc) de gerberas en la etapa vegetativa y productiva.

**Tabla 22.**Evapotranspiración del cultivo.

Cultivo de Gerbera	ETc del cultivo en la etapa vegetativa (mm/periodo)	ETc en la etapa productiva (mm/periodo)	ETc del cultivo del cultivo (mm/periodo)
	397,1	220	617,1

**Fuente:** CropWat 8.0 (2014).

Los datos de la tabla 21 fueron arrojados por el programa CropWat 8.0, basándose en los datos climatológicos provenientes de la estación Venecia de Cundinamarca.

### Requerimiento de agua en m<sup>3</sup>

- Etapa vegetativa

$$\begin{aligned} \text{Requerimiento en } m^3 &= \frac{33.991 \text{ cc}}{\text{bolsa}} * 14.400 \text{ bolsas} = 489.470.400 \text{ cc} * \frac{1 \text{ m}^3}{1'000.000 \text{ cc}} \\ &= 489,47 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Etapa Productiva

$$\begin{aligned} \text{Requerimiento en } m^3 &= \frac{180942 \text{ cc}}{\text{bolsa}} * 13680 \text{ bolsas} \\ &= 2.475.286.5600 \text{ cc} * \frac{1 \text{ m}^3}{1'000.000 \text{ cc}} = 2475 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Los requerimientos de agua para el cultivo (UAC) fueron calculados por el programa CropWat 8.0, donde se consideraron la etapa vegetativa y productiva para generarlo de manera independiente.

**Tabla 23.**Requerimiento de agua para el cultivo.

Cultivo de Gerbera	Requerimiento de agua en la etapa Vegetativa (m <sup>3</sup> )	Requerimiento de agua en la etapa Productiva (m <sup>3</sup> )	Requerimiento de agua del cultivo del cultivo
	489,47	2475	2964

**Fuente:** Empresa

El requerimiento hídrico del cultivo es considerado por etapas independientes, con el fin de obtener una relación donde se observa como el requerimiento es mayor en la etapa vegetativa con 489,47 m<sup>3</sup> que en la productiva con 371,93m<sup>3</sup>. Con estos datos se da paso al cálculo de la

huella hídrica verde y azul aplicando las fórmulas propuestas de “Water Footprint Assessment manual”. (Ver Anexo 4)

### 5.2. Estimación Huella hídrica gris.

Para este cálculo se tuvo en cuenta los productos químicos aplicados y su cantidad aplicada por hectárea (AR kg/ha), estos productos son Nitrato de calcio, Nitrato de Magnesio, Nitrato de Amonio, Sulfato de Cobre, Sulfato de Zinc, sulfato de Potasio. Para la estimación de producto aplicado se tuvo en cuenta la cantidad de semanas que hay en cada etapa, es decir en la etapa vegetativa y productiva se tuvo como resultado la AR de toda la etapa (ver Anexo 5).

**Tabla 24.** Productos químicos aplicados por etapa.

Producto químico	Etapas del proceso	Cantidad de producto aplicado por etapa (kg/ha)
Nitratos	Vegetativa	897,84
Sulfatos	Vegetativa	1721,74
Nitratos	Productiva	8202,56
Sulfatos	Productiva	17405,44

**Fuente:** Empresa.

Teniendo estos resultados de la AR se procedió a calcular la huella hídrica gris con las formulas y procedimiento del Anexo 5. En la tabla 24 Se muestra la huella hídrica gris.

**Tabla 25.**Huella hídrica gris.

Cultivo	Huella hídrica gris
Gerbera	0,82 l/tallos

**Fuente:** Autoras

### 5.3. Estimación Huella hídrica para gerbera

Una vez cálculos la huella hídrica azul, verde y gris se procede a realizar el cálculo de la huella hídrica total haciendo la suma de los tres componentes anteriormente mencionados.

**Tabla 26.**Huella hídrica total para la gerbera.

Cultivo	Huella Hídrica azul (l/tallo )	Huella Hídrica verde (l/tallo )	Huella Hídrica gris ( l/tallo )	Huella Hídrica total (l/tallo )
Gerbera	1,34	3,12	0,82	5,28

**Fuente:** Autoras.

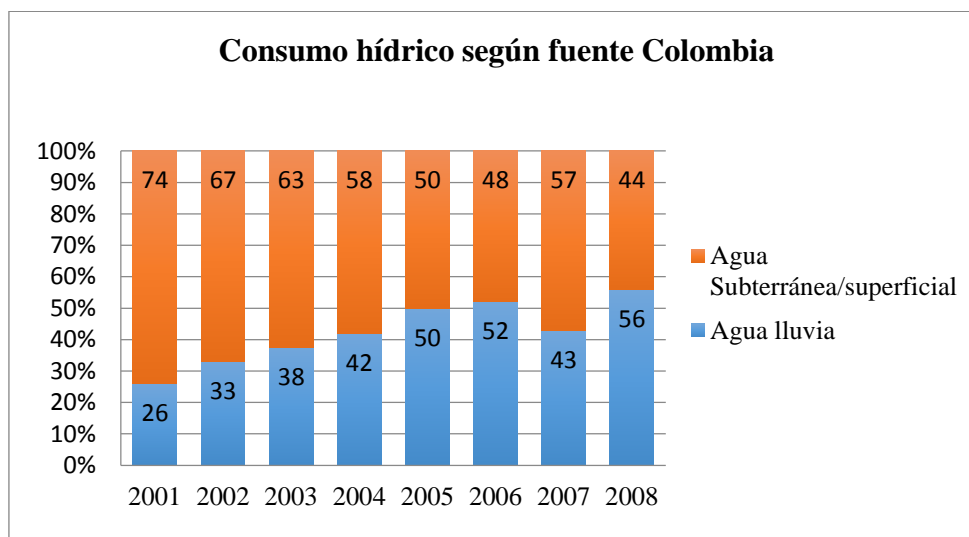


## 6. ANALISIS DE RESULTADOS

Partiendo de que Colombia es el segundo exportador de flores frescas a nivel mundial después de Holanda, y siendo el principal exportador a Estados Unidos con una participación de 60% de las importaciones a este país, es considerada la floricultura una actividad económica de importancia para el país, donde la sabana de Bogotá, en la zona de Rionegro, el Eje Cafetero y algunos municipios de Valle del Cauca, ocupan el 75% de las exportaciones de flores en Colombia empleando 272 empresas dedicadas al trabajo. (FlorVerde, 2009).

Teniendo en cuenta que la floricultura genera un impacto positivo a la economía en el país, se creó el programa Florverde® en 1996 por parte de Asocolflores con el propósito de estimular el mejoramiento ambiental de forma continua en las empresas floricultoras, donde está orientada a la optimización de recursos incluyendo el concepto de desarrollo sostenible, incorporando elementos de la ISO 14001. En la figura 22 se observa el cambio que se realizó desde el 2001 al 2008 en el abastecimiento de fuente. (FlorVerde, 2009)

**Figura 22.** Distribución del consumo de agua de acuerdo a la fuente de abastecimiento en el periodo de 2001 a 2008 en el sector floricultor en Colombia.

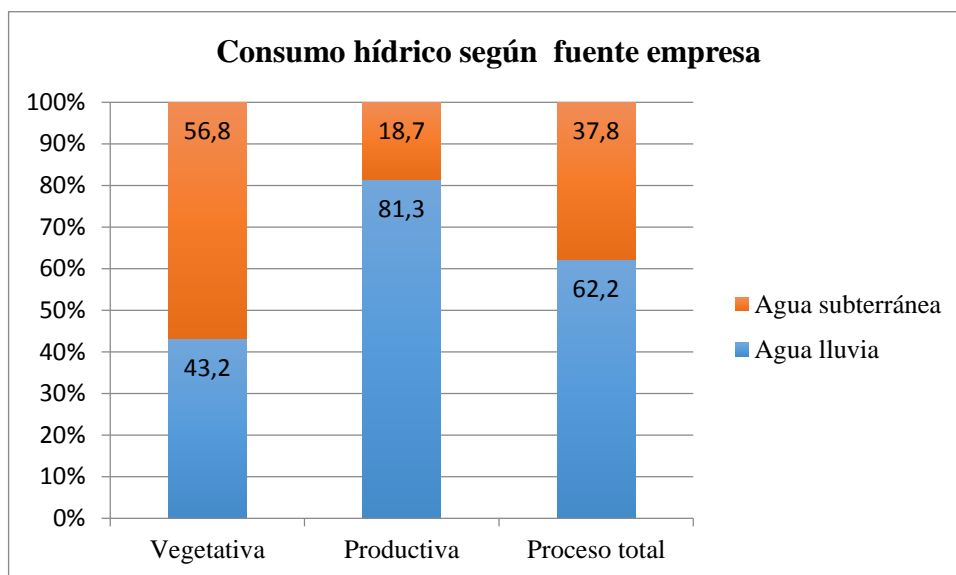


**Fuente:** Modificado por autoras de Florverde®.

La empresa trabaja el abastecimiento hídrico por medio de aguas lluvias y subterráneas, donde considerando el hecho teórico de que no se manejará un abastecimiento como el que cuenta la empresa emplearían en la etapa vegetativa un 56,8% de aguas subterráneas y 43,2%

