



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, Julio 12 de 2018

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El suscrito:

Marco Sebastian Mendoza Cujar con C.C. No. 1075250491, autor de la tesis y/o trabajo de grado titulado "DEMANDA HÍDRICA DEL CULTIVO DE MELÓN "CUCUMIS MELO" Y SU RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICO – MINERALES" presentado y aprobado en el año 2018 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola.

Autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: MENDOZA CUJAR MARCO SEBASTIAN  
C.C. No. 1.075.250.491

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** DEMANDA HÍDRICA DEL CULTIVO DE MELÓN "*Cucumis melo*" Y SU RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICO-MINERALES

**AUTOR:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Mendoza Cujar	Marco Sebastian

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Torrente Trujillo	Armando

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO AGRICOLA**

**FACULTAD:** INGENIERIA

**PROGRAMA O POSGRADO:** AGRICOLA

**CIUDAD:** NEIVA

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2018

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 83

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Vigilada mieducación



Diagramas X Fotografías X Grabaciones en discos \_\_\_ Ilustraciones en general \_\_\_ Grabados \_\_\_  
Láminas \_\_\_ Litografías \_\_\_ Mapas \_\_\_ Música impresa \_\_\_ Planos \_\_\_ Retratos \_\_\_ Sin ilustraciones \_\_\_  
Tablas o Cuadros X

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

Español

Inglés

- |                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 1. Cultivo de Melón                   | Melon crop.                  |
| 2. Riego por cinta.                   | Irrigation by tape.          |
| 3. Requerimientos hídricos del melón. | Melon water requirements.    |
| 4. fertilizantes orgánico-minerales.  | Organic-mineral fertilizers. |

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

La investigación se realizó a 516 m.s.n.m. en el municipio de Palermo, departamento del Huila, con el fin de evaluar la demanda hídrica del cultivo de melón "*cucumis melo*" variedad *Halest Best Jumbo* y su respuesta a la aplicación de abonos orgánicos-minerales suministrados por los proyectos de Corredor Tecnológico del Huila 002 y 003 (CTH 002 y 003). Para tal fin, se hizo el diseño en bloques completos al azar con 7 tratamientos y aplicación de enmiendas y fertilizantes en 4 repeticiones e instalación de un sistema de riego por cinta para abastecer las necesidades hídricas del cultivo, además se contó con información climatológica diaria del sitio. Se realizaron balances hídricos para determinar los requerimientos hídricos bajo el método de RASPLARLO (Relación agua – suelo –planta para riego), con ayuda del tanque evaporímetro clase "A" y se aplicó riego dosificado según el periodo fenológico del cultivo. El tratamiento T5 Fertilizante Dolcamar 1 que contiene 15,9% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 41,1% de CaO, 8,4% de MgO, 5% de S, 1% de B, 3% de Zn, 1% de Cu y 8,4% de SiO<sub>2</sub> fue el de mayor peso de 0,77 kg, y el tratamiento T4 Enmienda Dolcamar 2 que contiene 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 47% de CaO, 7% de MgO y 10% de SiO<sub>2</sub> presentó, la mayor producción de frutos de 7,623 kg. Se alcanzó alta eficiencia en el uso del agua con aplicación total de 260,58 mm siendo la mayor demanda en el periodo de maduración con aplicación de 80 mm.

*Palabras Clave:* Cultivo de Melón, riego por cinta, requerimientos hídricos del melón, fertilizantes orgánico-minerales.



**ABSTRACT:**

The investigation was carried out at 516 m.s.n.m. in the municipality of Palermo, department of Huila, in order to evaluate the water demand of the melon crop "cucumis melo" variety Halest Best Jumbo and its response to the application of organic-mineral fertilizers supplied by the projects of the Technological Corridor of Huila 002 y 003 (CTH 002 y 003). For this purpose, the design was done in complete blocks at random with 7 treatments and application of amendments and fertilizers in 4 repetitions and installation of a tape irrigation system to supply the water needs of the crop, additionally there was daily climatological information of the site. Water balances were carried out to determine the water requirements under the method RASPLARLO (Water - soil - plant for irrigation ratio), with the help of the class A evaporimeter tank and dosed irrigation was applied according to the phenological period of the crop. The treatment T5 Fertilizer Dolcamar 1 trt contains 15.9% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 41.1% of CaO, 8.4% of MgO, 5% of S, 1% of B, 3% of Zn, 1% of Cu and 8, 4% SiO<sub>2</sub> was the highest weight of 771.36 g, and the treatment T4 Amendment Dolcamar 2 that contains 18% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 47% of CaO, 7% of MgO and 10% of SiO<sub>2</sub> presented, the highest production of fruits of 7,623 kg. High efficiency was achieved in the use of water with total application of 260.58 mm, with the highest demand in the maturation period with application of 80 mm.

Key words: Melon crop, irrigation by tape, melon water requirements, organic-mineral fertilizers.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Jurado: John Jairo Arévalo Hernández

Firma:

Nombre Jurado: Joel Girón Hernández

Firma:

**DEMANDA HÍDRICA DEL CULTIVO DE MELÓN “*Cucumis melo*” Y SU  
RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICO-MINERALES**

**MARCO SEBASTIAN MENDOZA CUJAR**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA AGRICOLA  
NEIVA - HUILA  
2018**

**DEMANDA HÍDRICA DEL CULTIVO DE MELÓN “*Cucumis melo*” Y SU  
RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICO-MINERALES**

**MARCO SEBASTIAN MENDOZA CUJAR**

**Trabajo de grado presentado como requisito  
Para optar al título de Ingeniero Agrícola**

**Director**

**Dr. Armando Torrente Trujillo  
Ingeniero Agrícola**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA AGRICOLA  
NEIVA - HUILA  
2018**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

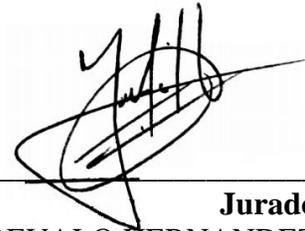
---

---



---

**Director**  
ARMANDO TORRENTE TRUJILLO  
I.A. Dr. Ciencias Agrarias



---

**Jurado**  
JOHN JAIRO AREVALO HERNANDEZ  
I.A. MS.c. Ingeniería Agrícola



**Jurado**  
I.A Ph.D. Joel Girón Hernández

Neiva, julio de 2018

## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a mis padres Marco Mendoza Meriño y Patricia Cújar Bahamón porque ellos son la razón a mi vida y siempre estuvieron a mi lado brindándome la mejor educación, formación, apoyo, comprensión, esos bonitos consejos con tanto amor y su paciencia para hacer de mí una mejor persona, todo lo que hoy soy se lo debo a ellos.*

*A mis hermanos Adriana María, Juan Manuel y Gustavo Aníbal por ese apoyo incondicional, por sus palabras. A mi familia en general que de una u otra manera han sido parte de mi formación.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mis padres Marco Mendoza Meriño y Patricia Cújar Bahamón por apoyarme en todo el recorrido para lograr el título de Ingeniero Agrícola, a mis hermanos que día a día me motivaron a salir adelante en todos los obstáculos que se me han a lo largo de la carrera.*

*Al director del proyecto Dr. ARMANDO TORRENTE, que con su conocimiento y experiencias me brindó su apoyo, abriendo las puertas de su granja para llevar en marcha y culminar el proyecto con éxito.*

*Al ingeniero MAURICIO DUARTE TORO que fue un excelente profesor y aparte un amigo que me enseñó a ser persona a comprender los aspectos de la vida y afrontar las situaciones con la mejor actitud.*

*A Jenniffer Medina Trujillo, quien fue una de las personas fundamental que me acompañó a sobre pasar todo obstáculo, que con su amor, comprensión y apoyo me motivo a lograr lo que he alcanzado en mi carrera profesional. Te agradezco por todo.*

*A mis compañeros Luis Gerardo Ordoñez Ardila y Lileth Daniela Ome González que en tuve la dicha de trabajar con ellos en este proyecto.*

*A señor José Julián Muñoz Parra que con su carisma y conocimiento me orientó en temas relacionados con mi carrera y por su apoyo constante en el tiempo de prácticas en la granja de la Universidad Surcolombiana, de igual manera a Nelson Perdomo Urazan que hizo parte fundamental en todo este proceso.*

*A. todas aquellas personas que de una y otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INDICE GENERAL .....</b>	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS, PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Objetivo General .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Planteamiento del Problema.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Justificación de la Investigación.....</b>	<b>13</b>
<b>3. MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Antecedentes de la investigación .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 El melón.....</b>	<b>14</b>
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Naturaleza de la Investigación .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Ubicación geográfica .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Diseño Experimental y Tratamientos.....</b>	<b>20</b>
<b>4.4 Área experimental.....</b>	<b>21</b>
<b>4.5 Sistema de riego, demanda hídrica y adecuación del área experimental.....</b>	<b>22</b>
<b>4.6 Semillero y trasplante de las plántulas de melón al suelo.....</b>	<b>24</b>
<b>4.7 Requerimientos hídricos del cultivo .....</b>	<b>24</b>
<b>4.8 Medición de variables y cosecha .....</b>	<b>25</b>
<b>4.9 Variables de medición .....</b>	<b>25</b>
<b>4.10 Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....</b>	<b>25</b>
<b>5 ANALISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>5.1 Muestreo y análisis del suelo .....</b>	<b>26</b>
<b>5.2 Sistema de Riego.....</b>	<b>26</b>
<b>5.3 Calculo de la demanda Hídrica.....</b>	<b>28</b>
<b>5.4 VARIABLES DE RESPUESTA DEL CULTIVO.....</b>	<b>35</b>
<b>Rendimiento.....</b>	<b>35</b>

<b>Peso de fruto .....</b>	<b>35</b>
<b>Diámetro Ecuatorial.....</b>	<b>36</b>
<b>Diámetro Polar. ....</b>	<b>37</b>
<b>Análisis de la inversión del proyecto .....</b>	<b>38</b>
<b>6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>6.1 Conclusiones .....</b>	<b>40</b>
<b>6.2 Recomendaciones .....</b>	<b>40</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>45</b>

<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>Pag</b>
Tabla 1. Etapas de crecimiento del cultivo de melón	15
Tabla 2. Composición de los tratamientos de enmiendas, fertilizantes y abono (%)	20
Tabla 3. Coeficiente Kc para melón según FAO	22
Tabla 4. Resultados de las Pruebas hidrofísicas	26
Tabla 5. Requerimientos hídricos para el diseño de riego	27
Tabla 6. Demanda hídricas del cultivo de melón	30
Tabla 7. Calculo del múltiple y/o alimentación sistema de riego (cinta de riego melón)	31
Tabla 8. Calculo del lateral del sistema de riego (cinta de riego melón)	34
Tabla 9. Producción de melón según los tratamientos	35
Tabla 10. Comparación de tratamientos según el peso de melón en gramos	35
Tabla 11. Resumen Estadístico para Diámetro Ecuatorial (cm)	36
Tabla 12. Resumen estadístico para diámetro polar (cm)	37
Tabla 13. Costos del sistema de riego.	38
Tabla 14. Costos del material y semillas.	39

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>Pag</b>
Figura 1. Detalles de hojas, flor, tallo y fruto del melón	14
Figura 2. Etapas de crecimiento del melón	15
Figura 3. Ubicación del área de estudio	19
Figura 4. Distribución de tratamientos por bloques	21
Figura 5. Área experimental.	21
Figura 6. Pruebas hidrofísicas del suelo: a) Anillos concéntricos, b) Pozo barrenado invertido	22
Figura 7. Estación de clima no convencional y tanque evaporímetro	23
Figura 8. Surcos adecuados en área experimental y esquema de la distribución del bloque para el cultivo de Melón	23
Figura 9. Semillero establecido y plántulas antes de ser trasplantadas	24
Figura 10. Inspección al sistema de riego.	25
Figura 11. Disposición del sistema de riego y distribución de la cinta por bloque.	27
Figura 12. Grafica de volumen de agua del mes de enero	30
Figura 13. Identificación de la saturación de humedad en el suelo	31
Figura 14. Unidad de filtrado	32
Figura 15. Esquema de riego.	33
Figura 16. Medias y 95% de Fisher LSD del peso para tratamientos.	36
Figura 17. Medias y 95% de Fisher LSD del diámetro ecuatorial	37
Figura 18. Grafica medias y 95,0% de Fisher LSD del diámetro polar.	38

## RESUMEN

La investigación se realizó a 516 m.s.n.m. en el municipio de Palermo, departamento del Huila, con el fin de evaluar la demanda hídrica del cultivo de melón "*cucumis melo*" variedad *Halest Best Jumbo* y su respuesta a la aplicación de abonos orgánicos-minerales suministrados por los proyectos de Corredor Tecnológico del Huila 002 y 003 (CTH 002 y 003). Para tal fin, se hizo el diseño en bloques completos al azar con 7 tratamientos y aplicación de enmiendas y fertilizantes en 4 repeticiones e instalación de un sistema de riego por cinta para abastecer las necesidades hídricas del cultivo, además se contó con información climatológica diaria del sitio. Se realizaron balances hídricos para determinar los requerimientos hídricos bajo el método de RASPLARLO (Relación agua – suelo – planta para riego), con ayuda del tanque evaporímetro clase "A" y se aplicó riego dosificado según el periodo fenológico del cultivo. El tratamiento T5 Fertilizante Dolcamar 1 que contiene 15,9% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 41,1% de CaO, 8,4% de MgO, 5% de S, 1% de B, 3% de Zn, 1% de Cu y 8,4% de SiO<sub>2</sub> fue el de mayor peso de 0,77 kg, y el tratamiento T4 Enmienda Dolcamar 2 que contiene 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 47% de CaO, 7% de MgO y 10% de SiO<sub>2</sub> presentó, la mayor producción de frutos de 7,623 kg. Se alcanzó alta eficiencia en el uso del agua con aplicación total de 260,58 mm siendo la mayor demanda en el periodo de maduración con aplicación de 80 mm.

*Palabras Clave: Cultivo de Melón, riego por cinta, requerimientos hídricos del melón, fertilizantes orgánico-minerales.*

## ABSTRACT

The investigation was carried out at 516 m.s.n.m. in the municipality of Palermo, department of Huila, in order to evaluate the water demand of the melon crop "cucumis melo" variety Halest Best Jumbo and its response to the application of organic-mineral fertilizers supplied by the projects of the Technological Corridor of Huila 002 y 003 (CTH 002 y 003). For this purpose, the design was done in complete blocks at random with 7 treatments and application of amendments and fertilizers in 4 repetitions and installation of a tape irrigation system to supply the water needs of the crop, additionally there was daily climatological information of the site. Water balances were carried out to determine the water requirements under the method RASPLARLO (Water - soil - plant for irrigation ratio), with the help of the class A evaporimeter tank " " and dosed irrigation was applied according to the phenological period of the crop. The treatment T5 Fertilizer Dolcamar 1 treatment contains 15.9% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 41.1% of CaO, 8.4% of MgO, 5% of S, 1% of B, 3% of Zn, 1% of Cu and 8.4% SiO<sub>2</sub> was the highest weight of 771.36 g, and the treatment T4 Amendment Dolcamar 2 that contains 18% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 47% of CaO, 7% of MgO and 10% of SiO<sub>2</sub> presented, the highest production of fruits of 7,623 kg. High efficiency was achieved in the use of water with total application of 260.58 mm, with the highest demand in the maturation period with application of 80 mm.

