



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**TESIS**

**“Evaluación del rendimiento productivo de tres variedades de  
ají con riego por goteo bajo tres láminas de riego en Vista  
Florida, Chiclayo”**

Para optar el título profesional de:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Autor:

Bach. Edwin José Saavedra Ayala

Asesor:

Ing. M.I. Juan V. Hernández Alcántara.

**LAMBAYEQUE -PERÚ**

**2021**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**TESIS**

**"EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE TRES  
VARIEDADES DE AJÍ CON RIEGO POR GOTEO BAJO TRES  
LÁMINAS DE RIEGO EN VISTA FLORIDA, CHICLAYO"**

*Para optar el título profesional de:*

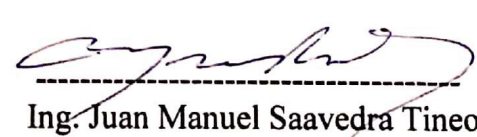
*INGENIERO AGRÍCOLA*

**Autor (es):**

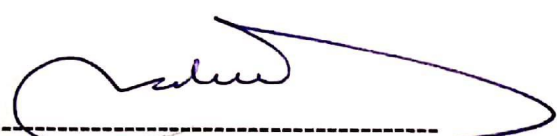
**Bach. Edwin José Saavedra Ayala**

**Aprobado por:**

  
Ing. Wilfredo Díaz Córdova  
Presidente

  
Ing. Juan Manuel Saavedra Tineo  
Secretario

  
Ing. José A. Solórzano Gonzales  
Vocal

  
Ing. Juan V. Hernández Alcántara.  
Patrocinador.

## **DEDICATORIA**

A cada miembro de mi familia, especialmente a mis padres por su apoyo  
constante e incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

A la facultad de Ingeniería Agrícola por la formación académica brindada durante mi estadía dentro de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

A mi asesor el Ing. Juan Hernández Alcántara, por orientarme y apoyarme en el desarrollo de la tesis.

A mi copatrocinadora, la Dra. Lía Ramos Fernández, por brindarme la oportunidad de aprender nuevas metodologías de investigación.

Al equipo técnico del proyecto “Evaluación cuantitativa y cualitativa de la eficiencia de láminas de riego en el cultivo de Capsicum sp. bajo riego por goteo” del PNIA por el apoyo en la instrucción de equipos empleados en la investigación.

## RESUMEN

Actualmente, la escasez del agua es un problema latente y alarmante para la agricultura, más si uso es deficiente en cultivos principales. Esto sumado, al aumento de la conversión de tierras agrícolas en zonas urbanas y de comercio; provoca un riesgo en el abastecimiento de alimentos para la demanda población actual y futura. Ante esta problemática, se ha desarrollado esta investigación, con el fin de evaluar rendimientos productivos de tres variedades de ají con un riego por goteo bajo tres láminas de riego, en la Estación Experimental Agraria Vista Florida, Chiclayo, durante la campaña agrícola (julio – noviembre 2019). Desde el trasplante hasta la cosecha, se monitoreó los porcentajes de humedad volumétrica del suelo, con el equipo TDR 350, de manera puntual sobre el área humedecida por el gotero, en el centro de gravedad de cada tratamiento; para analizar el comportamiento de la humedad del suelo. También, se tomaron medidas de altura de plantas, para evaluar el efecto de las láminas de riego en la fase reproductiva y de maduración. Para la cosecha, se tomaron muestras de un área reducida, ubicado en el centro de cada tratamiento, para evaluar el efecto de las láminas de riego sobre la longitud del fruto y diámetro del fruto. Además, el rendimiento total del tratamiento ( $Tn/ha$ ) se calculó, con el rendimiento del área reducida llevada a una hectárea, donde la lámina de riego (LR 01) presentó rendimientos altos en las parcelas de ají escabeche y paprika, de 36  $Tn/ha$  y 13.63  $Tn/ha$  respectivamente, mientras que el ají panca bajo la lámina de riego (LR 02) obtuvo un rendimiento alto de 13.40  $Tn/ha$ . Por otro lado, se estimó la producción en fresco y seco ( $Tn/Ha$ ) de las tres variedades de ají, mediante el producto de la producción de una planta, y las 50 000 plantas en una hectárea. Finalmente, se concluye que las láminas de riego reales aplicadas fueron, LR 01= 820.96  $m^3$ , LR 02= 619.92  $m^3$  y LR 03= 452.48  $m^3$ , y que generaron cambios significativos en las variables de rendimiento, producción y altura de planta, mas no, en la caracterización del fruto.

### Palabras claves:

Humedad volumétrica, láminas de riego, variedades de ají, rendimiento del cultivo, altura de planta, producción en fresco y seco, longitud y diámetro del fruto.

## **ABSTRACT**

Currently, water scarcity is a latent and alarming problem for agriculture, especially if use is poor in major crops. This is in addition to the increase in the conversion of agricultural land into urban and trade areas; causes a risk in food supply to current and future population demand. Faced with this problem, this research has been developed, in order to evaluate productive yields of the cultivation of three varieties of chili peppers under three irrigation sheets with a drip irrigation system, at the Vista Florida Agricultural Experimental Station, Chiclayo, during the agricultural year (July – November 2019). From transplantation to harvest, the percentages of volumetric soil moisture were monitored, with the TDR 350 equipment, in a timely manner over the area moistened by the dropper, in the center of gravity of each treatment; to analyze the behavior of soil moisture. Also, plant height measurements were taken to assess the effect of irrigation sheets on the reproductive and maturation phase. For the harvest, samples were taken from a small area, located in the center of each treatment, to assess the effect of the irrigation sheets on the length of the fruit and the diameter of the fruit. In addition, the yield of each treatment (Tn/ha) was calculated, with the yield of the reduced area brought to one hectare, where the irrigation sheet (LR 01) presented high yields in the plots of chili pickled and paprika, of 36 Tn/ha and 13.63 Tn/ha respectively, while the chili panca under the irrigation sheet (LR 02) obtained a high yield of 13.40 Tn/ha. On the other hand, the fresh and dry production (Tn/Ha) of the three varieties of chili peppers was estimated, through the product of the production of a plant, and the 50,000 plants in one hectare. Finally, it is concluded that the actual irrigation sheets applied were, LR 01 x 820.96 m<sup>3</sup>, LR 02 x 619.92 m<sup>3</sup> and LR 03 x 452.48 m<sup>3</sup>, and that they generated significant changes in the variables of yield, production and plant height, but not in the characterization of the fruit

### **Key words:**

Volumetric humidity, irrigation sheets, chili varieties, productive yield, height of plant, fresh and dry production, length and diameter of the fruit.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	9
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	10
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.2.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.3.    OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	11
1.3.1.    OBJETIVO GENERAL	11
1.3.2.    OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.4.    JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	11
1.5.    LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	11
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	12
2.1.    ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	12
2.2.    BASES TEÓRICAS	13
2.2.1.    CULTIVO DE AJI	13
2.2.2.    SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO	14
2.2.3.    HUMEDAD DEL SUELO	16
2.3.    DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	19
2.3.1.    DISEÑO AGRONÓMICO	19
2.3.2.    DISEÑO HIDRAULICO	22
2.4.    HIPÓTESIS	25
2.4.1.    HIPÓTESIS GENERAL	25
2.4.2.    HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	25
2.5.    VARIABLES	25
2.5.1.    DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE	25
2.5.2.    DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE.	26

2.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE	28
CAPITULO III: METODOLOGIA.....	29
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	29
3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.2.1. UBICACIÓN	29
3.2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL	30
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	30
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	32
3.5. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO	32
3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS	33
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	35
4.1. NIVELES DE HUMEDAD VOLUMÉTRICA DEL SUELO	35
4.2. ALTURA DE PLANTA	36
4.3. RENDIMIENTO	41
4.4. PRODUCCIÓN EN FRESCO	43
4.5. PRODUCCIÓN EN SECO	47
4.6. LONGITUD DEL FRUTO	49
4.7. DIAMETRO DEL FRUTO	51
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Nivel de agotamiento permisible según la ETo y tipo de cultivo.....	18
Tabla 2 Tabla resumen de rango de valores entre textura y propiedades físicas .	22
Tabla 3 Valores recomendados de coeficiente de uniformidad .....	24
Tabla 4 Variables independientes de la investigación.....	27
Tabla 5 Combinaciones de variables independientes de la investigación.....	27
Tabla 6 Variables dependientes evaluados .....	28
Tabla 7 Coordenadas UTM de ubicación .....	29
Tabla 8 Altura de planta a los 110 DDS y 165 DDS.....	37
Tabla 9 Rendimientos de cultivos de ají escabeche, panca y páprika. ....	42
Tabla 10 Producción en fresco del ají escabeche, panca y páprika.....	45
Tabla 11 Producción en seco de ají escabeche, panca y páprika.....	48
Tabla 12 Longitud del fruto de ají escabeche, panca y páprika. ....	49
Tabla 13 Diámetro del fruto de ají escabeche, panca y páprika. ....	52
Tabla 14 Demanda Hídrica del cultivo de ají.....	54
Tabla 15 Comparación de volúmenes de agua estimada y consumida. ....	56
Tabla 16 Cronograma de los turnos de riego.....	62
Tabla 17 Analisis del suelo .....	63
Tabla 18 Criterios Agronómicos .....	63
Tabla 19 Prueba de coeficiente de uniformidad .....	64
Tabla 20 Actividades agronómicas necesarias para el desarrollo del cultivo.....	64

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Efecto de la textura del suelo en la forma del bulbo húmedo.....	20
Figura 2 Ubicación de la unidad experimental.....	29
Figura 3 Esquematización del diseño experimental. ....	30
Figura 4 Marco de plantación de ají para la investigación.....	31
Figura 5 Características de la Subunidad Experimental.....	31
Figura 6 Comportamiento de la Humedad volumétrica en las tres láminas de riego.	36
Figura 7 Altura de la planta en las fases fenológicas del cultivo de ají escabeche ..	38
Figura 8 Comparación de alturas de la planta a los 110 y 165 DDS.....	38
Figura 9 Altura de la planta en las fases fenológicas del cultivo de ají panca .....	39
Figura 10 Comparación de alturas de la planta a los 110 y 165 DDS. ....	39
Figura 11 Altura de la planta en las fases fenológicas del cultivo de ají páprika .....	40
Figura 12 Comparación de alturas de la planta a los 110 y 165 DDS. ....	40
Figura 13 Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable rendimiento .....	43
Figura 14 Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Producción en fresco. .....	46
Figura 15 Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Producción en seco. .....	49
Figura 16 Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Longitud del fruto. .....	51
Figura 17 Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Diámetro del fruto. .....	53
Figura 18 Volúmenes de agua en las láminas de riego.....	55
Figura 19 Temperaturas máximas y mínimas de la Estación Lambayeque. ....	60
Figura 20 Humedad relativa (%) de la Estación Lambayeque.....	60
Figura 21 Insolación y velocidad de viento de la Estación Lambayeque.....	61
Figura 22 Valores de la ETo de la ciudad de Picsi. ....	61

## INTRODUCCIÓN

Los capsicum representan un sector importante dentro de la agricultura, tanto a nivel industrial como de pequeños productores de la agricultura familiar, logrando ocupar el quinto lugar en el ranking de alimentos exportados del Perú al mundo en distintas presentaciones: seco, frescos y congelados; con 249 millones de dólares exportados durante el 2016. (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2017)

En Lambayeque, el ají no es un producto con mucho auge dentro del mercado regional para el productor, debido a que el arroz y la caña de azúcar se producen más en gran parte de la superficie agrícola. Pero existen empresas dedicadas a la agroexportación, que siembran la variedad de ají Paprika en terrenos no muy extensos, empleando sistemas de riego por goteo, con buenas prácticas agrícolas, debido a que el ají paprika junto con el ají piquillo cuenta con más países de destino para exportar. El ají escabeche y panca son variedades nativas del Perú, las cuales se vienen sembrando desde muchos años atrás por pequeños agricultores en varias regiones tropicales del país.

El Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), ha publicado libros y artículos científicos acerca de las características agronómicas y morfológicas del ají escabeche y ají paprika, mediante el programa nacional de investigación en hortalizas. En cambio, el ají panca, no ha sido estudiado a detalle, pero si ha habido investigaciones que caracterizan el cultivo y el fruto bajo diferentes variables según el estudio.

Entonces bajo esas referencias y con el apoyo de un equipo técnico agronómico, se ha realizado esta investigación empleando láminas de riego en los cultivos de ají ya mencionados, con un sistema de riego por goteo, en la parcela del Lote 3-1 de la Estación Experimental Agraria Vista Florida, para caracterizar los frutos de las variedades de ají y obtener rendimientos altos con la lámina de riego optima dentro del ámbito de la región Lambayeque.

## **CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la región Lambayeque, la agricultura se centra todavía en la siembra de dos monocultivos importantes, como: el arroz y la caña de azúcar. Debido a que, estos cultivos otorgan buenas rentabilidades económicas a pesar de que los costos de inversión pueden ser medianamente altos para el agricultor. Sin importar, de que son los cultivos que demandan grandes volúmenes de agua, empleando sistemas de riego deficientes, sobre grandes hectáreas de suelo agrícola.

Sin embargo, existen otros cultivos que logran buenos rendimientos en pequeñas hectáreas, empleando menos volúmenes de agua, con rentabilidades económicas aceptables. Un claro ejemplo, son las Hortalizas, que poseen un periodo vegetativo corto y un fácil manejo del cultivo para el agricultor. Dentro de este grupo, está el género *Capsicum*, que tiene una demanda hídrica del cultivo de 8 000 a 10000 m<sup>3</sup> por hectárea campaña, empleando un sistema de riego por gravedad.

Actualmente, hay empresas agrícolas dedicadas a la agroexportación, que poseen hectáreas de ají páprika bajo el riego por goteo, demostrando así, un ahorro de agua entre ambos sistemas de riego al término de la campaña agrícola, sin perjudicar el rendimiento del cultivo y la calidad del fruto.

### **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la lámina óptima de riego (LR 01; LR 02 y LR 03) para los cultivos de ají y que variedad [escabeche (VC 01), panca (VC 02) y páprika (VC 03)] tiene los mejores rendimientos a través del riego por goteo?

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el rendimiento productivo de tres variedades de ají, con riego por goteo bajo tres láminas de riego, en el Lote 3-1 de la Estación Experimental Agraria Vista Florida, Chiclayo.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el mayor rendimiento de los cultivos de ají bajo el régimen de tres láminas de riego por goteo.
- Determinar los efectos de las láminas de riego por goteo sobre la altura de la planta, tamaño y diámetro del fruto de las tres variedades de ají (escabeche, panca y páprika).
- Comparar los porcentajes de humedad del suelo, obtenidos en tiempo real, de las tres láminas de riego por goteo durante el periodo vegetativo de las tres variedades de ají.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

La realización de esta investigación es para informar la lámina de riego óptima con la que se obtienen buenos rendimientos y buenos frutos de calidad para cada variedad de ají, empleando un sistema de riego por goteo, con la idea de concientizar e incentivar a la siembra de este cultivo en más áreas agrícolas dentro de la región Lambayeque.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

La falta de análisis químico de macronutrientes del suelo (Nitrógeno, Fosforo y Potasio) antes del trasplante para la dosis de fertilización del cultivo. Y el mal funcionamiento de la estación meteorológica de la Estación Experimental Agraria Vista Florida.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO

### 2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En Turquía, se viene desarrollando temas similares a esta investigación, desde el año 2002 con el cultivo del ají o pimiento con riegos superficiales y subsuperficiales evaluando aspectos de rendimiento; pero en los últimos cinco años, se ha empleado el sistema de riego por goteo para mejorar y evaluar el rendimiento. Por ejemplo, la revista *Scientia Horticulturae*, en el año 2019, publicó un interesante artículo de investigación llamado *“Physiological response of red pepper to different irrigation regimes under drip irrigation in the Mediterranean region of Turkey”*, donde se trabajó en un diseño de bloques al azar con cuatro replicas bajo cinco tratamientos de riego en dos años seguidos, teniendo como resultado que el tratamiento con IF produjo el mayor rendimiento comercializable (44170 y 47790 kg. Ha – 1), el rendimiento comercial más bajo se obtuvo en el tratamiento PRD-F parcelas (34160 y 33760 kg. Ha – 1) en el 2010 y 2011 respectivamente.

En el Perú, existen algunas investigaciones relacionadas a la evaluación de las características agronómicas en base a dosis de macronutrientes y parámetros de calidad postcosecha, con algunas variedades conocidas de *Capsicum*. En el 2016, se publicó una tesis de pregrado del autor Arnold Christ Quispe Alcántara, en el repositorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina, titulada “Aplicación del riego parcial bajo el sistema por gravedad en ají panca (*Capsicum Chinense*) y ají escabeche (*Capsicum Baccatum L. Var Pendulum*) en el valle de Mala”, cuyo objetivo fue determinar los efectos del riego parcial sobre el rendimiento en el cultivo de ají panca y ají escabeche. Obteniendo como resultados, los valores de rendimiento de ají escabeche de (15.2 y 16.3 Tn/Ha) y de ají panca (6.5 y 5.9 Tn/Ha) bajo los regimes de riego completo y parcial, respectivamente. Por lo que, es la única información referente que se tiene de los tipos de riegos en cultivos de ají con riego por gravedad, para dicha región. Es por eso que la Universidad Nacional Agraria La Molina, a través del Programa Nacional de Investigación Agraria, dispone de mi persona, para realizar esta investigación en la Estación Experimental Agraria Vista Florida, con el objetivo de evaluar el rendimiento productivo de cultivos *Capsicum* bajo distintas láminas de riego por goteo, en la región Lambayeque.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. CULTIVO DE AJI**

#### **2.2.1.1. ORIGEN Y TAXONOMIA**

Los ajíes, son originarios del continente americano. Su diversidad de colores, aromas, sabores y pungencia son parte de nuestra historia, costumbres y culinaria. Su domesticación iniciada hace 8000 años a.C., trascendió la historia y dimensión mágico-religiosa que se hizo evidente por los hallazgos arqueológicos de La Calgada, la cueva Guitarrero y en fardos funerarios de la cultura Ichma. (Quispe et al., 2019, p. 6)

“Los ajíes pertenecen al género *Capsicum*, este género se incluye en la extensa familia de las Solanáceas del orden Tubiflorae, que a su vez está en la clase Dicotiledoneae” (Quispe, 2016, p. 17).

#### **2.2.1.2. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS**

“El cultivo de ají tiene un crecimiento adecuado en un suelo de tipo franco o limoso, no obstante, bajo ciertas condiciones de drenaje puede adecuarse en los diversos tipos de suelos existentes” (Berke et al., 2005, p. 1).