de aguas lluvias, mientras que en la etapa productiva el 81,3% de aguas lluvias y el 18,7% de aguas subterráneas, generando una totalidad del proceso del cultivo de gerbera el uso del 62,2% pertenecientes a aguas lluvias y el 37,8% a aguas subterráneas, reflejado en la figura 23, donde se ve el aporte de la empresa con la iniciativa del programa Florverde® al emplear el agua lluvia como mayor parte de abastecimiento en su proceso productivo.

**Figura 23.** Consumo de agua de acuerdo a fuente de abastecimiento en la empresa en etapa.



**Fuente:** Autoras.

A esto se le reduce el impacto que está generando la empresa a las fuentes de aguas superficiales y/o subterráneas, dado a que la empresa cuenta con un reservorio, el cual es constituido 70% de aguas lluvias y el 30% restante de aguas superficiales. En la tabla 27 se evidencia la reducción del 7,8% que se obtiene en el proceso total del cultivo, haciendo referencia a un menor impacto generado en las fuentes hídricas del municipio de Facatativá.

**Tabla 27.** Porcentaje de fuentes de abastecimiento de la empresa para el requerimiento hídrico del cultivo.

Consumo hídrico sin reservorio			Consumo hídrico con reservorio		
Etapa	Agua lluvia	Agua subterránea	Etapa	Agua lluvia	Agua subterránea
Vegetativa	43,2	56,8	Vegetativa	70,0	30
Productiva	81,3	18,7	Productiva	70,0	30
Proceso total	62,3	37,8	Proceso total	70,0	30

**Fuente:** Autoras.

## 6.1 Huella hídrica verde

La huella hídrica verde es referida al volumen de agua lluvia que se evapora de un cultivo durante el periodo de crecimiento, donde según el informe “Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica” de la organización Word Wildlife Fund, se encuentra que Colombia se estima una huella hídrica para el sector agrícola de 39.174 Mm<sup>3</sup>/año, donde se encuentran incluidos cultivos de café, plátano, maíz, caña de azúcar, arroz, palma africana, yuca, cacao, papa, banano y otros (Uribe, Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica, 2012).

Asociando el 8% del otros de los productos agrícolas de la figura 28 de la distribución porcentual de la huella hídrica agrícola verde total de Colombia pertenece a 34.242 Mm<sup>3</sup>/año, donde le corresponde 2.739 Mm<sup>3</sup>/año respectivamente, relacionando una parte al sector floricultor, dado a que al ser una actividad agrícola no consumible, realizando un aporte de 0,096 Mm<sup>3</sup>/año a ese porcentaje el cultivo de gerbera de la especie marinilla.

En la tabla 28. Se consolida la huella hídrica por parte de Colombia en el sector agrícola, la parte de los otros productos de este sector, considerando los porcentajes establecidos por el documento de la organización WWF, y de igual manera la estimación de la huella hídrica del cultivo de gerbera en la especie de la marinilla.

**Tabla 28.** Aporte de huella hídrica del cultivo de la especie Marinilla de gerbera en el sector agrícola.

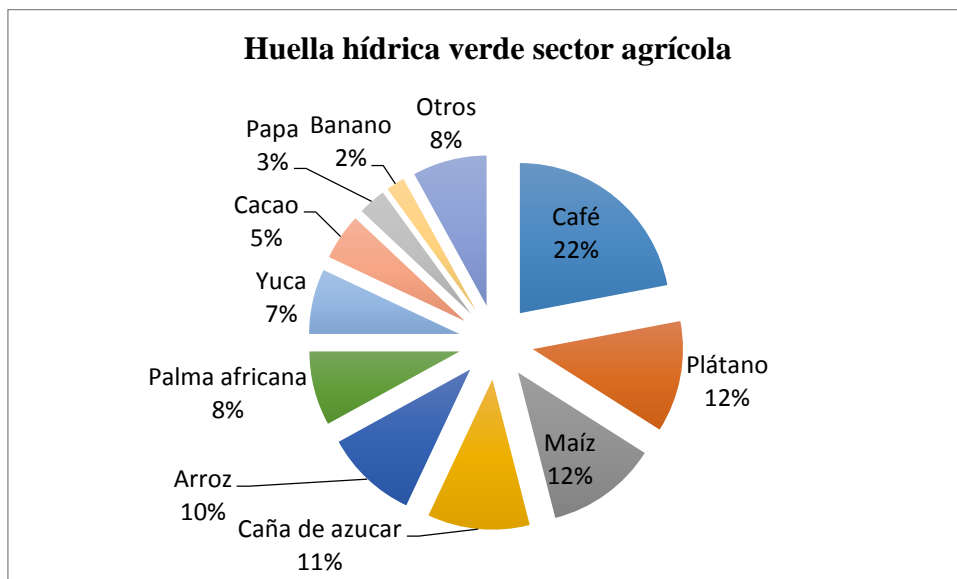
Huella	Huella hídrica Agrícola Colombia	Huella Hídrica de "Otros productos agrícolas"	Huella hídrica de Cultivo Gerbera
<b>Huella hídrica azul (Mm3/año)</b>	2.804	140,2	0,041
<b>Huella hídrica verde (Mm3/año)</b>	34.242	2.739,36	0,096
<b>Huella hídrica Gris (Mm3/año)</b>	2.098	167,84	0,017
<b>Huella hídrica total (Mm3/año)</b>	39.144	3.047,4	0,206

**Fuente:** Autoras.

El aporte de realizado por la huella hídrica verde en el cultivo es el mayor como se ve ilustrado en la tabla 24, respecto a la azul y gris, debido a que la fuente de abastecimiento del agua lluvia es la más empleada por la empresa, dado a que se cuenta con niveles de

precipitación en la zona que hacen posible el hecho, y que se posee un reservorio en la finca para administrar de manera eficiente las condiciones climáticas.

**Figura 24.** Distribución porcentual de la huella hídrica verde en el sector agrícola en el 2008.

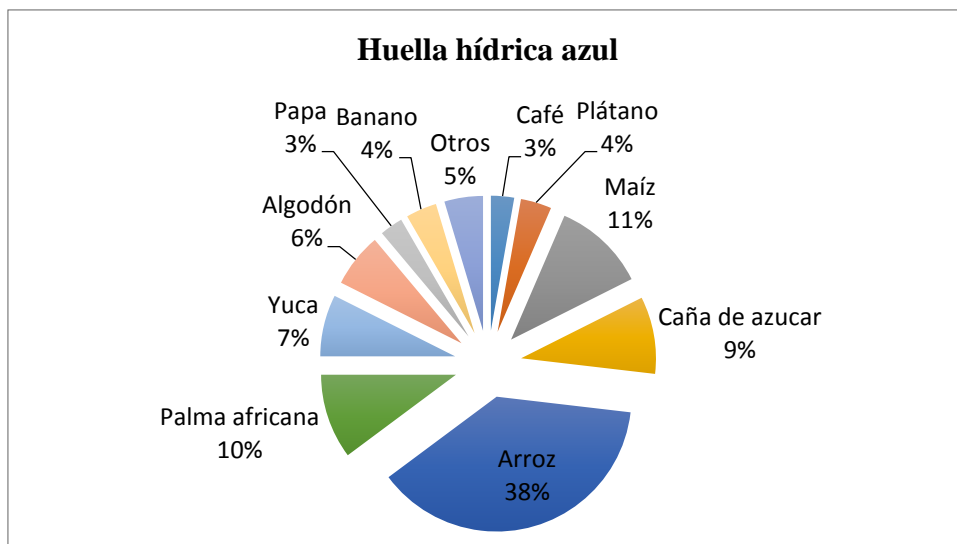


**Fuente:** Modificado por autoras de “Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica”

## 6.2 Huella hídrica azul

La huella hídrica azul hace referencia al volumen de agua de riego que es proveniente de fuente subterránea o superficial, que se evapora a partir de un campo de cultivo durante el periodo de crecimiento, donde se puede evidenciar que en la figura 25, que el sector floricultor se encuentra estimado en el 5% de los otros productos productivos, contando con 2.804 Mm<sup>3</sup>/año, haciéndole referencia del aporte de 0,041 Mm<sup>3</sup>/año del cultivo de gerbera de la especie marinilla.