Key words: Melon crop, irrigation by tape, melon water requirements, organic-mineral fertilizers.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente por causa de la problemática del calentamiento global, las fuentes acuíferas superficiales y subterráneas han sido impactadas reduciendo notoriamente la disponibilidad y calidad, lo que conduce a plantear nuevas alternativas y tecnologías con el fin de aprovechar de manera sostenible los recursos naturales asociados a su desarrollo, como el suelo, el agua y los bosques. Esto ha llevado a que la agricultura sea una alternativa sostenible del futuro de la mano con el desarrollo de los países, ya que es importante para la reducción de la pobreza rural y total (De Janvry et al., 2010), combatir el hambre, y garantizar la seguridad alimentaria de la población mundial (Fan, 2011).

El agua es un recurso natural básico que genera múltiples beneficios para la vida del hombre, animales y cultivos, teniendo en cuenta su uso racional mediante una planificación, manejo y control. En la actualidad, el cambio climático afecta la disponibilidad del recurso hídrico especialmente en periodos de prolongada sequía, disminuyendo su oferta y afectando con mayor impacto al sector agrícola, mayor demandante de este recurso vital; por lo expuesto es prioritario el emprendimiento de alternativas para el desarrollo de técnicas que ayuden a mejorar el uso eficiente del agua.

El agua es un recurso fundamental para la producción de melón, ya que el déficit o exceso de riego aumenta la probabilidad de daño en los frutos (Zapata *et al.*, 1989), el crecimiento foliar es menor y por tanto se reduce la capacidad fotosintética de la planta (Hegde, 1988; Melkonian y Wolfe, 1995), ocasionando una disminución de la producción (Bogle y Hartz, 1986; Mannini, 1988; Ribas *et al.*, 1995), este efecto es más notable cuando la planta tiene frutos en formación (Janoudi y Widders, 1993). El tamaño del fruto es un parámetro muy sensible a los distintos factores que producen un estrés en la planta, principalmente el riego (Wacquand, 1989; Mannini, 1988). Por lo anterior, la presente investigación aborda la determinación de los requerimientos hídricos del cultivo de melón bajo las condiciones agroclimáticas del norte del Huila, característico por su condición de clima cálido seco y suelo entisol aluvial, teniendo bajo el control la aplicación de nuevos abonos naturales productos de investigación del Programa Corredor Tecnológico del Huila (CTH).

En las últimas décadas la obtención de abonos orgánicos-minerales ha jugado un papel importante en el desarrollo del agro, ya que busca mejorar las condiciones agroecológicas del suelo y la calidad de las cosechas, que han sido muy afectadas con el uso de agroquímicos (Nieto-Garibay *et al.*, 2002, Fernandes y Testezlaf 2002, López-Martínez *et al.* 2002, Chirinos et al. 2006, Álvarez-Solís *et al.* 2010). Se propone aprovechar los recursos orgánico-minerales del departamento aptos para los cultivos, reflejando oportunidades comerciales que permiten generar beneficios económicos, ambientales y sociales al productor, al departamento y al país. El CTH es una estrategia para apoyar el Sector Productivo Agroindustrial y Minero del Departamento, con el fin de generar competitividad, sostenibilidad y equidad de las apuestas productivas priorizadas en la Agenda Interna de Productividad y Competitividad, en el marco de una cultura de investigación, innovación y desarrollo tecnológico para el país.

El grupo de Investigación GHIDA de la Universidad Surcolombiana suscribió un convenio con la Gobernación del Huila, el Sena, Infihuila y los empresarios del sector minero del Huila con el propósito de formular nuevos productos orgánico – minerales para ofertar al mercado nacional, y la obtención de nuevos fertilizantes y enmiendas dirigidos al sector agrícola, razón de la presente investigación.

## **2. OBJETIVOS, PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION**

Los objetivos de la investigación son:

### **2.1 Objetivo General**

Evaluar la demanda hídrica en la producción del cultivo de melón (*Cucumis Melo*) variedad *Halest Best Jumbo* con aplicación de riego localizado y analizar su respuesta a la aplicación de abonos orgánico-minerales productos del Corredor Tecnológico del Huila.

### **2.2 Objetivos específicos**

Diseñar e instalar un sistema de riego localizado (cinta de riego) de alta frecuencia para el abastecimiento hídrico en el cultivo de melón "*Cucumis melo*".

Determinar y cuantificar la demanda hídrica del cultivo melón teniendo como referencia el tanque evaporímetro Clase A.

Evaluar la respuestas en producción del cultivo de melón "*Cucumis melo*" a la aplicación de nuevos abonos orgánico-minerales.

### **2.3 Planteamiento del Problema**

Una de las problemáticas es el agotamiento de los recursos hídricos debido al deficiente uso del agua, por lo tanto las técnicas para optimizar la irrigación en el uso agrícola pueden resolver problemas en las zonas donde los recursos hídricos son limitados, también se afectan los suelos por degradación disminuyendo su capacidad productiva. La Agricultura es una de las principales actividades dentro del sector económico, y la Ingeniería Agrícola a través de las acciones de investigación busca la optimización y aprovechamiento sostenible de los recursos e insumos disponibles para mitigar al máximo el deterioro de los suelos y las aguas obteniendo producciones más seguras. Los productores de melón enfrentan el reto y la problemática asociada a la dosificación y control del riego para suplir la demanda hídrica del cultivo, como la sanidad de su plantación en la búsqueda de obtener productos sanos y de calidad. La presente investigación plantea el siguiente interrogante:

¿Cuál es la demanda hídrica en las distintas etapas del ciclo fenológico y la respuesta del cultivo de melón "*cucumis melo*" a la aplicación de nuevos abonos orgánicos minerales?

## **2.4 Justificación de la Investigación**

La experimentación se realizó en la Granja Villa Lavi, cuyo propósito es fortalecer el sector productivo del melón "*Cucumis Melo*" a través del aporte de nuevos conocimientos en el aprovechamiento de productos naturales regionales producidos por el CTH 002 y 003, tomando en consideración la importancia de cuantificar los requerimientos hídricos y evaluar comparativamente la efectividad productiva de nuevos insumos agrícolas regionales, teniendo en consideración la minimización de los costos. Con los resultados obtenidos, se proyecta plantear un modelo viable en el ámbito técnico, socioeconómico y ambiental, estructurando una alternativa para el aprovechamiento de los recursos mineros y residuos agrícolas en la mejora de las condiciones productivas y sostenibles del cultivo de melón.

Este proyecto está dirigido especialmente a pequeños productores que buscan resolver sus necesidades básicas de suministro controlado de agua y requerimientos nutricionales a la planta en procesos sostenibles de producción, respondiendo a la mitigación del cambio climático bajo el concepto del control al déficit hídrico.

### 3. MARCO CONCEPTUAL

#### 3.1 Antecedentes de la investigación

La agricultura en su evolución histórica ha jugado un rol importante en el desarrollo socio-económico del país, requiriéndose en la actualidad estrategias para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Se propone mejorar la nutrición y la salud de las poblaciones, buscando nuevas alternativas donde se adapte y mitigue los cambios climáticos sin afectar la calidad del producto final.

Colombia le apuesta a la agricultura empresarial invirtiendo en nuevas alternativas para impulsar la economía campesina, implementando nuevas técnicas para el desarrollo del sector agrario del país. Con esto, se busca satisfacer las demandas de la agroindustria y también las demandas del comercio nacional e internacional. Por lo tanto los conceptos principales para el análisis de la información se muestran a continuación.

#### 3.2 El melón

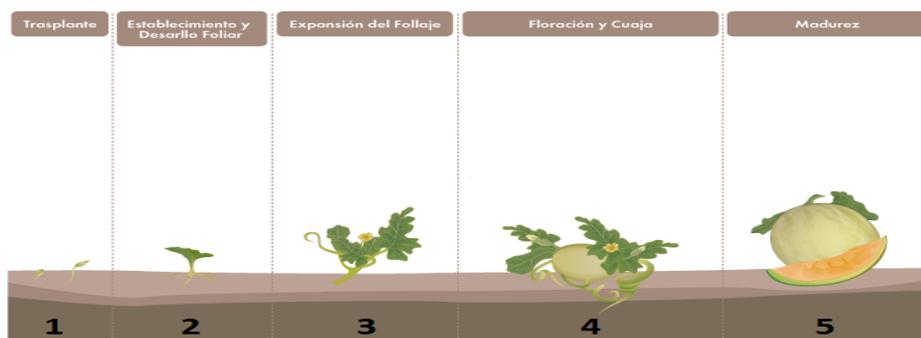
El melón "*Cucumis melo*" es una planta hortícola, enredadera con tallos herbáceos y rastreros que pueden trepar si se les proporciona el soporte. El desarrollo y crecimiento de las cucurbitáceas dependen del factor genético de la planta y de las condiciones ambientales. Tiene tallos de forma redondeada de 2 a 4 cm de diámetro, cubierto por pelos con una textura áspera al tacto, pueden alcanzar 4 m y presenta nudos en los que se crecen hojas opuestas y lobuladas, zarcillos y flores. Las flores son de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas (figura 1).



**Figura 1.** a) Detalles de las hojas, La flor y el tallo del fruto del melón

Los frutos presentan variedad de tamaños, de forma redonda o elipsoidal con pesos que oscilan entre 1 a 20 kg. La textura puede ser lisa, corrugada o suturada, con una diversidad de colores, que va desde blanco, pasando por amarillo y naranja hasta verde oscuro. En su interior la pulpa tiene un color entre blanco, verde y anaranjado (Baixauli *et al.*, 2008).

Se destaca por alto contenido en agua (90%), el fruto se destina principalmente para el consumo y es una fruta muy recomendada en las dietas por su alto contenido en vitamina C. El ciclo del melón está determinado por las condiciones climáticas de la zona en la cual se establece. El periodo vegetativo comprende un periodo corto que se inicia desde la siembra en semillero, seguida de la germinación; posteriormente la formación de tres a cuatro hojas verdaderas y finalmente el trasplante a campo, con una duración de 30 a 35 días. Posteriormente se produce la fase reproductiva, que incluye las etapas de floración (a los 25 a 28 días después del trasplante), de formación del fruto y de llenado de fruto, hasta la madurez para su cosecha, la cual se inicia en el primer racimo entre los 85 a 90 días después del trasplante (Figura 2). En la Tabla 1, se muestran las etapas de crecimiento del cultivo.



**Figura 2.** Etapas de crecimiento del melón

Fuente: SQM, 2016

**Tabla 1. Etapas de crecimiento del cultivo de melón**

EDAD PLANTA	CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO
1-14	Crecimiento vegetativo
15-28	Crecimiento, floración masculina y femenina
29-63	Cuaje, llenado fruto y maduración
64-80	Cosecha

Fuente: Guzmán, N. 1995

Para garantizar óptimas condiciones en el desarrollo y procesos fisiológicos de la planta, uno de los factores importantes es el climático, ya que la planta tiene unas diferentes fases en su periodo vegetativo. Para el cultivo de melón se requiere un clima cálido, ya que es muy exigente al calor (Namesny et al., 1997). La humedad relativa (HR) es un factor muy importante para el desarrollo de las plantas, ya que puede alterar el rendimiento productivo. Cuando es excesiva la HR las plantas tienden a reducir la transpiración y disminuyen su crecimiento, también pueden tener una pérdida de sus flores, pero si es baja la HR, las plantas transpiran en exceso llegando a deshidratarse. La humedad relativa adecuada varía de 55 a 75% (Infoagro, 2007).

La luz juega un papel importante en las plantas, ya que contribuye al proceso de la fotosíntesis mediante el curso de la clorofila vegetal, el CO<sub>2</sub> atmosférico y la humedad. La baja luminosidad afecta los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la

planta y reduce la absorción de agua y nutrientes (FAO, 2007). La luminosidad debe ser alta, debido a que incide sobre la calidad de los frutos y un óptimo desarrollo de la planta.

Es deseable condiciones de suelos ricos en materia orgánica, profundos, mullidos, bien drenados, con buena aireación y con pH entre 6 y 7. Se requiere un excelente drenaje, ya que el encharcamiento causa asfixia radicular y pudrición del fruto. Los suelos con alto contenido de calcio (Ca) y Magnesio (Mg), y sin problemas de acidez intercambiable, son los más aptos para el cultivo. Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad, la conductividad eléctrica es de  $2.2 \text{ mS.cm}^{-1}$ .

Según Ruiz (1996), afirma que la fertilización de los suelos con materiales orgánicos puede traer consecuencias como: beneficios nutricionales a la planta, cambia las propiedades físicas y químicas del suelo, crea una protección a las plantas de un exceso temporal de sales minerales o de sustancias tóxicas debido a su capacidad de absorción. Para la elaboración de un plan de fertilización eficiente se debe tener en cuenta criterios como los requerimientos nutricionales del cultivo acorde con el análisis químico del suelo.

El cultivo de melón antes del periodo de la floración tiene una baja absorción de los nutrientes. A partir de ella se produce un gran incremento, el máximo ocurre durante el crecimiento del fruto. Se considera la fertilización del melón como una herramienta para maximizar la producción, sin embargo, la nutrición mineral también tiene un impacto importante en la calidad y en la vida en anaquel de la fruta cosechada. Entre los factores de deterioro que genera rechazo por la baja calidad del fruto de melón se encuentra la falta o exceso de tamaño, pérdida de firmeza, desprendimiento placenta, color y maduración poco uniforme, bajo contenido de sólidos solubles, falta de sabor, etc. (Eloy Molina, 2006).

Con relación a los nutrientes requerido por el melón, el nitrógeno es determinante en el crecimiento de la planta, favorece la emisión precoz de flores fértiles e incrementa el peso de los frutos. La deficiencia de este elemento causa amarillez general de las hojas que comienza por las más viejas. Los entrenudos se acortan y se reduce la superficie foliar. El fósforo estimula el desarrollo radicular, floración y cuajado de los frutos y produce un anticipo y un mayor número de flores por planta. El potasio es elemento que extrae en mayores proporciones y, está relacionado con la calidad ya que influye en el color, aroma y contenido de azúcar. Las máximas necesidades de K se presentan en floración, cuajado y maduración de los frutos.

