

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“FERTIRRIEGO EN PIMIENTO MORRÓN (*Capsicum annuum* L.)  
EN SISTEMA DE CASA MALLA EN SAN PEDRO DE LLOC,  
LA LIBERTAD”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**LUZ NATALIA FARFÁN TABOADA**

**LIMA- PERÚ**

**2024**

## TSP

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>16%</b>	<b>16%</b>	<b>2%</b>	<b>6%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.lamolina.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>cia.uagraria.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.ug.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>es.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>biblioteca.uajms.edu.bo</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.unesum.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>repositorio.unu.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“FERTIRRIEGO EN PIMIENTO MORRÓN  
(*Capsicum annuum* L.) EN SISTEMA DE CASA  
MALLA EN SAN PEDRO DE LLOC, LA LIBERTAD”**

**LUZ NATALIA FARFÁN TABOADA**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:**

.....  
**Dr. Juan Waldir Mendoza Cortez**  
**PRESIDENTE**

.....  
**Ing. Mg. Sc. Luis Rodrigo Tomassini Vidal**  
**ASESOR**

.....  
**Dra. Ruby Antonieta Vega Ravello**  
**MIEMBRO**

.....  
**Ing. Mg. Sc. Sarita Maruja Moreno Llacza**  
**MIEMBRO**

**LIMA - PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

A mi madre, por aconsejarme y haberme forjado en valores y convicciones para poder llegar al lugar donde me encuentro, a mi padre, por el apoyo incondicional brindado en las distintas facetas de mi vida y a mi tía Rosita, quien es como mi segunda madre.

A Manuel, por estar presente, formar parte del proceso y ser el aliento de impulso en este reto profesional.

A mí, por todo el esfuerzo, dedicación y sacrificio.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi querida casa de estudio Universidad Nacional Agraria La Molina, donde me forjé como estudiante y conocí grandes maestros, maestras y amistades.

A mi asesor, Ing. Mg. Sc. Luis Rodrigo Tomassini Vidal, por la guía, comprensión y paciencia durante el desarrollo del trabajo.

A Gandufresh, la cual fue como mi segunda casa y al equipo de trabajo.

# ÍNDICE GENERAL

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1.	Problemática .....	1
1.2.	Objetivos.....	2
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1.	Cultivo de Pimiento morrón .....	3
2.1.1.	Importancia.....	3
2.1.2.	Clasificación Taxonómica.....	3
2.1.3.	Características morfológicas .....	4
2.1.4.	Fenología del cultivo.....	7
2.1.5.	Requerimientos climáticos .....	8
2.2.	Fertilización y Riego .....	9
2.2.1.	Fertilización.....	9
2.2.2.	Riego .....	10
2.3.	Herramientas de diagnóstico nutricional .....	11
2.3.1.	Análisis de suelo.....	11
2.3.2.	Análisis de agua .....	11
<b>III.</b>	<b>DESARROLLO DEL TRABAJO.....</b>	<b>12</b>
3.1.	Ubicación Geográfica .....	12
3.2.	Condiciones climáticas .....	13
3.2.1.	Temperatura .....	13
3.2.2.	Humedad Relativa .....	16
3.2.3.	Radiación Solar .....	18
3.3.	Diagnóstico Nutricional.....	20
3.3.1.	Condición fisicoquímica del suelo .....	20
3.3.2.	Calidad de Agua de Riego.....	21

3.4.	Fenología del cultivo .....	22
3.5.	Riego y Nutrición .....	26
3.5.1.	Sistema de riego .....	26
3.5.2.	Cálculo de la lámina de riego .....	26
3.5.3.	Fertilización.....	29
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>.....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Temperaturas críticas para el pimiento en las distintas etapas del desarrollo de la planta, desde germinación a fructificación.....	8
<b>Tabla 2</b> Absorción de N, P, K, Ca, Mg durante el ciclo de crecimiento de pimiento cultivado en suelo para un rendimiento de 100 tn/ha.....	10
<b>Tabla 3</b> <i>Análisis Físico- químico del suelo de casa malla 08 del proyecto, realizado en la campaña 2021</i> .....	20
<b>Tabla 4</b> Análisis físico - químico de agua de riego del Pozo N° 3 del proyecto .....	21



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Planta adulta de <i>Capsicum annuum</i> L. variedad Naranja .....	4
<b>Figura 2</b> Flor de <i>Capsicum annuum</i> L.....	5
<b>Figura 3</b> Fruto verde turgente de <i>Capsicum annuum</i> L.....	6
<b>Figura 4</b> Maduración de fruto verde a rojo de <i>Capsicum annuum</i> L. ....	6
<b>Figura 5</b> Ubicación del proyecto .....	12
<b>Figura 6</b> Vista de planta del proyecto .....	13
<b>Figura 7</b> Valores promedio semanales de Temperaturas mínimas y máximas (°C) durante el año 2021 .....	15
<b>Figura 8</b> Valores promedio semanales de Humedad Relativa mínimas y máximas (%) durante el año 2021 .....	17
<b>Figura 9</b> Valores promedio acumulados de radiación solar durante el día (MJ/m <sup>2</sup> /día) en el año 2021 .....	19
<b>Figura 10</b> Seguimiento de la altura y crecimiento del Pimiento morrón en casa malla 08....	23
<b>Figura 11</b> Seguimiento del número de botones, flores y cuajados por planta del pimiento morrón en casa malla 08.....	24
<b>Figura 12</b> Seguimiento del número de frutos totales de pimiento morrón en casa malla 08 .	25
<b>Figura 13</b> Plan de riego (m <sup>3</sup> /ha) por semana de casa malla N°8 en la campaña 2021 .....	28
<b>Figura 14</b> Curva de fertilización proyectada (En unidades) de casa malla N° 08 en pimiento morrón - campaña 2021.....	31
<b>Figura 15</b> Curva de fertilización real (En unidades) de casa malla N° 08 en pimiento morrón - campaña 2021 .....	32

## RESUMEN

El siguiente trabajo explica la experiencia del manejo del fertirriego convencional en pimiento morrón "*Capsicum annuum* L." bajo sistema de cultivo protegido "Casa malla" en San Pedro de Lloc – La Libertad, el cual se trabajó con la integración y aplicación oportuna de herramientas como el análisis de las evaluaciones de fenología y data meteorológica para poder establecer las decisiones técnicas en campo que permitan determinar criterios de riego y fertilización que aseguren los mejores resultados en la calidad del fruto y rendimiento.

**Palabras clave:** Pimiento, casa malla, fenología, nutrición.

## **ABSTRACT**

The following work explains the management experience of conventional fertigation in bell pepper *Capsicum annuum* L. under protected cultivation system "Mesh house" in San Pedro de Lloc - La Libertad, which worked with the integration and opportune application of tools such as the analysis of phenology evaluations and meteorological data in order to establish technical decisions in the field that allow determining irrigation and fertilization criteria that ensure best results in fruit quality and yield.

**Key words:** Bell pepper, mesh house, phenology, nutrition.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Problemática

El pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) pertenece a la familia de las Solanáceas dentro de la gama de variedades dulces; las cuales se diferencian por su tipo de crecimiento, tamaño, forma, color y pungencia (Berrones *et al*, 2013). Cabe resaltar que Perú es considerado como centro de origen dentro del abanico del género *Capsicum* y; comercialmente es conocido como “Bell pepper” (Verde, 2022).

Es un cultivo que en los últimos años ha aumentado su demanda en fresco en el mercado nacional e internacional, siendo Perú uno de los países que más lo cultiva y exporta (Maldonado, 2023) hacia uno de los destinos más importantes que importa en la presentación de fresco, Estados Unidos; el cual únicamente permite el ingreso del producto con la condición de que el cultivo sea producido bajo sistema de cultivo protegido, tal como Casa malla; para evitar así, la presencia de mosca de la fruta (Gargurevich, 2019).

En tal perspectiva, Romainville afirma que:

La producción en casa malla o infraestructura protegida, ya sea de pimiento morrón, ajíes o rocoto, demanda que los productores pasen por un proceso de aprendizaje que tome en cuenta las características climatológicas específicas de nuestro país, con sus respectivas temperaturas y excesos de calor y humedad (2020, p. s.n.).

Por tal motivo, dentro del manejo agronómico, una de las ramas a considerar con prioridad es el tema de riego y fertilización, en aras de determinar la lámina de riego, el momento oportuno de riego y el balance nutricional adecuado para el requerimiento del cultivo dentro de casa malla; ya que Reche (2010) afirma que:

Con los riegos aportamos al terreno la humedad necesaria para hacer frente a las exigencias de la planta, manteniendo un porcentaje de humedad en el suelo que facilita, además, la asimilación de los nutrientes y con la suficiente capacidad de retención para ir suministrando a la planta el agua necesaria durante su ciclo vegetativo.

En el trabajo a presentar se describe el proceso de fertirriego que se realizó durante el cargo desempeñando de asistente de casa malla en San Pedro de Lloc durante la campaña 2021, además considerando como herramientas fundamentales la información de data biométrica y meteorológica generada por la empresa con el uso del aplicativo y de la estación meteorológica de la misma; además, de hacer uso de informes de análisis de suelo y agua generada para la empresa por parte de terceros, que se consideraron para la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo en el área.

## **1.2. Objetivos**

- Describir el manejo de riego y fertilización del cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annuum*) bajo casa malla.
- Demostrar la relevancia del uso de la información biométrica y meteorológica para el cultivo de pimiento morrón bajo casa malla.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Cultivo de Pimiento morrón

#### 2.1.1. Importancia

El origen del pimiento (*Capsicum annuum* L.) se adjudica a la zona comprendida entre el centro y sur de América, teniendo a México, Perú y Bolivia como países representativos (Verde, 2022). En el siglo XVI, el cultivo habría sido difundido por toda España gracias a que Cristóbal Colón llevó el material genético durante su primer viaje a América; posteriormente sería difundido al resto del mundo gracias a los portugueses (Deker, 2011). Dentro de las 5 especies más conocidas del género *Capsicum*, el pimiento morrón es el que presenta las características de dulzor y ausencia de pungencia en el fruto, esta última se debe a la ausencia de capsaicina (Verde, 2022).

En lo que fue el 2021, entre enero y julio, las exportaciones peruanas de *Capsicum* alcanzaron las 59,567 toneladas por US\$ 134 millones, teniendo en la cabeza a la paprika con 48%, piquillo con 17 % y por último al morrón con 5% de participación, respectivamente. Consolidando así al Perú como exportador de variedades entre ají y pimiento (Corvera, 2021).

#### 2.1.2. Clasificación Taxonómica

Según The Global Biodiversity Information Facility [GBIF] (s.f.), basándose en The Integrated Taxonomic Information System [ITIS], la clasificación botánica es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum* L.

Especie: *Capsicum annuum* L.

### 2.1.3. Características morfológicas

#### a. Planta

Semi arbusto de forma variable y alcanza entre 0.6 m a 1.5 m de altura (Figura 1), dependiendo de la variedad, de las condiciones climáticas y del manejo. Es monoica, tiene los dos sexos incorporados en una misma planta y es autógama (Vargas, 2015, p. 3).

Según Reche:

Se cultiva como anual, aunque en condiciones adecuadas y previa poda puede rebrotar y dar cosecha en el siguiente año alargándose el ciclo dos años; aunque la nueva planta formada presenta, con frecuencia, brotaciones poco vigorosas y frutos de menor tamaño y calidad (2010, p. 30).



**Figura 1:** Planta adulta de *Capsicum annuum* L. variedad Naranja

#### b. Raíz

El pimiento tiene una raíz pivotante, que luego desarrolla un sistema radicular lateral muy ramificado que puede llegar a cubrir un diámetro de 0.9 a 1.2 m en los primeros 0.6 m de profundidad del suelo (Vargas, 2015, p. 3); sin embargo, en terrenos arenosos

y con riego localizado la profundidad radicular será menor, concentrando el 75% del volumen entre los primeros 25 – 30 cm y alcanzando un diámetro de 0.5– 0.75 m (Reche, 2010, p. 31).