**Figura 25.** Distribución porcentual de la huella hídrica azul en el sector agrícola en el 2008.

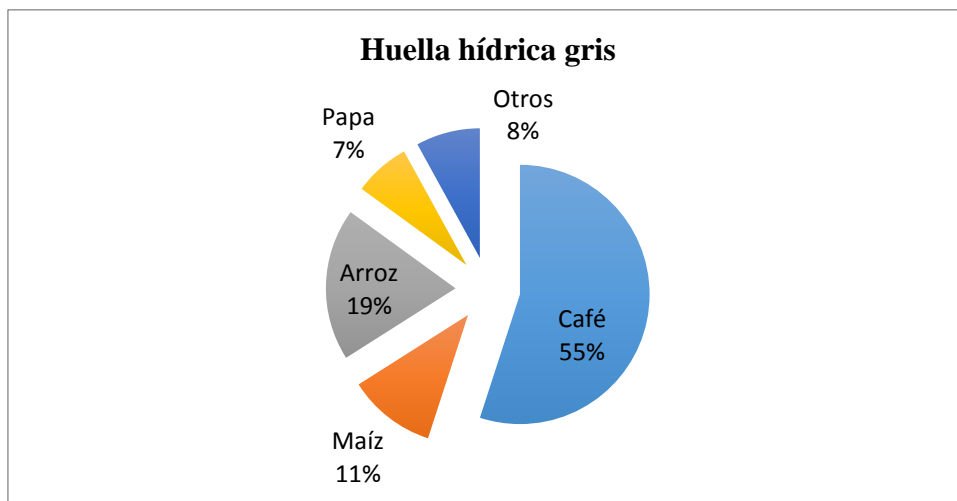


**Fuente:** Modificado por autoras de “Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica”

### 6.3 Huella hídrica gris

La huella hídrica gris es definida como la cantidad de agua necesaria para asimilar en el cuerpo de agua contaminante que se trate, donde el aporte de 0,017 Mm<sup>3</sup>/año que realiza el cultivo de gerbera de la especie marinilla al 8% de los otros productos agrícolas identificado en la figura 5, estimándose este de 2.098 Mm<sup>3</sup>/año.

**Figura 26.** Distribución porcentual de la huella hídrica gris en el sector agrícola en el 2008.

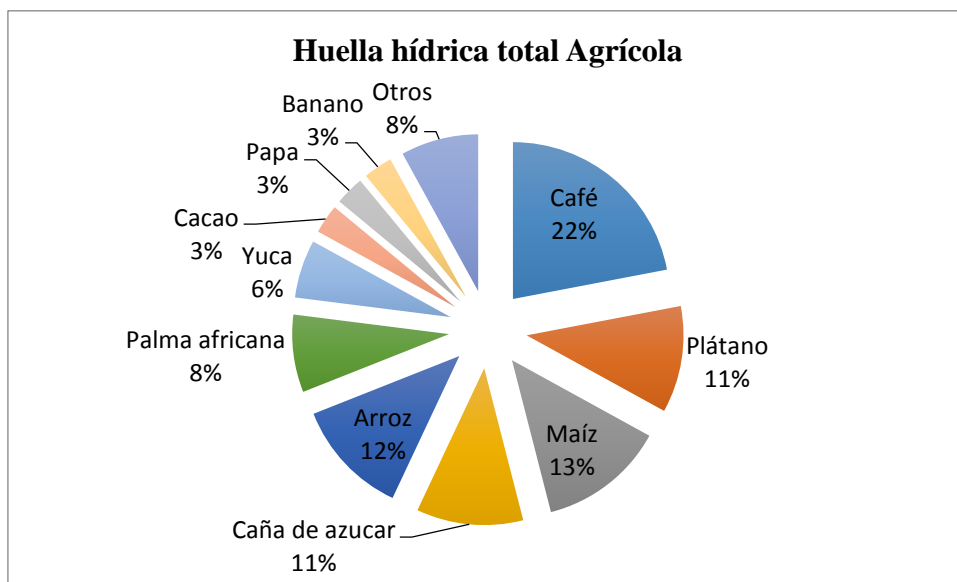


**Fuente:** Modificado por autoras de “Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica”

#### 6.4 Huella hídrica total

La huella hídrica total del cultivo de la especie marinilla de gerbera es de 0,206 Mm<sup>3</sup>/año, que al compararse con el 8% del sector agrícola al que pertenece con 3.047,4 Mm<sup>3</sup>/año ilustrada en la figura 27 representa tan solo el 0,0067% en Colombia.

**Figura 27.** Distribución porcentual de la huella hídrica total en el sector agrícola en el 2008.



**Fuente:** Modificado por autoras de “Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica”

Pero teniendo en cuenta que Facatativá es el cuarto municipio de Cundinamarca con 7,2% de cultivo de flores, según estudio realizado por el DANE en el 2011, es importante analizar cuantas personas de este municipio pueden vivir con el agua empleada en estos cultivos, para ello es necesario calcular la dotación neta de acuerdo a lo establecido por el RAS 2000 título B.

Para determinar el consumo de agua por parte de la población se debe determinar el grado de complejidad que posee el municipio, y esto se realiza con la cantidad de habitantes de este mismo. Por medio del último censo realizado por el DANE donde afirma que su tasa de crecimiento es perteneciente al 4,23% donde se aproxima que Facatativá cuenta con 117.396 habitantes, lo cual lo clasifica en un nivel de complejidad alta como se evidencia en la tabla 29.

**Tabla 29.**Nivel de complejidad del municipio de Facatativá según el RAS 2000 título B.

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana(Habitantes)	Capacidad económica de los usuarios.
<b>Bajo</b>	>2500	Baja
<b>Medio</b>	2501 a 12.500	Baja
<b>Medio alto</b>	12.501 a 60.000	Media
<b>Alto</b>	>60.000	Alta

**Fuente:** Modificado por autoras de RAS 2000 Titulo B.

Ya conociendo el nivel de complejidad que tiene el municipio se procede a conocer la dotación neta diaria del recurso hídrico por habitante día, siendo así para los habitantes de Facatativá un consumo mínimo de 150 L/habitante-día, ilustrado en la tabla 30.

**Tabla 30.**Dotación neta diaria por habitante según nivel de complejidad del municipio.

Nivel de complejidad del sistema	Dotacion neta mínima(L/habitante-Día)	Dotacion neta máxima(L/habitante -Día)
<b>Bajo</b>	100	150
<b>Medio</b>	120	175
<b>Medio alto</b>	130	-
<b>Alto</b>	150	-

**Fuente:** Modificado por autoras de RAS 2000 Titulo B.

Compilando los datos de la población por la dotación neta mínima de agua para habitante día se obtiene que la población de Facatativá requiera de 17.609,4 m<sup>3</sup>, y al considerar que el proceso del cultivo de la gerbera tiene un periodo de duración en la etapa vegetativa de 4 semanas y en la etapa productiva de 25 meses, donde su requerimiento hídrico en esta etapa es de 2.475 m<sup>3</sup>. En la tabla 31 se refleja la cantidad de agua empleada por el proceso productivo del cultivo de 2 hectáreas aproximadas de gerbera al día, donde se deja tan solo

de abastecer un 0,135% del recurso hídrico que se requiere de abastecer a los habitantes por la producción de gerbera.