El magnesio influye en el número de flores hermafroditas y sus síntomas de deficiencia se manifiestan con manchas amarillentas entre los nervios de las hojas viejas, aspecto moteado. Las hojas jóvenes se curvan volviéndose quebradizas. El calcio determina la calidad y cualidades organolépticas de los frutos, los síntomas de deficiencia se reflejan en inhibición del crecimiento del borde de las hojas, curvándose hacia el envés.

**Fertilización orgánica.** El criterio para aplicar una fertilización orgánica es cuando las plantas necesitan diferentes cantidades de nutrientes en diferentes etapas de crecimiento. El momento óptimo para la aplicación de fertilizantes es determinado por el patrón de absorción de nutrientes del cultivo. Para el mismo cultivo, cada nutriente tiene un patrón de consumo individual. Hoy es común encontrar suelos con un bajo contenido de materia

orgánica, generalmente menor al 1%, al utilizar productos orgánicos se mejoran algunas características como son la estructura del suelo, porosidad y almacenamiento de agua, siendo considerados acondicionadores del suelo. El melón responde bien a la aplicación de diversos abonos orgánicos por sus múltiples beneficios, en especial a su contribución para mejorar la disponibilidad de nutrientes y agua para el cultivo.

El compost estabilizado que se prepara en las granjas agrícolas, es el abono orgánico por excelencia, retiene nutrimentos evitando que se pierda a través del perfil de suelo, mejora la estructura del suelo, retiene humedad, reduce la erosión, contiene micro y macro elementos, estabiliza el pH del suelo y neutraliza las toxinas, sus ácidos disuelven los minerales del suelo haciéndolos disponibles, sostiene la vida microbiana y no contamina el suelo, agua, aire, ni los cultivos (Figueroa, 2003).

**Riego localizado de alta frecuencia.** Es un método muy eficaz que permite aplicar el agua de manera eficiente y dosificada directamente al suelo para ser extraída por las raíces de la planta. Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser ríos, quebradas, embalses o aguas subterráneas teniendo en cuenta que debe ser apta para el uso agrícola. Con este sistema se logra minimizar las pérdidas por infiltración profunda y lo más importante, se reduce el escurrimiento superficial. Así, el agua aplicada es solamente la que el cultivo requiere para su crecimiento y producción. Tiene como ventajas utilizar racionalmente los recursos hídricos, minimizando la erosión ya que maneja caudales y presiones muy bajas, la operación y el mantenimiento es fácil de bajo costo, las pérdidas por evaporación son bajas debido a que su diámetro húmedo es muy pequeño, genera mayor producción y calidad en las cosechas.

Los criterios para el diseño de un sistema de riego localizado, está en fijar el caudal, presión y uniformidad desde el principio e ir diseñando en consecuencia. Seguidamente debe realizarse un proceso de diseño el cual se divide en dos fases, diseño agronómico y diseño hidráulico. En el diseño agronómico se determina la cantidad de agua que la instalación tiene que conducir con capacidad para el mes de máximas necesidades, y en el diseño hidráulico se calculan las dimensiones y ubicación de conducciones y componentes para satisfacer las necesidades agronómicas. Por lo tanto un diseño de un sistema de riego localizado debe comprender tres partes:

- Diseño Agronómico
- Diseño Hidráulico
- Programación de riegos. Cálculo del tiempo.

Con la cinta de riego el agua es conducida a campo por medio de tuberías de diferentes material y calibre siendo instaladas a lo largo de las hileras de planta para entrega dosificada a través de goteros (Blair, 1979). Según la calidad de la fuente de abastecimiento de agua se instalan filtros. Una de las ventajas del riego por goteo es mínima pérdida de agua, debido a que su diámetro húmedo es muy pequeño que como consecuencia genera mayor producción y calidad en las cosechas.

**Método del tanque evaporímetro.** Existen métodos directos e indirectos para estimar la evapotranspiración del cultivo, los primeros proporcionan directamente el consumo total

del agua requerida, utilizando para ello aparatos e instrumentos para su determinación (lisímetro, atmómetro, método gravimétrico); los segundos en forma indirecta y bajo la utilización de fórmulas empíricas se obtienen los consumos de agua durante el ciclo vegetativo de la planta (Thornthwaite, Turc, Blaney - Criddle, FAO Penman - Monteith, etc.) (Herrera, 2013).

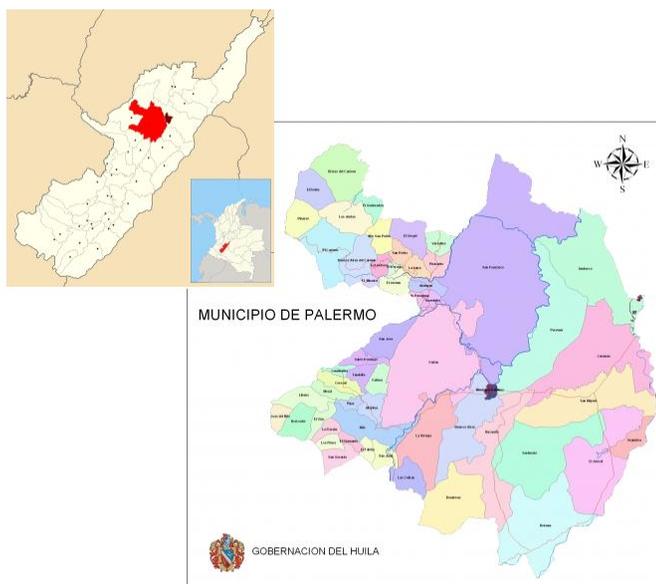
## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Naturaleza de la Investigación

La metodología es de tipo experimental cuya fuente de información es recopilada directamente por el investigador, de tipo cuantitativo con implementación de un sistema con cinta de riego en cultivo de melón bajo 7 tratamientos de abonos producto de investigación. Con los resultados se pretende plantear un modelo viable, sostenible y económico, utilizando una nueva alternativa para el aprovechamiento de los recursos minerales y orgánicos para mantener o mejorar las condiciones del suelo y el cultivo. De esta manera, se pretende generar las condiciones de manejo del cultivo mediante la aplicación de abonos y suministro de riego localizado bajo el concepto del balance hídrico controlado. Los abonos probados fueron suministrados por el CTH 002 y 003 y Ceagrodex, estos productos son mezclas físicas de minerales (fosforitas y calcáreos) del departamento del Huila.

### 4.2 Ubicación geográfica

La granja Villa Lavi se halla en el municipio de Palermo - Huila a 03° 01' 26" LN, a 516 msnm, cuya formación vegetal es bosque seco tropical (bs-T), con temperatura media de 28°C, humedad relativa media 70% y brillo solar promedio de 5.2 h/día.



**Figura 3.** Ubicación del área de estudio.

### 4.3 Diseño Experimental y Tratamientos

Los tratamientos fueron dispuestos de acuerdo con los criterios establecidos por Torrente (2015), tomando la denominación de la característica fundamental seguida por el nombre de la Empresa que los produce así:

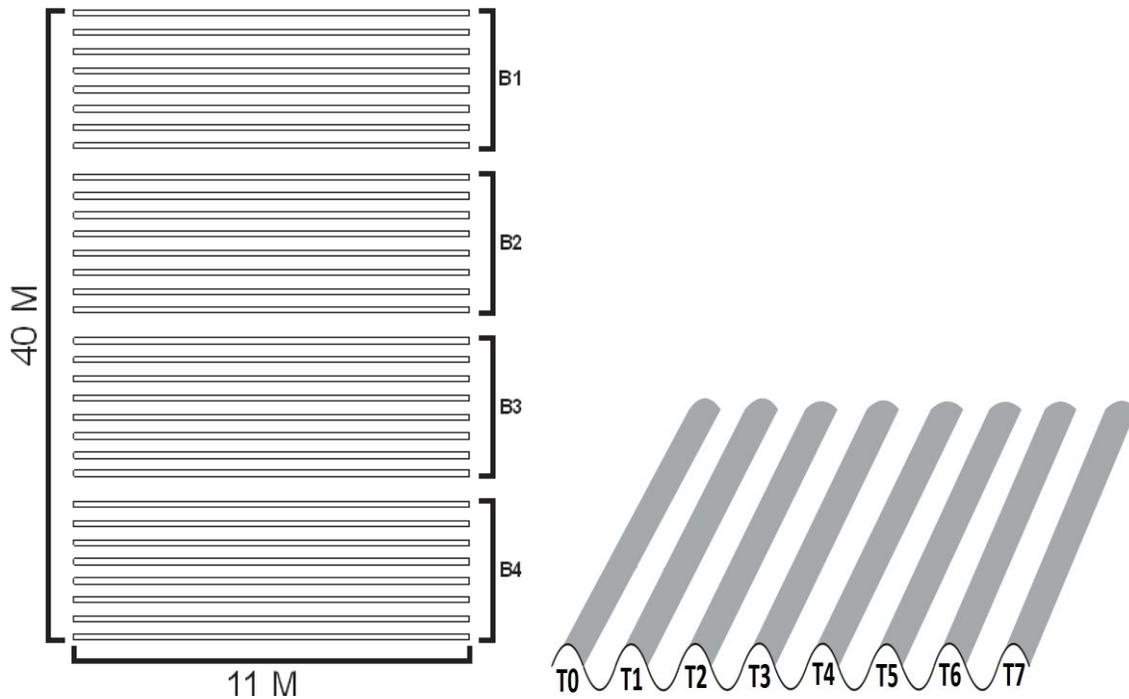
- **T0** = Testigo (T0).
- **T1** = Enmienda Corpoagrominh 1 (EC1).
- **T2** = Enmienda Corpoagrominh 2 (EC2).
- **T3** = Enmienda Dolcamar 1 (ED1).
- **T4** = Enmienda Dolcamar 2 (ED2).
- **T5** = Fertilizante Dolcamar 1 (FD1).
- **T6** = Fertilizante Dolcamar 2 (FD2).
- **T7** = Compost Ceagrodex (CC)

Dolcamar son productos constituidos de mezclas minerales procesadas especialmente calcáreos y fosforitas; la Enmienda Dolcamar 1 es el resultado de un núcleo calcinado a 1000°C con mezcla de azufre, la Enmienda Dolcamar 2 está conformado de un núcleo calcinado a 1000°C, el fertilizante Dolcamar 1 es el resultado de un núcleo de elementos menores y el fertilizante Dolcamar 2, está conformado por elementos menores que son esenciales para la nutrición vegetal. Corpoagrominh son productos orgánicos como son cascarilla de arroz y pulpa de café compostada para usar como sustrato orgánico con características de buen drenaje y buena aireación al suelo brindando una mayor concentración de nutrientes para la planta, se utilizan dos productos denominados Enmienda Corpoagrominh 1 y Enmienda Corpoagrominh 2. De la empresa Ceagrodex del Huila S.A, se utilizó un producto que es el resultado del compost de residuos de sacrificios de bovinos (contenido ruminal, pelos de patas, lodos de PTAR y estiercol), porcinos (pelos, lodos de PTAR, cascos y porquinaza) y despote (sebo y huesos). En la tabla 3 se muestra la composición de cada tratamiento aplicado al cultivo, con el fin de diferenciar el rendimiento de melón, distribuido de acuerdo al diseño experimental (figura 4).

**Tabla 2.** Composición de los tratamientos de enmiendas, fertilizantes y abono (%)

Producto	NOt	Coxt	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	Na	MgO	S	B	Zn	Cu	SiO <sub>2</sub>	CA	CC	Ca(OH) <sub>2</sub>	RD	RF	PH	Ce
<b>T0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>T1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	15	15	10	30	0
<b>T2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	10	10	20	10	0
<b>T3</b>	0	0	17,1	44,6	0	0	6,6	5	1	0	0	9,5	0	0	0	0	0	0	0
<b>T4</b>	0	0	18	47	0	0	7	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
<b>T5</b>	0	0	15,9	41,1	0	0	8,4	5	1	3	1	8,4	0	0	0	0	0	0	0
<b>T6</b>	0	0	18,7	48,7	0	0	9,6	0	1	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
<b>T7</b>	4,4	19,5	2,4	0	0,79	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56

NOt nitrógeno orgánico total, Coxt carbono orgánico oxidado total, CA cascarilla de arroz, CC cascarilla de café, RD roca dolomita, RF roca fosfórica, PH polímero hidrorretenedor, Ce ceniza.



**Figura 4.** Distribución de tratamientos por bloques

#### 4.4 Área experimental

El área efectiva experimental fue de 440 m<sup>2</sup> y se practicó el deshierbe manual. El clima es de bosque seco tropical, con temperatura media anual es de 27°C. El área tiene presencia de material superficial de cascajo y gravilla con un grado de erosión alto (Figura 5).



**Figura 5.** Área experimental

Se hizo la toma de muestra de suelo en zig-zag en los puntos altos, medios y bajo del área, de igual manera se realizaron pruebas hidrofísicas de infiltración y conductividad hidráulica del suelo por los métodos de los anillos concéntricos y pozo barrenado inverso respectivamente. Se aplicó el modelo de Kostiakov para obtener la infiltración básica, la lámina acumulada infiltrada y tasa de infiltración, la ecuación de Porchet para la aproximación de la conductividad hidráulica del suelo (Figura 6).



**Figura 6.** Pruebas hidrofísicas del suelo: a) Anillos concéntricos, b) Pozo barrenado invertido

En las pruebas de laboratorios (físicas y químicas del suelo), para la textura se utilizó el método de Bouyoucos, la retención de humedad el método de las membranas de Richard, la densidad aparente con terrón parafinado, la densidad real por el picnómetro, porosidad total mediante el cálculo de la densidad real y la densidad aparente.

#### 4.5 Sistema de riego, demanda hídrica y adecuación del área experimental.

**Sistema de riego.** Los cálculos hidráulicos se basaron en la metodología para el diseño de sistemas de riego por goteo de Cifuentes 2006.

#### Demanda hídrica

El coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) depende del período de crecimiento del cultivo, se divide en etapas: inicio, desarrollo, medio y final (Tabla 3).