### **c. Flor**

Estas crecen de manera solitaria en cada nudo del tallo (Figura 2), con inserción en las axilas de las hojas. Se caracterizan por ser pequeñas y con una corola blanca. Son de polinización autógena, aunque se ha evidenciado alogamia en un porcentaje menor al 10% (Álvarez y Pino, s.f.).



**Figura 2** : Flor de *Capsicum annuum* L.

### **d. Fruto y semilla**

Este es una baya hueca semi cartilaginosa, la cual puede ser de varios colores como verde, rojo, amarillo, naranja o violeta. El color pasa del verde a amarillo, rojo o naranja según su desarrollo de maduración (Figura 3 y 4); además el peso puede variar hasta llegar a superar



los 500 gramos. Las semillas son de color amarillo pálido, redondas ligeramente reniformes y su longitud está en el rango de 3 - 5 mm (Álvarez y Pino, s.f.)



**Figura 4:** Fruto verde turgente de *Capsicum annuum* L.



**Figura 3 :** Maduración de fruto verde a rojo de *Capsicum annuum* L.

### **e. Tallo y hojas**

El tallo crece erecto y herbáceo, se torna leñoso mientras la planta va madurando. Su crecimiento es semi indeterminado y cada sección se ramifica en dos, las cuales van subdividiéndose de la misma manera; por lo general, en cada bifurcación se produce una hoja y una flor. Posee hojas simples y alternadas de forma ovalada o lanceolada, con la punta estrecha y puntiaguda (Fornaris, 2005).

#### **2.1.4. Fenología del cultivo**

La fenología se basa en el estudio de fenómenos fisiológicos relacionados a distintas fases del cultivo y la relación con el medio ambiente donde estos acontecen (Buñay, 2017), en tal perspectiva es de suma relevancia en el ámbito agrícola, ya que permitirá la planificación oportuna en el ámbito técnico de las distintas labores que recaen en el manejo del cultivo.

Según Vargas (2015) podemos dividir las fases fenológicas del pimiento en tres: Fase vegetativa, reproductiva y de maduración, las cuales se subdividen en:

##### **a. Fase vegetativa**

- Emergencia: Aparecen los cotiledones por encima del suelo. (10 a 12 días)
- Séptima hoja: Aparece la séptima hoja verdadera. (18 a 35 días)
- Botón floral: Sucede cuando aparece el primer botón floral. (35 a 45 días)

##### **b. Fase reproductiva**

- Floración: Se logran observar las primeras flores. (45 a 60 días)
- Fructificación: Se diferencian los primeros frutos. (65 a 110 días)

##### **c. Fase maduración**

- Maduración: El fruto adquiere la forma, tamaño, peso y color típico de la variedad observada. (110 – 180 días).

### 2.1.5. Requerimientos climáticos

El pimiento es una hortaliza de estación cálida, es sensible a temperaturas bajas, es decir que este cultivo es muy exigente en temperatura, estableciendo su media mensual óptima entre 18 y 22 °C (FertiLab, s.f.). En consecuencia, si las temperaturas nocturnas bajan de este rango, damos pie a mal formaciones de flores y frutos ya que se genera la formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, se genera acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc. Por el contrario, si las temperaturas superan los 35 °C, se puede producir aborto floral y considerando una baja humedad, obtendremos polen inviable y por ende reduce la fecundación (Álvarez y Pino, s.f.). Cabe resaltar que la humedad relativa óptima para el cultivo de pimiento debe fluctuar entre 60 a 70% (FertiLab, s.f.).

A continuación en la Tabla 1 se observan los valores óptimos de temperatura, con la mínima y máxima respectivamente:

**Tabla 1:** Temperaturas críticas para el pimiento en las distintas etapas del desarrollo de la planta, desde germinación a fructificación

Fases de Cultivo	Temperatura (°C)		
	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	24	15	35
Crecimiento vegetativo	20 – 25 (día) 16 – 18 (noche)	15	40
Floración y Fructificación	26 -28 (día) 18 – 20 (noche)	18	35

Fuente: Álvarez y Pino (s.f.)

Respecto a la radiación solar, el pimiento es demandante en las etapas de desarrollo de fruto; sin embargo, una alta radiación puede causar quemadura solar o “Sun calds”, generando grietas y una coloración desuniforme en el fruto (Álvarez y Pino, s.f.). Por otro lado, la baja intensidad de luminosidad puede generar que la planta sea inducida al aborto floral (Cóndes Rodríguez, 2017, como se citó en Álvarez y Pino, s.f.). Por consiguiente, según Benavides:

En los cultivos de invernadero son factores clave la intensidad y la calidad de la radiación que penetra en su interior, y que definen el balance espectral, ya que modifican la temperatura interna y las respuestas morfológica y fisiológica de las plantas (1998, como se citó en López- Marín, J. et al., s.f.).

## **2.2. Fertilización y Riego**

El cultivo de pimiento morrón bajo sistema protegido recibe el aporte de nutrientes y agua mediante riego por goteo, de manera general; además va a depender de la etapa fenológica del cultivo, de las condiciones climáticas, tipo de suelo, calidad de agua de riego, etc. (Ramírez, 2015).

### **2.2.1. Fertilización**

Según Retamales y Hancock:

El objetivo de la fertilización es eliminar las limitaciones que comprometan el rendimiento y la calidad del cultivo, aplicando los nutrientes en base a la demanda. La fertilización aplicada, debe sustentarse con análisis de suelo y foliares, teniendo en cuenta también las condiciones climáticas, estructura y desarrollo de la planta y a la experiencia agronómica (2018, como se citó en Vega, 2022, p. 12).

Partiendo de aquello, el pimiento presenta una alta demanda nutricional, sobre todo en la etapa reproductiva y de maduración: Formación de flores, cuajados y desarrollo de frutos propiamente dicho (Villa et al., 2009). Por lo cual se debe realizar un análisis foliar para realizar las mejoras nutricionales respectivas; además de realizar un análisis de suelo previo al inicio de campaña para identificar las deficiencias nutricionales (Martínez, 2002).

A continuación, se muestra en la Tabla 2 la absorción de N, P, K, Ca y Mg durante el ciclo de crecimiento de pimiento cultivado en suelo para un rendimiento estimado de 100 ton/ha.

**Tabla 2:** Absorción de N, P, K, Ca, Mg durante el ciclo de crecimiento de pimiento cultivado en suelo para un rendimiento de 100 tn/ha

Periodo (días)	Kg/ha/día					Kg/ha/periodo				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
0-35	0.05	0.009	0.1	0.06	0.025	2	0	3	2	1
35-55	0.35	0.07	0.8	0.35	0.17	7	1	16	7	3
55-70	1.2	0.23	2.25	0.98	0.45	18	3	34	15	7
70-85	1.3	0.23	2.6	0.98	0.41	20	3	39	15	6
85-100	2.6	0.78	4.82	2.8	1.41	39	12	72	42	21
100-120	2.75	0.57	5.5	1.12	1.16	55	11	110	22	23
120-140	3.75	1.08	4.82	1.4	1	75	22	96	28	20
140-165	3.15	0.78	4.8	1.68	1.19	79	19	120	42	30

Fuente: Álvarez y Pino (s.f.) adaptado de SQM (2007)

### 2.2.2. Riego

El momento y volumen de riego se establecerá según el siguiente parámetro: Tensión del agua en el suelo, ésta se expresa en bar o centibar (cb), para realizar la medición se utilizan tensiómetros. Este equipo consta de un tubo de cerámica con el fondo poroso y una tapa hermética.

El flujo de funcionamiento radica en el potencial del agua en el suelo, como el agua se extrae por las plantas se genera un vacío debajo de la cápsula porosa que automáticamente es medido por un manómetro o un transductor electrónico, si se vuelve a regar, el agua reducirá el vacío cercano a la cápsula porosa reduciendo la tensión registrando un menor valor en el manómetro (Vega, 2022). Siguiendo este criterio, la tensión se determinará instalando una batería de tensiómetros a distintas profundidades, según Verde (2022) el 75% de las raíces del pimiento se encuentran en los primeros 40 cm de profundidad del suelo, por tal se debe instalar el primer tensiómetro a una profundidad de 15 a 20 cm y el segundo tensiómetro debe instalarse a una profundidad de 35 a 45 cm, ya que así se podrá monitorear el movimiento del agua alrededor de la raíz y el último tensiómetro a una mayor profundidad

para poder monitorear la pérdida de agua por drenaje. Los valores indicados para los suelos arenosos se encuentran en el rango de tensión de 5-20 cb. (Irrometer, s.f.)

### **2.3. Herramientas de diagnóstico nutricional**

Según Vidal, la ciencia agronómica dispone de herramientas que permiten realizar diagnósticos nutricionales ya sea a base de suelo/sustrato, material vegetal o agua, relacionando la nutrición de la planta y su forma de responder a la aplicación de los fertilizantes con el objetivo de optimizar los procesos fisiológicos de un cultivo (2019, como se citó en Vega, 2022). En cultivos como el pimiento, este tipo de diagnósticos cobran relevancia ya que, en base a los resultados, se establecen parámetros técnicos de control. A continuación, los análisis más utilizados.

#### **2.3.1. Análisis de suelo**

De acuerdo con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2022), el análisis de suelo es una herramienta de suma importancia, ya que nos permitirá evaluar el grado de suficiencia o deficiencia de nutrientes que hay en nuestro suelo, al igual que alertarnos de las condiciones desfavorables que pueden afectar, como la salinidad, acidez excesiva y la toxicidad de algunos elementos.

#### **2.3.2. Análisis de agua**

Según Giubergia (2019) un paso fundamental para iniciar un proyecto de riego, es realizar un estudio de calidad de agua. Ya que, si trabajamos con agua de baja calidad inducimos a nuestro suelo al deterioro, teniendo dificultades en su recuperación y en algunos casos, es económicamente inviable. Siguiendo esta premisa, Agrodinario (2019) sostiene que realizar un análisis de agua para riego nos ayudará a ver los efectos que se producirán en las distintas etapas fenológicas del cultivo.

### III. DESARROLLO DEL TRABAJO

#### 3.1. Ubicación Geográfica

El desarrollo del presente trabajo fue realizado en base a la experiencia laboral adquirida durante el año 2021, en el área de 20 ha distribuidas en 10 casas mallas en el proyecto de la empresa agroexportadora Gandufresh; iniciando la campaña en la semana 14 y finalizando en la semana 52, con el trasplante del plantín a suelo definitivo y corte del cultivo, respectivamente. Esta empresa está localizada en el departamento de La Libertad, provincia de Pacasmayo, distrito de San Pedro de Lloc y se dedica a la exportación de fruto fresco de pimiento morrón (Figuras 5 y 6).



**Figura 5:** Ubicación del proyecto



**Figura 6:** Vista de planta del proyecto

### **3.2. Condiciones climáticas**

Las condiciones climáticas durante la campaña del 2021 fueron registradas a través de la estación meteorológica *Davis*. Siendo tres factores de suma relevancia para la toma de decisiones a nivel de la fertirrigación: Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), humedad relativa (%) y radiación solar ( $\text{W}/\text{m}^2$ ).