**Tabla 31.**Requerimiento hídrico para la producción del cultivo diario.

<b>Requerimiento hídrico población (m<sup>3</sup>/día)</b>	<b>Requerimiento hídrico etapa vegetativa (m<sup>3</sup>/día)</b>	<b>Requerimiento hídrico etapa productiva (m<sup>3</sup>/día)</b>	<b>Requerimiento hídrico total producción gerbera (m<sup>3</sup>/día)</b>
17609,4	17,139	6,78	23,92

**Fuente:** Autoras.

Según estimaciones ya realizadas como se observa en la tabla 32 de la huella hídrica en cultivos de las flores Liatris, estatices y del cultivo trabajado gerbera, donde se consolida por medio de la figura 32, para ubicar que la huella hídrica mayor total se le atribuye a la gerbera, siguiendo luego de Liatris y por último la estatices.

También se le atribuye que la huella hídrica gris de la gerbera respecto a los otros tipos de flores es menor, indicando que las condiciones en las que trabaja la empresa genera menor impacto en la contaminación por los fertilizantes.

**Tabla 32.**Huella hídrica verde, azul, gris y total para las flores Liatris, Estatices y Gerbera.

<b>Flor</b>	<b>Liatris</b>	<b>Estatices</b>	<b>Gerbera (marinilla)</b>
<b>Huella hídrica verde (L/tallo)</b>	1,32	3,78	3,12
<b>Huella hídrica azul (L/tallo)</b>	0,91	0,62	1,33
<b>Huella hídrica gris (L/tallo)</b>	4,27	1,94	0,82
<b>Huella hídrica total (L/tallo)</b>	6,5	6,34	5,28

**Fuente:** Autoras.

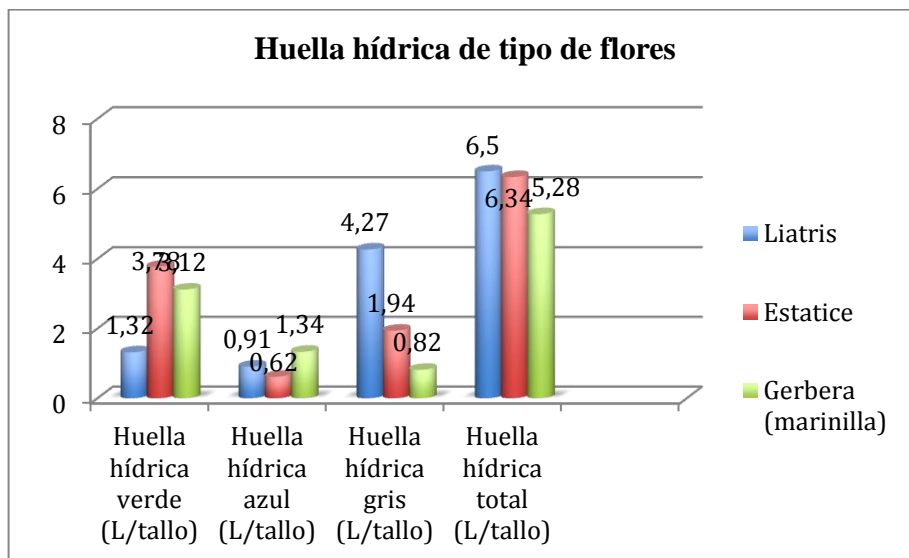
En la figura 32, se observa que la diferencia presentada de la huella hídrica de la gerbera hacia la liatris es menor por 1,22 L/tallo, y así mismo con respecto a la Estatices que es menor por 1,06 L/tallo.

De la figura 28 se observa como la huella hídrica gris generada por el cultivo de gerbera es menor que los otros dos tipos de flores, haciendo la diferencia para que la huella hídrica total



sea la menor de las tres, y de igual manera influyendo esta misma huella hídrica gris para que la que genere mayor huella hídrica sea la Liatris con respecto a la Estatice y la gerbera.

**Figura 28.** Comparación de la estimación de huellas hídricas en tres tipos de flores.



**Fuente:** Autoras.

## **7. CONCLUSIONES**

- Se calculó la huella hídrica para la gerbera especie marinilla en un cultivo ubicada en el municipio de Facatativá, con un resultado de 5,28 L/tallo (huella hídrica verde de 3,12 L/tallos, huella hídrica azul de 1,33 L/tallo y huella hídrica gris de 0,82 L/tallos)
- La eficiencia de riego por goteo, siendo la empleada por la empresa genera un rendimiento del 85%, generando así una mayor eficiencia en el consumo hídrico.
- La huella hídrica de la gerbera es menor que la de otras flores teniendo en cuenta las diferentes estimaciones que se han realizado sobre dos tipos de flores con una huella hídrica de 3,5 L /tallo, *Liatris* es de 6,50 L/tallo y la *Estatice* es de 6.34 L/tallo, esto es debido a diferentes factores como: manejo de factores ambientales como la humedad relativa, temperatura, insolación ya que cuando estos parámetros no son estrictamente controlados la flor se detiene en su crecimiento y esto lleva a la disminución del rendimiento del cultivo.
- La huella hídrica es directamente proporcional al rendimiento del cultivo es por esto que esta información debe ser cuidadosamente recopilada para tener un indicador verídico, para el caso de la gerbera se tiene que para su huella hídrica de 5,28 L/tallo se tiene un rendimiento de 1113,13 tallos/m<sup>2</sup>.
- El impacto generado por el cultivo de gerbera de la especie marinilla de la empresa en fundamento con la dotación del recurso hídrico de la población de Facatativá se ve afectado en tan solo 0,136% del total del recurso.
- Para una buena propuesta de riego es importante el porcentaje de drenaje puesto que con esta información y con los parámetros climatológicos como la temperatura, insolación se puede determinar la cantidad óptima de agua para el riego del cultivo y así evitar posibles problemas como un déficit y exceso de agua.
- El uso de agua del cultivo (UAC) de gerbera de la especie marinilla en la finca de San Mateo es mayor en la etapa vegetativa con un requerimiento de 479,9 m<sup>3</sup> que la productiva con 371,9 m<sup>3</sup>, debido a que la flor es más vulnerable en esta etapa dado a que el jiffly se encontraba en condiciones controladas como temperatura, humedad.

## **8. RECOMENDACIONES**

Se recomienda aumentar el rendimiento del cultivo puesto que esto genera que la huella hídrica de la gerbera sea alta en comparación con otras flores. Este aumento se puede realizar mejorando las prácticas de siembra o las condiciones ambientales como la humedad, insolación, puesto que esta flor es susceptible a las bajas temperaturas y eso hace que su rendimiento disminuya, evaluando de igual manera los costos a considerar por el aumento de energía.

Si se requiere emplear la metodología para los otros cultivos de flores que se tienen, considerando variables climatológicas como humedad relativa, precipitación media anual, temperatura máxima y mínima, insolación y velocidad del viento, de igual manera se debe considerar los días que se demora cada flor en cada etapa, con su requerimiento hídrico.

Se recomienda a la empresa continuar con el abastecimiento hídrico por parte de aguas lluvias, debido a que generan menor impacto sobre el recurso hídrico proveniente de aguas subterráneas o superficiales.

## **9. BIBLIOGRAFÍA**

- Agrario, B. (02 de 09 de 2014). *Boletín Agrario*. Obtenido de <http://www.boletinagrario.com/ap-6,floricultura,418.html>
- Allan, J. (1998). *Virtual Water: A Strategic Resource Global Solutions to Regional Deficits*. Westerville, Ohio.: Ground Water, 36: 545–546. National Ground Water Association.
- Álvarez, M. Á. (2011). *Operaciones culturales, riego y fertilización*. Antequera Malaga : ic editorial .
- Amezquita, E. (1998). *Requerimientos de Agua y Nutrición del cultivo de Flores*. Cali.
- Arjen Y.Hoekstra, A. K. (16 de Octubre de 2010). *Manual de Evaluación de la Huella Hídrica*. London-washington: 2011. Obtenido de [http://es.watershedconnect.org/documents/water\\_footprint\\_assessment\\_manual\\_setting\\_the\\_global\\_standard#](http://es.watershedconnect.org/documents/water_footprint_assessment_manual_setting_the_global_standard#)
- Asocolflores. (2002). *Guía ambiental para la floricultura*. Colombia: Produmedios.
- Bolívar, J. P. (2004). *El agua sus formas, efectos, abastecimiento, usos, daños*. Bogotá: Ecoe.
- Carole Farell Baril, S. T. (2013). Huella de agua de uso público-urbano en México . *REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA*, 60,61.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, C. (17 de Octubre de 2006). *Alcaldía de Bogotá* . Obtenido de [www.alcaldiabogota.gov.co](http://www.alcaldiabogota.gov.co).
- Ecologia hoy. (02 de 09 de 2014). *Ecologia hoy*. Obtenido de <http://www.ecologiahoy.com/aguas-subterraneeas>
- Facatativa, A. (02 de 09 de 2014). *Alcaldía Municipio de Facatativa* . Obtenido de [http://www.facatativa-cundinamarca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.facatativa-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml)
- FAO. (2009). *Evapotranspiración de un cultivo en condiciones no estándar* . FAO FIAT PANIS.
- FlorVerde. (2009). *Logrando una floricultura competitiva*. Colombia: Asocolflores.
- Flowers, E. (s.f.). *Elite flower*. Obtenido de <http://www.eliteflower.com/>
- Hoekstra, A. (2011). *Water footprint of Modern Consumer Society*. Oxford: Routledge Chapman & Hall.
- Infoagro. (02 de 09 de 2014). *Infoagro*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/flores/flores/gerbera.htm>
- InfoAgro. (04 de 12 de 2014). *Infoagro*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje2.htm>