**Tabla 3.** Coeficiente  $K_c$  para melón según FAO

Etapa	$K_c$
Trasplante	0.45
Crecimiento vegetativo	0.55
Floración	0,75
Primeros frutos	0.9
Maduración del fruto	1

Fuente: Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2000

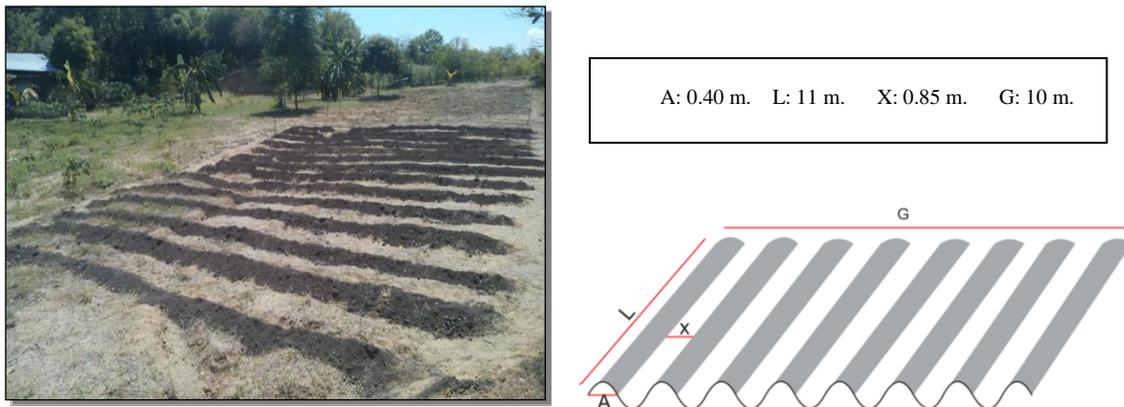
El agua proviene de aljibe y se conduce a través de un sistema de riego por cinta de goteo con dos emisores de gotero por planta. Para el cálculo de la demanda hídrica del cultivo de melón se utilizó la información de la estación climatológica Villa Lavi que cuenta con instrumentos de medición como son termómetros de temperatura normal, máxima y mínima del aire, higrómetro, un tanque evaporímetro tipo A y un pluviómetro tipo Helman (figura 7).



**Figura 7.** Estación de clima no convencional y tanque evaporímetro

### Adecuación del área experimental.

En la preparación del terreno se establecieron caballones con suelo capote externo para acondicionamiento del área, ya que el sustrato de origen es arenoso graviloso. Para el caballoneo se utilizó azadón y pala removiendo el suelo para darle aireación. El área de 40 m de largo y 11 m de ancho se dividió en 4 bloques, cada bloque contiene 8 surcos con los tratamientos definidos. Los caballones tienen 0.40 m de ancho y entrecalle de 0.85 m, para un total de 32 surcos (Figura 8).



**Figura 8.** Surcos adecuados en área experimental y esquema de la distribución del bloque para el cultivo de Melón

#### 4.6 Semillero y trasplante de las plántulas de melón al suelo

Para la producción de las plántulas de melón se adquirieron semillas de melón variedad *Hales Best Jumbo*. Se utilizaron bolsas plásticas (11 cm \* 17 cm \* 8.5 cm) que se llenaron con una mezcla de gallinaza, cisco de arroz, cal y suelo, se colocó la semilla y se aplicó riego diario hasta la germinación, sembrando un total de 900 plántulas (Figura 9).

Se formuló un plan de aplicación de las enmiendas y los fertilizantes al cultivo para evaluar su respuesta en rendimiento del melón según Torrente 2016.

Días previos al trasplante de las plántulas, se aplicó al total del área experimental una fertilización de arranque triple 18 en cantidad de 16.8 kg y Olafito 5 kg (Anexo C y D) con el objeto de facilitar la adaptación de las plantas a su nuevo habitat. El trasplante se realizó cuando las plántulas formaron la quinta hoja verdadera a los 20 días de su germinación, luego se llevó a cabo la selección de las plántulas más uniformes y vigorosas llevándolas al sitio de cultivo con un espaciamiento de 1.25 m x 0.4 m, para un total de 864 plantas (figura 9).



**Figura 9.** Semillero establecido y plántulas antes de ser trasplantadas

- Se aplicó solo fertilización edáfica en dosis de 200 gr/planta y de 5 kg/caballón, así: (Anexo E).
- Al trasplante: EC1 al surco 1, EC2 al surco 2, ED1 al surco 3, ED2 al surco 4 y CC al surco 7 para cada bloque.
- A los 20 días después del trasplante se aplicó el FD1 al surco 5 y FD2 al surco 6.

#### 4.7 Requerimientos hídricos del cultivo

Se hicieron las actividades de control, seguimiento y cuidado del cultivo para su normal desarrollo hasta cosecha (figura 10).



**Figura 10.** Inspección al sistema de riego

#### 4.8 Medición de variables y cosecha

La distancia entre siembra fue de 0.40 m para el cultivo de melón. La Variedad *Jumbo Hales Best* tiene un periodo vegetativo de 100 días, dividida en 4 fases, la primera fase corresponde a la germinación (día 1 a 14), la segunda fase comprende el crecimiento y floración (día 15 a 28), la tercera fase corresponde al Cuaje, llenado fruto y maduración (día 29 a 63) y la cuarta fase es la cosecha (día 64 a 80). La recolección de los frutos se hizo manual, el pesaje en una báscula mecánica registrando el peso de fruto por planta.

#### 4.9 Variables de medición

- **Rendimiento.** Se tuvo en cuenta el peso de los frutos buenos cosechados por tratamientos, se realizó la extrapolación para así obtener el rendimiento por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).
- **Número de frutos.** Se contabilizó el número de frutos buenos por tratamientos.
- **Peso de los frutos.** Se registró con ayuda de una báscula digital, el peso de cada fruto bueno obtenido por tratamiento.
- **Diámetro ecuatorial.** Se colocó cada fruto de manera transversal y con ayuda de la cinta métrica se tomó la medida en cm.
- **Diámetro polar.** Se colocó cada fruto de manera vertical, tomando las medidas de polo a polo con la cinta métrica en cm.

#### 4.10 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Statgraphics centurión XVI Versión 16.2.04 comparando por medio de un análisis de varianza simple.

## 5 ANALISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Muestreo y análisis del suelo

La textura del suelo es franco arenosa, de color café olivo claro, tiene una estructura en bloques angulares, finos y es de consistencia en seco dura y en húmedo friable. La infiltración es moderadamente lenta (Montenegro, 1990) y la conductividad hidráulica es muy rápida, debido a la escasa cantidad de limos y arcillas (Grassi C.J, 1987). El suelo presenta baja retención de agua, lo que significa altas frecuencias de riego para el mantenimiento de la humedad adecuada en el suelo en el desarrollo normal del cultivo. Estos resultados son las consecuencias de la naturaleza y el manejo antecedente del suelo (Tabla 4).

**Tabla 4.** Resultados de las Pruebas hidrofísicas del suelo

PRUEBA	Unidad	Valor
Da	g/cm <sup>3</sup>	1,57
Dr	g/cm <sup>3</sup>	2,59
H	%	39,25
RH. 0.3 bar	%	17,92
R.H. 15 bar	%	6,96
Conductividad Hidráulica	m/día	5,52
Infiltración	cm/h	1,87
Textura		FA
Arcilla	%	5
Limo	%	17
Arena	%	78

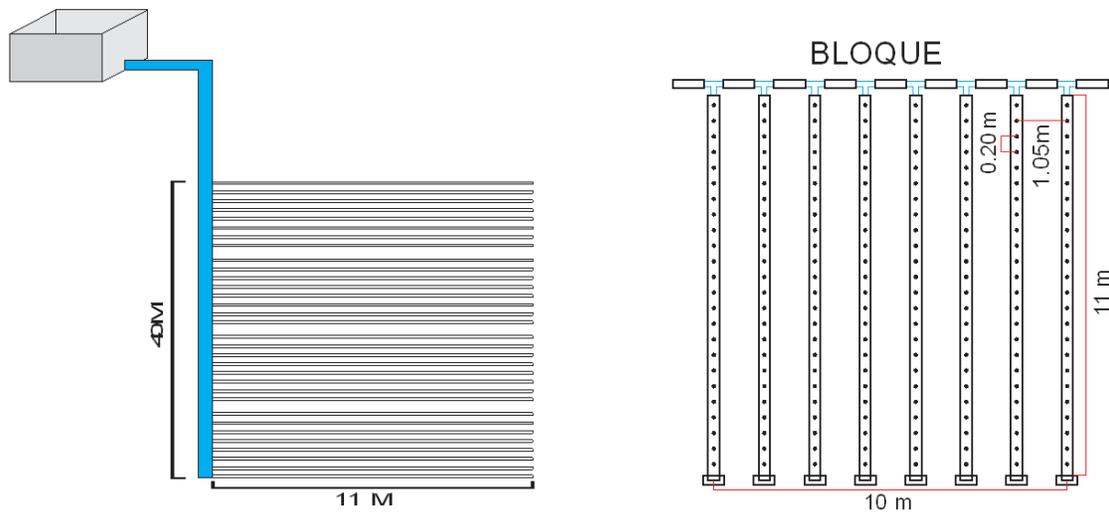
Da: densidad aparente, Dr: densidad real.

El suelo tiene baja disponibilidad de nutrientes, deficiencias que se pueden manifestar en clorosis, necrosis, reducción en el crecimiento y/o falta de producción de frutos. El suelo es ligeramente ácido, la capacidad de intercambio catiónico es baja por la escasez de coloides en el suelo (arcilla y materia orgánica) y no salino, esto trae un beneficio al cultivo ya que no afecta su crecimiento ni en la producción. La parcela experimental posee baja fertilidad del suelo y por esta razón requiere de un buen plan de fertilización con el fin de elevar la disponibilidad de nutrientes (Anexo E).

### 5.2 Sistema de Riego.

Se instaló cinta de riego de 16 mm de diámetro, para caudal de descarga de 0.79 litros/hr, con distancia entre goteros de 0.20 m para una mayor área húmeda en la hilera del cultivo. Se dispuso de un diseño experimental en bloques al azar con espaciamientos entre plantas de 0.40 m y entre hileras de 1.05 m de cinta a cinta de riego, siguiendo el Manual de

manejo agronómico para cultivo de melón. (Figura 11). En la tabla 5 se muestran los cálculos de los requerimientos hídricos con los datos crítico en los últimos 10 años obtenidos de la estación climatológica Villa Lavi.



**Figura 11.** Disposición del sistema de riego y distribución de la cinta por bloque

El sistema de riego se abastece por gravedad desde un depósito de almacenamiento de 27 m<sup>3</sup>, mediante conducción en tubería de PVC. El agua se conduce hasta el cultivo en tubería de 1" con longitud de 15 m, conectada a la tubería múltiple de 1" de diámetro - calibre 28, con una longitud de 40 m y por último a los laterales o cintas de riego de 16 mm de diámetro con un espaciamiento entre goteros de 20 cm y longitud de 11 m. Se instalaron 8 cintas de riego por cada bloque con un espaciamiento en el múltiple de 1.25 m de cinta a cinta de riego (figura 11).

**Tabla 5.** Requerimientos hídricos para el diseño de riego

característica area de estudio		
Evaporacion Mes Critico	198,4	(mm) Diciembre
Evaporacion Daria	6,4	(mm)
Kc (FAO)	1	
Uso consumo (Uc)	6,4	mm/dia
Textura	FA	
Capacidad de Campo (CC)	6,2	%
Punto de Marchitez Permanente (PMP)	2,6	%
Densidad aparente (Da)	1,5	g/cm <sup>3</sup>
Profundidad radicular (Pr)	500	mm
Profundidad radicular efectiva (Pre)	350	mm
Nivel de agotamiento (Na)	0,5	
Eficiencia	0,95	

Diametro de la planta (m)	0,4
Diametro gotero (m)	0,39
Area gotero (m <sup>2</sup> )	0,12
Area de la planta (m <sup>2</sup> )	0,13
75% Area de la planta (m <sup>2</sup> )	0,09
No. Goteros por planta	0,77   1

	Lt/sg	Lt/hr	GPM	M3/Hr
Qdisp	0,7	2571	11,312928	2,57112
Qur	0,00021944	0,7899984	0,00347599	0,000789998
Q por planta	0,000219444	0,7899984	0,00347599	0,000789998

Qdisp: caudal disponible, Qur: caudal por unidad de riego, Q por planta: caudal por planta.

### 5.3 Calculo de la demanda Hídrica

El requerimiento hídrico se calculó por el método RASPLARLO (Relación agua – suelo –planta para riego) de Cifuentes 2006, que tiene en cuenta los estados de desarrollo del cultivo, la evapotranspiración, las propiedades físicas del suelo y unidades de riego de la siguiente manera:

#### Calculo de la lámina neta (LN) o cantidad de agua a aplicar.

$$LN = (CC - PMP/100) * Da * Pre * Na$$

LN: Lamina Neta.

CC: Capacidad de campo (%).

PMP: Punto de marchitez permanente (%).

Da: Densidad aparente ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

Pre: Profundidad radicular efectiva del cultivo, se adopta el 75% de la profundidad total.

Na: Nivel de agotamiento, se recomienda que no sea superior al 50%.

#### Calculo de la lámina bruta o cantidad de agua aplicar.

$$LB = LN/Ea$$

LB: Lamina bruta

LN: Lamina neta.

Ea: Eficiencia de aplicación del sistema de riego = 95%.

#### Frecuencia de riego (FR).

$$FR = LN/Uc$$

FR: Frecuencia de riego, días.

Uc: Uso consumo ( $\text{mm}/\text{día}$ ), valor que corresponde a la máxima evaporación y Transpiración del cultivo en un día.

#### Tiempo de riego por unidad de riego (TRur).

$$TRur = LBur/Qur$$

TRur: Tiempo de riego en horas.

LBur: Lamina bruta para el área de humedecimiento de la unidad de riego.

Qur: Caudal de descarga de la unidad de riego.

$$LBur = \text{área de humedecimiento de la unidad de riego (m}^2\text{)} * \text{lamina bruta total}$$

<b>L.N.</b>	9,45	mm
<b>L.B.</b>	9,95	mm en una Ha
	99,47	m3 en una Ha
<b>F.R</b>	1,5	días
<b>L.B. ur</b>	0,001	m3
<b>T.R. ur</b>	1,5	hr
<b>Area de humedecida (m2)</b>	0,12	
<b>Qpor arbol (m3/hr)</b>	0,000789998	

Ln: lamina neta, LB: lamina bruta, FR: frecuencia de riego, LB. Ur: lamina bruta por unidad de riego, T.R. ur: tiempo de riego por unidad de riego, Qpor árbol: caudal por planta.

El criterio de riego que se adaptó a las condiciones del cultivo y operación del sistema consistió en reponer la lámina evaporada (tabla 5). Los cálculos son:

$$D_{diaria} = U_c / E_a$$

Donde

$L_{diaria}$ : Lamina bruta diaria a reponer

$U_c$ : Uso consumo.

$E_a$ : Eficiencia de aplicación 95%.