Así mismo, Nicho y Malásquez (2001) informan que el ají:

Necesita climas cálidos o templados, por esta razón el mejor desarrollo del cultivo ocurre en primavera-verano donde la temperatura óptima debe estar entre 16 a 25 grados centígrados. Además, la humedad del ambiente debe ser baja. Si la temperatura es menor de 15 grados centígrados la floración es escasa o nula, afectando el rendimiento. De acuerdo al clima, conviene iniciar los almácigos entre julio - agosto para trasplantar en setiembre - octubre y cosechar en enero - febrero. (p. 5)

#### **2.2.1.3. SIEMBRA POR TRASPLANTE**

La siembra por transplante es el tipo de siembra indirecta más utilizada en hortalizas. Por consiguiente, Nicho y Malásquez (2001) manifiestan que:

La semilla se siembra a chorro continuo en una bandeja o cama de almácigo con surquitos cada 10 centímetros. Para una hectárea, se necesita medio kilo de semilla en almácigo. Las semillas germinan a los 10 días y están listas para el trasplante a los 45 ó 60 días, donde la planta tiene 15 centímetros de altura. (p. 8)

#### **2.2.1.4. DENSIDAD DE SIEMBRA**

El número de plantas sembradas en una hectárea, es un factor importante para el diseño agronómico. Ante esto, Ugás y Mendoza (2012) recomiendan que la densidad de siembra en ajíes:

Es de 16,667 plantas por hectárea (ajíes de porte alto, como escabeche y panca). Donde, una densidad de siembra excesiva puede afectar el desarrollo de las plantas, promover mayores problemas de plagas y enfermedades y dificultar tareas como los cambios de surco, la colocación de tutores, soportes o cordeles para evitar el tumbado de plantas y la cosecha. (pp. 20 - 21)

#### **2.2.1.5. MARCO DE PLANTACIÓN.**

El marco de plantación está relacionado directamente a la densidad de siembra, y sirve para el diseño del sistema de riego a nivel parcelario. Además, depende de factores agronómicos del cultivo; por lo que; “es recomendable sembrar con una distancia entre surcos de 0.75 a 1 m a hilera simple y de 1 a 1.5 m a doble hilera y entre plantas de 0.2 a 0.5 m” (Nicho, 2004, p. 4). Para esta investigación, el marco de plantación fue de 1 m de distancia entre surcos y 0.40 m de distancia entre plantas con 2 plantas por golpe.

### **2.2.2. SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO**

#### **2.2.2.1. BREVE DEFINICIÓN**

Es uno de los sistemas que otorga una eficiencia alta con respecto a los demás métodos de riego, aplicando el agua y los nutrientes de manera localizada brindando el agua en forma de gotas impactando al suelo, consiguiendo el humedecimiento en área de influencia de las raíces. (MINAGRI, 2015, p.21).

#### **2.2.2.2. VENTAJAS**

El MINAGRI (2015) manifiesta que:

- ✓ Se adapta a diversos tipos de suelo y condiciones topográficas diversas.
- ✓ Emplea la misma red de tuberías para realizar la fertilización a los cultivos e implementar control de plagas, produciendo un ahorro de mano de obra y gastos.

- ✓ Logra obtener una alta eficiencia con respecto a los demás sistemas de riego, llegando incluso a 90 y 95%.
- ✓ El efecto de viento no es considerable en este tipo de riego, debido al corto recorrido que efectúa el agua desde que sale del gotero hacia el suelo.

#### **2.2.2.3. DESVENTAJAS**

- ✓ La inversión para este tipo de sistema de riego es de gran consideración, no siendo un poco accesible para los pequeños agricultores.
- ✓ Debido a que cuenta con elementos de última generación, es necesario contar con un equipo humano calificado para la operación y mantenimiento del mismo.
- ✓ Realizar evaluaciones a lo largo de la temporada, de los diferentes componentes del sistema y comprobar si el riego y la fertilización está cumpliendo con las necesidades del cultivo.

#### **2.2.2.4. COMPONENTES DEL SISTEMA**

**A. Fuente de agua:** El agua para el riego por goteo puede tener cualquier origen (río, acequia, estanque, pozo excavado o pozo profundo). Lo importante es que el agua esté libre de sólidos en suspensión, que tenga baja concentración de bacterias y que su concentración de sales esté dentro de los límites de tolerancia aceptable para el riego por goteo. (Blair, 1979, p. 2)

**B. Cabezal de riego:** Es el conjunto de elementos destinados a filtrar, tratar, medir y suministrar el agua a la red de distribución. Para Villablanca y Villavicencio (2010), se encuentra distribuido de la siguiente manera:

- **Unidad de impulsión de agua,** es el principal componente del sistema de riego presurizado, que otorga presión y caudal de agua suficiente al sistema, en función de las necesidades hídricas proyectadas para un área agrícola.
- **La unidad de filtraje,** depende de la calidad de agua y del tipo de emisor que se empleó para el sistema. Normalmente, está compuesta por cilindros metálicos con filtros de arena, más filtros de malla.
- **La unidad de fertilización,** es el sector que desarrolla el proceso de inyección de fertilizantes que requiere la planta, aplicado en el agua de riego del sistema.

- **Elementos de programación y control de flujo**, son elementos electrónicos que permiten automatizar el accionamiento de la red y a la vez operar en forma secuencial el riego en distintos sectores. Se usan también para automatizar el proceso de limpieza de los filtros. Entre los principales elementos de regulación y control se cuentan: válvulas de paso, reguladores de presión, hidráulicas, electrónicas, volumétricas, etc. Su operación directa o indirecta (mediante programadores) regulan el comportamiento de flujo y la presión en la red. (pp. 2-4)

**C. Red de conducción y distribución:** Esta red está básicamente constituida por una tubería principal, provista a veces con tuberías auxiliares, y tuberías laterales de distribución, dotadas con sus respectivos emisores o goteros. Los materiales de los tubos más utilizados, son el PVC y el polietileno. Los tubos son relativamente rígidos. Debido a que el PVC es susceptible de deformaciones y deterioro por efecto de los agentes meteorológicos, las tuberías de este material se usan principalmente como principales enterrados. Los tubos de polietileno de densidad media, pigmentado con negro de humo, son los más corrientemente utilizado como laterales de distribución. Son menos sensibles al deterioro o la deformación por los agentes externos. Por ello, se colocan sobre la superficie del terreno, o cual facilita su inspección. (Blair, 1979, pp. 5 - 6)

**D. Goteros o emisores:** “Pueden ser simples orificios, perforados a espacios regulares en los tubos de distribución, o elementos especiales que se insertan con el espaciamiento adecuado a lo largo de los tubos laterales” (Blair, 1979, p. 6).

### **2.2.3. HUMEDAD DEL SUELO**

#### **2.2.3.1. NIVELES DE HUMEDAD DEL SUELO**

**A. Saturación:** “En condiciones de saturación, todos los poros del suelo están llenos de agua y el potencial matriz es igual a cero” (Avidan, 1994, p. 7). Asimismo, “la mayoría de cultivos no pueden sobrevivir más de entre dos y cinco días en condiciones de saturación, a excepción del cultivo de arroz” (Carrazón, 2007, p. 56).

- B. Capacidad de Campo (CC):** Es el porcentaje de humedad que es retenida a una tensión de 1/3 de atm aproximadamente, y que representa la mayor cantidad de agua que un suelo puede retener bajo condiciones de completa humedad, después de haber drenado libremente, según la textura que posea. (Cisneros, 2003, p. 39)
- C. Punto de Marchitez Permanente (PMP):** Es el porcentaje de humedad retenida a una tensión aproximada de 15 atm, en la cual las plantas no pueden absorber el agua suficiente para recobrar su turgencia y la planta se marchita permanentemente, debido a que el agua se encuentra fuertemente retenida por diferentes fuerzas del suelo. Dependiendo de la especie vegetal, necesidades hídricas del cultivo, profundidad de raíces y propiedades físicas del suelo. (Cisneros, 2003, p. 39)
- D. Agua Disponible (AD):** “Es el agua que puede ser aprovechada por la planta y se define como la diferencia entre la humedad a capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente” (Cisneros, 2003, p. 39).

$$AD = CC - PMP$$

- E. Nivel de Agotamiento Permisible (NAP):** La reserva de agua en el suelo debe variar dentro de los límites de agotamiento permisible (...) por lo que es difícil adoptar un porcentaje de nivel de agotamiento permisible valido para todas las situaciones, pues depende del cultivo, de la tasa de evapotranspiración y del factor de ahorro de agua que quiera establecerse. (Almorox y De Antonio, 1995, pp. 778 - 779)

**Tabla 1***Nivel de agotamiento permisible según la ETo y tipo de cultivo*

Tipo de cultivo	Baja ETo	Media a alta Eto
	(2 a 5 mm/día)	(6 a 10 mm/día)
Hortalizas	30 - 40	15 - 25
Frutales	40 - 50	20 - 35
Pastos	50 - 70	30 - 45
Cereales	60 - 70	40 - 55
Algodón	60 - 70	40 - 55
Oleaginosas	60 - 70	40 - 55
Caña de azúcar	60 - 70	40 - 55
Tabaco	60 - 70	40 - 55

*Nota.* Fuente: Avidan A. (1994)

#### **2.2.3.2. PROGRAMACIÓN DE RIEGO**

Realizar una programación de riego, es poder decidir cuál es el instante oportuno para llevar a cabo la aplicación de la dosis idónea del agua, de la misma forma que otorgar los nutrientes necesarios para conseguir una buena producción con productos de calidad. (Fernández, 2010, p. 58)

“Los dos métodos de programación de riegos más extendidos son los basados en el estado hídrico del suelo y los apoyados en el balance hídrico en el continuo suelo-planta-atmosfera” (Almorox & De Antonio, 1995, p. 777). Para el desarrollo de esta investigación, se utilizó el primer método.

#### **2.2.3.3. ESTRÉS HIDRICO**

“El estrés hídrico es una de las principales causas de muerte en plantas, ocurre cuando la transpiración excede el agua absorbida por las raíces” (Luna-Flores et al., 2012, p. 343).

Tuner et al (como se citó en Metin et al., 2014) afirman que:

El estrés hídrico es uno de los factores más influyentes que contribuyen a la pérdida de rendimiento de los cultivos. El suministro insuficiente de agua a un cultivo durante las etapas críticas de crecimiento, como la vegetación, la floración o la conformación de los frutos, causa una pérdida sustancial en el rendimiento. (p. 59)

## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

### **2.3.1. DISEÑO AGRONÓMICO**

#### **2.3.1.1. NECESIDADES NETAS DE RIEGO**

Según Fernández (2010) manifiesta que:

Las necesidades de agua de los cultivos están determinadas por la evapotranspiración que engloba las cantidades de agua consumida por dos procesos distintos: la transpiración (que depende del tipo de cultivo y su fase de desarrollo); y la evaporación (producidas desde la superficie del suelo y dependiente de las condiciones climáticas de la zona). (..) El valor de la evapotranspiración del cultivo que se utiliza para el diseño agronómico es el máximo de todos los valores de  $ET_c$  calculados para cada mes. Ese valor máximo de evapotranspiración es el que se denomina evapotranspiración de diseño y representa las necesidades netas, es decir, la cantidad de agua que necesita el cultivo para su desarrollo en periodos de máximas necesidades. (pp. 48 - 49)

La FAO (2006) menciona que, de acuerdo al enfoque del coeficiente del cultivo, la evapotranspiración del cultivo, (mm/día), se calcula con la siguiente formula:

$$ET_c = K_c * ET_o$$

Para la aplicación de la fórmula, primero se procesaron los datos meteorológicos de los últimos cinco años de la estación meteorológica Lambayeque en el programa del Cropwat, y se estimó los  $K_c$  por mes durante el periodo fenológico del cultivo.

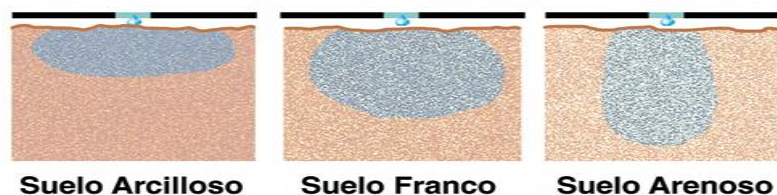
#### **2.3.1.2. DIÁMETRO DE HUMEDECIMIENTO DEL EMISOR**

Según Fernández (2010) argumenta que:

El bulbo húmedo es la parte de suelo humedecido por un emisor de riego localizado. Los emisores de riego localizado aplican el agua sobre el suelo donde se forma un pequeño charco; a medida que avanza el riego, el bulbo húmedo se hace cada vez más grande, pero a su vez el suelo se humedece más, la velocidad de infiltración del agua disminuye y con ello el bulbo húmedo aumenta su tamaño más despacio. (p. 8)

## Figura 1

*Efecto de la textura del suelo en la forma del bulbo húmedo.*



Nota. Tomado de *Manual de riego para agricultores modulo 4: riego localizado* (p.8) por R. Fernández, 2010, Junta de Andalucía.

Según Avidan (1994), la ecuación para el cálculo del diámetro del bulbo húmedo es:

$$D = \sqrt{\frac{q_e}{0.785 \cdot I_b}}$$

Donde:

$D$  : diámetro del bulbo humedecido (m)

$q_e$  : caudal del emisor (Lt/h)

$I_b$  : velocidad de infiltración básica (mm/hr), (Lt/m/hr).

### 2.3.1.3. PORCENTAJE DE ÁREA BAJO RIEGO.

Representa la parte humedecida de toda el área cultivada, la cual depende de la ubicación de los goteros y de su diámetro de humedecimiento. Avidan (1994) plantea la siguiente ecuación para el cálculo de porcentaje de área bajo riego.

$$Par = \frac{100 * 0.785 * D^2}{De * Dl} * \frac{\alpha}{360^\circ}$$

Donde:

$Par$  : porcentaje del área bajo riego (%)

$D$  : diámetro del bulbo humedecido (m)

$De$  : distancia entre emisores contiguos sobre el lateral (m)

$Dl$  : distancia entre laterales contiguos (m)

$\alpha$  : ángulo cubierto por el emisor (°)

$\alpha = 360^\circ$  para goteros y emisores comunes.

$\alpha < 360^\circ$  para emisores sectoriales

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal  $\frac{1}{4} \pi = 0.785$ .

#### 2.3.1.4. DENSIDAD APARENTE

“Es una medida de la porosidad del suelo, porque determina la compactación y facilidad de circulación de agua y aire. A efectos de riego conocer su valor es esencial porque caracteriza la capacidad de almacenaje de agua en el suelo”. (Carrazón, 2007, p. 54). Se calcula con la siguiente ecuación:

$$Da = \frac{Ps}{Vt}$$

Donde:

$Da$  : densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)

$Ps$  : peso de suelo seco (g)

$Vt$  : volumen total del suelo (cm<sup>3</sup>)

#### 2.3.1.5. HUMEDAD GRAVIMÉTRICA

El contenido gravimétrico es la masa de agua por una unidad de masa de suelo seco. Es el método más simple de medición del agua en el suelo. Su valor se determina secando la muestra de suelo a 105 °C hasta peso constante (alrededor de 24 horas). (Silva, Silva, Garrido, y Acevedo, 2015, p. 6)

$$\omega = \frac{(Psh - Pss)}{Pss} \times 100$$

Donde:

$\omega$  : Porcentaje de humedad gravimétrico.

$Psh$ : peso del suelo húmedo.

$Pss$ : peso del suelo seco.

#### 2.3.1.6. HUMEDAD VOLUMÉTRICA

“El contenido volumétrico de agua del suelo ( $\theta$ ) se expresa en términos de volumen de agua ( $Vw$ ) por volumen de suelo ( $Vt$ ). Puede ser calculado a partir del contenido gravimétrico de agua y la densidad aparente ( $Da$ ) del suelo”. (Silva et al., 2015, p. 6)

$$\theta = \frac{Vw}{Vt} = \omega * Da$$

**Tabla 2**

*Tabla resumen de rango de valores entre textura y propiedades físicas*

<b>Textura del suelo</b>	<b>Velocidad de infiltración básica (mm/hr)</b>	<b>Volumen Poroso total (%)</b>	<b>Densidad aparente (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Capacidad de Campo (ω)</b>	<b>Punto de marchitez (ω)</b>	<b>Agua disponible (θ)</b>
Arenosa	50 (25-250)	38 (32-42)	1.65 (1.55-1.80)	9 (6-12)	4 (2-6)	8 (6-10)
Franco arenosa	25 (23-76)	43 (40-47)	1.50 (1.40-1.60)	14 (10-18)	6 (4-8)	12 (9-15)
Franco	13 (6-20)	46 (43-49)	1.42 (1.34-1.50)	22 (18-26)	10 (8-12)	17 (14-20)
Franco arcilloso	8.5 (2.5-15)	49 (47-51)	1.35 (1.30-1.40)	17 (23-31)	13 (11-15)	19 (16-22)
Arcilloso	4 (3-5)	51 (49-53)	1.30 (1.25-1.35)	31 (27-35)	15 (13-17)	21 (18-23)
Arcillosa	0.5 (0.1-1)	53 (51-55)	1.25 (1.20-1.30)	35 (31-39)	17 (15-19)	23 (20-25)

*Nota.* Fuente: Avidan (1994)

### **2.3.2. DISEÑO HIDRAULICO**

#### **2.3.2.1. SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO EN VISTA FLORIDA.**

La fuente de agua del sistema es el canal de riego Capote, y el agua es llevada al reservorio a través de una motobomba, pasando primero por un desarenador.

El reservorio tiene 8,000 m<sup>3</sup> de capacidad, (...) en él, se encuentran dos líneas de tuberías de 8" de diámetro. Una línea de limpieza o desagüe y la otra de conducción. A la salida de la línea de conducción se tiene una reducción de 8" a 6" de diámetro en la cual se ha colocado una válvula de bronce de 6". (Ordinola, Bravo y Peña, 2011, p. 9)

La caseta de bombeo está a unos 3 metros de distancia del reservorio, donde el cabezal de riego, está compuesto por la unidad de impulsión de agua (electrobomba), filtros de grava y anillos y elementos de programación y control del flujo.