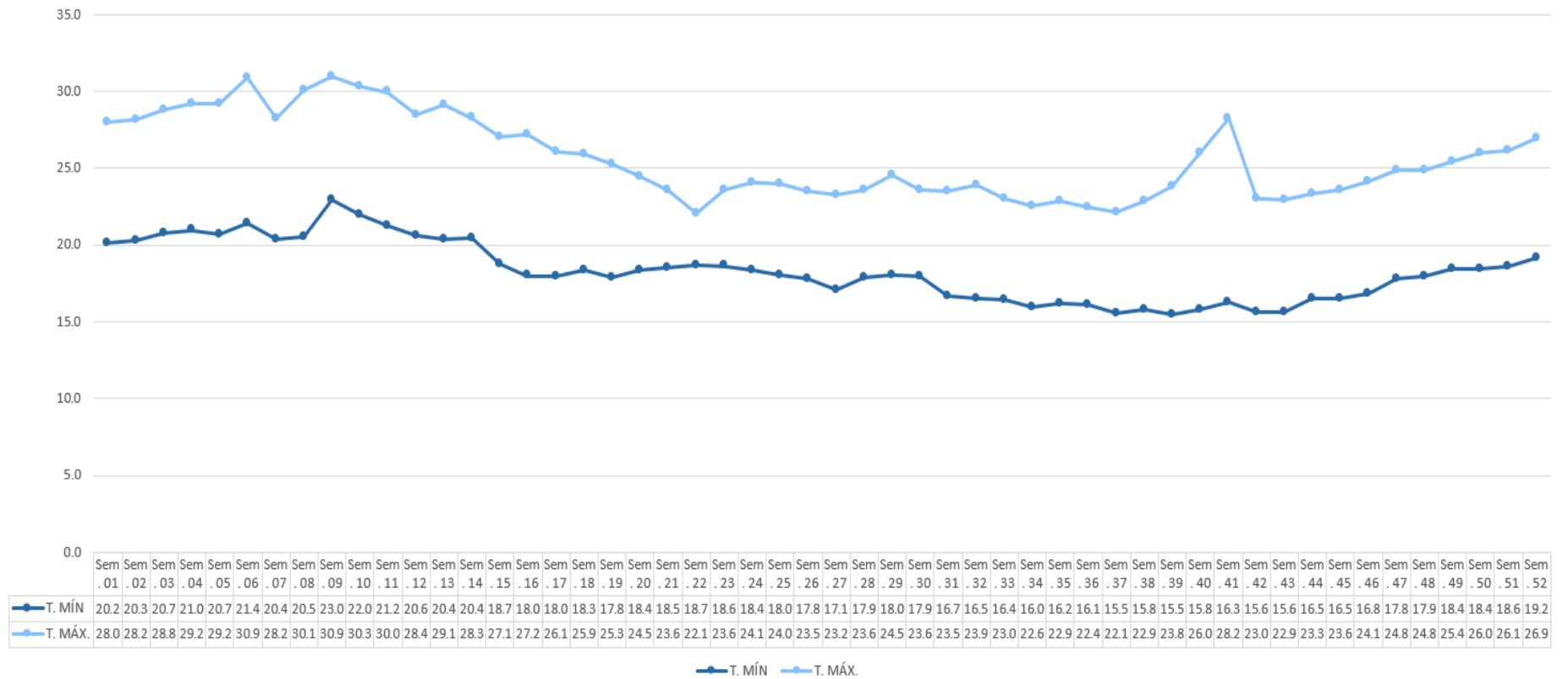
#### **3.2.1. Temperatura**

Durante el año 2021, en San Pedro de Lloc se tuvo un verano cálido y un invierno templado; el comportamiento de las temperaturas a lo largo del año presentó una tendencia al alza durante los meses de verano y una ligera disminución durante los meses de invierno. El presentar valores cercanos a la temperatura idónea tanto en la mínima como en máxima, durante las semanas de formación de órganos generativos y crecimiento de fruto (Desde Semana 19 hacia adelante), aseguró la disminución del riesgo de pérdida de calidad y cantidad de frutos.



Como se puede observar en la figura 7, durante la campaña 2021 se registraron temperaturas mínimas fluctuantes entre 15 – 20 °C, y según E. Zamora (2016), dichos valores se encuentran cercanas a 18 °C, asegurando una ideal formación de semillas y formación de fruto (p. 8). Además, también se puede observar que no se registraron temperaturas superiores a 30 °C, asegurando el amarre del fruto a la planta; ya que, según menciona Álvarez y Pino (s.f.) si las temperaturas superan los 35 °C, se puede producir aborto floral.

**Comportamiento de temperatura mínimas y máximas (Promedio semana) °C**



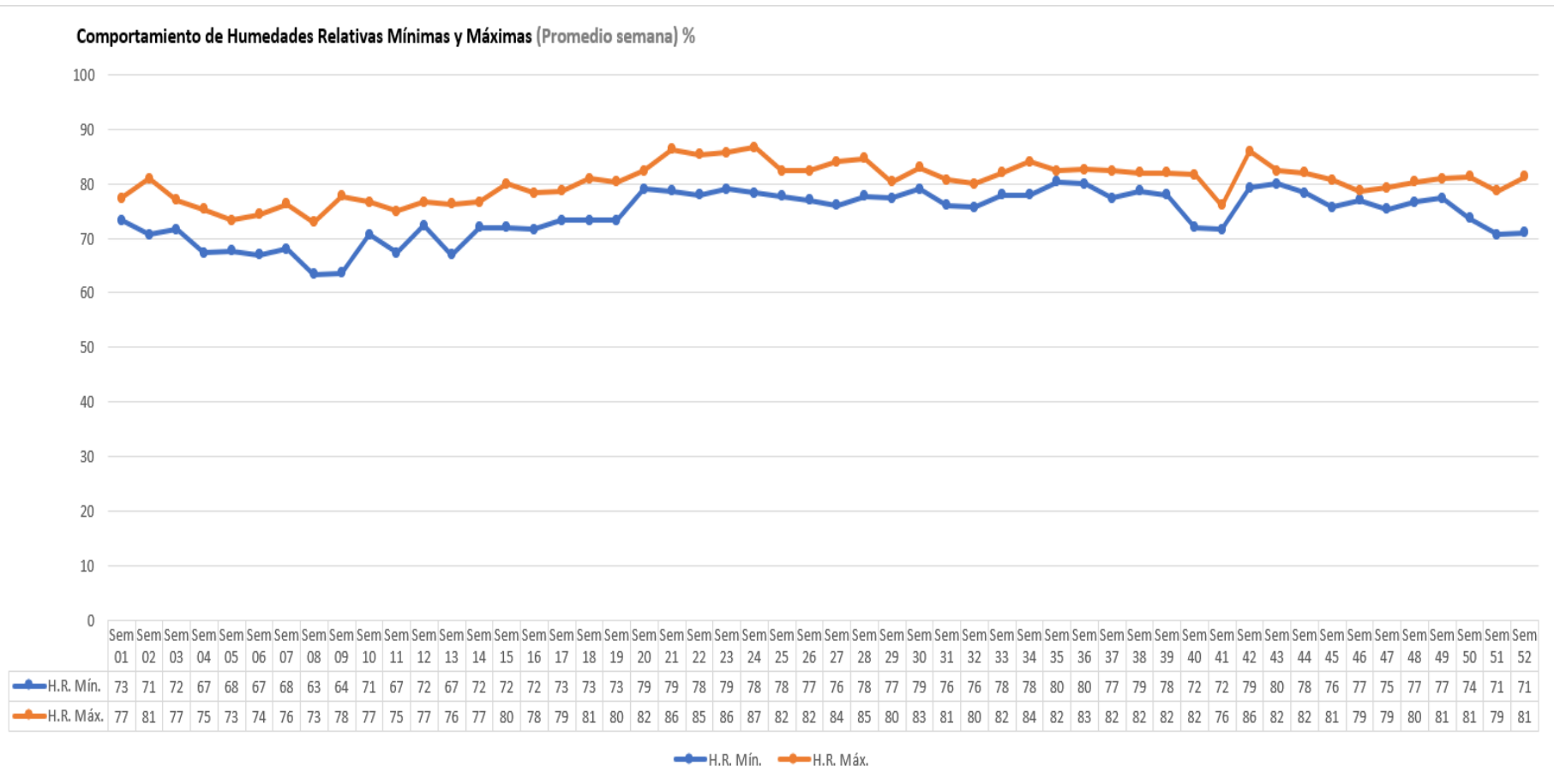
*Nota.* El gráfico representa la fluctuación semanal de los valores promedio de temperatura mínima y máxima registrados durante el año 2021.  
Fuente: Estación *Davis* del proyecto.

**Figura 7:** Valores promedio semanales de Temperaturas mínimas y máximas (°C) durante el año 2021

### **3.2.2. Humedad Relativa**

La estación *Davis* registró valores de Humedad Relativa (%) durante la campaña 2021 cercanos al rango idóneo respecto a la mínima; sin embargo, hubo semanas donde se registraron máximas superiores a lo que el cultivo necesita en la etapa de floración y fecundación.

Como se evidencia en la figura 8, no se llegó a una humedad menor al 63 %; sin embargo, sí hubo valores relativamente mayores a 85% durante algunas semanas (Sem. 21 a la 24, 28 y 42) y según lo expuesto, Reche (2010) menciona que las fases susceptibles al exceso de humedad relativa ocurren en la fase generativa, las cuales corresponden a la floración y fructificación. Además, indica que valores menores al 50 % genera en la planta un exceso de transpiración induciéndola a un estrés hídrico, disminución de la tasa fotosintética y por ende al aborto floral. Por lo contrario, valores superiores al 85 % inducen a que la planta transpire en menor proporción, generando que la presión del agua se derive al fruto y por consiguiente se evidenciará un agrietamiento; así mismo, repercute en la polinización debido al apelmazamiento del polen y disminución de la dehiscencia de las anteras.

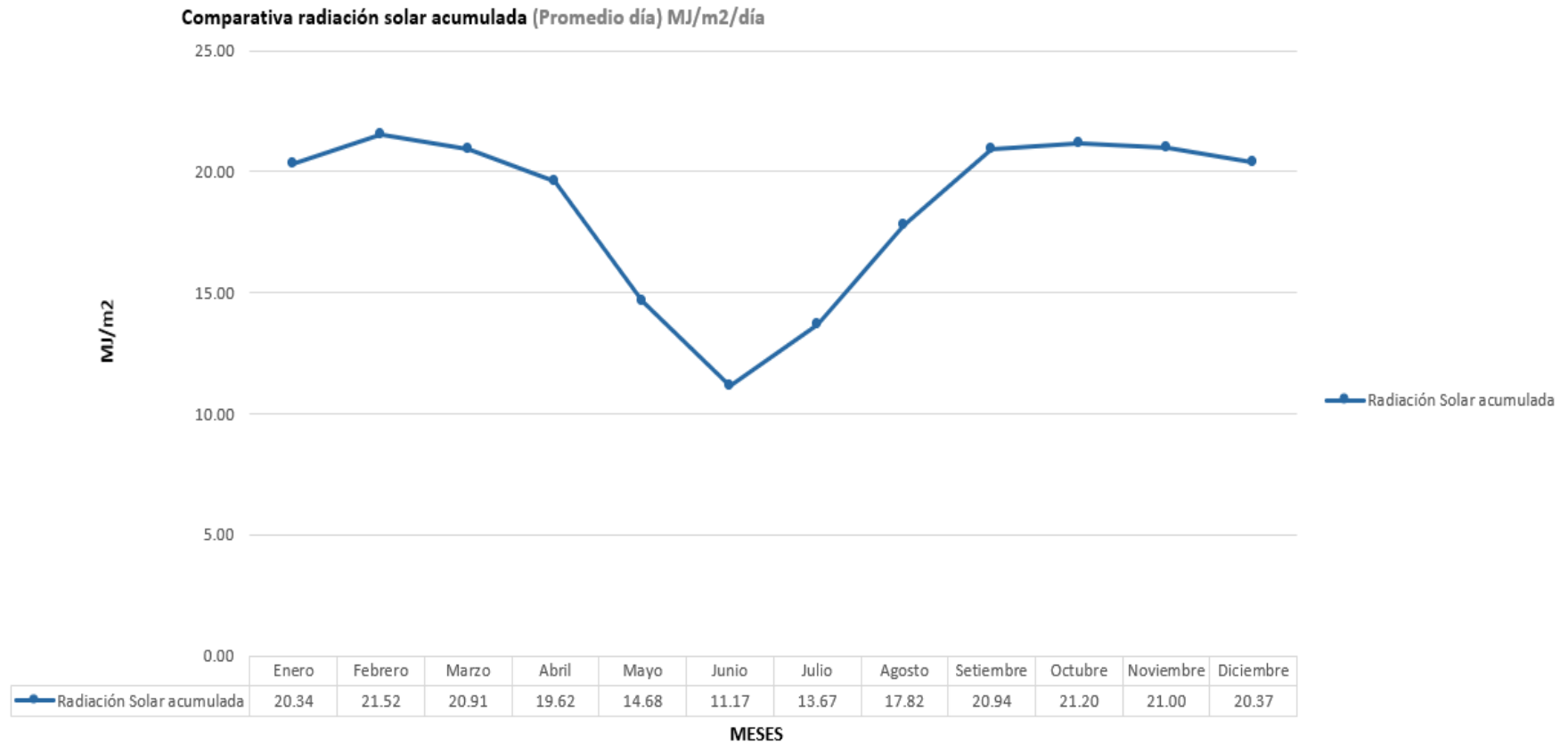


*Nota.* El gráfico representa los valores promedio de humedad mínima y máxima registrados durante cada semana del año 2021.  
 Fuente: Estación *Davis* del proyecto.