Luego

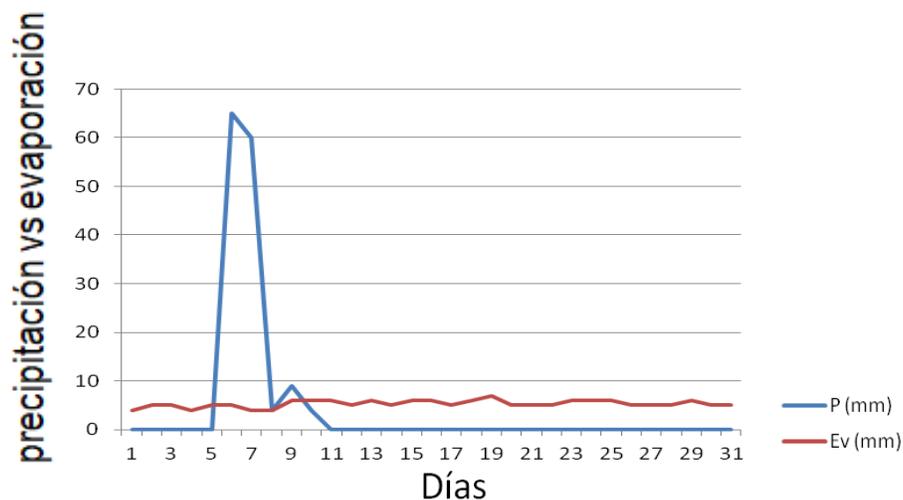
$$T_r = \frac{\text{volumen bruto}}{Q \text{ aplicación}} = \frac{L_{diaria} * \text{Area m}^2}{\text{unidad de riego} * \# \text{ Unidades de riego}}$$

**Tabla 6.** Demanda hídricas del cultivo de melón

Etapos	Días	P (mm)	Ev (mm)	UC (mm/día)	Ldiaria (mm)	Tr (hr)	
Trasplante (Kc = 0,45)	1	0	5	2	2,3684	0,8	
	2	0	5	2	2,3684	0,8	
Crecimiento y vegetativo (Kc = 0,55)	3	0	5	2,8	2,8947	0,9	
	4	0	6	3	3,4737	1,1	
	5	0	6	3	3,4737	1,1	
	6	0	6	3	3,4737	1,1	
	7	0	5	2,8	2,8947	0,9	
	8	0	5	2,8	2,8947	0,9	
	9	0	5	2,8	2,8947	0,9	
	10	0	5	2,8	2,8947	0,9	
	11	0	6	3	3,4737	1,1	
	12	0	5	2,8	2,8947	0,9	
	13	0	7	3,9	4,0526	1,3	
	14	0	7	3,9	4,0526	1,3	
	15	0	4	2	2,3158	0,7	
	16	0	4	2	2,3158	0,7	
Floración (Kc: 0,75)	17	0	5	4	3,9474	1,3	
	18	0	6	6	6,3158	2,0	
	19	0	6	6	6,3158	2,0	
	20	0	4	3,0	3,1579	1,0	
	21	0	5	3,75	3,9474	1,3	
	22	0	7	5,25	5,5263	1,8	
	23	0	7	5,25	5,5263	1,8	
	24	0	7	5,25	5,5263	1,8	
	25	0	5	3,75	3,9474	1,3	
	26	0	5	3,75	3,9474	1,3	
	27	0	5	3,75	3,9474	1,3	
	28	0	5	3,75	3,9474	1,3	
Primeros frutos (Kc = 0,9)	29	0	5	5	4,7368	1,5	
	30	0	6	5,4	5,5842	1,8	
	31	0	6	5,4	5,5842	1,8	
	maduración del fruto (Kc = 1)	1	0	4	3,6	3,7895	1,2
		2	0	5	4,5	4,7368	1,5
		3	0	5	4,5	4,7368	1,5
		4	0	4	3,6	3,7895	1,2
		5	0	5	4,5	4,7368	1,5
		6	65	5	0,0	0,0000	0,0
		7	60	4	0,0	0,0000	0,0
		8	4	4	0,0	0,0000	0,0
		9	9	6	0,0	0,0000	0,0
		10	4	6	5,4	5,5842	1,8
11		0	6	5,4	5,5842	1,8	
12		0	5	4,5	4,7368	1,5	
13		0	6	5,4	5,5842	1,8	
14	0	5	4,5	4,7368	1,5		
15	0	6	5,4	5,5842	1,8		
16	0	6	5,4	5,5842	1,8		
17	0	5	5,0	5,2632	1,7		
18	0	6	6,0	6,3158	2,0		
19	0	7	7,0	7,3684	2,4		
20	0	5	5,0	5,2632	1,7		
21	0	5	5,0	5,2632	1,7		
22	0	5	5,0	5,2632	1,7		
23	0	6	6,0	6,3158	2,0		
24	0	6	6,0	6,3158	2,0		
25	15,5	6	0,0	0,0000	0,0		
26	0	5	5,0	5,2632	1,7		
27	0	5	5,0	5,2632	1,7		
28	0	5	5,0	5,2632	1,7		
29	0	6	6,0	6,3158	2,0		
30	0	5	5,0	5,2632	1,7		
31	0	5	5,0	5,2632	1,7		

P precipitación, Ev evaporación, Uc uso consumo, Ldiaria lamina bruta, Tr tiempo de riego.

En la tabla anterior muestra que se aplico 260,58 mm durante todo el periodo del cultivo de melón.



**Figura 12.** Grafica de volumen de agua del mes de enero

De acuerdo con la Figura 12 se observa que del 6 al 9 de enero la precipitación osciló entre 9 y 65 mm, siendo mayor a la evaporación por tanto se refleja que la condición climática favorable suplió la demanda de agua al cultivo, siendo necesario

suspender el riego hasta el día 15 por saturación del suelo, evitando problemas al cultivo, ya que es susceptible al exceso de humedad (Figura 13).



**Figura 13.** Identificación de la saturación de humedad en el suelo

Los cálculos hidráulicos fueron realizados mediante la metodología de los Talleres para el diseño de sistemas de riego por goteo de Cifuentes 2001 y según las formulas Williams y Darcy - Weisbachs. Los cálculos hidráulicos son:

**Tabla 7. Calculo DEL MÚLTIPLE Y/O ALIMENTACIÓN SISTEMA DE RIEGO (CINTA DE RIEGO MELÓN)**

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2.CULTIVO		3.ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	Goteo	HUERTO:	Lote Eperimental	SECTOR RIEGO (S.R) N°:	1
Boquilla emisor (color):		Especie:	Melon	Fuente:	Tanque Elevado
Presión trabajo (PSI):	8	Distancia siembra (m):	0.4	Caudal disponible (GPM):	11.2464
Diámetro Húmedo (m):	0.39	Forma siembra:	Cuadro	Caudal sector riego QSR (GPM):	6.0
Caudal (LPH)=QUR:	0.79	Distancia entre surcos (m)	0.4	Caudal/árbol (LPH) máx :	0.79
Forma de trabajo	0	Unidades Riego/árbol :	2	Distancia entre emisores (EL) (m)	0.2

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		CONEXIÓN (%)
	$J = (F)(L)(j)$	100%
1	NUR= (Número unidades riego) X (Sector riego) = QSR/QUR = ( )/( ) (LPH)	1725
2	Nº surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total UR del SR)/(Total UR del gran lateral)	32.00
3	F= Depende Nº salidas y/o conexión surcos Tabla Nº 1 S1 = ( ); S2 = ( )	0.367
4	NS =Número de espacios entre surcos (m)	31.00
5	TI = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)	16
6	TF = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)	1
7	EM= Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)	1.05
8	EB= Espaciamiento entre Bloque (m)	1.75
9	NB= Numero de espacio entre Bloque (m)	3
10	LR = Longitud real = (NS)(EM) + (EB)(NB)+ (TF) + (TI de conexión) = (m) = ( ) ( ) + ( ) ( )	54.80
11	Le = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple : 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 para silletas de 16 mm + 0.8 (codo 90°) + 8.2 (Valvula de Bola)	9.5
12	L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = ( ) + ( )	64.30
13	Ø = Diámetro y RDE de la tubería múltiple(asumirlo)	RDE 21 1"
14	Q = Caudal de diseño (GPM) y/o para cálculo	6.0
15	j= Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla Nº 2,3 y 8	0.016000
16	$J = (F)(L)(j) (m) = ( ) ( ) ( )$	0.378
CHEQUEO: JS JPermisible (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)		
17	J (m) :	0.378   J PERMISIBLE (m): 0.506329114
NOTA: si el resultado en NO, entonces recalcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar.		
SI		NO
OBSERVACIÓN:		

- Número de unidades de riego por sector de riego, que sería la cantidad de goteros por lateral multiplicado por el número de laterales del diseño experimental.
- Son 32 Líneas de riego, 8 líneas en cada uno de los 4 Bloques.
- Es el factor de corrección de Christiansen, que para el múltiple corresponde a 32 salidas.
- Número de espacios entre surcos (m)
- Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)
- Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)
- Espaciamiento entre surcos o líneas de riego más sobre el múltiple (m)
- Espaciamiento entre Bloque (m)
- Numero de espacio entre Bloque (m)
- Longitud Real del Múltiple, desde la conexión inicial del Reservorio
- Longitud equivalente por perdidas en conexión y accesorios
- Longitud Total, que corresponde a la Longitud Real del Múltiple más la longitud equivalente por pérdidas en accesorios.
- Diámetro de Tubería Múltiple Seleccionado
- Se calcula el Caudal a conducir por el múltiple que corresponde al caudal de cada lateral (0.71 lpm) multiplicado por el numero de laterales 22.72 lpm → 6 GPM.
- Se indica j la cual es las perdidas unitarias por fricción por la tubería, según caudal y especificaciones del fabricante.
- Se calcula J la cual es la pérdida Total de carga en el Múltiple.
- Por último, se realiza el chequeo, para determinar si el Múltiple cumple con las condiciones favorables de operación, donde la pérdida total del Múltiple deberá ser menor o igual al 45% del 20% de la presión de trabajo de la Unidad de Riego.

## UNIDAD DE FILTRADO

Para este sistema de riego se selecciona un filtro que cumpla con las características de caudal, diseño y presión, para lo cual se escogió un filtro de disco con las siguientes especificaciones técnicas.



AZUD MODULAR 100	3/4"
CONEXIÓN	3/4" BSP
CAUDAL MÁXIMO RECOMENDADO	5 m <sup>3</sup> /h 22 gpm
SUPERFICIE FILTRANTE (DISCOS)	180 cm <sup>2</sup> 28 in <sup>2</sup>
SUPERFICIE FILTRANTE (MALLA)	160 cm <sup>2</sup> 25 in <sup>2</sup>

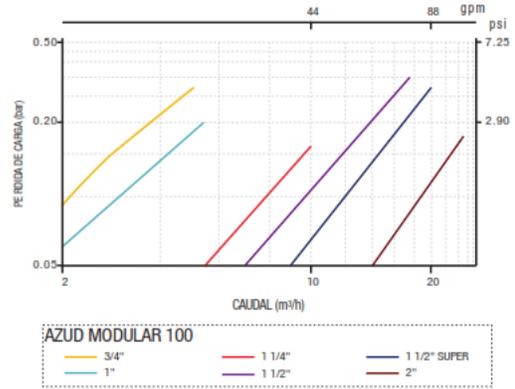
Figura 14. Unidad de filtrado

### MATERIALES

Carcasa Filtro	Plástico Técnico
Elemento filtrante	Discos ranurados Polipropileno Malla Acero inoxidable AISI 316
Presión máxima 8 bar / 116 psi • Temperatura máxima 60 °C / 140 °F	

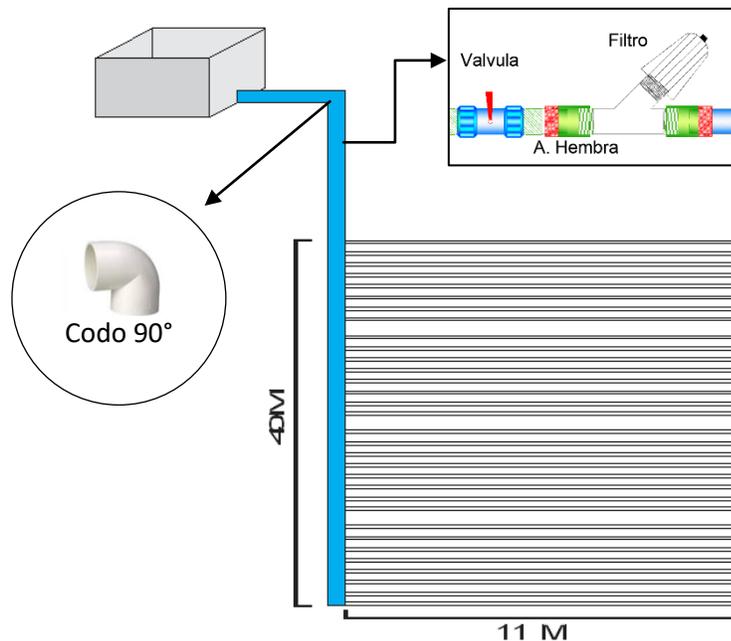
AZUD MODULAR 100	Dimensiones								
	Modelos	A - B	H		W		X		D
			mm	in	mm	in	mm	in	mm
3/4"	3/4" BSP	174	6.9	185	7.3	158	6.2	82	3.2
1"	1" BSP	174	6.9	190	7.5	158	6.2	82	3.2
1 1/4"	1 1/4" BSP	204	8.0	231	9.1	231	9.1	115	4.5
1 1/2"	1 1/2" BSP	204	8.0	231	9.1	231	9.1	115	4.5
1 1/2" SUPER	1 1/2" BSP	244	9.6	262	10.3	252	9.9	147	5.8

### AZUD MODULAR 100 DISCOS 130 micron



Las pérdidas por fricción dadas por el filtro son mínimas y no altera la pérdida total de energía en el múltiple.