- Pallarés, R. A. (1989). *Cultivo de la gerbera para flor cortada en la región de Murcia*. Murcia: Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca,.
- Perlman, H. (02 de 09 de 2014). *La Ciencia del agua para escuelas*. Obtenido de [water.usgs.gov/gotita/earthswuse.html](http://water.usgs.gov/gotita/earthswuse.html)
- Rita Vázquez, M. O. (2012). *HUELLA HÍDRICA DE AMÉRICA LATINA: RETOS Y OPORTUNIDADES*. Mexico: Aqua-lac.
- ROLDÁN, J. R. (02 de 09 de 2014). *Dane*. Obtenido de [www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Metodologia\\_censoFlores.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Metodologia_censoFlores.pdf)
- Uribe, D. A. (2012). *Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica*. Colombia: World Wide Found For Nature.

**ANEXO 1. Rendimiento del cultivo**

**Área de camas**

Largo	33 m
Ancho	0,9 m
Número de camas	57

$$\text{Área de camas} = 33m * 0,9m * 57$$

$$\text{Área total de camas} = 1692,9 m^2$$

Semana	Producción (no. Tallos)	Área (m2)	Rendimiento (tallo/m2)	Rendimiento (tallo/ha)
1	13525	1692,9	7,989249217	79892,4922
2	20560	1692,9	12,144840215	121448,4022
3	20390	1692,9	12,044420816	120444,2082
4	14942	1692,9	8,826274440	88262,7444
5	18770	1692,9	11,087483017	110874,8302
6	18930	1692,9	11,181995393	111819,9539
7	18436	1692,9	10,890188434	108901,8843
8	18112	1692,9	10,698800874	106988,0087
9	19756	1692,9	11,669915530	116699,1553
10	18445	1692,9	10,895504755	108955,0476
11	26096	1692,9	15,414968397	154149,6840
12	25981	1692,9	15,347037628	153470,3763
13	19811	1692,9	11,702404159	117024,0416
14	27621	1692,9	16,315789474	163157,8947
15	25721	1692,9	15,193455018	151934,5502
16	25961	1692,9	15,335223581	153352,2358
17	32400	1692,9	19,138755981	191387,5598
18	27930	1692,9	16,498316498	164983,1650
19	15962	1692,9	9,428790832	94287,9083
20	19086	1692,9	11,274144958	112741,4496
21	18140	1692,9	10,715340540	107153,4054
22	19326	1692,9	11,415913521	114159,1352
23	19189	1692,9	11,334987300	113349,8730
24	25325	1692,9	14,959536889	149595,3689
25	28496	1692,9	16,832654026	168326,5403
26	18840	1692,9	11,128832181	111288,3218

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA  
EN LA PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO DE GERBERA  
UBICADO EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.**

27	22075	1692,9	13,039754268	130397,5427
28	20930	1692,9	12,363400083	123634,0008
29	16910	1692,9	9,988776655	99887,7666
30	19655	1692,9	11,610254593	116102,5459
31	22900	1692,9	13,527083703	135270,8370
32	18995	1692,9	11,220391045	112203,9104
33	20995	1692,9	12,401795735	124017,9574
34	15041	1692,9	8,884753972	88847,5397
35	13280	1692,9	7,844527143	78445,2714
36	11620	1692,9	6,863961250	68639,6125
37	20065	1692,9	11,852442554	118524,4255
38	22335	1692,9	13,193336878	131933,3688
39	26011	1692,9	15,364758698	153647,5870
40	29342	1692,9	17,332388210	173323,8821
41	24820	1692,9	14,661232205	146612,3221
42	28535	1692,9	16,855691417	168556,9142
43	27892	1692,9	16,475869809	164758,6981
44	20458	1692,9	12,084588576	120845,8858
45	20065	1692,9	11,852442554	118524,4255
46	18935	1692,9	11,184948904	111849,4890
47	19254	1692,9	11,373382952	113733,8295
48	18265	1692,9	10,789178333	107891,7833
49	21025	1692,9	12,419516805	124195,1681
50	21026	1692,9	12,420107508	124201,0751
51	20352	1692,9	12,021974127	120219,7413
52	15203	1692,9	8,980447752	89804,4775
53	18659	1692,9	11,021915057	110219,1506
54	19523	1692,9	11,532281883	115322,8188
55	21356	1692,9	12,615039282	126150,3928
56	23584	1692,9	13,931124107	139311,2411
57	19235	1692,9	11,362159608	113621,5961
58	18965	1692,9	11,202669975	112026,6997
59	21782	1692,9	12,866678481	128666,7848
60	18256	1692,9	10,783862012	107838,6201
61	17652	1692,9	10,427077795	104270,7780
62	18325	1692,9	10,824620474	108246,2047
63	20125	1692,9	11,887884695	118878,8469
64	21039	1692,9	12,427786638	124277,8664
65	17452	1692,9	10,308937326	103089,3733

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA  
EN LA PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO DE GERBERA  
UBICADO EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.**

66	18245	1692,9	10,777364286	107773,6429
67	17526	1692,9	10,352649300	103526,4930
68	16325	1692,9	9,643215784	96432,1578
69	15326	1692,9	9,053104141	90531,0414
70	18235	1692,9	10,771457263	107714,5726
71	17523	1692,9	10,350877193	103508,7719
72	14235	1692,9	8,408647882	84086,4788
73	13526	1692,9	7,989839920	79898,3992
74	12348	1692,9	7,293992557	72939,9256
75	11468	1692,9	6,774174493	67741,7449
76	12395	1692,9	7,321755567	73217,5557
77	14325	1692,9	8,461811093	84618,1109
78	15648	1692,9	9,243310296	92433,1030
79	14568	1692,9	8,605351763	86053,5176
80	14637	1692,9	8,646110225	86461,1023
81	16325	1692,9	9,643215784	96432,1578
82	13258	1692,9	7,831531691	78315,3169
83	14526	1692,9	8,580542265	85805,4226
84	15688	1692,9	9,266938390	92669,3839
85	14568	1692,9	8,605351763	86053,5176
86	16652	1692,9	9,836375450	98363,7545
87	14589	1692,9	8,617756512	86177,5651
88	13524	1692,9	7,988658515	79886,5851
89	14487	1692,9	8,557504873	85575,0487
90	12468	1692,9	7,364876839	73648,7684
91	12454	1692,9	7,356607006	73566,0701
92	13124	1692,9	7,752377577	77523,7758
93	14568	1692,9	8,605351763	86053,5176
94	12054	1692,9	7,120326068	71203,2607
95	13452	1692,9	7,946127946	79461,2795
96	14578	1692,9	8,611258787	86112,5879
97	12352	1692,9	7,296355367	72963,5537
98	12487	1692,9	7,376100183	73761,0018
99	13245	1692,9	7,823852561	78238,5256
100	15482	1692,9	9,145253707	91452,5371
101	12568	1692,9	7,423947073	74239,4707
102	15962	1692,9	9,428790832	94287,9083
<b>TOTAL</b>				<b>11131366,2945</b>



**ANEXO 2.** Evapotranspiración del cultivo ETc (CROPWAT 8.0).

Evapotranspiración del cultivo en etapa vegetativa.