### 2.3.2.2. ELEMENTOS DEL RIEGO PARCELARIO EMPLEADO EN LA INVESTIGACIÓN.

- A. **Tuberías de PVC:** El sistema de conducción y distribución se realizó a través de tuberías de PVC de 90 mm y 63 mm de acuerdo al caudal de operación por tramo. Dicha tubería es de presión de clase 5, estando bajo la norma NTP – ISO 1452 – 2012.
- B. **Válvula de aire 2EF 1":** Este accesorio es considerado un elemento de protección anti vacío. La válvula de aire de doble efecto permite la admisión y expulsión de aire de la red hidráulica, evitando la contracción o expansión de la tubería. Presión de trabajo hasta 10 bares.
- C. **Arco de riego:** Permiten conectar las tuberías porta laterales a la tubería matriz. De esta manera es posible controlar los diferentes sectores de riego. En el proyecto se ha considerado 6 arcos de riego funcionando en 3 turnos.
- D. **Válvula de aire S/E 1":** Este accesorio es considerado un elemento de protección anti vacío. La válvula de aire de simple efecto ha sido diseñada para extraer eficazmente el aire atrapado en tuberías, filtro, tanques y otros lugares en los que su presencia pudiera causar problemas de funcionamiento. Presión de trabajo hasta 16 bares.
- E. **Válvula de control:** Se ha considerado el uso de una válvula hidráulica de 3", el cual permite controlar la apertura y cierre del agua en el proyecto, y a regular la presión de salida. Presión de trabajo hasta 10 bares.
- F. **Líneas de riego:** Considerando la cedula de cultivo se ha planteado un lateral de riego por hilera de cultivo. Teniendo en cuenta la topografía y el cultivo se ha planteado el siguiente lateral de riego: cinta de riego de Clase 5 mil de Ø16 mm de diámetro, con caudal por emisor de 1.00 a 1.5 l/h y espaciamiento de 0.4 m.

### 2.3.2.3. PRUEBA DE COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

Según Ruiz (como se citó en Cun, Puig, y Morales, 2009) argumenta que:

La uniformidad del riego es una magnitud que caracteriza a los sistemas de riego presurizado y que además interviene en su diseño, tanto agronómico como hidráulico. En función de ella se definen los límites entre los que se permite que varíen los caudales de los emisores y es importante su evaluación en las instalaciones en funcionamiento. (p. 36)

Merrian y Keller (como se citó en Cun, Puig, y Morales, 2009) evalúan el coeficiente de uniformidad mediante la siguiente metodología:

- Dentro de la subunidad de riego se eligen 4 laterales, el del inicio, a 1/3 del primero, a 2/3 del primero y el último.
- Dentro del lateral se eligen 4 emisores, para el primero, el último y dos intermedios, escogidos con el mismo criterio anterior.
- Medir el agua y las presiones de los emisores seleccionados durante un intervalo de tiempo.
- Convertir todas las lecturas de volumen a caudal (L/h).

Luego, se calcula el Coeficiente de uniformidad con la siguiente ecuación.

$$Cu = \frac{Q_{25}}{Q_n} \times 100$$

Donde:

Cu: coeficiente de uniformidad (%)

Q<sub>25</sub>: media de los valores del 25% más bajo del gasto registrado en el emisor (L/h)

Q<sub>n</sub>: media del total de los valores de gasto (L/h). (p. 36)

**Tabla 3**

*Valores recomendados de coeficiente de uniformidad*

Funcionamiento	Valores de C.U.
Excelente	90%-100%
Bueno	80%-90%
Aceptable	70%-80%,
Inaceptable	< 70 %

*Nota.* Fuente: Cun, Puig, y Morales (2009).

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Las tres variedades de Capsicum (ají escabeche, ají panca y ají páprika) regados con la primera lámina de riego (LR 01 – riego completo), traen como resultados, mayores rendimientos productivos y productos de buena calidad.

### 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Las tres variedades de Capsicum (ají escabeche, ají panca y ají páprika) regados con la tercera lámina de riego (LR 03 – riego parcial), trae como resultados, bajos rendimientos productivos con productos de menor calidad.
- Las tres variedades de Capsicum regados por las tres láminas de riego, traen como resultados, diferencias significativas en el desarrollo fenológico del cultivo y en las características fisiológicas del fruto.

## 2.5. VARIABLES

### 2.5.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE

#### 2.5.1.1. LÁMINA DE RIEGO

Losada (como se citó en Chuchón, 2019) define “la lámina de riego como la cantidad de agua que se aplica a una extensión unitaria de cultivo en el momento del riego, donde el valor del aporte se expresa comúnmente en m<sup>3</sup>/Ha” (p. 13).

#### 2.5.1.2. VARIEDADES DE CAPSICUM EN ESTUDIO

- A. Ají Escabeche (*Capsicum baccatum* var. *Pendulum*):** Ortiz (como se citó en Ríos, 2017) manifiesta que la planta es herbácea o arbustiva de tronco leñoso y ramificación dicotómica, de forma variable, alcanza entre 0.50 m a 1.50 m de altura, dependiendo principalmente de la variedad, de las condiciones climáticas y del manejo. El sistema radical tiene una raíz pivotante, que luego desarrolla un sistema radicular lateral muy ramificado que puede llegar a cubrir un diámetro de 0.90 a 1.20 m, en los primeros 0.60 m de profundidad del suelo. (p. 5)
- B. Ají Panca (*Capsicum Chinense*):** Por el nombre científico, algunos creen que viene de China, pero su origen es sudamericano. Es el gran ají seco del Perú, de hecho, su consumo fresco es mínimo. Una vez maduro, su color va del rojo

oscuro al achocolatado. Es de los menos picantes, pero más intensos en color. (Universidad San Martín de Porres y Universidad Nacional Agraria La Molina, 2009, p. 36)

**C. Ají Páprika (*Capsicum annuum L. var longum*):** Es una planta herbácea, crece en forma de un arbusto pequeño. Sistema radicular pivotante con raíces adventicias. Tallo de crecimiento limitado y erecto. Altura de planta 0.5 – 1.5 metros y el fruto, es una baya semi cartilaginosa, primero son verdes y a medida que maduran se vuelven rojos, brillantes y carnosos y llegan a medir unos 25 cm de largo. (Nicho y Valencia, 2009, p. 16)

#### **2.5.1.3. RENDIMIENTO**

El rendimiento es la cantidad de productos agrícolas cosechados que se obtiene por cada unidad de superficie. También, se puede expresar como la producción total de frutos originados por diversos factores naturales y humanos, combinados en determinado cultivo. La magnitud de un rendimiento señala el nivel de eficiencia de la correspondiente combinación de factores que influyen sobre la cosecha. (Alanís, 1987, p.160)

#### **2.5.1.4. CALIDAD DEL PRODUCTO.**

Weiver (1970) apunta a definir la calidad, como una característica inherente al producto, es decir, la morfología y composición de éste como existe. Y donde a simple vista, resaltan atributos externos del producto como el color y el tamaño.

El tamaño de un producto se puede expresar por varias medidas como por ejemplo la longitud, el diámetro, el perímetro o el volumen total. De vez en cuando se utiliza también el peso por unidad; sin embargo, este último puede representar también ciertas características internas del producto. (Wiever, 1970, p.82)

#### **2.5.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE.**

Las variables independientes de la investigación son: Láminas de riego (m<sup>3</sup>/Ha) (calculados teóricamente al 100%, 75% y 50% del volumen de demanda de agua); y las variedades de ají; los cuales se detallan a continuación:

**Tabla 4***Variables independientes de la investigación*

<b>Lámina de riego (Lr)</b>	<b>Variedad de Capsicum (Vc)</b>
Lr 01 = riego completo = 5, 500 m <sup>3</sup>	VC-1 = ají escabeche
Lr 02 = riego parcial= 75% LR 01= 4, 125 m <sup>3</sup>	VC-2 = ají panca
Lr 03 = riego parcial= 50% LR 01 = 2, 750 m <sup>3</sup>	VC-3 = ají páprika

*Nota.* El volumen de agua de la primera lámina de riego (LR 01-riego completo) ha sido calculado manualmente por el autor con los valores de Kc, ETo, precipitación efectiva y eficiencia de aplicación de riego. Fuente: elaboración propia.

La interacción entre los componentes de ambas variables independientes se realizó mediante “tratamientos”, donde el producto entre los números de componentes de ambas variables, resultó ser nueve tratamientos.

**Tabla 5***Combinaciones de variables independientes de la investigación*

<b>Tratamiento (T)</b>	<b>Lámina de riego (LR)</b>	<b>Variedad de Capsicum (VC)</b>
T 01	LR 01	VC 01: ají escabeche
T 02	LR 01	VC 02: ají panca
T 03	LR 01	VC 03: ají páprika
T 04	LR 02	VC 01: ají escabeche
T 05	LR 02	VC 02: ají panca
T 06	LR 02	VC 03: ají páprika
T 07	LR 03	VC 01: ají escabeche
T 08	LR 03	VC 02: ají panca
T 09	LR 03	VC 03: ají páprika

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

Las variables dependientes a determinar según los objetivos de la investigación son: humedad volumétrica (%); el rendimiento, la altura de la planta, el peso fresco y seco del fruto, la longitud y diámetro del fruto.

### 2.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

**Tabla 6**

Variables dependientes evaluados

Variable	Tipo	Operacionalización	Indicador
Humedad volumétrica	**	La programación de riego de las tres láminas para los cultivos de ají, desde el trasplante hasta la cosecha.	El tiempo y frecuencia de riego y las propiedades físicas del suelo.
Altura de la planta	**	La altura de la planta promedio de las tres variedades de ají, sometidos bajo la aplicación de las tres láminas de riego. En la fase reproductiva y de maduración.	La evolución de la altura de la planta a partir del trasplante y la duración de las fases fenológicas del ají.
Rendimiento	**	El rendimiento promedio de los cultivos de ají, sometidos bajo la aplicación de las tres láminas de riego.	La madurez y el color de los frutos.
Producción en fresco	**	El peso de la producción total de la densidad de plantas de ají en una hectárea de terreno.	La madurez y el color del fruto durante la cosecha.
Producción en seco	**	El peso de la producción total de la densidad de plantas de ají en una hectárea de terreno, después del secado de frutos.	El cambio de color y textura del ají.
Longitud y diámetro del fruto	**	La longitud y diámetro del fruto promedio de las tres variedades de ají, sometidos bajo la aplicación de las tres láminas de riego.	La madurez y el color del fruto durante la cosecha.

*Nota.* (\*\*) Variable cuantitativa. Fuente: elaboración propia

## CAPITULO III: METODOLOGIA

### 3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Es una investigación explicativa con diseños experimentales.

### 3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.2.1. UBICACIÓN

La parcela de la unidad experimental estuvo situada en el Lote 3-1 de la EEA Vista Florida, ubicada políticamente en el distrito Picsi, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

**Tabla 7**

*Coordenadas UTM de ubicación*

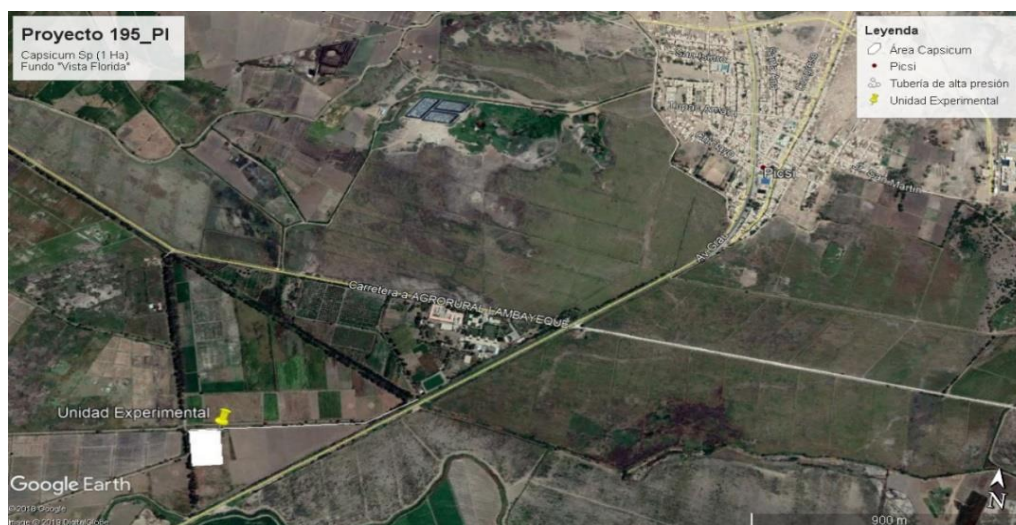
Norte (X)	Este (Y)	Altura (Z)
9 255 740	634 170	40 m.s.n.m

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

El único acceso a la parcela experimental, fue por la puerta principal de la Estación Experimental Agraria Vista Florida, pasando el reservorio y dirigiéndose en dirección aguas abajo del canal Capote (ver figura 2).

**Figura 2**

*Ubicación de la unidad experimental.*



*Nota.* Tomado de Google Earth, 2020.

### 3.2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue el diseño factorial  $p \times q$ , con un arreglo en parcelas divididas distribuido en dos subunidades de riego, donde el primer factor fue la “lámina de riego” y el segundo fue la “variedad de capsicum”. Este arreglo factorial permite la combinación en niveles de los factores, llevándose a cabo en parcelas divididas para evitar que el factor lámina de riego se distribuya aleatoriamente, de lo contrario habría complicado la labor del riego. La separación de todo el arreglo en dos subunidades de riego, fue por criterios del diseño hidráulico del sistema de riego por goteo.

Las parcelas de ají escabeche, panca y páprika fueron sometidas a labores culturales y a controles fitosanitarios propios de la zona con la finalidad de conservar los cultivos. En el caso de la fertilización, se le aplicó la dosis correcta al cultivo, gracias al apoyo de un personal técnico agrónomo del INIA.

**Figura 3**

*Esquematzación del diseño experimental.*

	LR 01 : 5500 m3			LR 02 : 4125 m3			LR 03 : 2750 m3		
SUBUNIDAD DE RIEGO 01	T 01	T 02	T 03	T 05	T 06	T 04	T 09	T 07	T 08
	T 01	T 03	T 02	T 06	T 05	T 04	T 08	T 09	T 07
	T 02	T 01	T 03	T 04	T 06	T 05	T 07	T 08	T 09
	T 03	T 02	T 01	T 05	T 04	T 06	T 07	T 09	T 08
SUBUNIDAD DE RIEGO 02	T 01	T 02	T 03	T 05	T 06	T 04	T 09	T 07	T 08
	T 01	T 03	T 02	T 06	T 05	T 04	T 08	T 09	T 07
	T 02	T 01	T 03	T 04	T 06	T 05	T 07	T 08	T 09
	T 03	T 02	T 01	T 05	T 04	T 06	T 07	T 09	T 08

*Nota.* Elaboración propia.

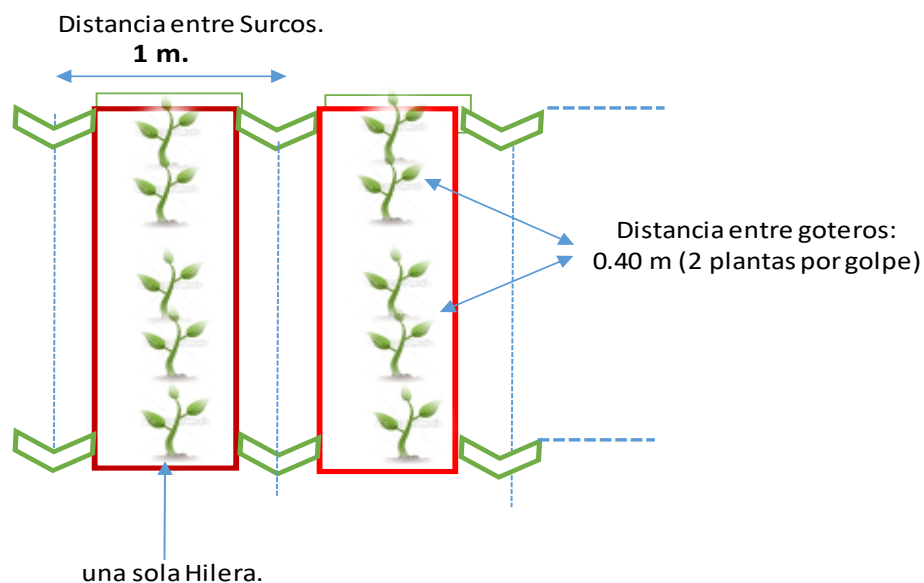
### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La parcela de la Unidad Experimental (UE) tenía una superficie agrícola de 0.88 hectáreas. De acuerdo con el diseño experimental, estaba compuesto por 72 Sub Unidades Experimentales (SUE), donde se distribuyeron los 9 tratamientos de forma alternada en cada uno de los 8 bloques de riego, con un espacio entre bloques de 1 metro y un espacio entre las dos subunidades de riego de 2 metros.

La SUE tenía 10 metros de ancho y 11 metros de largo, con un marco de plantación de: 1 metro de espacio entre hileras y 0.40 metros de espacio entre goteros, pero con dos plantas por golpe; por lo que se trasplantó en las 10 líneas de surco, un promedio de 550 plantas por cada SUE (ver figura 4 y 5).

#### Figura 4

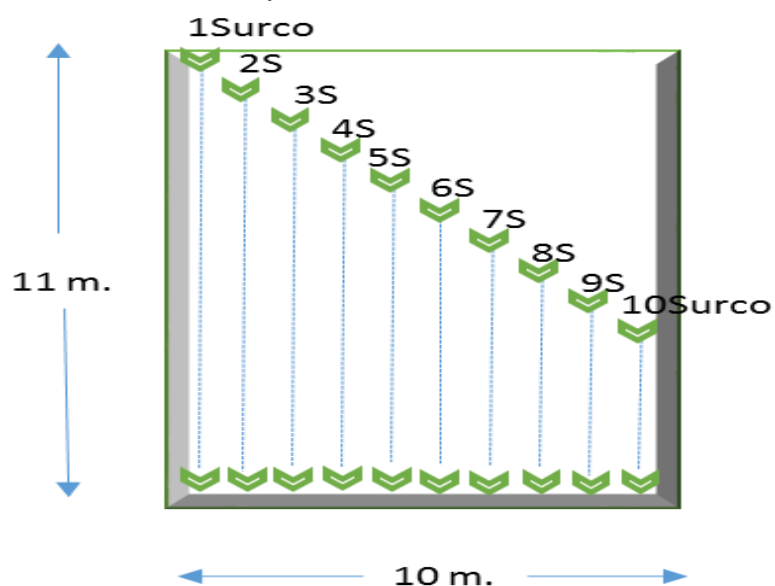
*Marco de plantación de ají para la investigación.*



*Nota. Elaboración propia.*

#### Figura 5

*Características de la Subunidad Experimental*



*Nota. Elaboración propia.*

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.4.1. TÉCNICAS**

- ✓ Análisis físico del suelo de 03 muestras por subunidad de riego.
- ✓ Medidas puntuales de porcentaje de humedad volumétrica del suelo con el equipo TDR - 350, en el centro de las subunidades experimentales.
- ✓ Medidas de altura de 10 plantas ubicadas en el centro de las subunidades experimentales en los 09 tratamientos.
- ✓ Cosecha manual de frutos maduros de un área reducida (6 m<sup>2</sup>) ubicada en los surcos centrados de las 72 subunidades experimentales.
- ✓ Medidas de longitud y diámetro de 10 frutos de las 72 subunidades experimentales.