**Figura 8:** Valores promedio semanales de Humedad Relativa mínimas y máximas (%) durante el año 2021

### **3.2.3. Radiación Solar**

La radiación solar ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), es un factor clave que repercute en la temperatura, las respuestas morfológicas y fisiológicas en el cultivo (López – Marín et al, s.f.), fotosíntesis y balance hídrico y energético (Instituto para la innovación Tecnológica en la Agricultura, s.f.). Según la figura 9, durante el año 2021 se registra mensualmente el promedio diario de la radiación solar acumulada, presentando valores fluctuantes entre 13 y 22  $\text{MJ}/\text{m}^2/\text{día}$ , lo cual indica que la zona no presenta limitaciones con este factor puesto que, para el pimiento morrón bajo sistema de cultivo protegido el valor mínimo debe ser mayor o igual a 13  $\text{MJ}/\text{m}^2/\text{día}$  y el máximo, menor o igual a 23  $\text{MJ}/\text{m}^2/\text{día}$  (INTAGRI, s.f.).



*Nota.* El gráfico muestra los valores mensuales promedio representativos de radiación solar acumulada durante un día (MJ/m<sup>2</sup>/día) en el transcurso del año 2021.

Fuente: Estación *Davis* del proyecto.

**Figura 9:** Valores promedio acumulados de radiación solar durante el día (MJ/m<sup>2</sup>/día) en el año 2021

### 3.3. Diagnóstico Nutricional

#### 3.3.1. Condición fisicoquímica del suelo

Como se observa en la Tabla 3, el suelo presenta una textura arenosa al 100% y el pH es ligeramente alcalino presentando un valor de 7.67. La cantidad de materia orgánica es muy limitada, siendo una característica propia de un suelo arenoso; sin embargo, la incorporación de materia orgánica como guano de bovino, fue una de las alternativas a tomar para ayudar a estabilizar la estructura y permeabilidad del suelo, además de aumentar la capacidad de retención de agua. La CIC está dentro del rango de un suelo arenoso correspondiente a 3 mEq/100 g de suelo. Por último, la CE representa a un suelo ligeramente salino con un valor de 3.52 dS/m y en este caso no causó daños a la variedad exportable.

**Tabla 3:** Análisis Físico- químico del suelo de casa malla 08 del proyecto, realizado en la campaña 2021

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
Textura		Arenoso
Arena	%	100
Arcilla	%	0
Limo	%	0
Materia orgánica	%	0.183
pH (1:1)		7.67
CE	dS/m	1.76
P (disponible)	mg/kg	29.3
K (disponible)	mEq/100 g	0.91
CIC efectiva	mEq/100 g	3
Ca (cambiable)	mEq/100 g	2.85
Mg (cambiable)	mEq/100 g	0.27
K (cambiable)	mEq/100 g	0.17
Na (cambiable)	mEq/100 g	< 0.05
Al (cambiable)	mEq/100 g	< 0.01
Cu (cambiable)	ppm	0.8
B (cambiable)	ppm	1.3
Fe (cambiable)	ppm	7.33
Mn (cambiable)	ppm	2.8
Zn (cambiable)	ppm	1.03

*Nota.* pH: Potencial de Hidrógeno, CE: Conductividad Eléctrica, CIC: Capacidad de intercambio catiónico.  
Fuente: Adaptado de AGQ LABS (2021)

### 3.3.2. Calidad de Agua de Riego

El agua de riego proviene de uno de los pozos del predio “Pozo N° 3”. En la Tabla 4, se observa que el agua tiene un pH de 7.4, ligeramente alcalina, y una C.E. de 0.61, la cual es baja siendo de gran ayuda, ya que nos permitirá trabajar con distintas fuentes de fertilizantes, además que el cultivo de pimiento es sensible a valores superiores a 1 dS/m de C.E. en el agua de riego, (Proain, 2020). Así mismo, es un agua de bajo riesgo de sodicidad debido al bajo nivel del RAS. Los niveles de bicarbonatos, según Castellanos se encuentran en un rango moderado de restricción (1.5 – 8.5 mEq/L) y los niveles de cloruros no se encuentran en niveles perjudiciales para uso agrícola (< 4 mEq/L) (2020, como se citó en Castellón, Bernal y Hernández, 2014).

**Tabla 4:** Análisis físico - químico de agua de riego del Pozo N° 3 del proyecto

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
pH		7.4
CE	dS/m	0.61
Bicarbonato	mEq/L	4.120
Cloruros	mEq/L	0.31
Sulfatos	mEq/L	1.93
Nitratos	mEq/L	0.26
Calcio	mEq/L	3.76
Magnesio	mEq/L	1.09
Sodio	mEq/L	1.28
Potasio	mEq/L	0.05
Boro	mg/L	0.06
Hierro	mg/L	0.61
Manganeso	mg/L	0.01
Cobre	mg/L	0.003
Zinc	mg/L	0.004
RAS		0.82

*Nota.* RAS: Relación de absorción de sodio.

Fuente: Adaptado de AGQ LABS (2021)



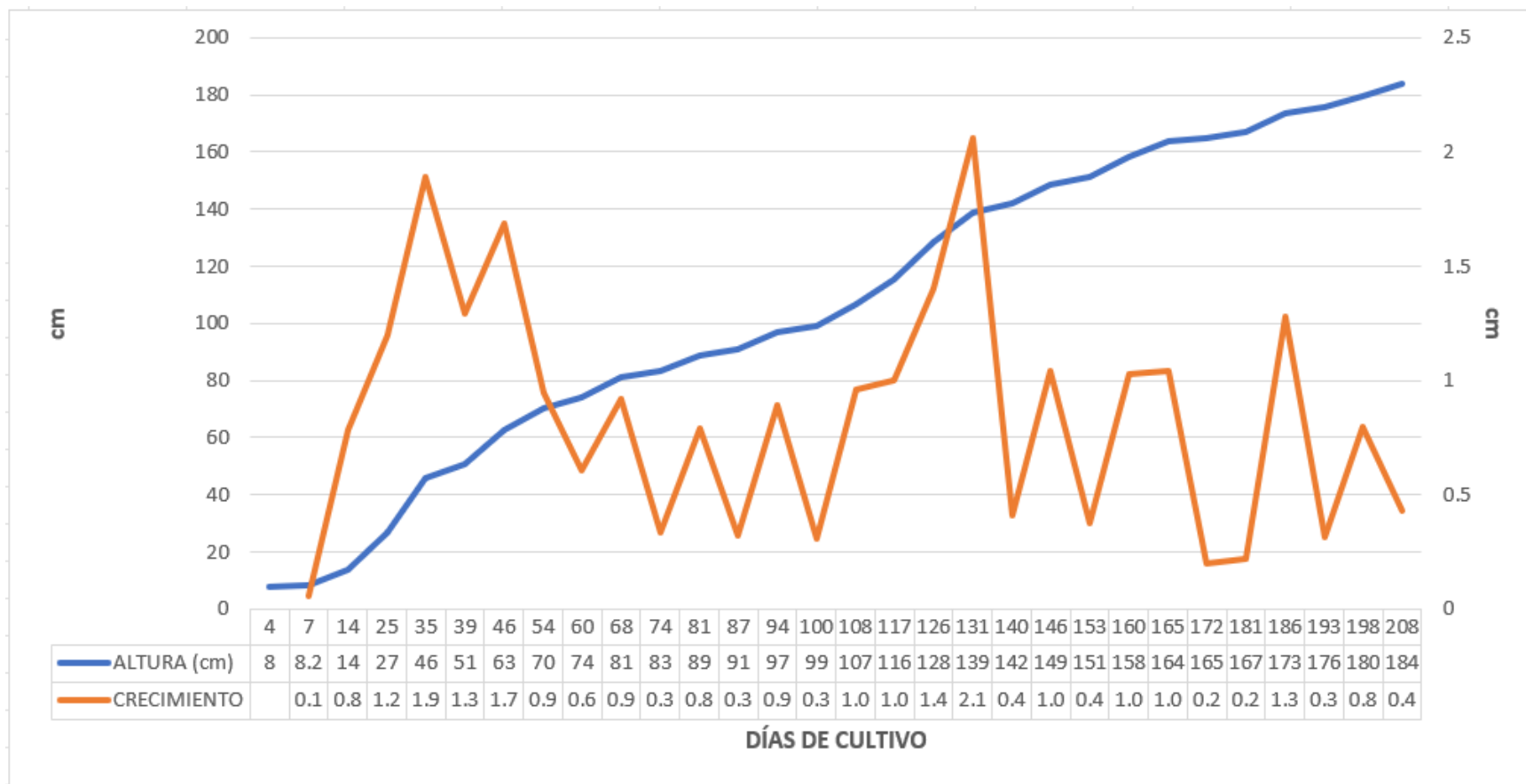
### **3.4. Fenología del cultivo**

El seguimiento fenológico del pimiento indeterminado dentro de casa malla, es una herramienta importante al momento de la toma de decisiones técnicas en campo, tanto para ajustar puntos en la nutrición, riego, las labores culturales e incluso en la sanidad.