**ETo Penman-Monteith Mensual - C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate...**

País: Colombia Estación: Venecia

Altitud: 2673 m. Latitud: 4.52 °N Longitud: 74.25 °E

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	10.2	14.1	55	207	18.0	34.9	4.95
Febrero	10.7	14.4	59	216	14.0	30.4	4.63
Marzo	10.7	14.8	60	207	13.1	29.9	4.65
Abril	11.2	16.2	61	224	12.2	28.2	4.62
Mayo	11.3	15.2	60	224	12.2	27.1	4.41
Junio	11.1	15.1	57	181	12.9	27.3	4.37
Julio	10.0	14.1	57	198	14.2	29.5	4.48
Agosto	9.7	14.8	55	216	15.3	32.2	4.90
Septiembre	9.7	14.3	56	172	14.6	31.9	4.79
Octubre	9.7	13.8	54	233	14.3	30.9	4.72
Noviembre	9.7	14.0	58	198	13.7	28.8	4.30
Diciembre	10.6	14.3	59	198	16.6	32.2	4.61
<b>Promedio</b>	<b>10.4</b>	<b>14.6</b>	<b>58</b>	<b>206</b>	<b>14.3</b>	<b>30.3</b>	<b>4.62</b>

**Requerimiento de Agua del Cultivo**

Estación ETo: Venecia Cultivo: Gerbera-Productiva

Est. de lluvia: Venecia Fecha de siembra: 30/04

Mes	Decada	Etap	Kc coef	ETc mm/día	ETc mm/dec	Prec. efec mm/dec	Req. Riego mm/dec
Abr	3	Inic	1.20	5.46	5.5	2.9	5.5
May	1	Inic	1.20	5.38	53.8	27.3	26.5
May	2	Des	1.20	5.27	52.7	26.3	26.4
May	3	Des	1.17	5.13	56.4	24.3	32.1
Jun	1	Med	1.14	4.98	49.8	22.0	27.8
Jun	2	Med	1.13	4.94	49.4	20.0	29.4
Jun	3	Med	1.13	4.98	49.8	18.8	31.0
Jul	1	Med	1.13	5.02	50.2	17.5	32.7
Jul	2	Fin	1.14	5.11	51.1	16.1	35.0
Jul	3	Fin	1.14	5.28	58.1	15.9	42.2
Ago	1	Fin	1.14	5.44	54.4	15.1	39.3
Ago	2	Fin	1.14	5.60	56.0	14.4	41.6
Ago	3	Fin	1.14	5.56	44.5	12.2	27.7
					<b>631.4</b>	<b>232.6</b>	<b>397.1</b>

# DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN LA PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO DE GERBERA UBICADO EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.

Evapotranspiración del cultivo en etapa productiva.

ETo Penman-Monteith Mensual - C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate...

País: Colombia Estación: Venecia

Altitud: 2673 m. Latitud: 4.52 °N Longitud: 74.25 °E

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	10.2	14.1	55	207	18.0	34.9	4.95
Febrero	10.7	14.4	59	216	14.0	30.4	4.63
Marzo	10.7	14.8	60	207	13.1	29.9	4.65
Abril	11.2	16.2	61	224	12.2	28.2	4.62
Mayo	11.3	15.2	60	224	12.2	27.1	4.41
Junio	11.1	15.1	57	181	12.9	27.3	4.37
Julio	10.0	14.1	57	198	14.2	29.5	4.48
Agosto	9.7	14.8	55	216	15.3	32.2	4.90
Septiembre	9.7	14.3	56	172	14.6	31.9	4.79
Octubre	9.7	13.8	54	233	14.3	30.9	4.72
Noviembre	9.7	14.0	58	198	13.7	28.8	4.30
Diciembre	10.6	14.3	59	198	16.6	32.2	4.61
Promedio	10.4	14.6	58	206	14.3	30.3	4.62

# **DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN LA PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO DE GERBERA UBICADO EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.**

Requerimiento de Agua del Cultivo							
Estación ETo Venecia				Cultivo Gerbera-productiva			
Est. de lluvia Venecia				Fecha de siembra 28/08			
Mes	Decada	Etapas	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ago	3	Inic	1.12	5.47	21.9	6.1	43.3
Sep	1	Inic	1.12	5.42	54.2	19.0	35.2
Sep	2	Inic	1.12	5.38	53.8	20.8	33.0
Sep	3	Inic	1.12	5.36	53.6	25.3	28.3
Oct	1	Inic	1.12	5.33	53.3	31.2	22.1
Oct	2	Inic	1.12	5.30	53.0	35.9	17.1
Oct	3	Inic	1.12	5.15	56.6	35.4	21.2
Nov	1	Inic	1.12	4.99	49.9	35.6	14.3
Nov	2	Inic	1.12	4.83	48.3	36.3	12.0
Nov	3	Inic	1.12	4.95	49.5	31.6	17.9
Dic	1	Des	1.12	5.07	50.7	25.7	25.0
Dic	2	Des	1.12	5.18	51.8	21.2	30.6
Dic	3	Des	1.12	5.31	58.4	19.7	38.7
Ene	1	Des	1.12	5.44	54.4	17.7	36.7
Ene	2	Des	1.12	5.57	55.7	15.5	40.2
Ene	3	Des	1.12	5.44	59.9	17.0	42.9
Feb	1	Des	1.12	5.32	53.2	18.8	34.4
Feb	2	Des	1.12	5.20	52.0	19.9	32.1
Feb	3	Des	1.12	5.21	41.7	21.8	19.9
Mar	1	Des	1.12	5.21	52.1	23.9	28.2
Mar	2	Des	1.12	5.22	52.2	25.8	26.4
Mar	3	Des	1.12	5.21	57.3	26.9	30.4
Abr	1	Des	1.12	5.20	52.0	28.5	23.5
Abr	2	Des	1.12	5.19	51.9	30.0	21.9
Abr	3	Des	1.12	5.11	51.1	28.7	22.5
May	1	Des	1.12	5.03	50.3	27.3	23.1
May	2	Des	1.12	4.96	49.6	26.3	23.2
May	3	Des	1.12	4.94	54.3	24.3	30.0
Jun	1	Des	1.12	4.92	49.2	22.0	27.2
Jun	2	Des	1.12	4.90	49.0	20.0	29.1
Jun	3	Des	1.12	4.94	49.4	18.8	30.6
Jul	1	Des	1.12	4.98	49.8	17.5	32.3
Jul	2	Des	1.12	5.02	50.2	16.1	34.1
Jul	3	Des	1.12	5.17	56.9	15.9	41.0
Ago	1	Des	1.12	5.32	53.2	15.1	38.2
Ago	2	Med	1.12	5.48	54.8	14.4	5.5
Ago	3	Med	1.12	5.47	60.1	16.8	43.3
Sep	1	Med	1.12	5.42	54.2	19.0	35.2
Sep	2	Med	1.12	5.38	53.8	20.8	33.0
Sep	3	Med	1.12	5.36	53.6	25.3	28.3
Oct	1	Med	1.12	5.33	53.3	31.2	22.1
Oct	2	Med	1.12	5.30	53.0	35.9	17.1
Oct	3	Med	1.12	5.15	56.6	35.4	21.2
Nov	1	Med	1.12	4.99	49.9	35.6	14.3
Nov	2	Med	1.12	4.83	48.3	36.3	12.0

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA  
EN LA PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO DE GERBERA  
UBICADO EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.**