#### **3.4.2. INSTRUMENTOS**

- ✓ Equipo TDR-350.
- ✓ Vernier, regla métrica y cinta métrica de 5 mt.
- ✓ Balanza electrónica y digital con gancho.
- ✓ Sacos de polipropileno y sobres manila.
- ✓ Laptop e impresora.

### **3.5. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO**

El ANOVA es un conjunto de técnicas estadísticas de gran utilidad y ductilidad. Es útil cuando hay más de dos grupos que necesitan ser comparados, cuando hay mediciones repetidas en más de dos ocasiones, cuando los sujetos pueden variar en una o más características que afectan el resultado y se necesita ajustar su efecto o cuando se desea analizar simultáneamente el efecto de dos o más tratamientos diferentes. (Dagnino, 2014, p. 306).

En esta investigación, y de acuerdo al diseño experimental, se utilizó el ANOVA de dos factores con ocho muestras por grupo, con un nivel de confianza de 95%, que posteriormente de manera individual por cada variedad de ají según la variable, se aplicó la Prueba de Tukey a los tres tratamientos diferentes (dependiendo del número de láminas de riego), para comparar dichos valores entre sí, con la finalidad de discernir si los resultados son significativamente distintos o no.

### **3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS**

#### **3.6.1. HUMEDAD VOLUMÉTRICA.**

Se realizó la extracción de 6 muestras representativas en la parcela, a una profundidad de 30 cm, con la ayuda de una palana, paleta de construcción y sobres manila. Con esto, se hizo el análisis físico del suelo en el laboratorio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida, para determinar la textura del suelo y densidad aparente, que posteriormente, con la ayuda de la tabla 2, se estimó los porcentajes de capacidad de campo, punto de marchitez permanente y el nivel de agotamiento permisible.

En campo, también se realizaron medidas de porcentaje de humedad volumétrica del suelo en tiempo real, con la ayuda del equipo TDR 350, un día antes y después de cada riego, de forma puntual sobre el área humedecida por el emisor, ubicado en el centro de cada subunidad experimental.

Los datos de los porcentajes de humedad volumétrica, se descargaron del equipo TDR-350 a la laptop mediante un cable USB, y se agruparon de acuerdo al tipo de láminas de riego, y fueron analizados, mediante un gráfico lineal comparativo del comportamiento de la humedad volumétrica en la aplicación de las tres láminas de riego durante la campaña agrícola del ají.

#### **3.6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA Y FRUTO**

Instalado los plantines en la parcela definitiva, se realizaron medidas de alturas de planta del ají escabeche, panca y páprika por tratamiento; en la fase vegetativa, reproductiva y de maduración; con la ayuda de una cinta métrica, tomada desde el cuello; donde se origina el tallo; hasta el ápice. Los datos de esta variable, tomado en cuenta, para el análisis estadístico ANOVA y la prueba de Tukey, fueron los registrados a los 110 y 165 días después de la siembra.

Después de la cosecha, se realizaron medidas de longitud y diámetro de frutos maduros de ají escabeche, panca y páprika por tratamiento, con la ayuda de una regla métrica y un vernier. Los datos de estas variables de los tratamientos en las 8 repeticiones, fueron agrupados según la variedad de capsicum sin la distinción de pertenencia a la subunidad de riego, cuyos datos fueron analizados mediante el procesamiento ANOVA con la prueba de Tukey.

### 3.6.3. RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Se delimitó un área de 6 m<sup>2</sup>, ubicada en el centro de cada SUE, con la ayuda de cintas, para la cosecha de frutos maduros de ají escabeche, panca y páprika por tratamiento. Luego; con la ayuda de una balanza electrónica, se pesó de forma unitaria los frutos maduros por tratamiento; y con una balanza digital con gancho, se pesó de forma conjunta los frutos cosechados en el área reducida (Kg); cuyo rendimiento obtenido de dicha área, sirvió para el cálculo del rendimiento total en una hectárea (Tn/Ha), mediante regla de tres simple.

Por otro lado, se obtuvo la producción en fresco de una planta de ají, con el producto del peso unitario del fruto fresco y el número de frutos de la planta. Además, según el marco de plantación, para una hectárea, se tiene 50,000 plantas de ají. Entonces con los datos anteriores, se calculó la producción total en fresco (Tn/Ha), mediante regla de tres simple, bajo la misma condición.

Después de la cosecha, los ajíes se colocaron en un espacio abierto a pleno sol, diferenciándolos según los tratamientos; para el secado natural del mismo. Pasado los 21 días, con la ayuda de la balanza electrónica, se calculó el peso de forma unitaria de los frutos secos por tratamiento, y posteriormente se hizo el mismo procedimiento de cálculo de la producción total en fresco, para obtener la producción total en seco (Tn/Ha).

Los datos de rendimiento total de los tratamientos, fueron agrupados según la variedad de capsicum sin la distinción de pertenencia a la subunidad de riego. De las 8 muestras posibles por tratamiento, se escogió 4 muestras de forma no aleatoria, con la finalidad de acortar el error; y los datos elegidos fueron analizados mediante el procesamiento ANOVA con la prueba de Tukey. Mientras, que los datos de producción total en fresco y en seco, de los tratamientos de los ochos repeticiones, fueron agrupados según la variedad de capsicum sin la distinción de pertenencia a la subunidad de riego, y analizados mediante el procesamiento ANOVA con la prueba de Tukey.

## **CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1. NIVELES DE HUMEDAD VOLUMÉTRICA DEL SUELO**

Con el sistema del riego por goteo, se realizó la aplicación de las láminas de riego en las subunidades experimentales, bajo un suelo “franco”, durante toda la campaña de riego del ají (trasplante - cosecha). Los turnos de riego aplicados fueron distintos entre sí, de acuerdo a las láminas, y, por ende, las dosis de agua empleadas también, teniendo un orden secuencial de mayor a menor [LR 01 (riego completo), LR 02 (75% LR 01) y LR 03 (50% LR 01)]. Bajo este mecanismo, se ha realizado la dotación de agua para el cultivo en los tratamientos según el diseño experimental.

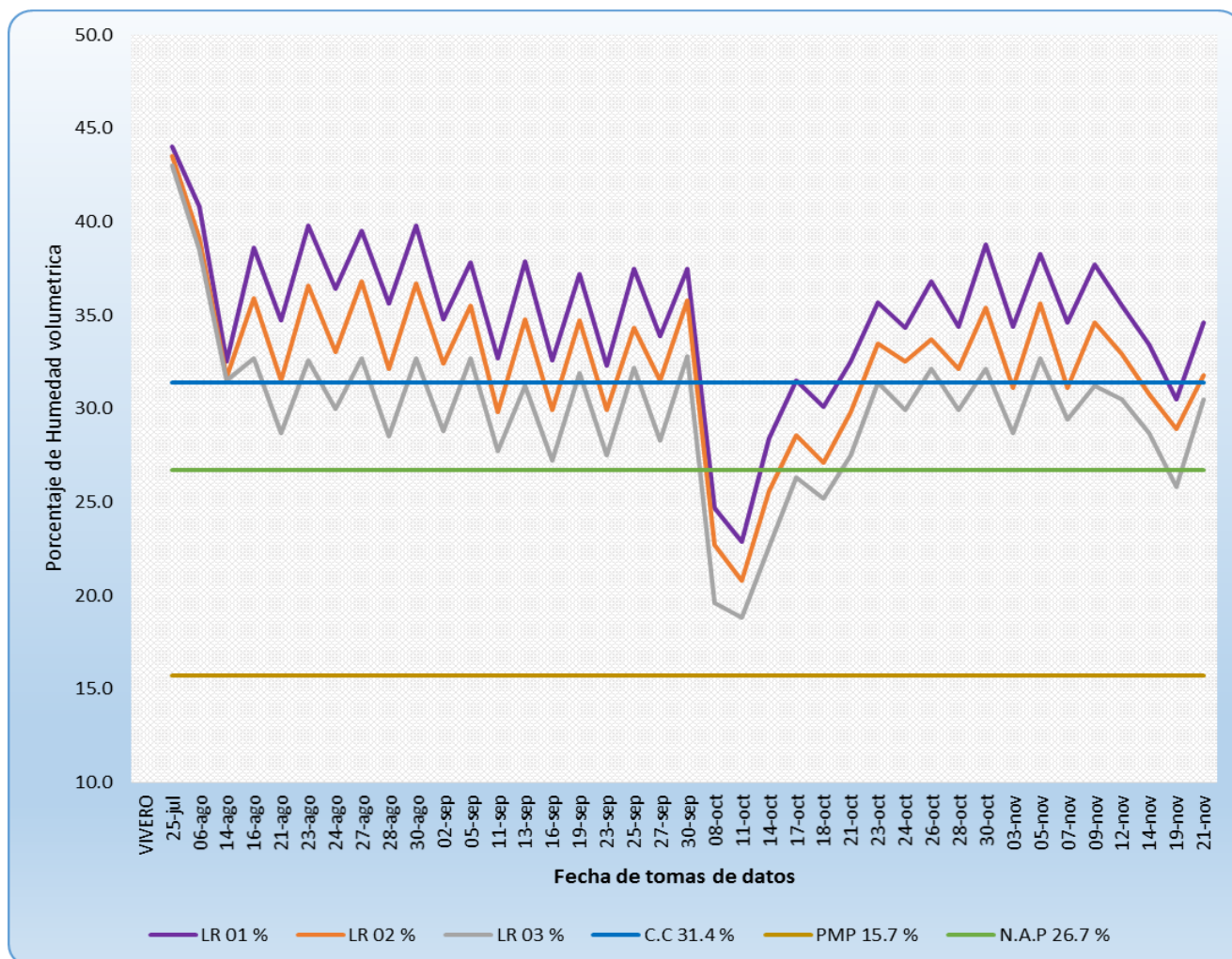
La humedad del suelo se monitoreó continuamente según la programación de los riegos, con la ayuda del equipo TDR 350, en las parcelas de los tratamientos. El resultado fue, que hubo diferencias de porcentajes de humedad volumétrica entre las láminas de riego, los cuales se encontraron referenciados por los niveles de capacidad de campo y punto de marchitez permanente (cuyos valores han sido calculados por el porcentaje elegido de humedad gravimétrica de la tabla 2, multiplicado por la densidad aparente promedio del resultado de análisis físico del suelo).

En la figura 6, se aprecia que los niveles de humedad volumétrica del suelo de las tres láminas de riego tienen un descenso significativo entre los días 30 de septiembre y 11 de octubre del 2019, haciendo que estén por debajo de la línea de NAP, esto debido a que el reservorio se encontraba vacío, por el mantenimiento de la infraestructura hidráulica mayor del Valle Chancay-Lambayeque.

Por otra parte, salvo ese descenso justificado, los niveles de humedad volumétrica de la LR 03, es la que se encuentra más a menudo dentro del margen de agua disponible entre los límites de CC y PMP, mientras que los niveles de la humedad volumétrica LR 02 se encuentra relativamente por encima del nivel de capacidad de campo, y más arriba están los niveles de humedad volumétrica LR 01, en una zona de saturación momentánea.

**Figura 6**

*Comportamiento de la Humedad volumétrica en las tres láminas de riego.*



*Nota.* Elaboración propia.

## 4.2. ALTURA DE PLANTA

Desde la fase reproductiva hasta la fase de maduración del cultivo; se presentó diferencias significativas de la altura promedio de las plantas de ají escabeche y páprika, en los tratamientos. Mientras que el ají panca no presentó cambios significativos de altura de la planta.

A los 110 DDS (días después de la siembra), la planta de ají creció de forma erecta, y alcanzó su máxima altura con brotes florales y frutales. El efecto de las tres láminas de riego en los tratamientos se manifestó de igual forma en las tres variedades de ají, pero con gran diferencia significativa en los ajíes, escabeche y páprika.

A los 165 DDS, en la fase de maduración, la planta de ají se inclinó un poco, debido al peso de los frutos maduros, lo cual provocó una disminución en la altura de la misma. Y, el efecto de las tres láminas de riego en los tratamientos se manifestó de igual forma en las tres variedades de ají, pero con gran diferencia significativa en los ajíes, escabeche y páprika. Esto nos indica que, las parcelas de ají, regadas con la LR 01, obtuvieron plantas de mayor altura, caso contrario, de las parcelas de ají que fueron regadas con la LR 03, obtuvieron plantas de baja altura. Por lo tanto, se puede afirmar que las láminas de riego influyen en la altura de la planta, y depende de la variedad de ají (ver tabla 8).

**Tabla 8**  
*Altura de planta a los 110 DDS y 165 DDS*

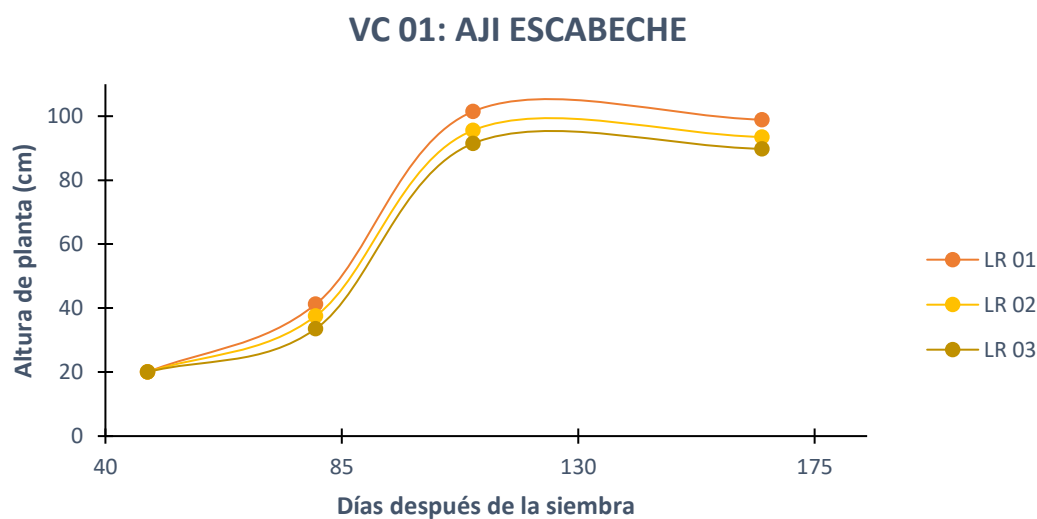
<b>Niveles</b>	<b>Altura de planta a los 110 DDS (cm)</b>	<b>Altura de planta a los 165 DDS (cm)</b>
Tratam. 01	101.50 a	98.90 a
Tratam. 04	95.60 b	93.50 a
Tratam. 07	91.50 b	89.80 b
Signific.	**	*
Tratam. 02	95.70 a	94.00 a
Tratam. 05	94.10 a	92.20 a
Tratam. 08	91.50 a	90.00 a
Signific.	ns	ns
Tratam. 03	86.50 a	83.50 a
Tratam. 06	81.30 a	78.30 a
Tratam. 09	78.50 b	75.20 b
Signific.	*	*
CV %	8.02	7.75

*Nota.* (\*\*) Altamente significativo (\*) Significativo (ns) No significativo. Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey. Fuente: elaboración propia.

El trasplante de plantines de las tres variedades de ajíes, en la parcela definitiva se hizo a los 48 días después de la siembra, donde el ají escabeche presentó una altura de planta promedio de 20 cm. Después, en la fase vegetativa, a los 80 DDS, se notó una mínima diferenciación en los tratamientos. Y al final, en la fase de reproducción y maduración, esta diferencia se mantuvo y fue bien notoria (ver figura 7 y 8).

**Figura 7**

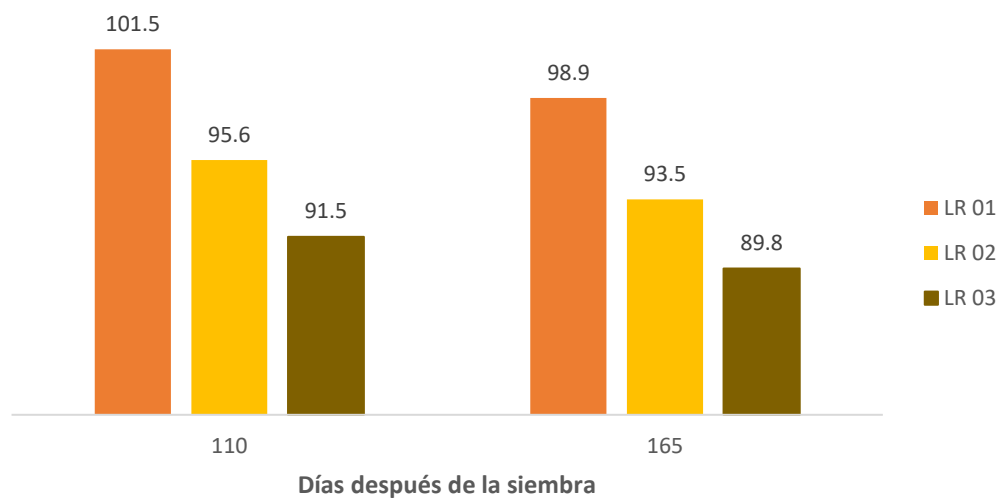
*Altura de la planta en las fases fenológicas del cultivo de ají escabeche.*



*Nota. Elaboración propia.*

**Figura 8**

*Comparación de alturas de la planta a los 110 y 165 DDS.*

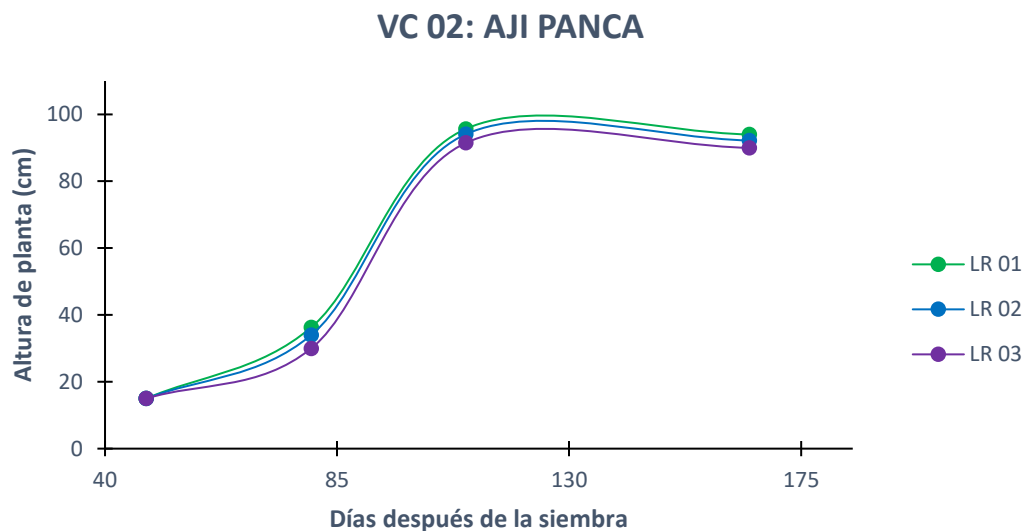


*Nota. Elaboración propia.*

Inicialmente, a los 48 DDS, el ají panca presentó una altura de planta promedio de 15 cm. Después, en la fase vegetativa, a los 80 DDS, se notó una mínima diferencia de alturas entre los tratamientos. Y al final, en la fase de reproducción y maduración, no hubo cambio significativo entre los tratamientos (ver figura 9 y 10).