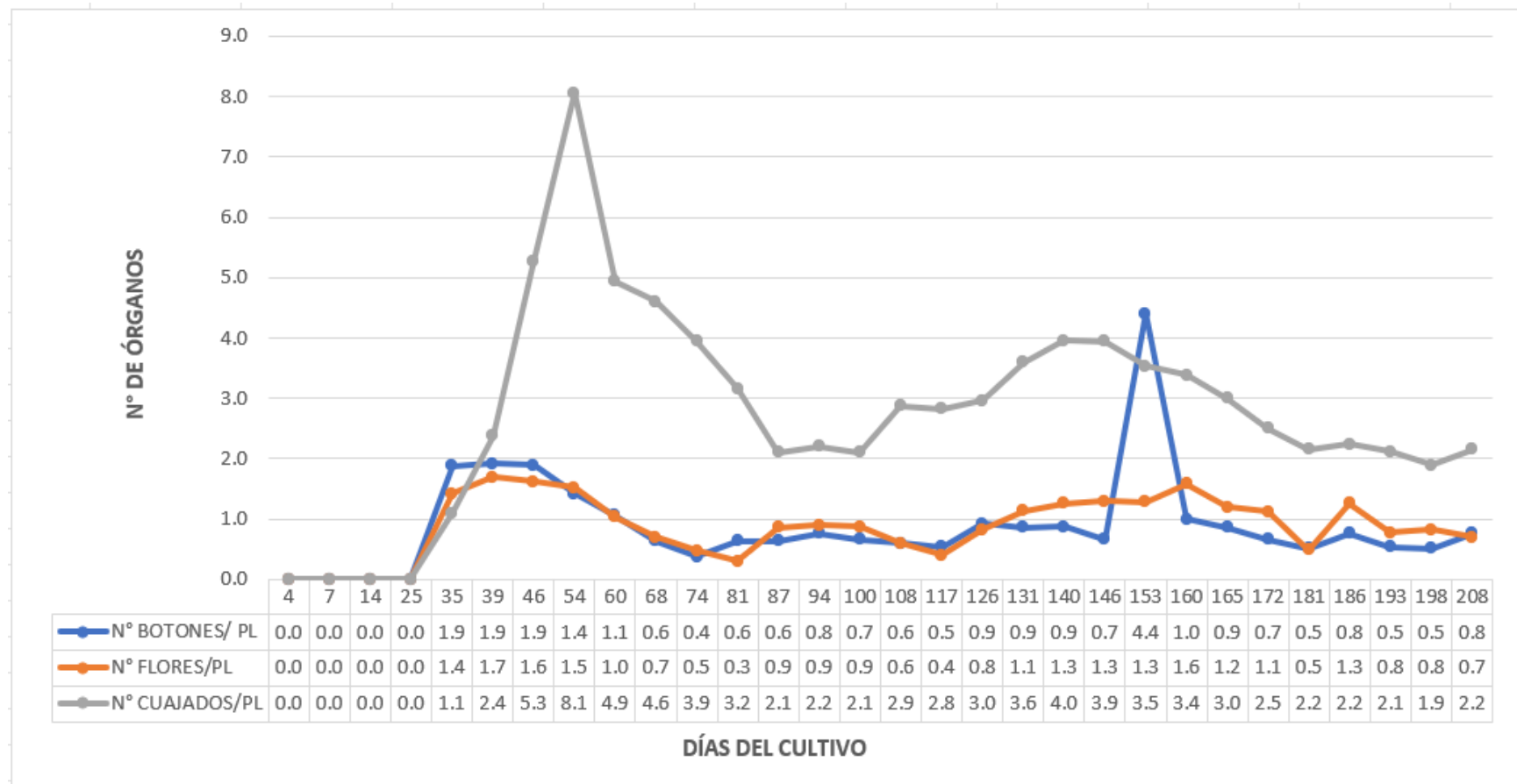
Desde la llegada de bandejas para trasplante, se va generando la información con la medición de altura del plantín. En la Figura 10, se puede observar el seguimiento de la altura de la planta que se realizó durante toda la campaña; iniciando desde el día cero, la cual corresponde al día de llegada de los plantines a la casa malla; esta medida se toma desde la parte superficial del cepellón de sustrato hasta el punto más alto de la plántula. Posteriormente, cuando el plantín ya está en suelo definitivo, se realiza una evaluación más completa, iniciando la evaluación cuatro días después del trasplante. Aparte de tomar las medidas de altura, se considera el número de hojas verdaderas, el número de nudos en el tallo, etc. Hasta el momento de la bifurcación, se realiza el seguimiento de órganos vegetativos.

A partir de los 35 días hacia adelante, se observa la presencia de las primeras flores. Desde este punto, en las evaluaciones se añade la contabilización de flores, cuajados y frutos (Figura 11 y 12). En base a este criterio, se definieron los siguientes parámetros:

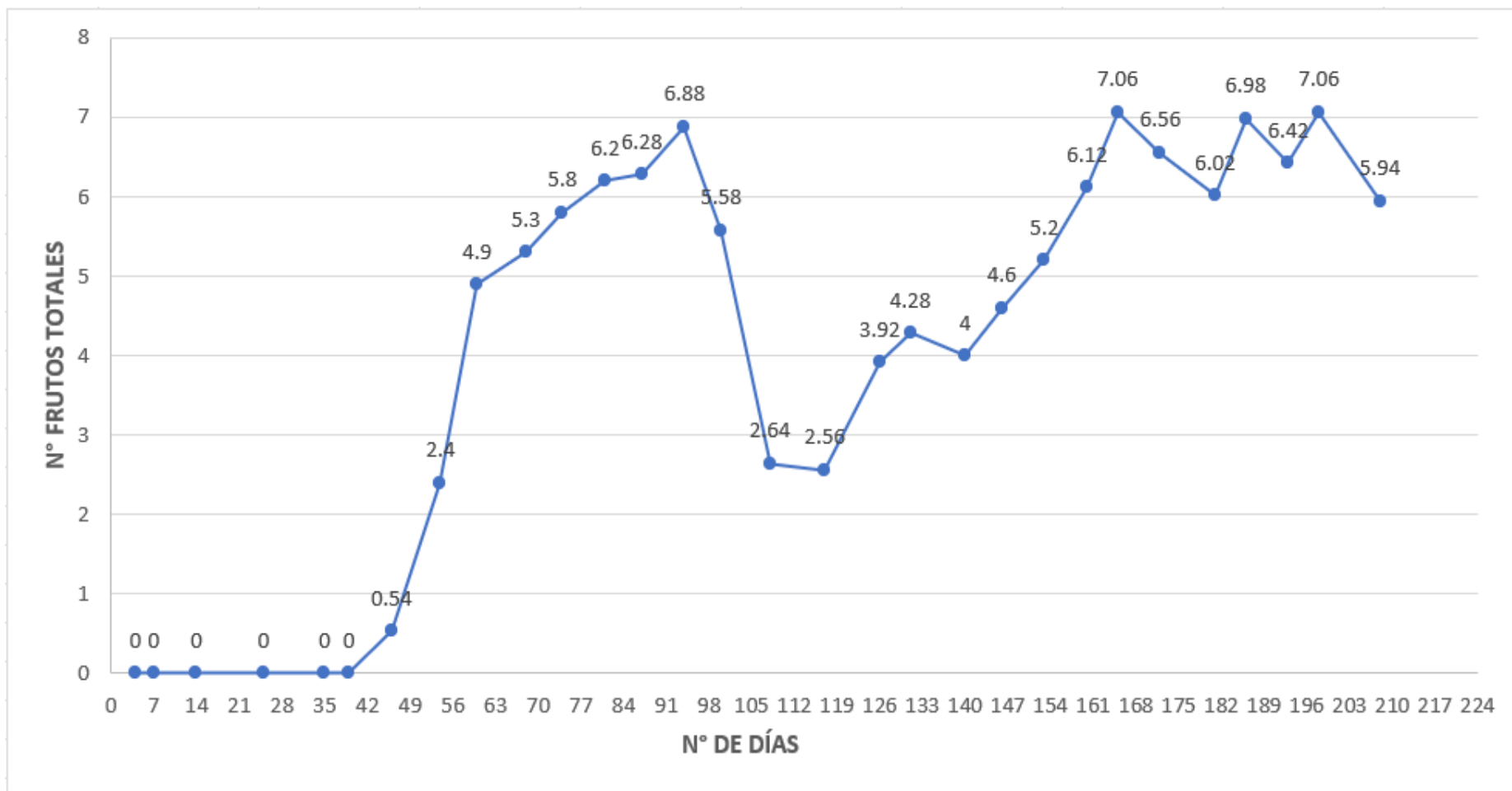
- N° de botones: Se consideran los botones logrados.
- N° de flores: Se considera desde flor abierta.
- N° de cuajados: Se considera al ovario fecundado logrado, cuya longitud máxima sea de 1.5 cm.
- N° de frutos: Se considera al órgano logrado que superó los 5 cm de longitud, además se diferenciaban los frutos deformes de los de buena calidad.



**Figura 10:** Seguimiento de la altura y crecimiento del Pimiento morrón en casa malla 08



**Figura 11:** Seguimiento del número de botones, flores y cuajados por planta del pimiento morrón en casa malla 08



**Figura 12:** Seguimiento del número de frutos totales de pimiento morrón en casa malla 08

### **3.5. Riego y Nutrición**

El proyecto de casa malla en San Pedro de Lloc se suministró de agua y nutrientes mediante Fertirriego, bajo Riego por goteo.

#### **3.5.1. Sistema de riego**

En el proyecto se presentó un sistema de riego por goteo, donde el agua utilizada era extraída de uno de los pozos (N° 3), debido a problemas de falta de suministro de agua proveniente de la Represa Gallito Ciego; sin embargo, el agua de pozo presentó las siguientes características (Tabla 4): C.E: 0.6 dS/m y pH: 7.4, siendo estas favorecedoras para poder establecer la campaña. El agua era almacenada en un reservorio de mil quinientos m<sup>3</sup>, cuyo volumen debía ser mantenido durante las ocho horas de jornada laboral y los siete días de la semana para no poner en riesgo el cultivo.

El sistema de riego estuvo conformado por tres centrales de fertirriego automatizadas, éstas eran programadas desde un controlador “Dream”, el cual controlaba el fertirriego de las diez casas mallas (dos hectáreas cada una). Se dividían en tres líneas: Línea n° 1 correspondía a casa malla n° 1, 2, 3 y 6, línea n° 2 correspondía a casa malla n° 8,9 y 10; y finalmente línea n° 3 a las casas mallas n° 4, 5 y 7. Cada línea trabajaba con una matriz independiente, facilitando el abastecimiento del riego en el momento oportuno.

En campo, cada casa malla trabajaba con dos válvulas (una por cada hectárea), siendo activadas al mismo tiempo al momento de fertirrigar. Se utilizaron cintas de riego con caudal de 1L/hora, cuyos goteros estaban distanciados a 0.3 m. En la campaña 2021 se trabajó desde ocho hasta doce pulsos de riego para poder abastecer el requerimiento hídrico.

#### **3.5.2. Cálculo de la lámina de riego**

Para calcular la lámina de riego por día, se utilizó como instrumento al tensiómetro y se tomó en consideración la interpretación de los valores recopilados de temperatura (°C), radiación (W/m<sup>2</sup>) y el estado fenológico en el que se encontraba el cultivo. Los valores de la lámina se iban ajustando conforme las semanas. En la Figura 13, se puede observar los m<sup>3</sup>/ha acumulados por semana, desde la semana 14 hasta la semana 52.