Mes	Decada	Etapas	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	3	Med	1.12	4.95	49.5	31.6	17.9
Dic	1	Med	1.12	5.07	50.7	25.7	25.0
Dic	2	Med	1.12	5.18	51.8	21.2	30.6
Dic	3	Med	1.12	5.31	58.4	19.7	38.7
Ene	1	Med	1.12	5.44	54.4	17.7	36.7
Ene	2	Med	1.12	5.57	55.7	15.5	40.2
Ene	3	Med	1.12	5.44	59.9	17.0	42.9
Feb	1	Med	1.12	5.32	53.2	18.8	34.4
Feb	2	Med	1.12	5.20	52.0	19.9	32.1
Feb	3	Med	1.12	5.21	41.7	21.8	19.9
Mar	1	Med	1.12	5.21	52.1	23.9	28.2
Mar	2	Med	1.12	5.22	52.2	25.8	26.4
Mar	3	Med	1.12	5.21	57.3	26.9	30.4
Abr	1	Med	1.12	5.20	52.0	28.5	23.5
Abr	2	Med	1.12	5.19	51.9	30.0	21.9
Abr	3	Med	1.12	5.11	51.1	28.7	22.5
May	1	Med	1.12	5.03	50.3	27.3	23.1
May	2	Fin	1.12	4.96	49.6	26.3	23.2
May	3	Fin	1.12	4.94	54.3	24.3	30.0
Jun	1	Fin	1.12	4.92	49.2	22.0	27.2
Jun	2	Fin	1.12	4.90	49.0	20.0	29.1
Jun	3	Fin	1.12	4.94	49.4	18.8	30.6
Jul	1	Fin	1.12	4.98	49.8	17.5	32.3
Jul	2	Fin	1.12	5.02	50.2	16.1	34.1
Jul	3	Fin	1.12	5.17	56.9	15.9	41.0
Ago	1	Fin	1.12	5.32	53.2	15.1	38.2
Ago	2	Fin	1.12	5.48	5.5	1.4	5.5
					3699.8	1669.4	2024.4

**ANEXO 3.Requerimiento de agua del cultivo.**

<b>Etapas Vegetativas</b>					
<b>Etapas</b>	<b>Nº de días</b>	<b>Goteo (cc/bolsa)</b>	<b>Número de camas</b>	<b>Número de plantas por cama</b>	<b>Requerimiento de agua (m<sup>3</sup>)</b>
Inicial	16	4640	60	240	66,81
Desarrollo	23	6669	60	240	96,03
Medio	34	9542	60	240	137,40
Final	48	13140	57	240	179,75
				<b>Total</b>	<b>479,9</b>

<b>Etapas Productivas</b>					
<b>Etapas</b>	<b>Nº de días</b>	<b>Goteo ( cc/bolsa)</b>	<b>Número de camas</b>	<b>Número de plantas por cama</b>	<b>Requerimiento de agua (m<sup>3</sup>)</b>
Inicial	98	22343	57	240	306
Desarrollo	252	68024	57	240	931
Medio	280	70256	57	240	961
Final	84	20319	57	240	278
				<b>Total</b>	<b>2475</b>

#### **ANEXO 4. Calculo de Huella Hídrica azul y verde**

Calculo de evapotranspiración del cultivo en etapa vegetativa

<b>ETAPA VEGETATIVA</b>	
Número de camas	57
Área de camas (m <sup>2</sup> )	29,7
Área total de camas (m <sup>2</sup> )	1692,9
Evapotranspiración de agua de cultivo etapa vegetativa (ET <sub>c-vegetativa</sub> mm)	631,4
Cantidad de agua lluvia aprovechada para riego (mm)	122,4
RAC (Requerimiento de agua del cultivo m <sup>3</sup> )	479,9

- Relación RAC – Área total

$$\frac{RAC}{Área\ total} = \frac{479,9\ m^3}{1692,9\ m^2} = 0,283\ m$$

$$\frac{RAC}{Área\ Total} = 283,48\ mm$$

- Agua de fuente superficial

$$\begin{aligned} RAC &= \text{Agua de fuente superficial} + \text{Agua lluvia} \\ \text{Agua de fuente superficial} &= RAC - \text{Agua lluvia} \\ \text{Agua de fuente superficial} &= 283,48\ mm - 122,4\ mm \\ \text{Agua de fuente superficial} &= 161,1\ mm \end{aligned}$$

Porcentaje de agua proveniente de aguas lluvias	70%
Porcentaje de agua proveniente de aguas superficiales	30%

- Evapotranspiración

$$ET_{c\ vegetativa-verde} = 625,2\ mm * 0,7\ mm$$

$$ET_{c\ vegetativa-verde} = 441,98\ mm$$

$$ET_{c \text{ vegetativa-azul}} = 625,2 \text{ mm} * 0,3 \text{ mm}$$

$$ET_{c \text{ vegetativa-azul}} = 189,42 \text{ mm}$$

**Cálculo de evapotranspiración del cultivo en etapa producción**

<b>ETAPA PRODUCTIVA</b>	
Número de camas	57
Área de camas (m <sup>2</sup> )	29,7
Área total de camas (m <sup>2</sup> )	1692,9
Evapotranspiración de agua de cultivo etapa vegetativa (ET <sub>c- productiva</sub> mm)	3699,8
Cantidad de agua lluvia aprovechada para riego (mm)	178,6
RAC (Requerimiento de agua del cultivo m <sup>3</sup> )	2.475

- Relación RAC – Área total

$$\frac{RAC}{\text{Área total}} = \frac{2475 \text{ m}^3}{1692,9 \text{ m}^2} = 1,46 \text{ m}$$

$$\frac{RAC}{\text{Área Total}} = 1461,98 \text{ mm}$$

- Agua de fuente superficial

$$\begin{aligned} RAC &= \text{Agua de fuente superficial} + \text{Agua lluvia} \\ \text{Agua de fuente superficial} &= RAC - \text{Agua lluvia} \\ \text{Agua de fuente superficial} &= 1461,98 \text{ mm} - 178,6 \text{ mm} \\ \text{Agua de fuente superficial} &= 1283,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

Porcentaje de agua proveniente de aguas lluvias	70%
Porcentaje de agua proveniente de aguas superficiales	30%

- Evapotranspiración

$$ET_{c \text{ productiva-verde}} = 3699,8 \text{ mm} * 0,7 \text{ mm}$$

$$ET_{c \text{ productiva-verde}} = 2589,86 \text{ mm}$$

$$ET_{c\text{ productiva-azul}} = 3699,8\text{ mm} * 0,3\text{ mm}$$

$$ET_{c\text{ productiva-azul}} = 1109,94\text{ mm}$$

- Evaporación total del cultivo

$$ET_{c\text{ total verde}} = (441,98 * 2) + 2589,86\text{ mm} = 3473,82\text{ mm}$$

$$ET_{c\text{ total azul}} = (189,42 * 2) + 1109,94\text{ mm} = 1488,78\text{ mm}$$

### **ESTIMACIÓN HUELLA HÍDRICA VERDE**

- UAC – Uso del agua del cultivo

$$UAC = 10 * ET_{c\text{ Total verde}}$$

$$UAC = 10 * 3473,82\text{ mm} = 34738,2\text{ m}^3/\text{ha}$$

- Rendimiento del cultivo= 11131366,29 Tallo/ha.

$$Huella\ hídrica\ verde = \frac{(34738,2\text{ m}^3/\text{ha})}{11131366,29\text{ tallo/ha}} = 3,12 \times 10^{-3}\text{ m}^3/\text{tallo}$$

$$Huella\ hídrica\ verde = 3,12 \frac{L}{\text{tallo}}$$

### **ESTIMACIÓN HUELLA HÍDRICA AZUL**

- UAC – Uso del agua del cultivo

$$UAC = 10 * ET_{c\text{ Total azul}}$$

$$UAC = 10 * 1488,78\text{ mm} = 14887,8\text{ m}^3/\text{ha}$$

- Rendimiento del cultivo= 11131366,29 Tallo/ha.

$$Huella\ hídrica\ azul = \frac{(14887,8\text{ m}^3/\text{ha})}{11131366,29\text{ tallo/ha}} = 1,34 \times 10^{-3}\text{ m}^3/\text{tallo}$$

$$Huella\ hídrica\ azul = 1,34 \frac{L}{\text{tallo}}$$



**ANEXO 5.**

Cálculo de la huella hídrica gris.

Aplicación estimada de productos agroquímicos en la etapa Vegetativa

<b>NITRATOS</b>			
Producto	Cantidad aplicada de producto mensual(kg)	Total Nitratos aplicados por mes (kg)	Total Nitratos aplicados en etapa vegetativa (kg)
Nitrato de Calcio	34	58,36	233,44
Nitrato Magnesio	8,68		
Nitrato de Amonio	15,68		

<b>FOSFATOS</b>			
Producto	Cantidad aplicada de producto mensual(kg)	Total Fosfatos aplicados por mes (kg)	Total Fosfatos aplicados en etapa vegetativa (kg)
Sulfato Cobre	81,3	149,235	447,705
Sulfato Zinc	52,9		
Sulfato Potasio	15,035		

Nitratos  $AR\ Nitratos \frac{233,44\ kg}{0,169\ ha} = 897,84\ kg/ha$

Sulfatos  $AR\ Sulfatos \frac{447,705\ kg}{0,169\ ha} = 1721,94\ kg/ha$

Aplicación estimada de productos agroquímicos en la etapa productiva.