### Figura 9

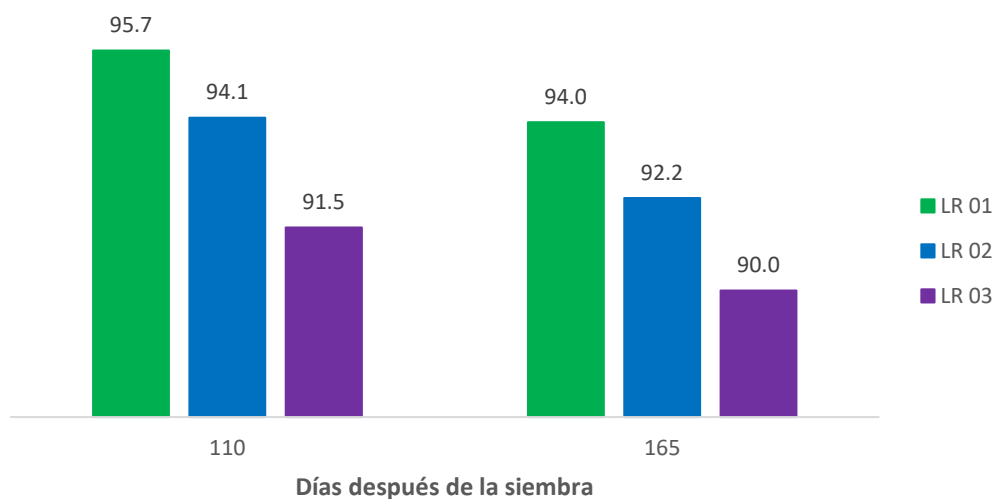
*Altura de la planta en las fases fenológicas del cultivo de ají panca*



*Nota. Elaboración propia*

### Figura 10

*Comparación de alturas de la planta a los 110 y 165 DDS.*

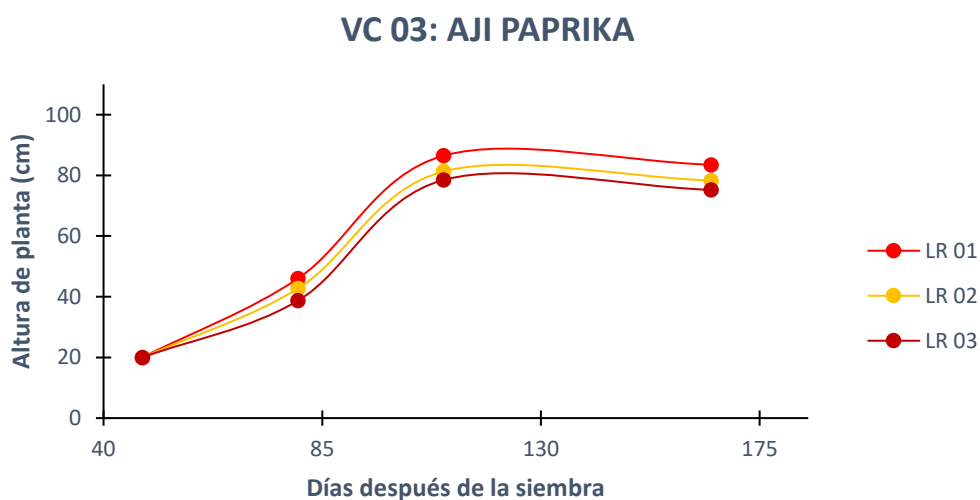


*Nota. Elaboración propia*

Inicialmente, a los 48 DDS, el ají páprika presentó una altura de planta promedio de 20 cm. Después, en la fase vegetativa, a los 80 DDS, se notó una diferencia significativa entre los tratamientos. Y al final, en la fase de reproducción y maduración, esta diferencia se mantuvo y fue bien notoria (ver figura 11 y 12).

**Figura 11**

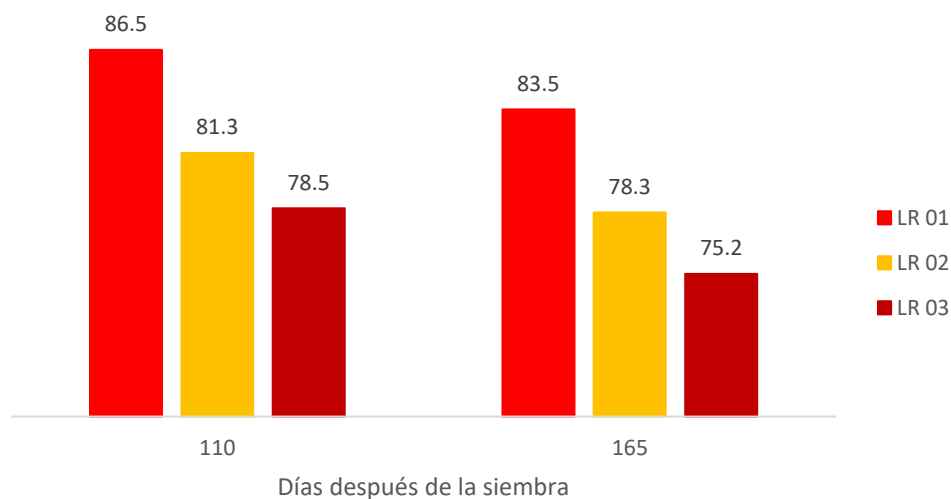
*Altura de la planta en las fases fenológicas del cultivo de aj paprika.*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 12**

*Comparación de alturas de la planta a los 110 y 165 DDS.*



*Nota.* Elaboración propia

### 4.3. RENDIMIENTO

El rendimiento (expresado en toneladas por hectárea, Tn/Ha), de los cultivos de ají Escabeche (tratamiento 01, 04 y 07), ají Panca (tratamiento 02, 05 y 08) y ají Páprika (tratamiento 03, 06 y 09), han sido determinados mediante el método inductivo del valor de producción obtenido del área muestral representativa de cada tratamiento, proyectado a una hectárea de terreno.

Según el análisis estadístico, el rendimiento promedio en los tratamientos del ají escabeche presentó diferencias altamente significativas, con resultados muy buenos; que estaban por encima del rango de 10 a 15 toneladas por hectárea, como lo indica Nicho y Malásquez (2001). Las parcelas de ají escabeche bajo la aplicación de la LR 02 y LR 03 redujo el rendimiento hasta en un 29.5 % y 42.1 % respectivamente, con respecto a la LR 01.

El rendimiento promedio en los tratamientos del ají panca tuvo una diferencia significativa, donde el rendimiento del tratamiento 02 es casi similar al del tratamiento 08, y ambos inferiores al rendimiento del tratamiento 05. Las parcelas de ají panca bajo la LR 01 y LR 03 redujo el rendimiento hasta en un 27.7 % y 32.2 % respectivamente, con respecto a la LR 02.

Por último, el rendimiento promedio en los tratamientos del ají páprika no se encontró diferencia significativa alguna, y los resultados obtenidos estaban por encima de las 3.7 toneladas por hectárea, según Nicho y Valencia (2009), para la región Lambayeque. A pesar de esto, también presentó una reducción de 25.24 % del rendimiento promedio, entre los tratamientos bajo LR 01 y LR 03 (ver tabla 9).

**Tabla 9***Rendimientos de cultivos de ají escabeche, panca y páprika.*

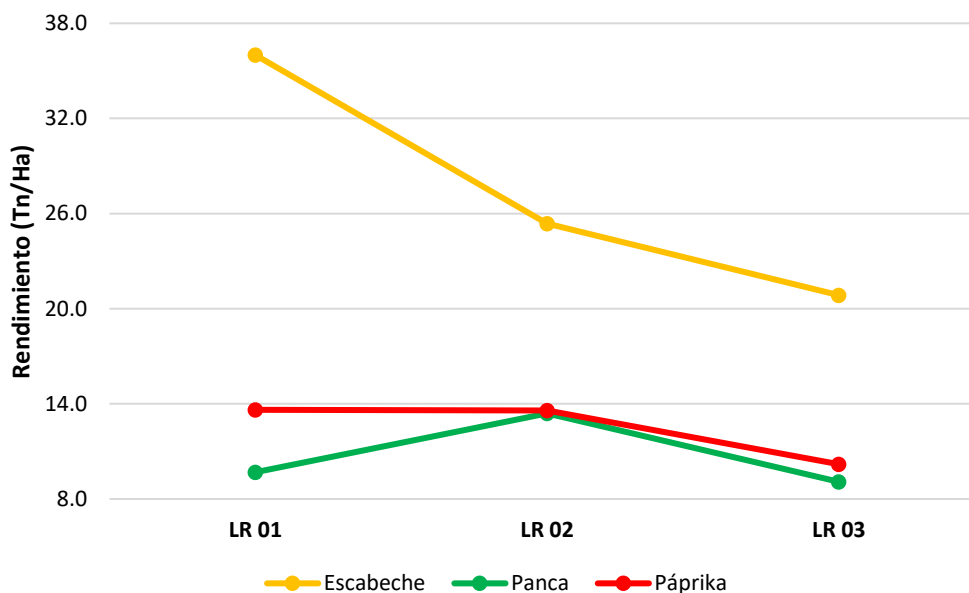
<b>Bloques</b>	<b>Bloque 01</b>	<b>Bloque 02</b>	<b>Bloque 03</b>	<b>Bloque 04</b>	<b>Total (Tn/Ha)</b>
Tratam. 01	41.42 a	38.58 a	34.75 a	29.25 a	36.00 a
Tratam. 04	31.17 b	27.33 b	22.42 b	20.58 b	25.38 b
Tratam. 07	23.08 c	22.42 c	20.17 b	17.75 c	20.85 c
Signific.	**	**	**	**	**
Tratam. 02	12.92 a	10.00 a	8.25 a	7.58 a	9.69 a
Tratam. 05	15.92 b	14.33 b	12.00 b	11.33 b	13.40 b
Tratam. 08	10.58 a	9.00 a	8.42 a	8.33 a	9.08 a
Signific.	*	*	*	*	*
Tratam. 03	17.00 a	13.86 a	11.36 a	12.27 a	13.63 a
Tratam. 06	15.45 b	14.91 a	12.73 a	11.27 a	13.59 a
Tratam. 09	10.98 c	10.61 b	10.20 a	8.98 a	10.19 a
Signific.	**	*	ns	ns	ns
CV %	52.25	54.82	55.92	50.33	53.15

*Nota.* (\*\*) Altamente significativo (\*) Significativo (ns) No significativo. Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey. Fuente: elaboración propia.

La interacción entre el factor A (Láminas de riego) y factor B (variedades de ají), expresados en los tratamientos, presentó cambios significativos sólo en las variedades de ají escabeche y panca en los tratamientos bajo LR 01, LR 02 y LR 03, mientras que en el ají páprika no hubo diferencia alguna. El efecto de las tres láminas de riego en los tratamientos se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como para el ají páprika, debido a que los tratamientos 01 y 03, bajo la LR 01, obtuvieron mayores rendimientos en ambas variedades de ají. Mientras, que para el ají panca, el efecto de las láminas de riego fue distinto, donde el tratamiento 05, bajo la LR 02, presentó un mayor rendimiento de ají panca, con respecto a los tratamientos de la LR 01 y LR 03 (ver figura 13). Por lo tanto, se puede afirmar que las láminas de riego influyen en el rendimiento del cultivo, y depende de la variedad de ají.

**Figura 13**

*Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable rendimiento.*



*Nota.* Elaboración propia

#### **4.4. PRODUCCIÓN EN FRESCO**

La producción en fresco, de la cosecha de ajíes, en los tratamientos, presentó diferencia significativa sólo en los cultivos de ají Escabeche, cuyas parcelas regadas bajo la aplicación de LR 02 y LR 03 redujeron la producción total en fresco, en un 22.04 % y 38.13 % respectivamente, con respecto a la LR 01.

Mientras que, para el ají panca y ají páprika, no se presentaron diferencia significativa en la producción en fresco. A pesar de esto, en las parcelas de ají panca, se presentó una reducción de 26.50 % y 29.40 % de la producción total en fresco, en los tratamientos bajo LR 01 y LR 03, con respecto a la LR 02. Y en las parcelas de ají páprika, se presentó una reducción de 29.82 % de la producción total en fresco, entre los tratamientos bajo LR 01 y LR 03 (ver tabla 10).

**Tabla 10***Producción en fresco del ají escabeche, panca y páprika.*

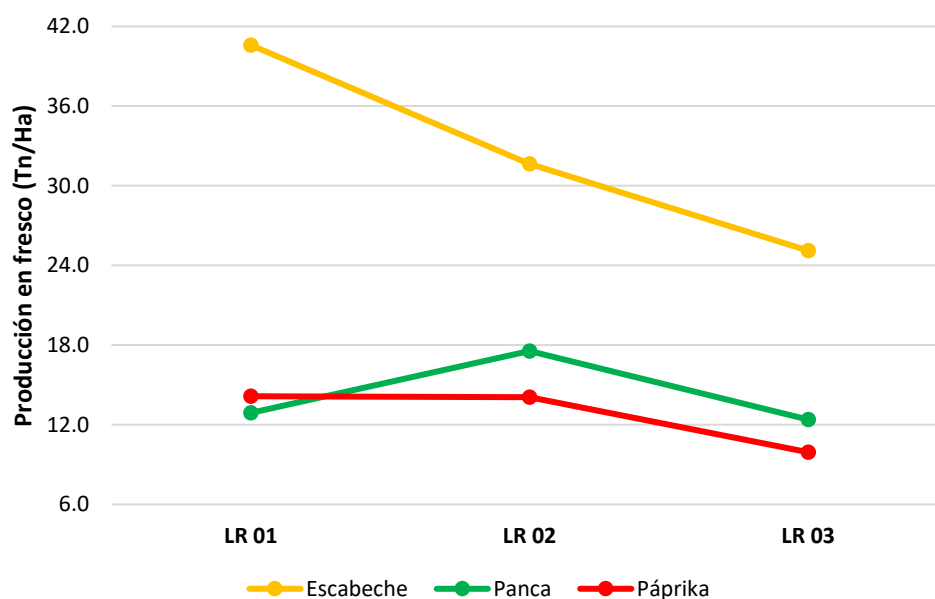
<b>Bloques</b>	<b>Bloque 01</b>	<b>Bloque 02</b>	<b>Bloque 03</b>	<b>Bloque 04</b>	<b>Bloque 05</b>	<b>Bloque 06</b>	<b>Bloque 07</b>	<b>Bloque 08</b>	<b>Total (Tn/Ha)</b>
Tratam. 01	56.48 a	47.39 a	39.89 a	52.61 a	37.62 a	35.68 a	27.00 a	28.13 a	40.60 a
Tratam. 04	26.43 b	39.05 a	34.31 a	44.52 a	33.75 a	32.02 a	21.50 a	21.63 a	31.65 b
Tratam. 07	32.98 b	26.58 b	30.25 b	21.94 b	26.63 b	30.57 a	20.00 a	12.00 b	25.12 b
Signific.	**	**	ns	**	*	ns	ns	**	**
Tratam. 02	14.22 a	11.53 a	13.75 a	19.38 a	17.65 a	9.56 a	7.79 a	9.31 a	12.90 a
Tratam. 05	15.63 a	15.83 a	23.88 b	20.00 a	23.89 b	21.18 b	10.97 a	9.06 a	17.55 a
Tratam. 08	17.64 a	12.78 a	11.50 a	13.89 b	14.03 a	15.00 a	4.85 b	9.44 a	12.39 a
Signific.	ns	ns	**	*	**	**	*	ns	ns
Tratam. 03	11.44 a	18.14 a	16.59 a	20.55 a	17.17 a	11.86 a	10.88 a	6.54 a	14.15 a
Tratam. 06	13.82 a	19.60 a	12.93 a	18.10 a	14.54 a	13.02 a	12.11 a	8.52 a	14.08 a
Tratam. 09	10.59 a	10.37 b	11.96 b	10.04 b	12.87 a	12.30 a	4.78 b	6.54 a	9.93 a
Signific.	ns	**	*	**	ns	ns	**	ns	ns
CV %	66.96	57.95	49.83	57.99	41.00	50.03	58.56	60.43	57.80

*Nota.* (\*\*) Altamente significativo (\*) Significativo (ns) No significativo. Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey. Fuente: elaboración propia.

La interacción entre los factores A y B, según la prueba estadística de los tratamientos, resultó no significativo en la cosecha de ajíes, excepto, para el cultivo del ají escabeche, que presentó cambios significativos en los tratamientos bajo LR 01, LR 02 y LR 03. El efecto de las tres láminas de riego en los tratamientos se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como el ají paprika. Mientras, que para el ají panca, el efecto de las láminas de riego fue diferente, donde el tratamiento 05 (la parcela de ají panca bajo la LR 02) obtuvo la mayor producción total en fresco, debido a que el ají panca tolera bien el déficit de agua en la fase reproductiva, tal es así que mantiene la tendencia del rendimiento, (ver figura 14). A pesar, de esto, se afirma que las láminas de riego influyen en la producción en fresco, y depende de la variedad de ají.