Los tensiómetros se instalaron en la casa malla N° 8, a dos profundidades: El primero en los primeros 15 - 20 cm. y el segundo a los 35 - 40 cm. Esto se debió a que el primer tensiómetro

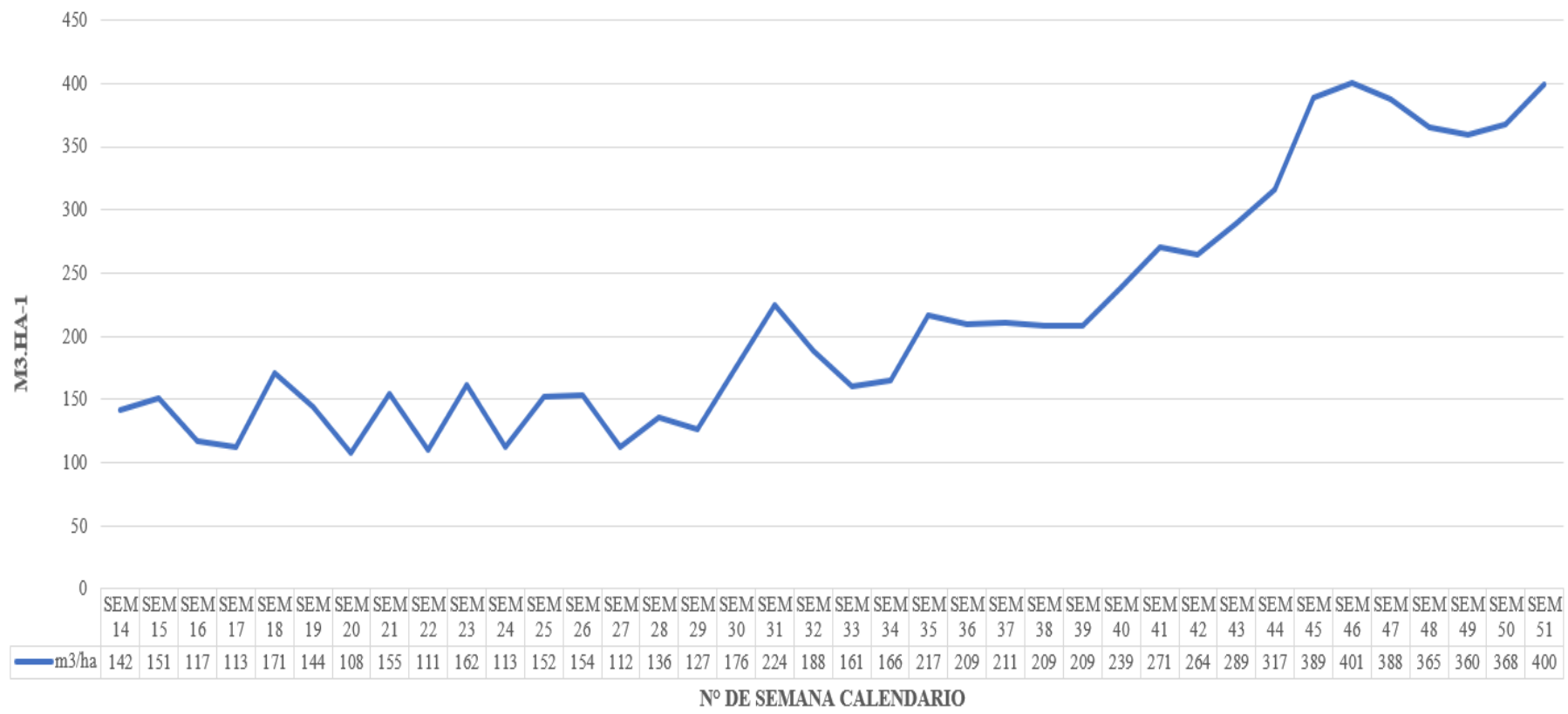
nos indicaba cuándo empezar a regar, para esto estipulamos un valor límite de 17 a 20 cb. Y, por otro lado, el segundo tensiómetro nos ayudaba a definir cuánto tiempo debíamos regar, teniendo como valor límite 5 cb.

En la Figura 13, se observa que durante las semanas 14 a la 17, la planta no necesita una lámina de riego elevada a pesar de haber presentado un promedio de 19.62 MJ/m<sup>2</sup> de radiación solar acumulada durante esas semanas ya que estamos en sus tres primeras semanas y aún no presenta formación significativa de órganos generativos (Botones y flores) y lo podemos corroborar en la Figura 11, donde los valores registran “0”.

A partir de la semana 18, 35 días después del trasplante (DDT) se incrementa la lámina; debido a que a partir de ahí se registra formación de órganos generativos (> 1 órgano / planta).

En la semana 20 se reduce la lámina debido a que a partir de esa semana se empezó a registrar temperaturas más bajas a las semanas previas. Según la Figura 7, durante esta semana se registró una temperatura máxima promedio de 24.5 °C, valor inferior a las temperaturas máximas promedio registradas desde la semana 14 a la 19.

En la semana 21 (54 DDT) se sube nuevamente la lámina debido al pico de número de cuajados que la planta presentó: 8 cuajados y 2.5 frutos colgados por planta en promedio (Figura 11). Así se realizó durante las siguientes semanas, las modificaciones correspondientes; revisando el comportamiento de la planta en conjunto a los factores de temperatura y radiación.



**Figura 13:** Plan de riego (m³/ha) por semana de casa malla N°8 en la campaña 2021

### 3.5.3. Fertilización

El proyecto se proveía de cilindros de doscientos litros, los cuales están ubicados en el cabezal de Filtrado. Esto se debía a que los tanques de cinco mil litros con los que se trabajaban en un inicio presentaron desperfectos, incidiendo en una falla de dosificación de la mezcla de fertilizantes y; por coyuntura de la pandemia, fue la vía más práctica para proseguir con las campañas.

Aun así, las mezclas son separadas en mezclas de nitratos, sulfatos, micronutrientes, ácidos y finalmente calcio; para evitar reacciones de incompatibilidad. Al momento de inyectar, se trabajaba con tres mesas correspondientes a cada línea (Anexo 3), la mezcla ingresaba al sistema junto al agua de riego. De igual manera que el riego, toda la logística es programada desde el controlador “Dream”

El programa de fertilización era revisado semanalmente, basándose en los resultados de las evaluaciones de fenología y de la data meteorológica, según tal, las cantidades de nutrientes variaban por lo cual las formulaciones también.

Al iniciar el año se realiza una proyección del número de unidades de nutrientes a aportar durante la campaña según la semana en la que se encuentra el cultivo. Observando la Figura 14, a partir de la semana diecisiete se debe incrementar la cantidad de unidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO y MgO aumentando progresivamente hasta la semana veintiuno, de ahí hacia adelante, las cantidades de nutrientes se mantienen hasta fin de campaña.

Sin embargo, como se observa en la Figura 15, dichas cantidades de nutrientes por aportar no muestran un patrón definido, ya que la precisión de la fertilización se basa en la interpretación de las etapas que vive la planta durante la campaña. Por ende, se genera un plan real o ejecutado de fertilización que se actualiza cada semana.

Durante la primera semana, la cual corresponde a la etapa de instalación del plantín a suelo definitivo, no se incorpora ningún tipo de nutriente ya que se estimula a la planta a adaptarse al entorno donde se desarrollará y, por tanto, sólo se riega dependiendo de la necesidad de consumo. A partir de la segunda semana de establecimiento (Semana 15), se comienza a suministrar progresivamente los nutrientes ya que empezamos con la etapa de crecimiento y todas las células comienzan a aumentar de tamaño (hojas, tallos y raíces); además, tratando de asegurar una cantidad de raíces y “pelos” absorbentes en la plántula para que el fertirriego



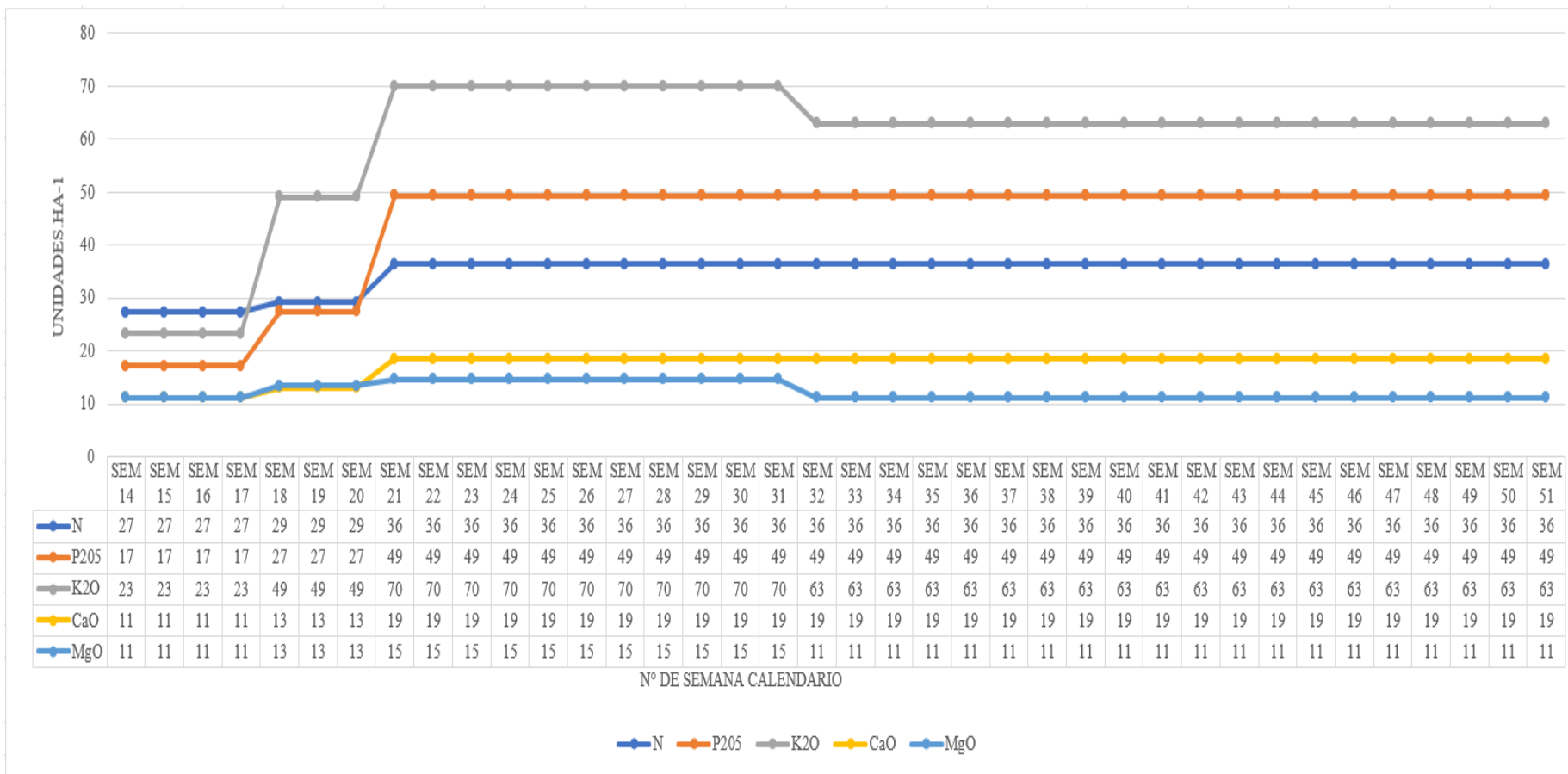
sea de mayor aprovechamiento. Inició con una concentración balanceada de los macronutrientes, con un ligero protagonismo de N y P para aportar al desarrollo vegetativo y crecimiento radicular.

Después de dos semanas (semana 17) se realizó un ajuste a la solución nutritiva para preparar a la planta en su etapa de formación de órganos generativos que empezaría a partir de la semana 18 (35 DDT), generando un aumento en la concentración de K, para poder transportar los carbohidratos, ya que estos conformarán el 90% de los órganos cosechados (Román et al, 2022). A partir de la semana 18, la planta comienza a presentar su primer set significativo de botones, flores y cuajados por planta: 1.9, 1.4 y 1.1 respectivamente. Cabe recalcar que durante esta semana se duplicó la cantidad de P buscando la estimulación del crecimiento radicular, buscando una mejor asimilación de agua y nutrientes. Por otro lado, se incrementaron la cantidad de K, por el mismo motivo explicado anteriormente.

Llegada la semana diecinueve, se mantuvo la nutrición en un relativo estándar. Se tomó la decisión de dejar las unidades de K entre 25 y 35, buscando mejorar la calidad y vida de anaquel.