NITRATOS			
Producto	Cantidad aplicada de producto mensual(kg)	Total Nitratos aplicados por mes (kg)	Total Nitratos aplicados en etapa productiva (kg)
Nitrato de Calcio	30,5	54,36	1386,18
Nitrato Magnesio	8,18		
Nitrato de Amonio	15,68		

SULFATOS			
Producto	Cantidad aplicada por producto mensual(kg)	Total Fosfatos aplicados por mes (kg)	Total Fosfatos aplicados en etapa productiva (kg)
Sulfato Cobre	77	115,49	2944,995
Sulfato Zinc	23,95		
Sulfato Potasio	14,54		

Nitratos

$$AR \text{ Nitratos } \frac{1386,18 \text{ kg}}{0,169 \text{ ha}} = 8202,55 \text{ kg/ha}$$

Sulfatos

$$AR \text{ Sulfatos } \frac{2944.99 \text{ kg}}{0.169 \text{ ha}} = 17405,44 \text{ kg/ha}$$

**Estimación huella hídrica gris nitratos**

$$H.H.gris.Vegetativa = \frac{\frac{(0.1 * 897,84 \frac{kg}{ha})}{(2 * 10 - 5 \frac{kg}{t} - 0)}}{11131366.29 \frac{tallos}{ha}} = 0.04 \frac{L}{tallo}$$

$$H.H.gris.Productiva = \frac{\frac{(0.1 * 8202,55 \frac{kg}{ha})}{(2 * 10 - 5 \frac{kg}{l} - 0)}}{11131366.29 \frac{tallos}{ha}} = 0,36 \frac{L}{tallo}$$

#### **Estimación huella hídrica gris sulfatos**

$$H.H.gris.Vegetativa = \frac{\frac{(0.1 * 1721,94 \frac{kg}{ha})}{(4 * 10 - 5 \frac{kg}{l} - 0)}}{11131366.29 \frac{tallos}{ha}} = 0,03 \frac{L}{tallo}$$

$$H.H.gris.Productiva = \frac{\frac{(0.1 * 17405,44 \frac{kg}{ha})}{(4 * 10 - 5 \frac{kg}{l} - 0)}}{11131366.29 \frac{tallos}{ha}} = 0,39 \frac{L}{tallo}$$

#### **ESTIMACIÓN HUELLA HÍDRICA GRIS TOTAL**

$$H.H.gris total = (0,04 + 0,36 + 0,03 + 0,39) \frac{l}{tallo} = 0,82 \frac{l}{tallo}$$

**ANEXO 6.**

Límites máximos admisibles para productos químicos en fuentes superficiales.

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	VALOR MAS RESTRICTIVO MAXIMO QUE SE PUEDE OBTENER
<b>Parámetros orgánicos y bacteriológicos</b>		
DQO	mg/L	7
OD	mg/L	4
Coliformes totales	NMP/100ml	5000
<b>Parámetros nutrientes</b>		
Nitratos	mg/L	10
Nitritos	mg/L	10
<b>Sólidos</b>		
Sólidos suspendidos totales	Mg/l	
<b>Parámetros de interés sanitario</b>		
Aluminio	Cl 95/50	5
Amoníaco	Cl 95/50	1
Arsénico	Cl 95/50	0,05
Bario	Cl 95/50	1
Belirio	Cl 95/50	0,1
Boro	Cl 95/50	0,3-4,0
Cadmio	Cl 95/50	0,01
Cinc	Cl 95/50	2
Cloruros	mg/L	250
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	Cl 95/50	0,2
Color	UPC	75
Compuestos fenólicos	mg/L	0,002
Cromo (cr+6)	mg/L	0,05
Difenil policlorados	Concentración de Agente Activo	No detectable
Mercurio	mg/L	0,002
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,01
Sulfatos	mg/L	400
Tensoactivos	mg/L	0,5
Vanadio	mg/L	0,1

**Fuente:** Modificado por autoras de (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2006).

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA  
EN LA PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO DE GERBERA  
UBICADO EN EL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.**

**ANEXO 7.** Listado de Productos Químicos prohibidos por la División de Insumos Agrícolas Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Mayo 21 de 2001.

No.	AGENCIA	INGREDIENTE ACTIVO	ACTIVIDAD	NOMBRE COMERCIAL
1	ICA	2,4,5-T	HERBICIDA	TRIBUTON TRANSMINE, VETON
2	ICA	2,4,5-TP	HERBICIDA	COLLUNOSOL, DOWICIDE 2
3	ICA	ALDRIN	FUMIGANTE- INSECTICIDA	LIQUID
4	ICA			AGRONEXIT 2.5 SUFLO
5	ICA		BIOFERTILIZANTE	BIOFERTILIZANTE E-2001
6	ICA	BHC	INSECTICIDA	BCH
7	ICA	BROMURO DE METILO	FUMIGANTE	CELFUME, KAYAFUME
8	ICA			CANFECLORO
9	ICA			CANFENOS CLORADOS
10	ICA	CAPTAFOFOL	FUNGICIDA	DIFOLATAN
11	ICA			CETONAS POLICICLICAS
12	ICA			CICLONIONICOS
13	ICA	CLORDANO	INSECTICIDA	CHLODRITE, MAHATZ, TERMEX, TERMINDAN
14	ICA	CLORDIMEFORM Y SUS SALES	INSECTICIDA	OVATOXION, GALECRON, BERMAT, FUNDAL
15	ICA	DDT	INSECTICIDA	DDT, NIRINOL
16	ICA	DIBROMOCLOROPROPANO (DBCP)	FUMIGANTE	DBCP
17	ICA	DIBROMURO DE ETILENO	FUMIGANTE	EBD, BROMOFUME, DOWFUME, DIBROME
18	ICA	DICOFOL	INSECTICIDA	KELTHANE 35, DIFOL, ACARIN, MITIGAN
19	ICA	DIELDRIN	INSECTICIDA	PANORAM D-31
20	ICA	DINOSEB	HERBICIDA	DN-289
21	ICA	DODECACLORO	INSECTICIDA	MIREX SB, PERCHLORDECONA, PHASER, MIRMEX, MIRINEX
22	ICA	ENDOSULFAN	INSECTICIDA	THIODAN, ENDOZOL, THIONIL
23	ICA	ENDRIN	INSECTICIDA	HEXADRIN
24	ICA			FENOXIDERIVADOS
25	ICA	FONOFOS	INSECTICIDA	DYFONATE, DAPFOS, CUDGEL
26	ICA	FORGOREN 50 WP	FUNGICIDA	PYROQUILON, CORATOP
27	ICA	FOSFAMIN	INSECTICIDA	FOSFURO DE ALUMINIO
28	ICA	GALBEN M 8-65	FUNGICIDA	GALBEN, BENALAXIL, TRECATOL
29	ICA	RESOLUCION ICA 926 DE MARZO 3 1994		GORGORICIDA AGRICENSE
30	ICA	HEPTACLORO	INSECTICIDA	BIARBINEX, CUPINCIDA FENNOTOX
31	ICA	RESOLUCION 447 DE 1974		INSECTICIDAS CLORADOS
32	ICA	LEPTOPHOS	INSECTICIDA	PHOSVEL
33	ICA			LEXAGRO
34	ICA	LINDANO	INSECTICIDA	LINDANO, LINDOL, LINDACOL, CICLODRIN, LINDAFON, ALMAAGRICOLA
35	ICA	MANEB	FUNGICIDA	BRABO WP, BRESTAN 60 WP
36	ICA		FUNGICIDA	MERCURIO
37	ICA	METHYL PARATHION	INSECTICIDA	BLADAN, AMITHION, KILEX
38	ICA	MIRAL	INSECTICIDA	ISAZOFOS
39	ICA	PARAQUAT	HERBICIDA	DEXTRONE
40	ICA	PARATHION	INSECTICIDA	ROETHYL, STATHION, RHODIATOX
41	ICA	PENTACLORO FENOL	MOLUSQUICIDA	PENCLOROL, SINITUHO
42	ICA			POLICLORADOS
43	ICA	ZINEB		BRAVO WP, BRESTAN 60 WP

**Fuente:** (Asocolflores, 2002)