**Figura 14**

*Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Producción en fresco.*



*Nota.* Elaboración propia

#### **4.5. PRODUCCIÓN EN SECO**

Al realizar el secado al natural de los frutos por variedad de ají, en un periodo de tiempo de 20 a 30 días, se procedió al pesaje de los ajíes secos según tratamiento.

La producción en seco obtenida presentó una diferencia significativa solo en el ají escabeche, cuyas parcelas regadas bajo la aplicación de LR 02 y LR 03 redujeron la producción total en seco, en un 19.00 % y 31.96 % respectivamente, con respecto a la LR 01.

Mientras que, para el ají panca y ají páprika, no se presentaron diferencia significativa en la producción en seco. A pesar de esto, en las parcelas de ají panca, se presentó una reducción de 19.53 % y 29.0 % de la producción total en fresco, en los tratamientos bajo LR 01 y LR 03, con respecto a la LR 02. Y en las parcelas de ají páprika, se presentó una reducción de 29.53 % de la producción total en seco, entre los tratamientos bajo LR 01 y LR 03 (ver tabla 11).

**Tabla 11***Producción en seco de ají escabeche, panca y páprika.*

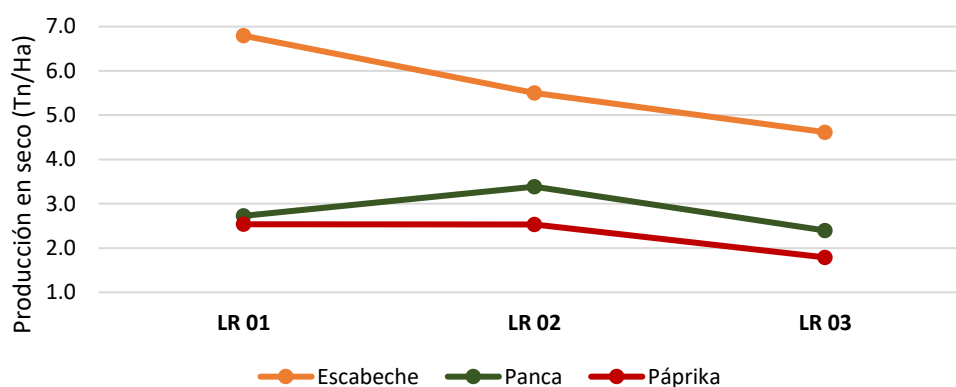
<b>Bloques</b>	<b>Bloque 01</b>	<b>Bloque 02</b>	<b>Bloque 03</b>	<b>Bloque 04</b>	<b>Bloque 05</b>	<b>Bloque 06</b>	<b>Bloque 07</b>	<b>Bloque 08</b>	<b>Total (Tn/Ha)</b>
Tratam. 01	9.32 a	7.84 a	6.59 a	8.64 a	6.31 a	5.91 a	4.50 a	5.25 a	6.79 a
Tratam. 04	4.52 b	7.38 a	5.56 a	7.62 a	5.56 a	5.24 a	4.00 a	4.13 a	5.50 a
Tratam. 07	5.71 b	4.34 b	5.00 a	5.30 b	5.00 a	5.57 a	3.88 a	2.13 b	4.62 b
Signific.	**	**	ns	**	ns	ns	ns	*	*
Tratam. 02	2.97 a	2.50 a	2.92 a	4.25 a	3.68 a	2.21 a	1.47 a	1.81 a	2.72 a
Tratam. 05	3.00 a	3.00 a	4.75 b	3.82 a	4.58 a	4.12 b	2.08 a	1.72 a	3.38 a
Tratam. 08	3.47 a	2.50 a	2.25 a	2.64 b	2.64 b	2.92 a	0.94 a	1.81 a	2.40 a
Signific.	ns	ns	**	*	*	*	ns	ns	ns
Tratam. 03	2.06 a	3.23 a	2.95 a	3.74 a	2.93 a	2.14 a	2.04 a	1.21 a	2.54 a
Tratam. 06	2.49 a	3.52 a	2.33 a	3.26 a	2.62 a	2.34 a	2.21 a	1.51 a	2.53 a
Tratam. 09	1.91 a	1.88 b	2.15 b	1.80 b	2.29 a	2.21 a	0.87 b	1.18 a	1.79 a
Signific.	ns	**	ns	**	ns	ns	**	ns	ns
CV %	59.72	53.59	43.23	49.51	36.84	43.82	55.57	61.29	52.52

*Nota.* (\*\*) Altamente significativo (\*) Significativo (ns) No significativo. Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey. Fuente: elaboración propia.

La interacción entre los factores A y B, expresados en los tratamientos, resultó no significativo después del secado de los frutos, excepto, para el cultivo del ají escabeche, que presentó cambios significativos en los tratamientos bajo LR 01, LR 02 y LR 03. El efecto de las tres láminas de riego en los tratamientos se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como el ají paprika. Mientras, que para el ají panca, el efecto de las láminas de riego fue diferente, donde el tratamiento 05, bajo la LR 02, obtuvo la mayor producción total en seco, manteniendo la tendencia mostrada del rendimiento, (ver figura 15). Por lo tanto, se afirma que el efecto del factor A (láminas de riego), para la variable la producción total en seco, es dependiente del factor B (variedad de ají).

**Figura 15**

*Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Producción en seco.*



*Nota.* Elaboración propia

#### 4.6. LONGITUD DEL FRUTO

El análisis estadístico, mediante la prueba de Tukey, indica que la longitud del fruto, presentó diferencias significativas sólo en los tratamientos del ají escabeche, donde, las parcelas de ají escabeche bajo la aplicación de LR 02 y LR 03 redujeron la longitud del fruto hasta en un 10.3 % y 8.6 % respectivamente, con respecto a la LR 01. Mientras que, para el ají panca y ají páprika, no se presentaron diferencia significativa en la longitud del fruto. A pesar de esto, en las parcelas de ají panca, se presentó una reducción de 6.7 % y 3.7 % de la longitud promedio del fruto, en los tratamientos bajo la LR 02 y LR 03, con respecto a la LR 01. Y en las parcelas de ají páprika, se presentó una reducción mínima de 6.65 % de la longitud promedio del fruto, entre los tratamientos bajo LR 01 y LR 03 (ver tabla 12).

**Tabla 12***Longitud del fruto de ají escabeche, panca y páprika.*

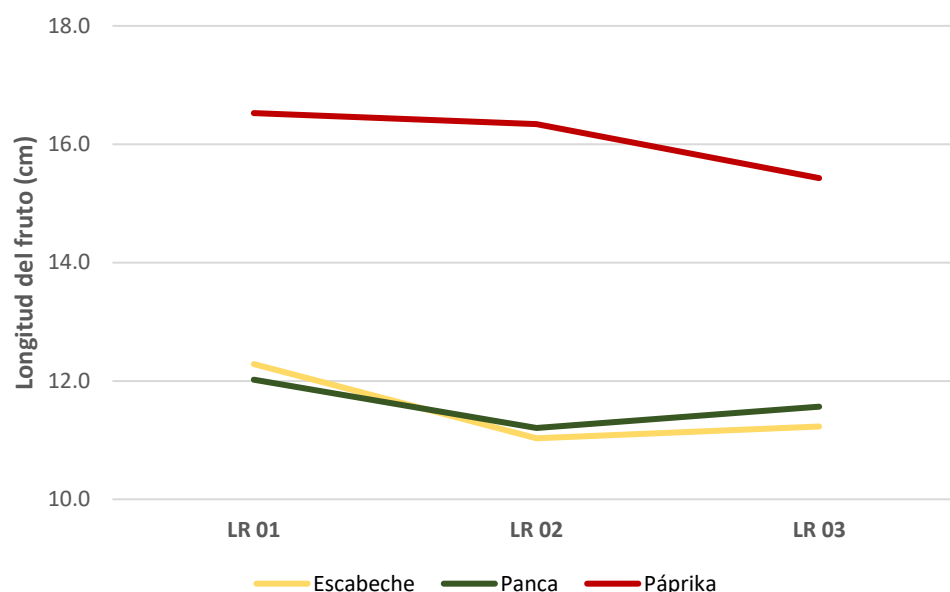
<b>Bloques</b>	<b>Bloque 01</b>	<b>Bloque 02</b>	<b>Bloque 03</b>	<b>Bloque 04</b>	<b>Bloque 05</b>	<b>Bloque 06</b>	<b>Bloque 07</b>	<b>Bloque 08</b>	<b>Total (cm)</b>
Tratam. 01	12.02 a	11.94 a	11.65 a	12.94 a	11.27 a	12.63 a	12.59 a	13.24 a	12.29 a
Tratam. 04	11.88 a	11.04 b	11.43 a	10.43 b	10.68 b	10.76 b	11.75 b	10.28 b	11.03 b
Tratam. 07	11.47 a	11.47 a	10.57 b	11.14 c	11.40 a	11.70 c	11.61 b	10.47 b	11.23 b
Signific.	ns	*	*	**	**	**	**	**	**
Tratam. 02	12.16 a	12.23 a	13.13 a	12.67 a	12.10 a	10.84 a	11.41 a	11.63 a	12.02 a
Tratam. 05	11.88 a	12.25 a	11.45 b	10.50 b	11.05 b	10.70 a	11.85 a	9.96 b	11.21 b
Tratam. 08	11.01 b	12.08 a	11.52 b	12.08 a	11.31 b	11.97 b	11.57 a	10.99 a	11.57 a
Signific.	ns	ns	**	**	ns	*	ns	**	ns
Tratam. 03	18.27 a	16.66 a	16.97 a	16.57 a	16.05 a	16.35 a	16.15 a	15.19 a	16.53 a
Tratam. 06	17.00 a	17.15 a	14.58 b	17.45 b	16.34 a	15.14 a	16.61 a	16.46 a	16.34 a
Tratam. 09	17.27 a	13.22 b	15.34 b	15.72 a	14.64 b	15.69 a	15.50 a	16.04 a	15.43 a
Signific.	ns	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns
CV %	21.42	17.02	16.93	20.02	17.75	17.54	16.54	20.50	17.79

*Nota.* (\*\*) Altamente significativo (\*) Significativo (ns) No significativo. Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey. Fuente: elaboración propia.

La interacción entre los factores A y B, expresados en los tratamientos, resultó no significativo al término de la cosecha, para el ají panca y páprika; pero si presentó cambios significativos en el ají escabeche. Además, el cultivo de ají paprika tuvo frutos de longitudes mayores en los tratamientos 03, 06 y 09, con respecto a los frutos de las otras variedades de ají. Esto indica, que el efecto de las láminas de riego, sobre la longitud del fruto, se manifestó de igual forma en los cultivos de ají panca y paprika (Ver figura 16). Por lo tanto, se afirma que el efecto del factor A, para la variable longitud del fruto, es dependiente del factor B.

**Figura 16**

*Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable longitud del fruto.*



*Nota.* Elaboración propia

#### **4.7. DIAMETRO DEL FRUTO**

El análisis estadístico, mediante la prueba de Tukey, indica que el diámetro del fruto, no presentó diferencias significativas en los tratamientos de las tres variedades de ají (escabeche, panca y páprika). Por lo tanto, el diámetro del fruto, no fue afectado por la aplicación de las tres láminas de riego en los tratamientos (ver tabla 13).

**Tabla 13***Diámetro del fruto de ají escabeche, panca y páprika.*

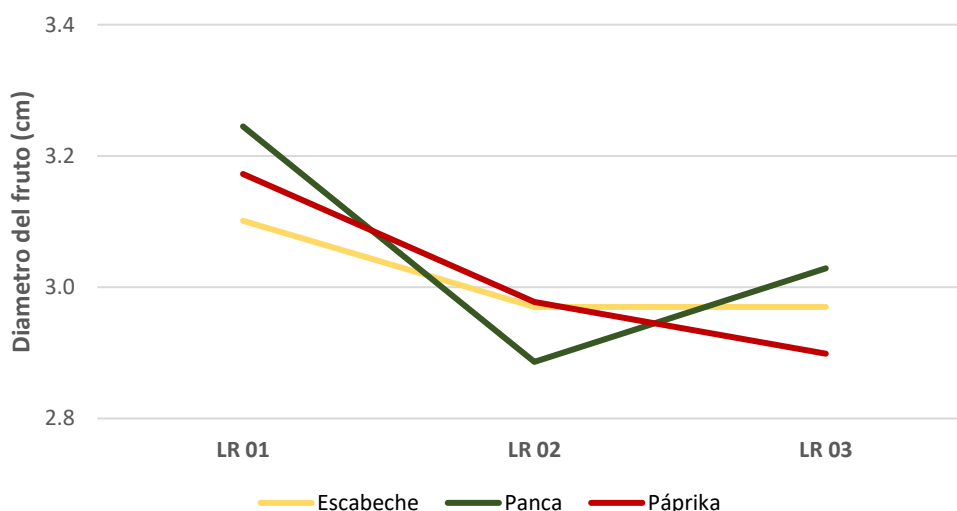
<b>Bloques</b>	<b>Bloque 01</b>	<b>Bloque 02</b>	<b>Bloque 03</b>	<b>Bloque 04</b>	<b>Bloque 05</b>	<b>Bloque 06</b>	<b>Bloque 07</b>	<b>Bloque 08</b>	<b>Total (cm)</b>
Tratam. 01	3.16 a	3.23 a	2.98 a	3.20 a	3.11 a	3.01 a	3.11 a	3.01 a	3.10 a
Tratam. 04	3.05 a	2.99 a	3.08 a	3.00 a	2.76 a	3.07 a	3.23 a	2.58 a	2.97 a
Tratam. 07	2.98 a	2.85 a	3.21 a	2.93 a	2.91 a	2.96 a	3.10 a	2.82 a	2.97 a
Signific.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Tratam. 02	3.70 a	3.54 a	3.04 a	3.15 a	2.87 a	3.33 a	3.07 a	3.26 a	3.25 a
Tratam. 05	3.22 a	2.98 a	2.75 a	3.03 a	2.65 a	3.24 a	2.70 a	2.52 a	2.89 a
Tratam. 08	3.07 a	2.99 a	3.15 a	3.05 a	3.32 a	2.79 a	3.12 a	2.74 a	3.03 a
Signific.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Tratam. 03	3.09 a	3.42 a	3.22 a	3.29 a	2.77 a	3.10 a	3.33 a	3.16 a	3.17 a
Tratam. 06	3.13 a	2.98 a	2.90 a	3.15 a	2.93 a	2.90 a	2.85 a	2.98 a	2.98 a
Tratam. 09	3.05 a	2.56 a	2.73 a	2.94 a	2.82 a	3.12 a	2.96 a	3.01 a	2.90 a
Signific.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV %	6.76	9.71	6.09	3.98	6.97	5.44	6.27	8.68	7.13

*Nota.* (\*\*) Altamente significativo (\*) Significativo (ns) No significativo. Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey. Fuente: elaboración propia.

La interacción entre los factores A y B, resultó no significativo al término de la cosecha. Esto indica, que el efecto de las láminas de riego en los tratamientos, sobre el diámetro de fruto, se manifestó de igual forma en las tres variedades de ají (escabeche; panca y páprika), (ver Figura 17). En resumen, la aplicación de las tres láminas de riego en los cultivos de ají, no presentó cambios significativos en el diámetro de fruto de las tres variedades de ají. Por lo tanto, se afirma que las láminas de riego no influyen sobre esta variable, y es independiente a la variedad de ají.

**Figura 17**

*Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable diámetro del fruto.*



*Nota.* Elaboración propia.

#### 4.8. LÁMINAS DE RIEGO UTILIZADAS

El cálculo inicial de la demanda de agua para el cultivo de ají bajo época de invierno, fue 5500 m<sup>3</sup>/Ha, que corresponde a la LR 01 (riego completo), sobre esta cantidad, se estimó para la LR 02 (75 % LR 01) y LR 03 (50 % LR 01). Pero, según el diseño hidráulico, la unidad experimental presentó tres áreas bajo riego de 0.264 hectáreas cada una. Por lo que, para dicha área agrícola, las láminas de riego fueron: LR 01= 1452 m<sup>3</sup>, LR 02= 1089 m<sup>3</sup> y LR 03= 726 m<sup>3</sup>. Sin embargo, estos volúmenes no fueron definitivos, debido a que las semillas de ajíes se sembraron en el vivero de Motupe y permanecieron allí alrededor de mes y medio. Entonces, con un nuevo cálculo, las láminas de riego definitivas fueron LR 01= 1201.48 m<sup>3</sup>, LR 02= 901.11 m<sup>3</sup> y LR 03= 600.74 m<sup>3</sup> (ver tabla 14).