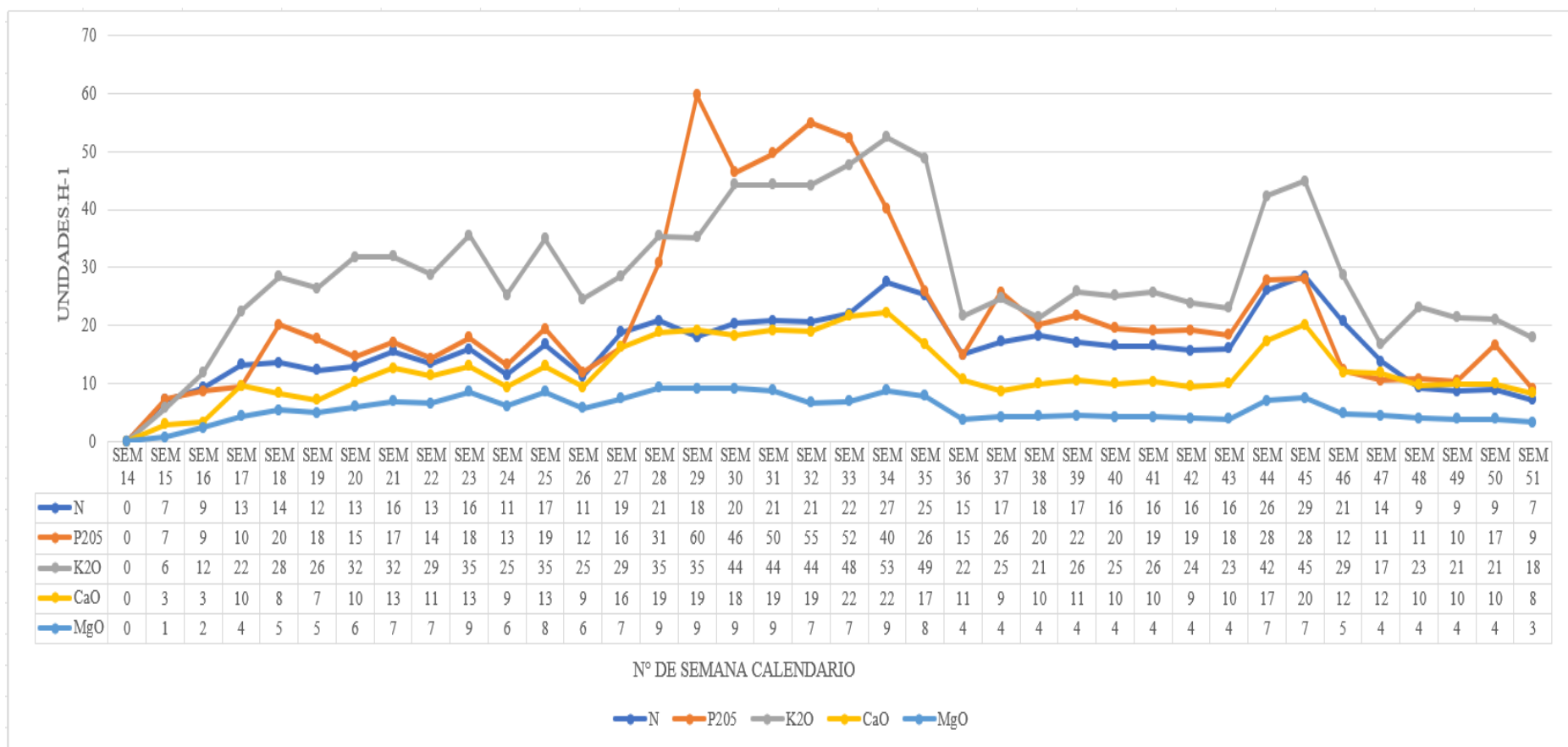
Entrando a la semana 27, la planta estaba en su pico de carga de fruta y floración, manteniendo un equilibrio en su desarrollo vegetativo y generación de gametos sexuales. Por este hecho, se buscó tener un impacto en la estimulación de desarrollo radicular, por lo cual se incrementaron las unidades de P significativamente en las semanas posteriores. Además, se incrementó el K para apoyar a la maduración de la fruta próxima a cosechar; junto a esto, el N y Ca también tuvieron un ligero aumento para apoyar al desarrollo de nuevos frutos cuajados y no desbalancear el cultivo. Estos aumentos se realizaron por un periodo de nueve semanas, semanas de mayor pico productivo del cultivo.

Finalmente, en la semana 36 se buscó equilibrar la solución nutritiva, ajustado las unidades de fertilizante, con el objetivo de generar un nuevo set de fruta.



Nota. El gráfico indica la cantidad de unidades de fertilizante que se debía consumir por semana según el programa de fertilización. Iniciando por la semana 14 según calendario y finalizando en la semana 51, las cuales refieren a la semana 1 y 38 de cultivo, respectivamente.

**Figura 14:** Curva de fertilización proyectada (En unidades) de casa malla N° 08 en pimiento morrón - campaña 2021



Nota. El gráfico indica la cantidad de unidades de fertilizante que se consumieron realmente, por semana. Iniciando por la semana 14 según calendario y finalizando en la semana 51, las cuales refieren a la semana 1 y 38 de cultivo, respectivamente.

**Figura 15:** Curva de fertilización real (En unidades) de casa malla N° 08 en pimiento morrón - campaña 2021

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La experiencia laboral se basó en un aprendizaje sumamente nuevo respecto a un cultivo que se maneja en Perú bajo sistema de campo abierto y que no necesita muchas exigencias en el manejo de labores, fertirrigación y sanidad. Partiendo de este panorama, el manejo de *Capsicum annuum* L. bajo sistema protegido como lo es casa malla, es todo un desafío en aras de cumplir con lo anteriormente descrito.

El plan de fertilización que se manejó durante la campaña 2021, basándose en el análisis de la fenología y de la data meteorológica para la toma de decisiones tuvo como resultado, la obtención de frutos de mejor calidad y, por tanto, repercutió en el aumento del porcentaje de fruto exportable (85%).

Fue de suma importancia el haber generado por primera vez un registro del seguimiento fenológico del cultivo y a su vez, analizarlo semanalmente. Campañas anteriores se generaba data sin una frecuencia establecida de evaluaciones y tampoco se interpretaban los resultados, repercutiendo en un mal manejo y por ende en bajos rendimientos (< 130 t/ha)

Por otro lado, dentro de los tres factores climáticos utilizados como referencia, la temperatura (°C) y radiación solar (W/m<sup>2</sup>) fueron las más relevantes al momento de establecer la lámina de riego durante cada semana. Respecto a la humedad relativa (%), se pudo observar que en efecto generó daños de rajadura o “Cracking” en el fruto, pero con valores menores al 85%, por ejemplo en la semana 31 y 32 se obtuvo como valores: 80 – 81 % de humedad relativa, pero vale acotar que se observó el primer registro de temperatura mínima de lo que iba del año: 16.5 a 16.7 °C (Figura 7) y a partir de estas semana se empezó a encontrar hacia adelante, frutos con este daño.

El llevar el registro fenológico al día permitió el análisis comparativo semana tras semana para poder realizar modificaciones en el riego y fertilización; es por tal, que el plan de fertilización proyectado resultó estar muy alejado al plan ejecutado. Aprender a realizar una “lectura” de la planta en el momento oportuno, ayudó a entender los procesos fisiológicos que vivía la planta en cada una de sus etapas fenológicas.

## V. CONCLUSIONES

- El manejo de pimiento morrón indeterminado bajo sistema de cultivo protegido “Casa malla” es un área poco explorada en Perú, por lo cual generar y registrar información fenológica similar a un sistema de alta tecnología como en el caso de invernaderos, será de suma importancia para poder realizar análisis comparativos entre campañas y poder asegurar y/o incrementar los rendimientos (> 150 t/ha).
- Dentro de los factores climáticos, la temperatura (°C) y Radiación Solar ( $W/m^2$ ) al estar relacionadas entre sí, influyen en la toma de decisiones al momento del riego y las respuestas morfológica y fisiológica de las plantas. Mientras tanto, valores menores a 85 % de humedad relativa que coincidían con una diferencia mayor a 8 °C entre la temperatura mínima y máxima promedio de la semana, generaron cracking en el fruto, bajando el porcentaje de fruto exportable en aproximadamente un 12%.
- El tener un registro de seguimiento de altura y del número de órganos generativos, ayudó a modificar y mejorar el plan de fertilización proyectado. Al no tener información pasada de la zona de San Pedro de Lloc, no se podía trabajar con pautas o valores utilizados en países como España o México porque no presentan las mismas condiciones edafológicas, climáticas, geográficas y meteorológicas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para mayor eficiencia del fertirriego, se recomienda medir la temperatura y humedad relativa dentro de casa malla para poder realizar un mejor análisis técnico comparativo.
- Instalar tensiómetros en cada casa malla para poder determinar cuándo y cuánto regar de manera personalizada, ya que cada casa malla presenta diferentes características.
- Realizar análisis foliares al inicio de la campaña para poder generar una mejor estrategia de nutrición para el cultivo.
- Realizar mantenimiento a los tanques de fertilización de 5000 L para eficientar el proceso y reducir el costo por jornales.
- Implementar plataformas de recopilación de datos de fenología para generar información precisa y generar las modificaciones de manera oportuna.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRODIARIO (3 de junio 2019) *¿Qué es el análisis de agua para riego?*

<https://www.agrodiario.com/texto-diario/mostrar/1439020/analisis-agua-riego>

Álvarez, F. y Pino, M. (s.f.) *Aspectos generales del manejo agronómico del pimiento en Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) / Ministerio de Agricultura. [Archivo PDF].

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6647/NR40853.pdf?sequence=8#:~:text=El%20pimiento%20es%20una%20planta,tipo%20de%20suelo%20y%20clima.>

Berrones, M., Garza, E., Vázquez, E. y Méndez, R. (2013) *Producción de pimiento morrón en casa malla para el sur de Taumalipas*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

<http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/942.pdf>

Buñay, C. (2017) *Etapas fenológicas del cultivo del pimiento (Capsicum annum L.) var. Verde, bajo las condiciones climáticas del Cantón General Antonio Elizalde (Bucay) Provincia del Guayas*. [Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agropecuario, Universidad técnica de Ambato]

Castellón, J., Bernal, R. y Hernández, M. (2014) *Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala* [Archivo PDF].

<https://www.redalyc.org/pdf/467/46750924004.pdf>

Corvera, L. (septiembre de 2021). *Análisis de la campaña de Capsicum. Redagícola*.

<https://www.redagricola.com/pe/assets/uploads/2021/09/raperu77.pdf>

Deker, L. (2011). *Adaptación de cinco híbridos de pimiento (Capsicum annum L.) en la zona de Catarama, Cantón Urdaneta provincia de Los Ríos*. [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil] Repositorio institucional – Universidad de Guayaquil.