Figura 15. ESQUEMA DE RIEGO



**Tabla 8. CALCULO DEL LATERAL DEL SISTEMA DE RIEGO (CINTA DE RIEGO MELÓN)**

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)					
VARIABLES					
J= (F) (L) (j)				16 mm	
1	NA = Número de árboles a beneficiar			27.00	
2	NUR= Número de unidades de riego por lateral ≈ N° De salidas			54.00	
3	Ø = Diámetro (en mm)			16.00	
4	F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla N° 1)			0.360	
5	Q = Caudal total a conducir = (N° Unidades Riego) (Q unitario) = (LPM)			0.71	
6	Ns = Número de espacios entre unidades de riego			53.00	
7	EL= Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)			0.200	
8	TI = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)			0.200	
9	TF = Tramo final desde última unidad de riego hasta obturador (m)			0.100	
10	LR = Longitud real (m) = (Ns)(EL) + (TI) + (TF) = [(7)(5m)] + (3,07m) + (1m)			10.90	
11	Le = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral : 0,05 - 0,2 m			0.20	
12	L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = (39,07m) + (0.05m)			11.10	
13	j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla N° 4 (Según fabricante)			0.0014	
14	J = (F)(L)(j) (m) =			0.006	
CHEQUEO: $J \leq$ Permisible (55% del 20% de la Presión de Trabajo Unidad de Riego)					
	Diámetro de la Tubería del Lateral	J (m)	J Permisible (m)	Condicion	Si Cumple o No Cumple
15	16 mm	0.006	0.618846695		SI

1. Cada lateral tiene una longitud de 11 Metros y la distancia de siembra es de 40 centímetros, por lo que el número de plantas a beneficiar por lateral es 27.
2. La cinta seleccionada es con goteros cada 20 cm, lo que traduce que por lateral serán 54 unidades de riego.
3. Se indica el diámetro de la línea de riego seleccionada
4. Es el factor de corrección de Christiansen, que para el lateral corresponde a 54 salidas.
5. Caudal a conducir por lateral 0.79 lph (Gotero) x 54 Goteros = 42.66 lph → 0.71 lpm.
6. Número de espacios entre unidades de riego
7. Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)
8. Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)
9. Tramo final desde última unidad de riego hasta obturador (m)
10. Longitud Real del Lateral
11. Longitud equivalente por perdidas en conexión
12. Longitud Total, que corresponde a la Longitud Real del Lateral más la longitud equivalente por pérdidas en accesorio de conexión.
13. Se determina el j las cuales son las perdidas unitarias por fricción en la manguera lateral, según caudal y especificaciones del fabricante.
14. Pérdida total de carga en el Lateral.
15. Por último, se calcula J el cual es el chequeo que se realiza, para determinar si el lateral cumple con las condiciones favorables de operación, donde la pérdida total del lateral deberá ser menor o igual al 55% del 20% de la presión de trabajo de la Unidad de Riego.

## 5.4 VARIABLES DE RESPUESTA DEL CULTIVO

### Rendimiento

Se consideraron los datos de la producción de 845 plantas, los restantes se descartaron ya que no lograron su desarrollo. En la tabla 10 se muestra la producción acumulada por tratamientos, analizando los datos obtenidos en la producción relacionados con la aplicación de agua de 260,58 mm durante todo el periodo del cultivo, el mejor resultado fue el tratamiento T4 - ED2 con un peso total de 97,58 kg y un rendimiento de 22.18 kg/m<sup>2</sup>, gracias a los componentes nutritivos requeridos para la planta, y la menor producción fue el tratamiento T3 con un peso total de 35,26 kg con un rendimiento de 8.01 kg/m<sup>2</sup>, en el tratamiento T0 se refleja una diferencia significativa notable con un peso de 24.87 kg y un rendimiento de 5.65 kg/m<sup>2</sup>. El tratamiento T5 con un rendimiento de 13.50 kg/m<sup>2</sup> y T6 con un rendimiento de 13.89 kg/m<sup>2</sup> que son los fertilizantes Dolcamar arrojaron datos muy similares en peso, no existiendo diferencia significativa.

**Tabla 9.** Producción de melón según los tratamientos

Tratamientos	Cantidad frutos	Kg cosechados	Rendimiento kg/m <sup>2</sup>
T0	36	24,867	5.65
T1	85	63,547	14.44
T2	83	59,64	13.55
T3	52	35,257	8.01
T4	128	97,577	22.18
T5	77	59,387	13.50
T6	81	61,124	13.89
T7	65	49,328	11.21

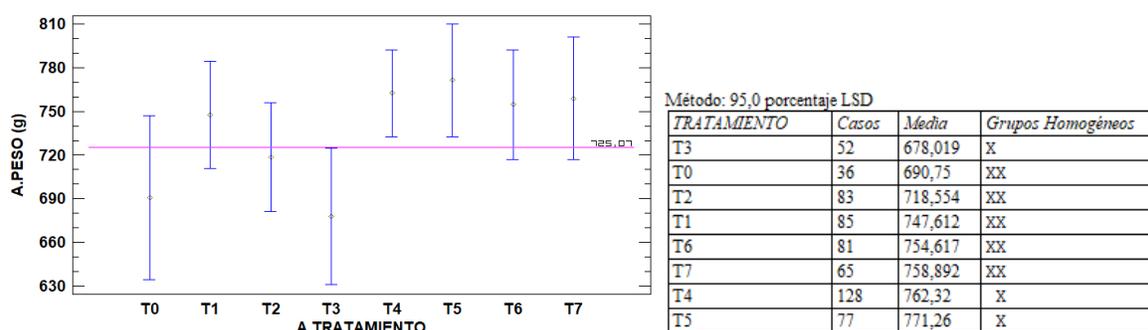
### Peso de fruto

**Tabla 10.** Comparación de tratamientos según el peso de melón en gramos

	TRATAMIENTOS							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Cantidad de frutos	36	85	83	52	128	77	81	65
Promedio (kg)	0,69	0,75	0,72	0,68	0,76	0,77	0,75	0,76
Desviación Estándar	220,24	289,2	244,06	176,17	238,29	249,2	208,46	274,21
Coef. Variación (%)	31,8	38,6	33,9	25,9	31,2	32,3	27,6	36,1
Máximo	1190	1519	1325	1111	1575	1343	1339	2218
Mínimo	278	276	145	174	335	258	327	305
Rango	912	1243	1180	937	1240	1085	1012	1913
Sesgo Estandar	0,921	2,595	-0,419	-0,741	3,115	0,706	1,529	7,557
Curtosis Estandar	-0,524	0,565	-0,751	0,550	1,721	-0,905	0,526	18,87

La tabla 10 muestra el análisis estadístico del PESO (Kg) para cada uno de los Tratamientos con un nivel de confianza del 95%. La intención principal es la de comparar las medias de los diferentes niveles. La mayor media en peso fue T5 con 0,77 Kg, aunque en la producción total uno de los melones registro un peso 1,342 kg, este resultado es similar al de Navarro (2008) en las mismas condiciones de abonamiento pero bajo invernadero.

La figura 16 muestra escasa diferencia entre el testigo y el T3 debido a esto la ED2 refleja un mínimo efecto ya que contiene un alto contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Pero se encontró diferencias significativas entre las medias de los tratamientos T3 & T4, T3 & T5 debido a al bajo porcentaje de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en T3 que T4 & T5, aunque también T1 mostro resultados similares ya que los componentes orgánicos brindan una concentración residual de nutrientes que son disponibles en el tiempo para la producción de los frutos.



**Figura 16.** Medias y 95% de Fisher LSD del peso para tratamientos

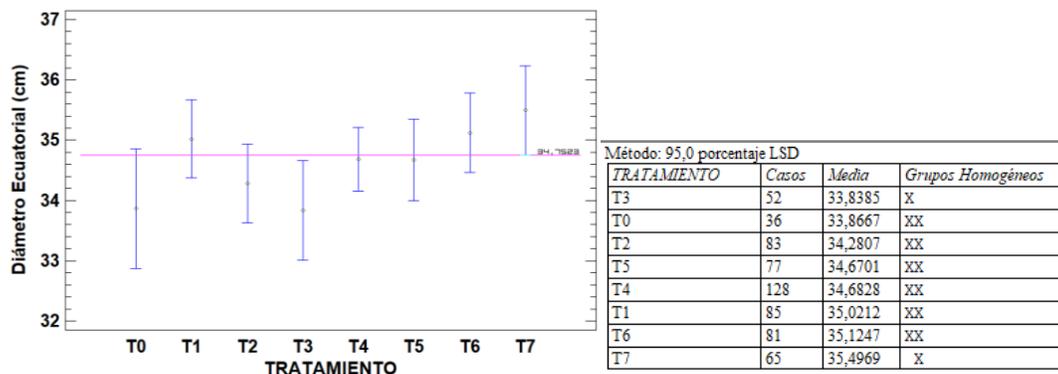
El valor-P 0,2882 de la razón-F resulto de 1,22 siendo mayor que 0,05, no existiendo diferencia estadística significativa de la media de PESO entre tratamientos, con un 95% de confianza, aunque en las Pruebas de Rangos Múltiples se observa una diferencia ya que no comparten grupos homogéneos en la media de T3 & T4, al igual que T3 & T5.

## Diámetro Ecuatorial

**Tabla 11. Resumen Estadístico para Diámetro Ecuatorial (cm)**

	TRATAMIENTOS							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Cantidad de frutos	36	85	83	52	128	77	81	65
Promedio (cm)	33,87	35,02	34,28	33,84	34,68	34,67	35,12	35,50
Desviación Estándar	3,88	4,73	4,59	3,71	3,89	4,89	3,95	4,35
Coef. de variación (%)	11,5	13,5	13,4	11,0	11,2	14,1	11,3	12,2
Máximo	43,0	46,3	42,0	40,0	46,0	46,0	45,0	49,5
Mínimo	27,0	26,0	23,0	22,0	26,0	23,0	24,0	25,0
Rango	16,0	20,3	19,0	18,0	20,0	23,0	21,0	24,5
Sesgo Estandarizado	0,1871	0,2386	-2,7952	-2,6355	1,6747	0,4553	-1,4791	2,2060
Curtosis Estandarizada	-0,3342	-0,0624	-0,6534	1,4487	-0,5544	-0,6474	1,0760	3,5269

En la tabla 11 muestra el análisis de varianza para Diámetro Ecuatorial (cm) en los tratamientos. Los datos de la media en los diferentes tratamientos se asemejan entre sí, concluyendo que los componentes de los abonos orgánico minerales aplicados en este proyecto no afectan el tamaño de los melones.



**Figura 17.** Medias y 95% de Fisher LSD del diámetro ecuatorial

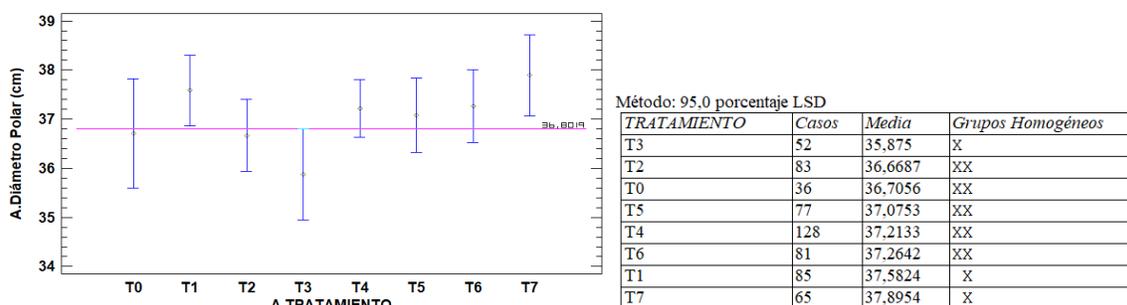
Para la Figura 17 en las medias del diámetro ecuatorial reflejan similitud entre tratamientos, es decir el tamaño del fruto no es afectado por los nutrientes que componen cada abono, puesto que el valor-P = 0,3553 de la razón-F = 1,11 es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadística significativa entre medias de Diámetro Ecuatorial (cm), con un nivel del 95% de confianza, aunque en las Pruebas de Rangos Múltiples muestran diferencia ya que no comparten grupos homogéneos en la media de T3 & T7 con una diferencia -1,65846, +/- límites de 1,56761.

### Diámetro Polar.

**Tabla 12. Resumen Estadístico para Diámetro Polar (cm)**

	TRATAMIENTOS							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Recuento	36	85	83	52	128	77	81	65
Promedio (cm)	36,70	37,58	36,66	35,87	37,21	37,07	37,26	37,89
Desviación Estándar	4,743	5,416	5,098	3,878	4,154	5,365	4,389	5,092
Coef. de variación (%)	12,92	14,41	13,90	10,81	11,16	14,47	11,77	13,43
Máximo	46,0	49,6	46,0	42,1	50,2	47,7	48,0	57,5
Mínimo	28,5	27,0	25,0	23,5	28,0	24,0	26,0	28,0
Rango	17,5	22,6	21,0	18,6	22,2	23,7	22,0	29,5
Sesgo Estandarizado	0,1744	0,5368	-1,972	-2,759	1,508	-0,3136	-1,475	5,583
Curtosis Estandarizada	-0,4612	-0,2245	-0,8176	1,707	-0,06422	-1,050	1,230	8,728

La tabla 12 muestra el análisis estadísticos de Diámetro Polar (cm) para cada los 8 tratamientos. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes tratamientos.



**Figura 18.** Grafica medias y 95,0% de Fisher LSD del diámetro polar.

El diámetro polar no presentó diferencia significativa, los melones registrados cumplen con las condiciones establecidas en la NTC 832. En la figura 18 el T3 fue el que menor tamaño obtuvo, siendo así que la producción de frutos con medidas apropiadas no se ve afectada por la aplicación de tratamientos ricos en material orgánico y mineral, lo que demuestra claramente el testigo. Algunos componentes como la roca fosfórica y dolomita que componen el T1, si brindan al fruto y su tamaño unos buenos resultados, comparado con los T2, T4, T5, T6 y T7 que poseen mínimas diferencias, es el tratamiento que se destaca. Estos datos son superiores a los obtenidos por Moreno (2012) en condiciones similares de fertilización que reporta 12.25 cm.

El valor-P = 0,4152 de la razón-F = 1,02 es mayor o igual que 0,05, no existe diferencia estadística significativa entre las medias de Diámetro Polar (cm) para los tratamientos, con un nivel del 95% de confianza, pero en las Pruebas de Rangos Múltiples se muestra una diferencia ya que no comparten grupos homogéneos en la media de T1 & T3 con una diferencia 1,70735, +/- límites de 1,65546 y T3 & T7 con una diferencia -2,02038, +/- límites de 1,74947.

### Análisis de la inversión del proyecto

Se consideran los costos de la inversión parcial en materiales para el cultivo de melón en un área de 440 m<sup>2</sup>, este es uno de los principales costos involucrados en la compra de la manguera de polietileno para conducción, de igual manera la cinta de riego con sus respectivos accesorios, los costos de los tratamientos aplicados y las semillas de melón (tabla 13 y tabla 14).