**Tabla 14***Demanda Hídrica del cultivo de ají.*

Mes	Interv.	Días	Etapas	Kc	Eto mm/día	Etc mm/día	Nn mm/día	Ear %	RAC m³/Ha/int	L01 m³	L02 m³	L03 m³
Junio	06-20	15	Inicial	0.60	2.84	1.70	1.70	0.90	284.00	-	-	-
	21-30	10	Desarrollo	0.60	2.84	1.70	1.70	0.90	189.33	-	-	-
Julio	01-10	10	Desarrollo	0.64	2.74	1.75	1.75	0.90	194.84	-	-	-
	11-20	10	Desarrollo	0.72	2.74	1.97	1.97	0.90	219.20	-	-	-
	21-31	11	Desarrollo	0.80	2.74	2.19	2.19	0.90	267.91	70.73	53.05	35.36
Agosto	01-10	10	Desarrollo	0.87	3.01	2.62	2.62	0.90	290.97	76.82	57.61	38.41
	11-20	10	Desarrollo	0.95	3.01	2.86	2.86	0.90	317.72	83.88	62.91	41.94
	21-31	11	Desarrollo	1.03	3.01	3.10	3.10	0.90	378.93	100.04	75.03	50.02
	01-10	10	Mediados	1.05	3.47	3.64	3.64	0.90	404.61	106.82	80.11	53.41
Setiembre	11-20	10	Mediados	1.05	3.47	3.64	3.64	0.90	404.61	106.82	80.11	53.41
	21-30	10	Mediados	1.05	3.47	3.64	3.64	0.90	404.61	106.82	80.11	53.41
	01-10	10	Mediados	1.05	3.80	3.99	3.99	0.90	443.11	116.98	87.74	58.49
Octubre	11-20	10	Mediados	1.05	3.80	3.99	3.99	0.90	443.11	116.98	87.74	58.49
	21-30	11	mediados	1.05	3.80	3.99	3.99	0.90	487.42	128.68	96.51	64.34
Noviembre	01-10	10	Final	0.99	3.90	3.86	3.86	0.90	429.00	113.26	84.94	56.63
	11-17	7	Final	0.92	3.90	3.59	3.59	0.90	279.07	73.67	55.26	36.84
Total	-	165	-	-	-	-	-	-	5500.00	1201.48	901.11	600.74

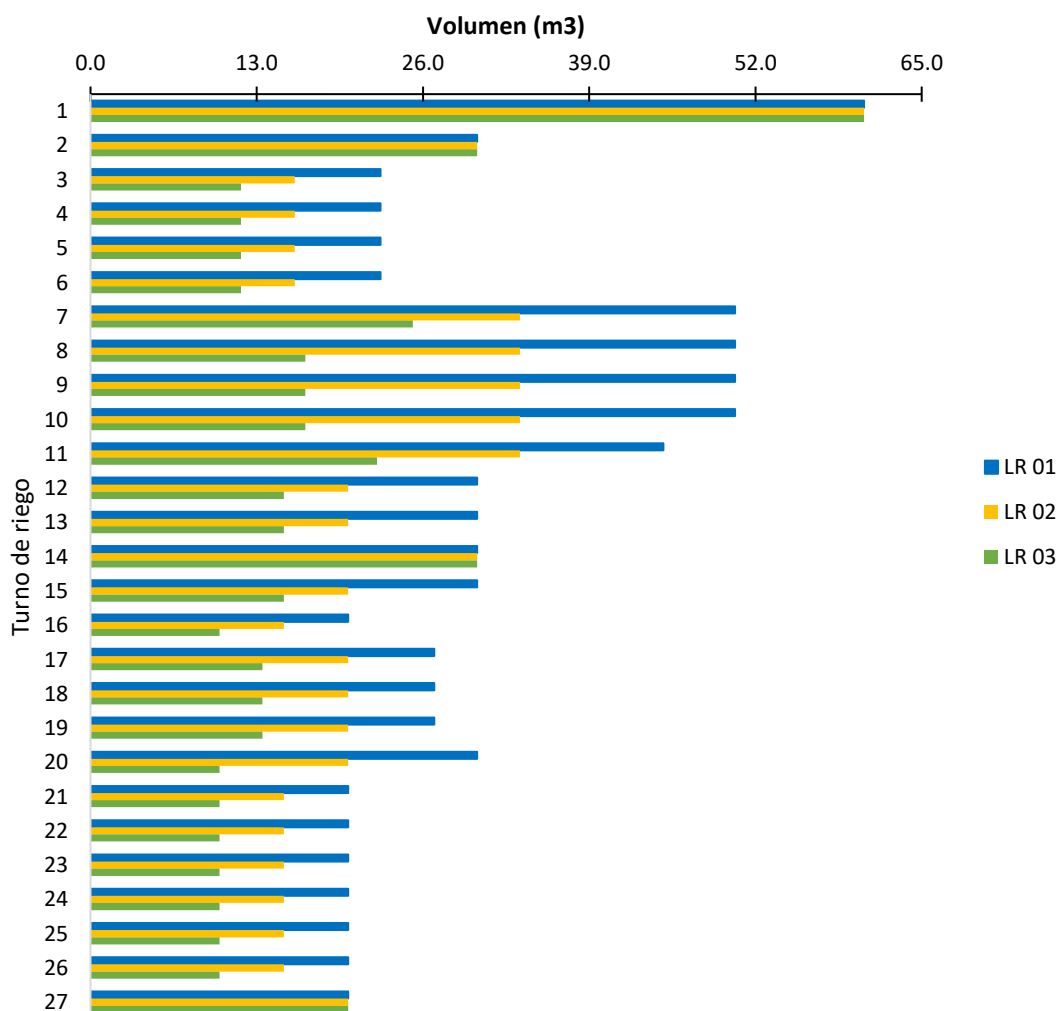
Nota. Pe=0.00 mm/día. Fuente: elaboración propia.

En el campo, el manejo de las válvulas para los turnos de riego, fue casi siempre abrir dos válvulas de la misma lámina de riego y cerrar las 4 válvulas restantes. Las horas de riego fueron proporcionalmente al volumen de agua de las láminas de riego (ver figura 18).

Al finalizar la aplicación de todos los turnos de riego según tratamientos durante la campaña agrícola, se obtuvo que las láminas de riego aplicadas post trasplante fueron, LR 01 = 820.96 m<sup>3</sup>, LR 02= 619.92 m<sup>3</sup> y LR 03= 452.48 m<sup>3</sup>, el cual indica que existe un ahorro de volumen de agua, de 31.67 % en la LR 01, 31.20 % en la LR 02 y 24.67 % en la LR 03 (ver tabla 15).

**Figura 18**

*Volúmenes de agua en las láminas de riego.*



*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 15***Comparación de volúmenes de agua estimada y consumida.*

<b>Láminas de riego</b>	<b>Volumen de agua estimada (m3)</b>	<b>Volumen de agua consumida (m3)</b>	<b>Ahorro de agua (%)</b>
LR 01	1201.48	820.96	31.67
LR 02	901.11	619.92	31.20
LR 03	600.74	452.48	24.67

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

## **CONCLUSIONES**

- El mayor rendimiento promedio de los cultivos de ají escabeche y páprika fueron 36 Tn/Ha y 13.63 Tn/Ha respectivamente, bajo la aplicación de primera lámina riego (LR 01); mientras que el mayor rendimiento promedio del ají panca fue 13.40 Tn/Ha bajo la aplicación de la segunda lámina de riego (LR 02). Esta tendencia se mantuvo para la variable de producción en fresco y en seco.
- La mayor longitud promedio de ají escabeche, ají panca y ají páprika fueron 12.29 cm, 12.02 cm y 16.53 cm respectivamente, bajo la aplicación de la primera lámina de riego (LR 01). Mientras, que el mayor diámetro del ají escabeche, ají panca y ají páprika fueron 3.10 cm, 3.25 cm y 3.17 cm respectivamente, bajo la aplicación de la primera lámina de riego (LR 01).
- La altura de planta, para el cultivo de ají escabeche y ají páprika, bajo las tres láminas de riego, presentaron diferencias significativas. Excepto, el cultivo de ají panca, que fueron similares en sus tratamientos.
- Los niveles de humedad volumétrica de la LR 01 y LR 02 estuvieron por arriba del porcentaje de capacidad de campo. Sin embargo, los niveles de humedad en las tres láminas, se registraron dentro del nivel de agotamiento permisible, salvo durante el periodo de mantenimiento del Sistema Hidráulico Mayor del valle Chancay Lambayeque.

## RECOMENDACIONES

- Realizar nuevas investigaciones con cualquiera de las tres variedades de ají estudiadas, empleando sistemas de riegos diferentes (riego por gravedad y riego por goteo) para comparar los rendimientos y la producción.
- Realizar evaluaciones adicionales como la conductancia estomática y el índice de área foliar, para posteriores investigaciones con el objetivo de explicar con mayor profundidad el efecto de las láminas de riego en los cultivos de ají.
- Tener información relevante del periodo fenológico del ají y de las características meteorológicas del lugar donde se piensa cultivar, para saber los meses de siembra y cosecha.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alanis, E. (1987). Los rendimientos y la productividad en la agricultura. *Revista de Geografia de Agricola*, 13(2), 160-173. Obtenido de <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rga-1769.pdf>
- Almorox, J., & De Antonio, R. (1995). Sequia y programacion de riegos . *Agricultura Revista Agropecuaria*, 772-781.
- Avidan, A. (1994). *Determinación del regimen de riego de los cultivos*. Israel: Dan Scheuer. Obtenido de <https://www.slideshare.net/crovello/albert-avidan-factores-que-influyen-sobre-el-regimen-de-riego-fasciculo-1>
- Berke, T., Black, L., Talekar, N., Wang, J., Gniffke, P., Green, S., . . . Morris, R. (2005). Suggested Cultural Practices for Chili Pepper. *AVRDC The World Vegetable Center*(620), 1-9.
- Blair, E. (1979). *Riego por goteo*. San Jose, Costa Rica. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=A\\_lqAAAAYAAJ&pg=PA18-IA1&hl=es&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=A_lqAAAAYAAJ&pg=PA18-IA1&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false)
- Carrazón, J. (2007). *Manual practico para el diseño de sistemas de miniriego*. Honduras: Impresiones Industriales.

- Chuchón, R. (2019). *Láminas de riego en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad "única" mediante riego por goteo en La Molina (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Cisneros, R. (2003). *Apuntes de la materia de riego y drenaje*. San Luis de Potosí, Mexico: Centro de Investigación y estudios de Posgrado y Área Agrogeodesica.
- Cun, R., Puig, O., & Morales, C. (2009). Comportamiento del coeficiente de uniformidad del riego por microaspersión en condiciones de organopónicos y huerto intensivo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(3), 35-39.
- Dagnino, J. (29 de noviembre de 2014). Bioestadística y Epidemiología. *Revista Chilena de Anestesia*, 43(4), 306-310.
- FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma: Estudio FAO RIEGO Y DRENAJE .
- Fernández, R. (2010). *Manual de riego para agricultores Módulo 4, Riego Localizado*. Sevilla, España: Junta de Andalucía.
- Luna-Flores, W., Estrada-Medina, H., Jiménez-Osornio, J., & Pinzón-López, L. (2012). Efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento y eficiencia del uso de agua en plántulas de tres especies arbóreas caducifolias. *Terra Latinoamericana*, 30(4), 343-353. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57325814006>
- MINAGRI. (2015). *Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego*. Lima, Perú.
- MINAGRI. (2017). *Plan de Desarrollo Sostenible de las especies del género Capsicum 2018-2028*. Lima.
- Nicho, P. (2004). *Informe de Cultivo de ají escabeche*. Huaral. Obtenido de [https://www.academia.edu/5019460/CULTIVO\\_DE\\_AJ%C3%8D\\_ESCABECH](https://www.academia.edu/5019460/CULTIVO_DE_AJ%C3%8D_ESCABECH)
- Nicho, P., & Malasquez, P. (2001). *Cultivo de ají escabeche en el valle de Chancay-Huaral* . Lima: Proyecto de Producción de Medios de Comunicación y Transferencia.
- Nicho, P., & Valencia, A. (2009). *Manejo técnico del cultivo de ají páprika*. Lima: Unidad de Medios y Comunicación Técnica.

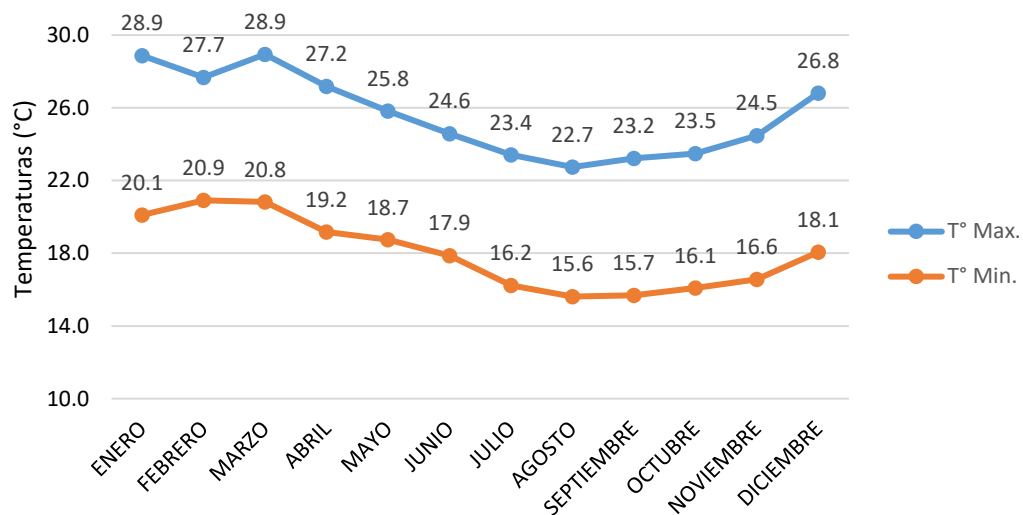
- Ordinola, J., Bravo, C., & Peña, V. (2011). *Riego INIA en la región Lambayeque*. Lima: Programa Nacional de Medios y Comunicación Técnica.
- Quispe, A. (2016). *Aplicación del riego parcial bajo el sistema por gravedad en Ají Panca (Capsicum chinense) y Ají Escabeche (Capsicum baccatum L.var pendulum) en el valle de Mala (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Quispe, F., Marcelo, M., Chanamé, J., Bederski, S., & Sanchez, L. (2019). *Caracterización Agromorfológica y Químico-Nutricional de cinco ajíes promisorios del INIA-Perú*. Lima: LUMIVA SRL.
- Rios, M. (2017). *Caracterización Agromorfológica de diez selecciones de ají Escabeche (Capsicum baccatum var. pendulum), bajo condiciones de la molina (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Silva, P., Silva, H., Garrido, M., & Acevedo, E. (2015). *Manual de estudio y ejercicios relacionados con el contenido de agua en el suelo y su uso por los cultivos*. Santiago, Chile: Derechos reservados.
- Ugás, R., & Mendoza, V. (2012). *El punto de ají*. Lima: Multivicta S.C.R.L.
- Universidad San Martín de Porres y Universidad Nacional Agraria La Molina. (2009). *Ajíes peruanos sazón para el mundo*. Lima: Sociedad Peruana de Gastronomía.
- Villablanca, A., & Villavicencio, A. (15 de mayo de 2010). Componentes de un cabezal de riego presurizado. *Informativo INIA-URURI*,(15), p. 4.
- Wiever, K. (1970). *El mercado agrícola en América Latina*. Costa Rica. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=x24OAQAIAAJ&pg=PA79&lpg=PA79&dq=La+calidad+se+define+como+la+suma+de+las+caracter%C3%ADsticas+de+un+producto+que+incluyen+en+la+decisi%C3%B3n+del+consumidor+de+comprar+ese+producto.+Por+lo+que+hay+que+definir+la+calid>

## ANEXOS

### Anexo I: Cálculo de la Evapotranspiración potencial (ET<sub>o</sub>)

**Figura 19**

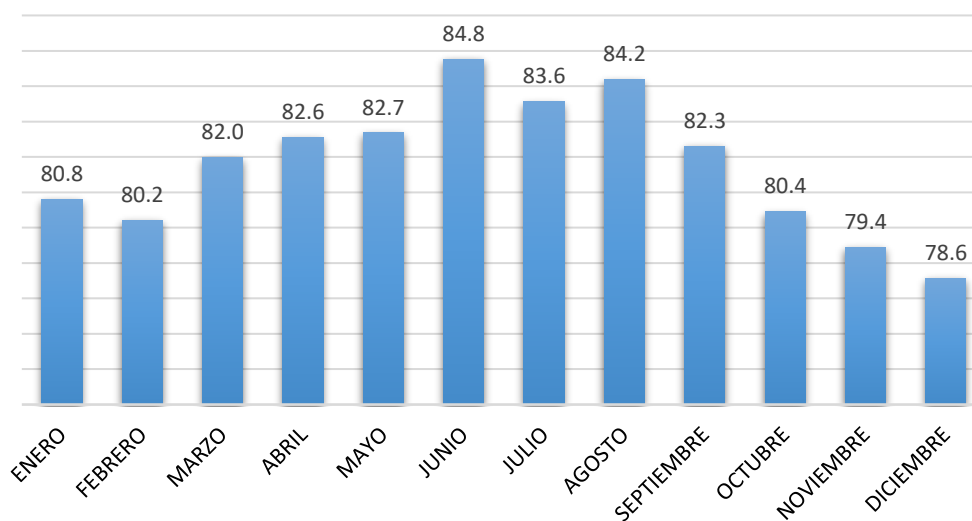
*Temperaturas máximas y mínimas de la Estación Lambayeque.*



*Nota.* Tomado de SENAMHI (2019).

**Figura 20**

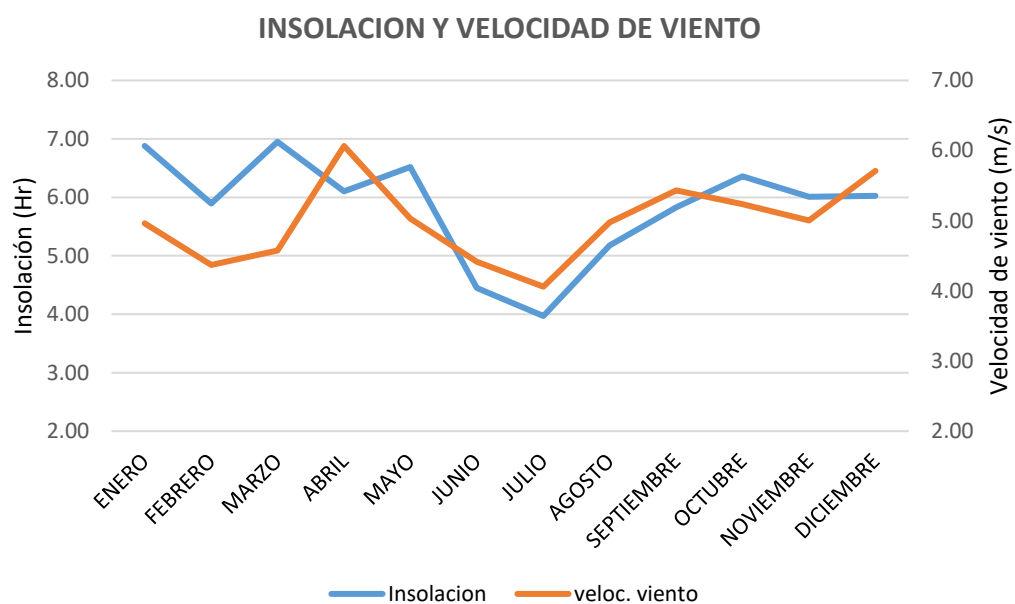
*Humedad relativa (%) de la Estación Lambayeque.*



*Nota.* Tomado de SENAMHI (2019).

**Figura 21**

*Insolación y velocidad de viento de la Estación Lambayeque.*



Nota. Tomado de SENAMHI (2019).

**Figura 22**

*Valores de la ETo de la ciudad de Pícsi.*

ETO Penman-Monteith Mensual - C:\Users\USUARIO\Desktop\CULTIVO DEL AJ\ABC\CROPW...