- Fertilab (2016) *Manejo del Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la Fertirrigación del Cultivo de Pimiento*. [Archivo PDF].  
[https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Fertirrigacion\\_del\\_pimiento.pdf](https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Fertirrigacion_del_pimiento.pdf)
- Fornaris, G. (2005) Características de la planta. Conjunto tecnológico para la producción de pimiento. [Archivo PDF] <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/PIMIENTO-Character%C3%ADsticas-de-la-Planta-v2005.pdf>
- Gargurevich, G. (29 de octubre de 2019). *Los retos de producir Capsicum bajo “Casa malla” para exportar a EE UU*. *Redagrícola*. <https://www.redagricola.com/pe/los-retos-producir-capsicum-casa-malla-exportar-ee-uu/>
- Giubergia, J. (2019). *Calidad de Agua para Riego*. [Diapositiva PowerPoint]. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_manfredi\\_calidad\\_de\\_agua\\_para\\_riego.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manfredi_calidad_de_agua_para_riego.pdf)
- Global Biodiversity Information Facility. (s.f.). *Capsicum annum L*. <https://www.gbif.org/species/2932944>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2022). *La importancia del Análisis de suelos*. <https://inta.gob.ar/noticias/la-importancia-del-analisis-de-suelos#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20suelos%20es,la%20toxicidad%20de%20algunos%20elementos.>
- Instituto para la innovación Tecnológica en la Agricultura. (s.f.). *Importancia de la radiación solar en la producción bajo invernadero*. <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/importancia-de-la-radiacion-solar-en-la-produccion-bajo-invernadero>
- Irrometer. (s.f.). *Fundamentos de la humedad del suelo*. <https://www.irrometer.com/basicssp.html>
- López – Marín, J., Gávez, A., Espinosa, M.F., Gónzales, A. (s.f.) *Respuesta de un cultivo de pimiento en invernadero a la utilización de diversos sistemas de sombreo*. <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2054.%20VI%20Congreso%20Ib%C3%A9rico%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas.%20XII%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Comunicaciones/Respuesta%20de%20un%20cultivo%20de%20pimiento%20en%20invernadero%20a%20la%20utilizaci%C3%B3n%20de%20diversos%20sistemas%20de%20sombreo.pdf>



- Maldonado, M. (2023). *Manejo de Fertirriego para la nutrición del pimiento Piquillo (Capsicum annuum L.) en Chavimochic* [Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina] Repositorio Institucional – Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Martínez, M.A. (2002). *El cultivo del chile guajillo con fertilización en el Altiplano de San Luis Potosí*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Palma de la Cruz. San Luis, Potosí, SLP., México. (33): pp.: 6-7, 10-13
- Proain (8 de setiembre de 2020) El riego en la producción de pimiento. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/el-riego-en-la-produccion-de-pimiento>
- Ramírez, D. (2015) *Análisis de las dosis óptimas de fertilización orgánica en cultivo de Pimiento (Capsicum annuum) y su incidencia en el ataque de trips (Frankliniella occidentalis), en el cantón Jama, periodo de junio a diciembre de 2014*. [Tesis de Grado para la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario Acuícola, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí]. <https://core.ac.uk/download/pdf/159378844.pdf>
- Reche, J. (2010). *Cultivo de Pimiento Dulce en Invernadero*. [Archivo PDF]. [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo\\_Pimiento\\_Invernadero.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo_Pimiento_Invernadero.pdf)
- Romainville, M. (28 de septiembre de 2020). “Tenemos que apostar por las presentaciones en fresco”. *Redagícola*. <https://www.redagricola.com/pe/tenemos-que-apostar-por-las-presentaciones-en-fresco/>
- Roman, S., Aguilera, M., Arredondo, C., Berríos, M., Cantuarias, C., Del Canto, P., Goto, D., Herrera, D., Loaiza, L., Mardóñez, R., Ortega, R., Palma, J., Real, R. y Venegas, C. (2022) *Libro Azul*. Soquimich Comercial S.A.
- Vega, E. (2022). *Fertirriego en arándano (Vaccinium corymbosum L) cv. Ventura Cultivado en suelo, en Virú, La Libertad*. [Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de Ingeniera Agrónoma, Universidad Nacional Agraria La Molina] Repositorio Institucional – Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Verde, C. (2022). *Producción de pimiento morrón en sistema de casa malla en condiciones de la costa norte del Perú*. [Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina] Repositorio Institucional – Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Villa, M.; Catalán, E.A.; Insunza, M.A.; Román, A.; Gonzales; M de L. y Valdéz, J. (2009). *Cultivares y nutrición de chile pimiento (Capsicum annuum L.) en invernadero de clima controlado*. *Biotecnia*11 (2): 13-20. DOI: <https://doi.org/10.18633/bt.v11i2.59>
- Zamora, E. (2016). *Algunas fisiopatías de frutos, tallos y hojas en cultivos protegidos* [Archivo PDF]. <https://dagus.unison.mx/Zamora/1.%20ALGUNAS%20FISIOPATIAS%20DE%20FRUTOS,%20TALLOS%20Y%20HOJAS%20EN%20CULTIVOS%20PROTEGIDOS.pdf>

# ANEXOS

## ANEXO 1: Análisis de suelo



### INFORME DE ENSAYO - SUELO



Nº de Referencia:	<b>5-21/011827</b>	Registrada en:	<b>AGQ Perú</b>	Fecha Recepción:	<b>02/03/2021</b>
Análisis:	<b>S-PR-0014</b>	Centro Análisis:	<b>AGQ Perú</b>	Fecha Fin:	<b>16/03/2021</b>
Tipo Muestra:	<b>SUELO AGRICOLA</b>	Fecha/Hora Muestreo:	<b>24/02/2021</b>	Contrato:	<b>QMT-PE210300047</b>
Lugar de Muestreo:	<b>GANDUFRESH</b>	Fecha Inicio:	<b>09/03/2021</b>		
Muestreado por:	<b>RUBEN</b>	Cliente 3º(*):	<b>---</b>		
Descripción(*):	<b>CM04</b>	Domicilio (*):	<b>AV. JAVIER PRADO ESTE NRO. 6210 LA MOLINA(OF402EDIF.PARK OFFICE) LIMA 0</b>		
Cliente (*):	<b>GANDUFRESH SAC</b>				

### FERTILIDAD FÍSICA

* Clase Textural	Arenosa	
* Arcilla	0,00 %	
* Limo	0,00 %	
* Arena	100 %	

### FERTILIDAD

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
* Materia Orgánica Oxidab	0,183	%		1,20		2,00		Combustión	PEC-013
* Nitrógeno Total	156	mg/kg		1 000		1 500			PEC-034
* Fósforo Disponible Olsen	29,3	mg/kg		20,0		40,0		Olsen	PE-2125
* Caliza Activa	< 0,5	% CaCO3		2		4		Oxalato Amonico O.	PEC-014
* Calcio Disponible	5,78	meq/100 g		8,00		14,0		Ac NH4	PEC-009
* Magnesio Disponible	0,842	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH4	PEC-009
* Potasio Disponible	0,91	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH4	PEC-009
* Sodio Disponible	0,43	meq/100 g		0,25		0,75		Ac NH4	PEC-009
pH (Extracto 1/1)	7,67	Unidades de pH						Extrac 1/1	PEC-001
Cond. Eléctrica (Ext 1/1)	1 763	µS/cm a 20° C						Extrac 1/1	PEC-002
* Suma de Bases Disponibl	7,96	meq/100 g							PEC-020

### MICROELEMENTOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
* Boro	1,30	mg/kg		0,50		1,00		Extrac Acuosa	PE-2126
* Hierro (DTPA)	7,33	mg/kg		4,00		10,0		DTPA	PEC-009
* Manganeso (DTPA)	2,80	mg/kg		1,00		5,00		DTPA	PEC-009
* Cobre (DTPA)	0,8	mg/kg		0,4		1		DTPA	PEC-009
* Zinc (DTPA)	1,03	mg/kg		1,00		2,00		DTPA	PEC-009

### COMPLEJO DE CAMBIO

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
* Calcio Cambio	2,85	meq/100 g		8,00		14,0		Ac NH4	PEC-009
* Magnesio de Cambio	0,27	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH4	PEC-009
* Potasio Cambio	0,17	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH4	PEC-009
* Sodio Cambio	< 0,05	meq/100 g		0,25		0,50		Ac NH4	PEC-009
* Aluminio de Cambio	< 0,01	meq/100 g		0,50		1,0		Ac NH4	PEC-009
* CIC Efectiva	3	meq/100 g		5		10			PEC-019
* Bases de Cambio	3,29	meq/100 g						Ac NH4	PEC-009

### RELACIONES DE INTERÉS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
* Relación C/N	6,82			10,0		15,0			PEC-041
* Relación (Ca+Mg) / K Disr	7,28								PEC-041

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis - Lima, PERU

T: (511) 710 27 00

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe

1/2

## Anexo 2: Análisis de agua

# SGS

## INFORME DE ENSAYOS DE AGUA

**CLIENTE:** GANDULES INC S.A.C.

**CULTIVO:** PIMIENTO

**ESTADO FENOLÓGICO:**

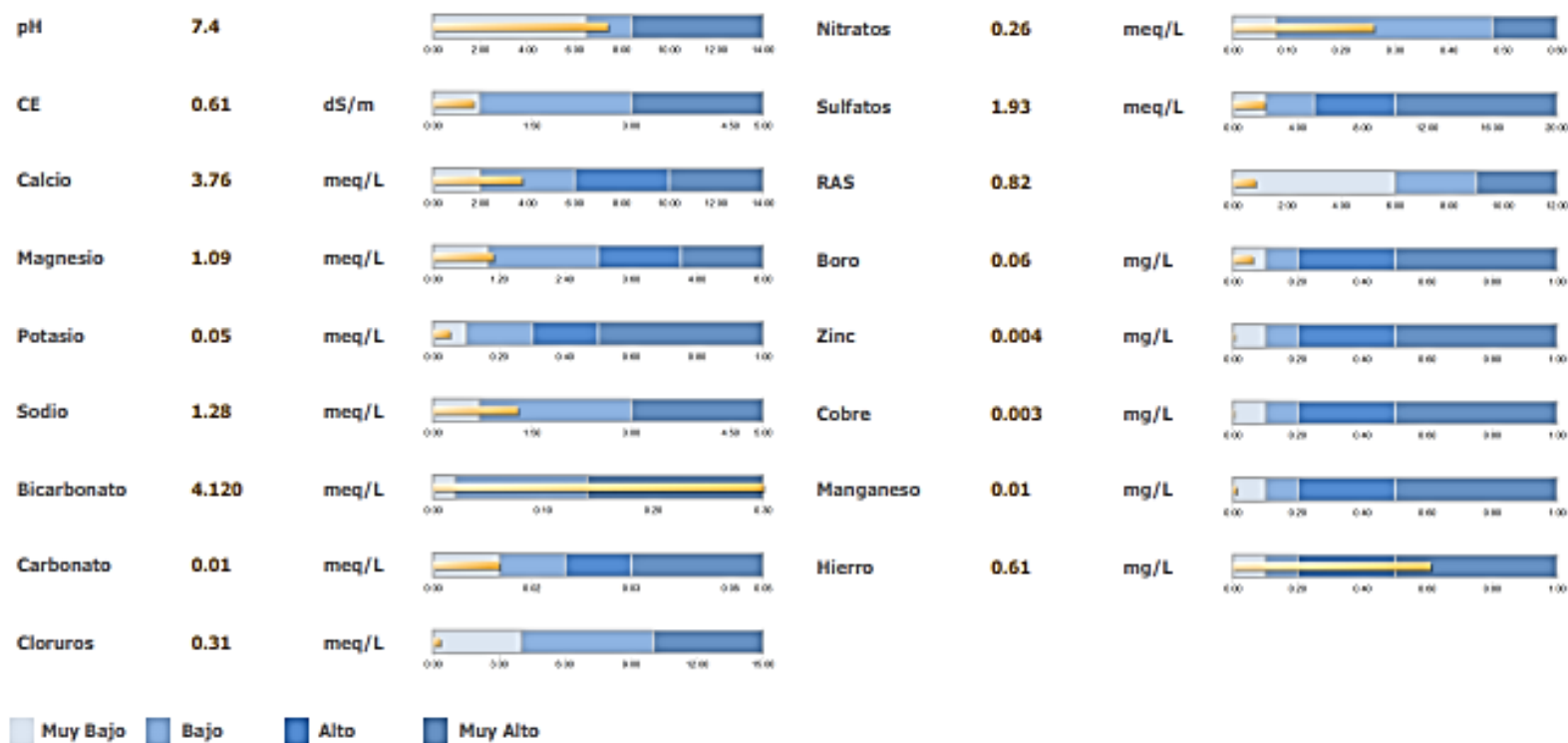
**LOTE:** AGUA DE RIEGO (AGUA PARA APLICACIÓN FOLIAR / HIDRANTE 01 - AGUA SUBTERRÁNEA PC 03 / FD: GANDUFRESH)

**CÓDIGO:** SA2000651

**FECHA DE MUESTREO:** 23/05/2020

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 27/05/2020

**FECHA DE EMISIÓN:** 01/06/2020



**Anexo 3: Cilindros de premezcla de fertilizantes y tanque de premezcla inhabilitado**



Anexo 4: Controlador de fertirriego “Dream”



**Anexo 5:** Mesa de Inyección de soluciones de línea N° 1