**Tabla 13.** Costos del sistema de riego.

ITEM	Cantidad	Valor unitario	Costo Total
Manguera PE 1" calibre 40	50 m	\$ 560	\$ 28.000
Codo 90°	1 und	\$ 1.500	\$ 1.500
Válvula	1 und	\$ 8.000	\$ 8.000
Adaptador hembra	2 und	\$ 500	\$ 1.000
Cinta de riego	325 m	\$ 352	\$ 114.400
Filtro	1 und	\$ 80.000	\$ 80.000
Conector tubo a cinta	32 und	\$ 1.100	\$ 35.200
Mano de obra	8 horas	\$ 3.300	\$ 26.400
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 239.500</b>

**Tabla 14. Costos del material y semillas.**

ITEM	Cantidad	Valor unitario	Costo Total
T1 (EC1)	1 Bulto	\$ 35.000	\$ 35.000
T2 (EC2)	1 Bulto	\$ 25.000	\$ 25.000
T3 (ED1)	1 Bulto	\$ 25.000	\$ 25.000
T4 (ED2)	1 Bulto	\$ 19.000	\$ 19.000
T5 (FD1)	1 Bulto	\$ 47.000	\$ 47.000
T6 (FD2)	1 Bulto	\$ 37.000	\$ 37.000
T7 CC	1 Bulto	\$ 20.000	\$ 20.000
Semillas	3 unid	\$ 7.000	\$ 21.000
Bolsas plásticas 9*18 cm	1000 und	\$ 2.900	\$ 29.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 258.000</b>

T1 (EC1) Enmienda Corpoagrominh 1, T2 (EC2) Enmienda Corpoagrominh 2, T3 (ED1) Enmienda Dolcamar 1, T4 (ED2) Enmienda Dolcamar 2, T5 (FD1) Fertilizante Dolcamar 1, T6 (FD2) Fertilizante Dolcamar 2, T7 (CC) Compost Ceagrodex.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

La mayor demanda de agua en el cultivo de melón fue en la fase de maduración con un Kc de 1 y un total de 80 mm.

El mayor rendimiento de melón variedad *Halest Best Jumbo* fue de 22.18 kg/m<sup>2</sup> alcanzado con el tratamiento T4 - ED2, cuya composición es 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 47% de CaO, 7% de MgO y 10% de SiO<sub>2</sub>.

El rendimiento del cultivo de melón fue bajo con frutos irregulares y deformes, en algunos casos inferiores al establecido por el Ministerio de Agricultura y NTC 832.

Con la aplicación de enmiendas y fertilizantes orgánico – minerales al cultivo de melón alcanzó una producción total 450,72 kg.

### 6.2 Recomendaciones

Se sugiere utilizar cobertura plástica del caballón de suelo para evitar la propagación de arvenses, plagas, enfermedades como la afectación por daño del fruto en contacto directo con la humedad del suelo. El Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el Gusano Trozador (*Agrotis ipsilon*), afectaron el cultivo en el proceso de fructificación, trayendo como consecuencias daño en el fruto y baja producción.

Es importante una desinfección antes de la siembra y periódicamente un control con agroquímicos para evitar la propagación de plagas al cultivo de melón.

Para disminuir el deterioro en la calidad del fruto se recomienda hacer giros diarios al fruto para evitar la decoloración y la escaldadura.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- agroes.es. Intervalo de Humedad Disponible IHD - Nivel de Agotamiento Permisible NAP- Déficit de Agua en el Suelo DAS - El agua del suelo en relación con el riego. [En línea]. [30 de febrero de 2016]. <http://www.agroes.es/agricultura/agua-riegos-regadios/330-el-agua-del-suelo-en-relacion-con-el-riego-agricultura>
- Álvarez S, J. D, Gómez V. D. A, Leon M. N. S, Gutiérrez M. F.A. (2010) Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia* 44(5: 575-586)
- Baixauli, C., A. Giner, J.M. Aguilar, A. Núñez. 2008. Comparativa de nuevas variedades de melón del tipo piel de sapo. *Horticultura Internacional*, 61:44-47.
- Baudoin, W., Nisen, A., Grafiadellis, M., Verlodt, H., Jiménez, R., De Villele, O., ... & Monteiro, A. (2002). El cultivo protegido en clima mediterráneo. *Medios y Técnicas de Producción. Suelo y Sustratos. FAO. Roma*, 143-182.
- Blair Enrique. III Seminario Latinoamericano sobre Riego por Goteo. San Jose – Costa Rica, IICA, 1979. 23 p.
- Bogle C.R., Hartz T.K., 1986. Comparison of drip and furrow irrigation for muskmelon production. *HortSci*. 21, 242-244.
- Cifuentes, P, M, G. 2006 Instalación, Administración, Operación y mantenimiento de proyectos de irrigación a pequeña escala.
- CIAN, 1985. Informe de investigación. Comarca Lagunera. INIA. Matamoros, Coah. México.
- Chirinos J, Leal Á, Montilla J. (2006) Uso de insumos Biológicos como Alternativas para la agricultura Sostenible en la Zona Sur del Estado Anzoátegui.
- De Janvry, A. & Sadoulet, E. (2010). “Agricultural Growth and Poverty Reduction: Additional Evidence”. *The World Bank Research Observer*, vol. 25, no.1. [Doi : 10.1093/wbro/lkp015](https://doi.org/10.1093/wbro/lkp015)
- Doorenbos J., Pruitt W.O., 1986. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio F.A.O Riego y Drenaje. 24. Ed. F.A.O. Roma, 194 pp. [Doi: 10.14198/LibroHomenajeAlfredoMorales2016-51](https://doi.org/10.14198/LibroHomenajeAlfredoMorales2016-51)
- El cultivo protegido en clima mediterráneo. [En línea]. [12 de octubre de 2016]. <http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s00.htm#Contents>

- Molina, E. (2006). Efecto de la Nutrición Mineral en la Calidad del Melón. Informaciones Agronómicas. [En línea]. [01 de noviembre 2016]. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/4049CB1792601248852579A3006D4E81/\\$FILE/Efecto%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n%20Mineral%20en%20la%20Calidad%20del%20Mel%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/4049CB1792601248852579A3006D4E81/$FILE/Efecto%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n%20Mineral%20en%20la%20Calidad%20del%20Mel%C3%B3n.pdf)
- Fan, S. (2011). “Global Food Security Challenges and opportunities: The New Role of Agriculture”. IFPRI - USAID Agriculture Core Course, Washington, DC.
- FAO. 2003. Agricultura 21. Enfoques. Revista Gestión Moderna del Riego. Departamento de Agricultura. FAO, Roma. p.1- 2.
- FAO. [En línea]. [30 de febrero de 2016]. <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, RO) 2006. Estudio FAO riego y drenaje 56. Evapotranspiración del cultivo. [En línea] [25 abril de 2016] Formato PDF. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/x0490s/x0490s.pdf>
- Fernandes *ET*, Testezlaf R. (2002) *Fertirrigação* na cultura do melaoem ambiente protegido, utilizándose fertilizantes organominerais e químicos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 6: 45-50.
- Figueroa, V. V., 2003. Uso sustentable del suelo. En abonos orgánicos y plasticultura. Gómez palacio. Durango México. FAZ UJED. SMCSY COCYTED. Pp. 1-8.
- Gobernación del Huila. corredor tecnológico. [En línea]. [18 de julio de 2017]. <http://www.huila.gov.co/corredor-tecnologico-sidecti/181-departamento-de-planeacion-seccion/actualidad-corredor.html?layout=blog&start=6>
- GRASSI, Carlos J. 1987. Diseño y operación del riego por superficie. Mérida, Venezuela. CIDIAT. 1987. 414 p.
- Guerrero, L. R. 2003. Evaluación de híbridos de melón (*cucumis melo* L.) bajo condiciones de fertirriego y acolchado en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura UAAAN-UL División de carreras agronómicas Torreón Coahuila. México. Pp. 231
- Guzmán, N. 1995. Determinación de las necesidades hídricas del melón (*Cucumis melo*, L). En: 41 Reunión anual de la Sociedad Interamericana de Agricultura Tropical. Memorias. Universidad del Magdalena.
- Hegde D.M., 1988. Physiological analysis of growth and yield of watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb Mus) in relation to irrigation and nitrogen fertilization. J. Agron. Crop Sci. 160, 296-302.

- HortoInfo. Diario digital de actualidad Hortofrutícola. [En línea]. [20 de agosto de 2016]. <http://www.hortoinfo.es/index.php/noticia/4889-prod-mundial-melon-130415>
- InfoAgro. Abonos Orgánicos. [En línea]. [13 de febrero de 2016]. [http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)
- InfoAgro. [En línea]. [13 de junio de 2016]. [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/melon.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm)
- InfoAgro. El cultivo de melón [En línea]. [11 de marzo de 2016]. <http://www.elnortedecastilla.es/canalagro/datos/frutas/frutas%20tradicionales/melon7.htm>
- Janoudi A.K., Widders I.E., 1993. Water deficit and fruiting affect carbon assimilation and allocation in cucumber plants. HortSci. 28, 98-100.
- López M. J. D, Gallegos R. M, Serrato C. J. S, Valdez C. R. D, Martínez R. E. (2002) Producción de algodonero transgénico fertilizado con abonos orgánicos y control de plagas. Terra 20: 321-327
- Mannini P., 1988. Effects of different irrigation scheduling and system on yield response of melon and cucumber. Acta Horticulturae 228, 155-161.
- Melkonian J., Wolfe D.W., 1995. Relative sensitivity of leaf elongation and stomatal conductance of cucumber plants to changes in leaf and soil water potentials. Can. J. Plant Sci. 75, 909-915.
- Montenegro, G., & Malagón, C. D. C. (1990). \*\*\* Propiedades Físicas de los suelos\*\*\*.
- Moreno, R, A. 2012. Desarrollo del cultivo de melón (cucumis melo L) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. Artículo Científico. Pp.34
- Namesny, A., E. Armengol, J. Badiola, R. Camero, M. L. Gómez, J.J. González, J. V. Maroto, J. M. Torres; 1997; Melones, compendios de Horticultura 10; Ediciones de Horticultura.
- Navarro, E. M. 2008. Influencia de las alteraciones texturales del suelo sobre la calidad del melón Galia cultivado en invernadero. Tesis presentada en el departamento de edafología y química agrícola en la universidad de Almería y el departamento de la nutrición y bromatología de la universidad de Granada.
- Nieto-Garibay, A., Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E. (2002). El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile

(*capsicum annuum* L.) en zonas áridas. *Interciencia*, 27(8), 417-421. [doi: 10.25054/22161325.712](https://doi.org/10.25054/22161325.712)

- Parsons, B. 1997. Cucurbitáceas: Manuales para la educación Agropecuaria. 1ª ed. México. Trillas. 56 pág.
- Patricio Abarca R. 2017. Manual de manejo agronómico para cultivo de melón. Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile.
- Pérez, A. 2007. Manejo del Agua en el Cultivo de Ají (*Capsicum chinense* Jacq. I.) Bajo riego localizado a través de tensiómetro y tina de Evaporación. Tesis. Pregrado. (En línea). VE. Consultado, 12 de ene. 2015. Formato PDF. Disponible en [http://tesis.ula.ve/postgrado/tde\\_busca/archivo.php?codArchivo=2898](http://tesis.ula.ve/postgrado/tde_busca/archivo.php?codArchivo=2898)
- Ribas F., Cabello M. J., Moreno M.M., 1995. Necesidades de riego del melón y respuesta del cultivo a riegos diferenciales en la provincia de Ciudad Real. XIII Jornadas Técnicas sobre Riegos. Tenerife, 12-20.
- Román Moreno, L. F y Gutiérrez Coronado, M. A. 1998. Evaluación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de anaquel en tres tipo de melón, *TERRA* 16 (01): 49-54.
- Ruiz F. J. 1996. Los fertilizantes y la fertilización orgánica bajo la óptica de un sistema de producción orgánica. En: Zapata Altamirano, Calderón Arózqueta (Eds.) Memorias Primer Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica. 149 pp.
- Torrente, A. 2016. Obtención de abonos orgánico- minerales como acondicionadores en suelos agrícolas. Cartilla Editora Surcolombiana S.A. 63p.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). “NTC 832. Melones de la variedad cultivares de *cucumis melo* L., para el consumo fresco excluido el procesamiento industrial”.
- Wacquant C., 1989. Melon. *Maîtrise du climat et production*. Infos-Ctifl. 49, 33-39. [doi:10.1016/j.agwat.2008.11.006](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.11.006)
- Williams, J.S. y R.M. Cooper. 2004. The oldest fungicide and newest phytoalexin – reappraisal of the fungicity of elemental sulphur. *Plant Pathology*. Vol 53. Pp. 263 - 279 [doi: 10.1111/j.0032-0862.2004.01010.x](https://doi.org/10.1111/j.0032-0862.2004.01010.x)
- Zapata M., Cabrera P., Bañón S., Roth P., 1989. El melón. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 174 pp.

## ANEXOS

### ANEXO A. Datos climatológicos Villa Lavi

Noviembre 2015

Día	P (mm)	Ev (mm)	Hr (%)	Ta (°C)	T <sub>max</sub> (°C)	T <sub>min</sub> (°C)	T <sub>suelo</sub> (°C)
1	14	5	75	24	38	23	30
2	20	6	75	24	38	23	30
3	5	6	74	26	37	23	31
4	0	5	74	25	35	26	32
5	24	5	75	24	37	23	30
6	45	4	76	25	38	21	31
7	50	4	74	24	34	23	30
8	5	4	75	24	27	22	30
9	0	4	74	25	35	22	30
10	0	4	72	25	27	23	31
11	0	5	67	26	39	24	34
12	0	4	68	27	36	24	32
13	0	5	70	25	37	25	33
14	0	5	70	26	39	24	33
15	0	5	71	26	39	24	33
16	0	4	71	26	38	24	34
17	0	5	72	25	38	25	34
18	2	4	74	25	35	23	32
19	2	5	73	24	36	24	30
20	45	3	71	26	35	23	32
21	0	3	74	25	38	23	30
22	0	3	74	26	35	21.5	32
23	1	3	71	26	34	22	33
24	0	4	74	25	35	24	33
25	2	4	72	26	35	22	32
26	0	3	75	26	36	24	33
27	0	4	73	26	33	23	32
28	4	5	72	25	38	24	31
29	0	5	72	25	38	24	31
30	0	5	74	27	38	23	33
<b>Total</b>	<b>219</b>	<b>4,4</b>	<b>72,7</b>	<b>25,3</b>	<b>35,9</b>	<b>23,4</b>	<b>31,7</b>

Diciembre 2015

Día	P (mm)	Ev (mm)	Hr (%)	Ta (°C)	T <sub>max</sub> (°C)	T <sub>min</sub> (°C)	T <sub>suelo</sub> (°C)
1	0	5	70	26	34	23	31
2	0	5	71	24	35	24	32
3	0	5	71	26	34	22	33
4	0	6	72	25	30	23	32
5	0	6	70	25	38	24	31
6	0	6	69	25	40	24	34

7	0	5	68	25	34	25	34
8	0	5	68	26	38	24	33
9	0	5	60	25	39	23	32
10	0	5	64	24	39	24	31
11	0	6	67	25	40	24	34
12	0	5	65	27	41.5	22.5	34
13	0	7	68	26	38	24	33
14	0	7	69	27	40	23	35
15	0	4	73	26	37	25	33
16	0	4	72	25	38	24	32
17	0	5	67	26	37	24	32
18	0	8	66	26	38	25	33
19	0	8	74	26	33	24	32
20	0	4	71	24	36.5	21.5	31
21	0	5	72	23	38	23	32
22	0	7	68	24	38	25	32
23	0	7	65	27	40	24	33
24	0	7	67	26	41	24	34
25	0	5	67	26	42.5	22	32
26	0	5	64	27	40	23	33
27	0	5	64	26	42	24	34
28	0	5	67	26	42	24	33
29	0	5	67	27	42	23	32
30	0	6	65	27	43	22	31
31	0	6	66	25	42	24	32
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>5,6</b>	<b>68,0</b>	<b>25,6</b>	<b>38,2</b>	<b>23,7</b>	<b>32,6</b>

Enero 2016

Día	P (mm)	Ev (mm)	Hr (%)	Ta (°C)	T <sub>max</sub> (°C)	T <sub>min</sub> (°C)	T <sub>suelo</sub> (°C)
1	0	4	67	27	41	25	33
2	0	5	68	27	42	24	32
3	0	5	66	25	37	25	31
4	0	4	67	24	39.5	23	31
5	0	5	70	27	40	24	33
6	65	5	75	26	37	23	32
7	60	4	74	24	38	24	30
8	4	4	74	25	37	23	31
9	9	6	75	26	36	23	30
10	4	6	74	25	37	24	30
11	0	6	72	27	36	23	32
12	0	5	70	25	38	25	30
13	0	6	69	26	37	24	31
14	0	5	68	27	39	25	32
15	0	6	70	26	38	24	34
16	0	6	70	26	42	23	33
17	0	5	70	26.5	40	24	34
18	0	6	68	27	38	23	34
19	0	7	67	26	40	24	35
20	0	5	69	27	39	25	35
21	0	5	68	28	38	24	34
22	0	5	70	27	39	24	35
23	0	6	65	28	40	25	35
24	0	6	69	26.5	42	24	35
25	16.5	6	75	25	40	23	34
26	0	5	72.5	26.5	34	23	32
27	0	5	70	26	38	23.5	33
28	0	5	71	24	41	21	32
29	0	6	69	27	40	23	33
30	0	5	70	26	39	24	32
31	0	5	65	28	40.5	25.5	35

<b>Total</b>	<b>142</b>	<b>5,3</b>	<b>69,8</b>	<b>26,1</b>	<b>38,7</b>	<b>23,8</b>	<b>32,7</b>
--------------	------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Febrero 2016

Día	P (mm)	Ev (mm)	Hr (%)	Ta (°C)	T <sub>max</sub> (°C)	T <sub>min</sub> (°C)	T <sub>suelo</sub> (°C)
1	0	5	67	26	39	24	34
2	0	5	68	27	36	24	32
3	0	5	70	25	37	25	33
4	0	6	70	26	39	24	33
5	0	6	71	26	39	24	33

P precipitación, Ev evaporación, Hr humedad relativa, Ta temperatura ambiente, Tmax temperatura máxima, Tmin temperatura mínima, Tsuelo temperatura del suelo

## ANEXO B. Datos de análisis químicos del suelo en la granja Villa Lavi

Muestra	359			Recomendación		Método
Lota	001			Cultivo: Melón		
PARAMETROS QUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CALIFICACION	Nutrientes puros	Requerimientos Kg/ha	
pH		6.50	Ligeramente ácido	-	-	Potenciómetro
Materia Orgánica (MO)	%	0.65	MB	N	150	Walkley - Black
C.I.C.	meq (100 g) <sup>-1</sup>	4.10	B	-	-	NH <sub>4</sub> OAc - pH 7
Cond. Eléctrica(CE)	dS.m <sup>-1</sup>	0.123	No salino	-	-	Electrométrico
PSI	%	1.21	No sódico	-	-	Rel. catiónica
Fósforo (P)	mg.Kg <sup>-1</sup>	12.3	B	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	40	Bray II
Calcio	meq (100 g) <sup>-1</sup>	1.17	B	Ca	50	NH <sub>4</sub> OAC
Magnesio (Mg)	meq (100 g) <sup>-1</sup>	0.45	B	Mg	25	
Sodio (Na)	meq (100 g) <sup>-1</sup>	0.05	N	-	-	
Potasio (K)	meq (100 g) <sup>-1</sup>	0.15	B	K <sub>2</sub> O	100	
Hierro (Fe)	mg.Kg <sup>-1</sup>	68.6	M	-	-	Doble Ácido - AA
Cobre (Cu)	mg.Kg <sup>-1</sup>	0.32	B	Cu	2.0	
Cinc (Zn)	mg.Kg <sup>-1</sup>	0.9	B	Zn	3.0	
Manganeso (Mn)	mg.Kg <sup>-1</sup>	28.3	M	-	-	
Boro (B)	mg.Kg <sup>-1</sup>	0.10	B	B	1.0	H <sub>2</sub> O Caliente
Azufre (S)	mg.Kg <sup>-1</sup>	4.6	B	S	50	Turbidimetría
Aluminio (Al)	meq (100 g) <sup>-1</sup>	-	-	-	-	Volumetría
Saturación de bases	%	Saturado	-	-	-	Rel. catiónica
Relación Ca/Mg	-	2.6	I	-	-	Rel. catiónica
Relación (Ca +Mg)/K	-	10.8	-	-	-	Rel. catiónica
Relación Mg/K	-	3.0	-	-	-	Rel. catiónica

## Anexo C. Ficha Técnica Olafito Fosfato Monocálcico - Magnésico

Propiedades	Especificaciones		Norma
Fósforo total (P2O5)		35%	
Fósforo asimilable (P2O5)	20%		NTC 234
Fósforo soluble en agua (P2O5)	15%		NTC 234
Calcio total (CaO)		30%	
Calcio soluble en agua (CaO)	4.90%		NTC 1369
Calcio soluble en HCl (CaO)	26%		NTC 1369
Magnesio total (MgO)		15%	
Magnesio soluble en agua (MgO)	2.10%		NTC 1369
Magnesio soluble en HCl (MgO)	13%		NTC 1369
Azufre (S)		1.15%	NTC 1154
Zinc (Zn)		0.13%	NTC 1369
Manganeso (Mn)		0.008%	NTC 1369
Silicio (SiO2)		3.80%	Absorción atóm
pH (Pasta Saturada)	2.26		NTC 5527
Granulometría	90% Retenido entre Malla 4 y Malla 10 ASTM		NTC 326

Fuente: Agrosuramericana S.A.S.

### Anexo D. Ficha técnica 18-18-18

**NOMBRE COMERCIAL:** TRIPLE 18  
**NOMBRE GENERICO:** TRIPLE 18  
**FORMULA COMERCIAL:** 18 – 18 – 18 – 1  
**REGISTRO ICA:** 5176  
**COMPOSICION:**

NUTRIENTE	NOMINAL (%)	MINIMO (%)	METODO ANALITICO
Nitrógeno Total (NT)	18.0	17.2	Sumatoria
Nitrógeno Ureico (NH <sub>2</sub> )	16.4	15.8	Micro-Kjeldhal
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>4</sub> )	1.6	1.4	Volumétrico
Fósforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	18.0	17.5	Colorimétrico
Potasio Soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	18.0	17.2	Emisión llama
Magnesio Total (MgO)	1.0	0.6	Absorción Atómica
Azufre Total (S)	1.0	0.6	Turbidimétrico

Criterio de aprobación y rechazo de acuerdo con Resolución ICA 0150 del 21 de Enero de 2003 o según NTC 1061 abonos o fertilizantes. Tolerancias. (99-10-27)

Fuente: Comité de cafeteros

### Anexo E. Consumo de tratamiento por bloques

DOCIFICACION EN Kg DE TRATAMIENTO POR BLOQUE														
TRA.	BLOQUE 1				BLOQUE 2			BLOQUE 3			BLOQUE 4			TOTAL KG X TRATAMIENTO X EL CULTIVO
	N° PLANTAS	kg. De tratamiento x planta	total kg bloque	N° PLANTAS	kg. De tratamiento x planta	total kg bloque	N° PLANTAS	kg. De tratamiento x planta	total kg bloque	N° PLANTAS	kg. De tratamiento x planta	total kg bloque		
T1	25	0,2	5	25	0,2	5	25	0,2	5	25	0,2	5	20	
T2	25	0,2	5	25	0,2	5	25	0,2	5	25	0,2	5	20	
T3	25	0,2	5	25	0,2	5	25	0,2	5	25	0,2	5	20	
T4	25	0,2	5	25	0,2	5	25	0,2	5	25	0,2	5	20	
T5	25	0,02	0,5	25	0,02	0,5	25	0,02	0,5	25	0,02	0,5	2	
T6	25	0,02	0,5	25	0,02	0,5	25	0,02	0,5	25	0,02	0,5	2	
T7	25	1,25	31,25	25	1,25	31,25	25	1,25	31,25	25	1,25	31,25	125	

## Anexo F. Composición de abonos y enmiendas Corpoagrominh (%)

<b>Producto</b>	<b>%T1</b>	<b>%T2</b>
Cascarilla de arroz	15	25
Cascarilla de café	15	25
Hidróxido de calcio Ca(OH) <sub>2</sub>	15	10
Roca Dolomita	15	10
Roca fosfórica	30	20
Polímero Hidroretenedor	10	10

## Anexo G. Composición físico-química del Compost Ceagrodex

<b>Componentes</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Carbono orgánico oxidado total	19.50	%
Ceniza	55.7	%
Capacidad de intercambio catiónico	53.2	meq/100g
Capacidad de retención de humedad	148	%
Conductividad eléctrica	0.46	dS/m
Nitrógeno Orgánico total	4.43	%
Fosforo Total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.369	%
Potasio total (K <sub>2</sub> O)	0.79	%
Sodio (Na)	1.229	%
Humedad	33.6	%
pH	6.56	
Densidad	0.46	g/cm <sup>3</sup>
Metales pesados	debajo de los límites establecidos	
Salmonella spp.	Ausentes	
Entero bacterias	< 10 ufc/g	

Fuente: Ceagrodex del Huila S.A, 2014

## Anexo H. Pruebas de Múltiple Rangos para el peso

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		-56,8618	94,9546
T0 - T2		-27,8042	95,2944
T0 - T3		12,7308	103,531
T0 - T4		-71,5703	90,0844
T0 - T5		-80,5097	96,411
T0 - T6		-63,8673	95,6496
T0 - T7		-68,1423	99,2057
T1 - T2		29,0575	73,6869
T1 - T3		69,5925	84,0685
T1 - T4		-14,7085	66,8128
T1 - T5		-23,648	75,1254
T1 - T6		-7,00552	74,1457
T1 - T7		-11,2805	78,6799
T2 - T3		40,535	84,4521
T2 - T4		-43,7661	67,2948
T2 - T5		-52,7055	75,5544
T2 - T6		-36,0631	74,5803
T2 - T7		-40,3381	79,0896
T3 - T4	*	-84,3011	78,526
T3 - T5	*	-93,2405	85,7101
T3 - T6		-76,5981	84,8527
T3 - T7		-80,8731	88,8421
T4 - T5		-8,93943	68,8669
T4 - T6		7,70303	67,7969
T4 - T7		3,428	72,7279
T5 - T6		16,6425	76,0019
T5 - T7		12,3674	80,4315
T6 - T7		-4,27502	79,5172

\* indica una diferencia significativa.

Método: 95,0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T3	52	678,019	X
T0	36	690,75	XX
T2	83	718,554	XX
T1	85	747,612	XX
T6	81	754,617	XX
T7	65	758,892	XX
T4	128	762,32	X
T5	77	771,26	X

## Pruebas de Múltiple Rangos para el diámetro ecuatorial

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		-1,15451	1,67547
T0 - T2		-0,414056	1,68146
T0 - T3		0,0282051	1,82681
T0 - T4		-0,816146	1,58954
T0 - T5		-0,803463	1,70117
T0 - T6		-1,25802	1,68773
T0 - T7		-1,63026	1,75048
T1 - T2		0,740454	1,3002
T1 - T3		1,18271	1,48338
T1 - T4		0,338364	1,17891
T1 - T5		0,351047	1,32558
T1 - T6		-0,103515	1,3083
T1 - T7		-0,475747	1,3883
T2 - T3		0,442261	1,49015
T2 - T4		-0,40209	1,18741
T2 - T5		-0,389407	1,33315
T2 - T6		-0,843968	1,31597
T2 - T7		-1,2162	1,39553
T3 - T4		-0,844351	1,38559
T3 - T5		-0,831668	1,51235
T3 - T6		-1,28623	1,49722
T3 - T7	*	-1,65846	1,56761
T4 - T5		0,0126826	1,21515
T4 - T6		-0,441879	1,19627
T4 - T7		-0,814111	1,28328
T5 - T6		-0,454561	1,34105
T5 - T7		-0,826793	1,41921
T6 - T7		-0,372232	1,40308

\* indica una diferencia significativa.

Método: 95,0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T3	52	33,8385	X
T0	36	33,8667	XX
T2	83	34,2807	XX
T5	77	34,6701	XX
T4	128	34,6828	XX
T1	85	35,0212	XX
T6	81	35,1247	XX
T7	65	35,4969	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para el diámetro polar

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		-0,876797	1,86983
T0 - T2		0,0368809	1,87652
T0 - T3		0,830556	2,03873
T0 - T4		-0,507726	1,77393
T0 - T5		-0,369769	1,89851
T0 - T6		-0,558642	1,88352
T0 - T7		-1,18983	1,95355
T1 - T2		0,913678	1,45103
T1 - T3	*	1,70735	1,65546
T1 - T4		0,369072	1,31567
T1 - T5		0,507028	1,47936
T1 - T6		0,318155	1,46007
T1 - T7		-0,313032	1,54935
T2 - T3		0,793675	1,66302
T2 - T4		-0,544607	1,32516
T2 - T5		-0,40665	1,48781
T2 - T6		-0,595523	1,46863
T2 - T7		-1,22671	1,55742
T3 - T4		-1,33828	1,54632
T3 - T5		-1,20032	1,68779
T3 - T6		-1,3892	1,67091
T3 - T7	*	-2,02038	1,74947
T4 - T5		0,137957	1,35612
T4 - T6		-0,0509163	1,33505
T4 - T7		-0,682103	1,43215
T5 - T6		-0,188873	1,49662
T5 - T7		-0,82006	1,58385
T6 - T7		-0,631187	1,56584

\* indica una diferencia significativa.

Método: 95,0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T3	52	35,875	X
T2	83	36,6687	XX
T0	36	36,7056	XX
T5	77	37,0753	XX
T4	128	37,2133	XX
T6	81	37,2642	XX
T1	85	37,5824	X
T7	65	37,8954	X

b