País: PERU Estación: LAMBAYEQUE

Altitud: 18 m. Latitud: 6.70 °S Longitud: 79.92 °W

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento m/s	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	20.1	28.9	81	4.9	6.9	20.4	4.51
Febrero	20.9	27.7	80	4.4	5.9	19.0	4.27
Marzo	20.8	28.9	82	4.6	7.0	20.4	4.45
Abril	19.2	27.2	83	6.1	6.1	17.9	3.93
Mayo	18.7	25.8	83	5.0	6.5	17.1	3.53
Junio	17.9	24.6	85	4.4	4.5	13.5	2.84
Julio	16.2	23.4	84	4.1	4.0	13.2	2.74
Agosto	15.6	22.7	84	4.9	5.2	15.9	3.01
Septiembre	15.7	23.2	82	5.4	5.8	18.1	3.47
Octubre	16.1	23.5	80	5.2	6.4	19.6	3.80
Noviembre	16.6	24.5	79	5.0	6.0	19.0	3.90
Diciembre	18.1	26.8	79	5.7	6.0	18.8	4.25
Promedio	18.0	25.6	82	5.0	5.8	17.7	3.73

Nota. Tomado de CROPWAT (2019)

## **Anexo II. Cronograma de riegos.**

**Tabla 16**

*Cronograma de los turnos de riego.*

<b>Fecha</b>	<b>LR 01</b>	<b>LR 02</b>	<b>LR 03</b>
24-julio	6.0	6.0	6.0
05-agosto	3.0	3.0	3.0
15-agosto	2.3	1.6	1.2
19-agosto	2.3	1.6	1.2
22-agosto	2.3	1.6	1.2
26-agosto	2.3	1.6	1.2
29-agosto	3.0*	2.0*	1.5*
31-agosto	3.0*	2.0*	1.0*
04-septiembre	3.0*	2.0*	1.0*
12-septiembre	3.0*	2.0*	1.0*
14-septiembre	2.7*	2.0*	1.3*
18-septiembre	3.0	2.0	1.5
24-septiembre	3.0	2.0	1.5
28-septiembre	3.0	3.0	3.0
12-octubre	3.0	2.0	1.5
16-octubre	2.0	1.5	1.0
19-octubre	2.7	2.0	1.3
22-octubre	2.7	2.0	1.3
25-octubre	2.7	2.0	1.3
29-octubre	3.0	2.0	1.0
02-noviembre	2.0	1.5	1.0
04-noviembre	2.0	1.5	1.0
08-noviembre	2.0	1.5	1.0
11-noviembre	2.0	1.5	1.0
13-noviembre	2.0	1.5	1.0
16-noviembre	2.0	1.5	1.0
20-noviembre	2.0	2.0	2.0

*Nota.* (\*) Doble cinta. Fuente: elaboración propia

### Anexo III. Características del diseño agronómico e hidráulico.

**Tabla 17**  
*Análisis de suelo.*

Muestras	PH	C.e. (mhos/cm)	D. Aparente (gr/m <sup>3</sup> )	%Ao	%Lo	%Ar	Tipo de suelo
M-1.1	7.20	2.82	1.234	40	34	26	Franca
M-1.2	7.25	3.30	1.378	47	30	23	Franca
M-2.1	7.30	3.85	1.256	43	32	25	Franca
M-2.2	7.40	4.97	1.405	46	30	24	Franca
M-3.1	7.20	4.10	1.204	48	32	20	Franca
M-3.2	7.40	3.12	1.390	50	28	22	Franca

*Nota.* Fuente: Laboratorio de Química y suelos de la EEA. Vista Florida.

**Tabla 18**  
*Criterios agronómicos.*

Descripción	Unidad	Datos	Comentarios
Densidad aparente	gr/m <sup>3</sup>	1.31	Tabla 17
Capacidad de campo	%	24	Tabla 2
Punto de marchitez permanente	%	12	Tabla 2
Nivel de agotamiento permisible	%	30	Tabla 1
Caudal del emisor	L/hr	1.50	Diseño
Infiltración básica del suelo	mm/hr	6	Tabla 1
Diámetro de humedecimiento del emisor	m	0.56	Formula
Distancia entre emisores	m	0.40	Diseño
Distancia entre laterales	m	1	Según MP
Numero de laterales	-	1	Según MP
Porcentaje del área bajo riego (30%<PAR<70%)	%	62.50	Formula

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

**Tabla 19***Prueba de coeficiente de uniformidad.*

<b>Tipo de riego</b>	<b>Q<sub>μ</sub> total (Lt/hr)</b>	<b>Q<sub>μ</sub> 25% (Lt/hr)</b>	<b>C.U. (%)</b>	<b>Funcionamiento</b>
Sola cinta	1.48	1.39	93.70	Excelente
Doble cinta	1.25	1.20	95.75	Excelente

*Nota.* Fuente: elaboración propia.**Anexo IV. Fertilización y control de malezas, plagas y hongos.****Tabla 20***Actividades agronómicas necesarias para el desarrollo del cultivo.*

<b>Descripción</b>	<b>Aplicación de insumos</b>
Fertilización	La fórmula N-P-K fue de 200 -100 -180; y la primera aplicación fue con 5 bolsas de nitrato de amonio. (33% N <sub>2</sub> . Y 3% P <sub>2</sub> ), 3 bolsas de fosfato diamónico (46% P <sub>2</sub> y 18% de N <sub>2</sub> ), 3 bolsas de sulfato de potasio (50% K <sub>2</sub> y 18% de S <sub>2</sub> ). La segunda aplicación fue con 10 bolsas de ultrasol NIT- ONE. (33% N <sub>2</sub> . Y 2% S <sub>2</sub> ) x 25 kg., 1 bolsas de superfosfato triple Ca (46% P <sub>2</sub> y 20% de Ca), 10 bolsas de Ultrasol potasio (13.5 de N <sub>2</sub> y 45.5% K <sub>2</sub> ).
Labores culturales	Deshierbo manual con hoz y palana de malezas (amaranthus, yuyo, capulí, raja mano, hierva mora, floripondio, cerraja). Y aporque a caballo de los surcos.
Control biológico	Liberación de 3 millares de ninfas de crisopas para el control de insectos y posturas de lepidópteros en las plántulas de ají. Y siembra de maíz blanco en los surcos para la separación de las parcelas según láminas de riego.
Control fitosanitario químico	Aplicación de dosis: Abamex 0.5 cc x 1Lt de agua, Confidor 0.5 cc x 1Lt de agua, Acronic fungicida 1cc x 1Lt de agua y Absolute 0.75 cc x 1Lt de agua y azufre pantera líquido 3 cc x 1Lt de agua. Otra dosis: Abamex 0.5 cc, Confidor 0.5 cc, Acronic fungicida 1cc x y Absolute 0.75 cc y 1.5 cc de azufre pantera liquido + Trigger dosis 50 cc/ mochila y Wuxal Potasio 100 cc.

*Nota.* Fuente: elaboración propia.

**Anexo V. Panel fotográfico.**



*Bombeo de agua del canal Capote al reservorio.*



*Trasplante de ají escabeche, panca y páprika.*



*Aplicación de insumos químicos con mochila.*



*Aplicación de los turnos de riego.*



*Toma de datos con el equipo TDR 350.*



*Aporque a caballo en los surcos.*



*Prueba de coeficiente de uniformidad en los goteros.*



*Toma de medidas de altura de la planta.*



*Pesaje de los frutos frescos por planta.*



*Pesaje total de los frutos cosechado en cada tratamiento.*



*Medición del diámetro del fruto con vernier.*



*Medidas de longitud del fruto con regla métrica.*



*Selección de ají escabeche.*



*Selección de ají panca.*



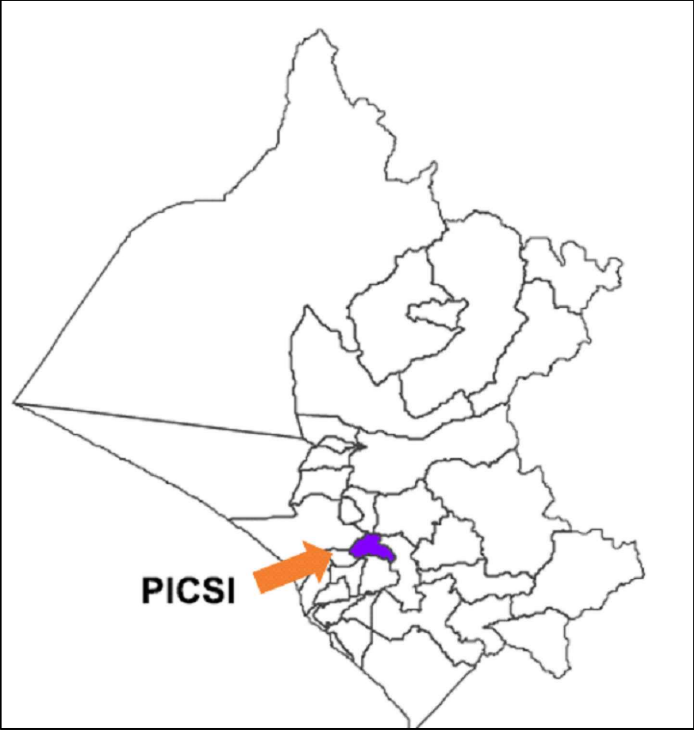
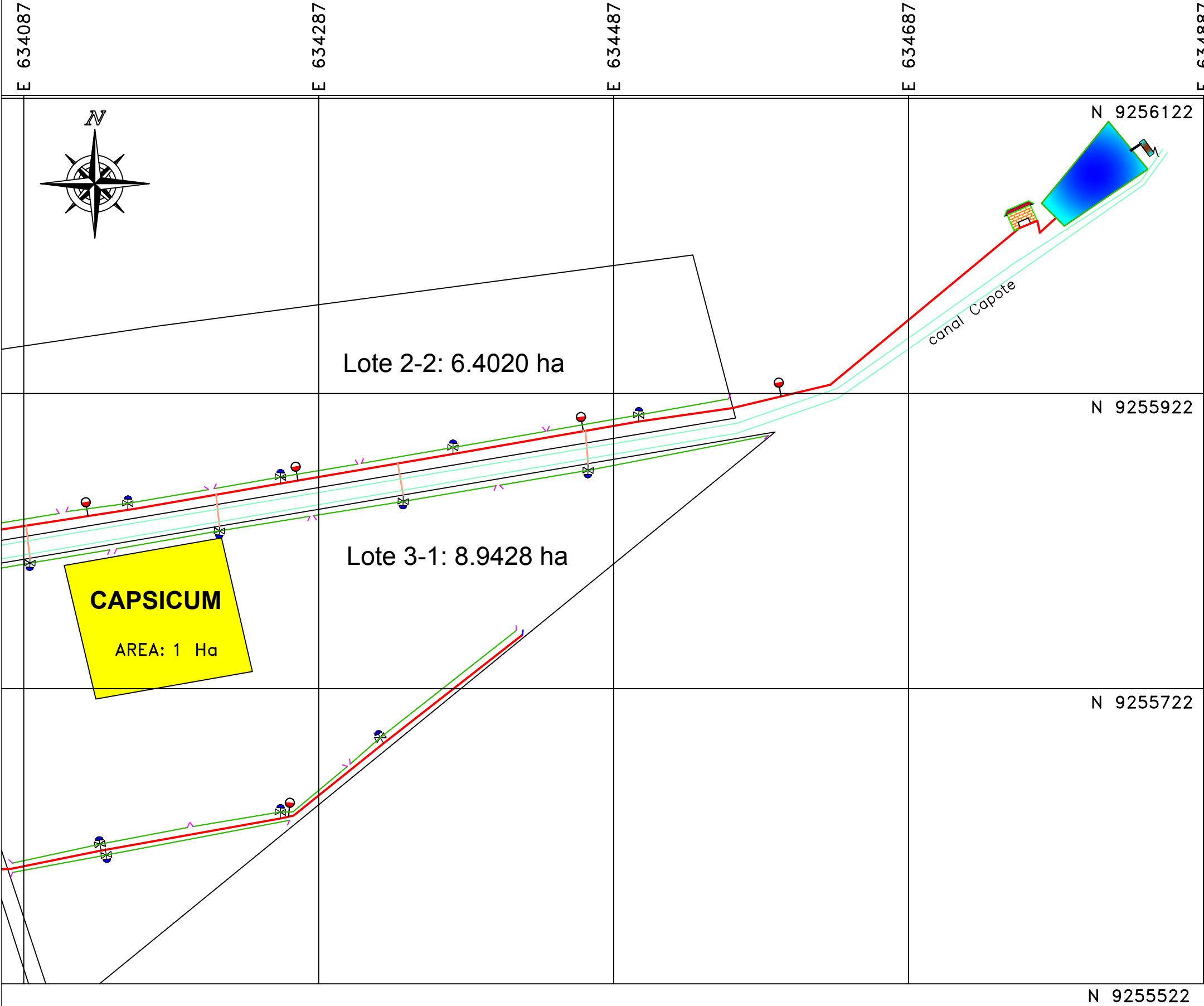
*Selección de ají páprika.*



*Peso de frutos secos del ají escabeche, panca y páprika.*

## ***Anexo VI. Planos***

# LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



## LEYENDA

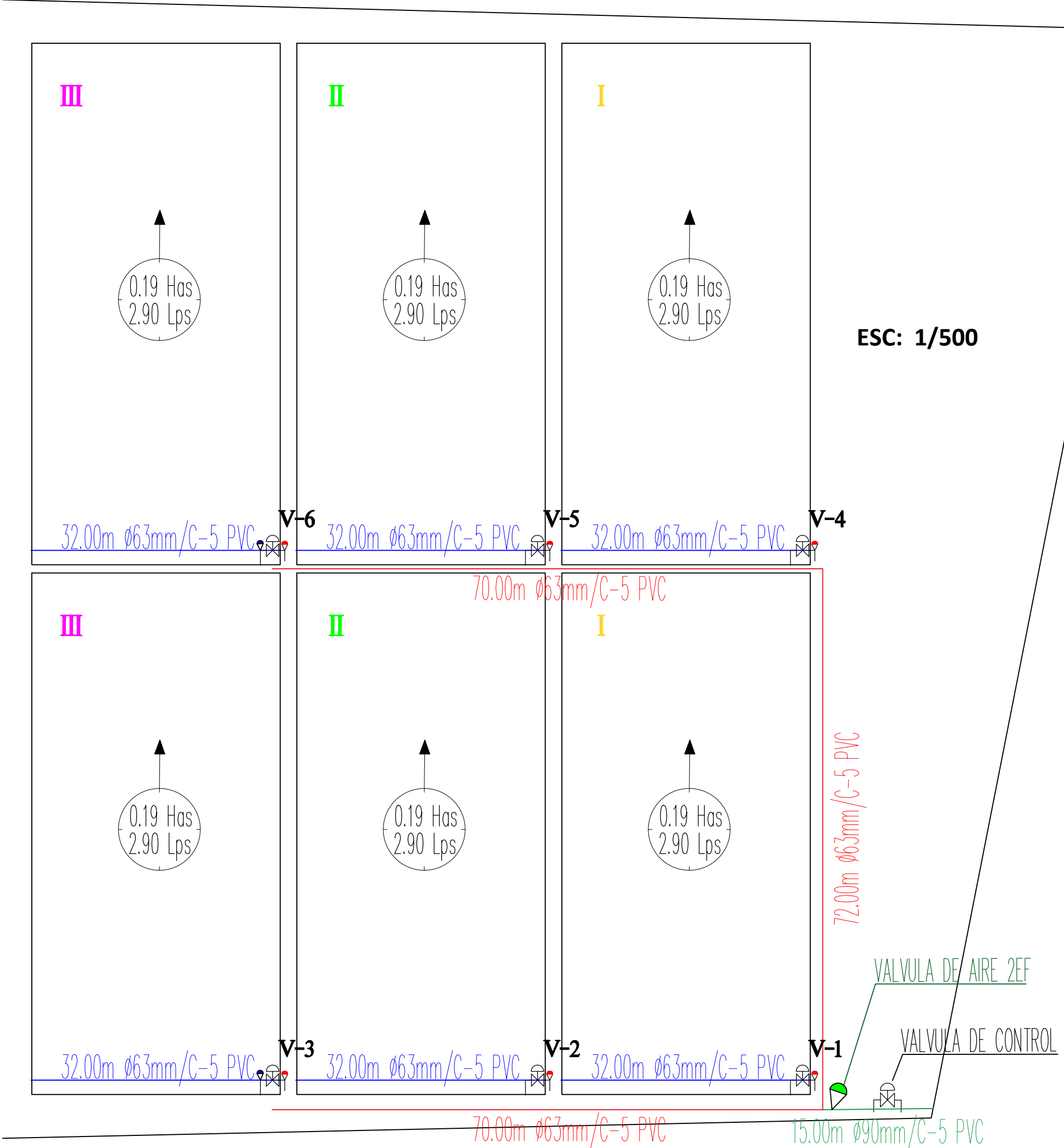
	Tuberia PVC Ø 160mm C-5
	Tuberia PVC Ø 90mm C-5
	Tuberia PVC Ø 63mm C-5
	Reservorio
	Desarenador
	Valvula Automatizada
	Valvula De Aire
	Caseta(cabecal de riego)
	Purgador de Linea de Conducción
	Purgador de Modulo

Tesis:  
"EVALUACION DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE TRES VARIEDADES DE  
AJI CON RIEGO POR GOTEO BAJO TRES LAMINAS DE RIEGO EN VISTA  
FLORIDA, CHICLAYO"

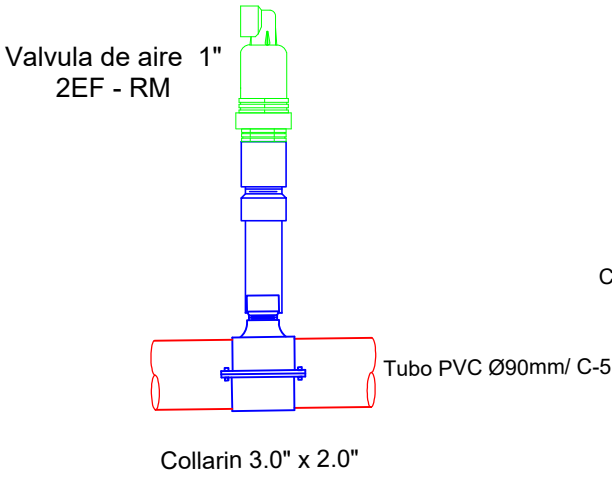
## PLANO DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

Autor:	Edwin José Saavedra Ayala	Lámina:	<b>PPE</b>
Asesor:	Ing. M.I. Juan Hernández Alcántara		
Coasesora:	Dra. Lia Ramos Fernández		
Lugar:	EEA Vista Florida	Fecha:	
		agosto 2019	
		Escala:	
		1:300	

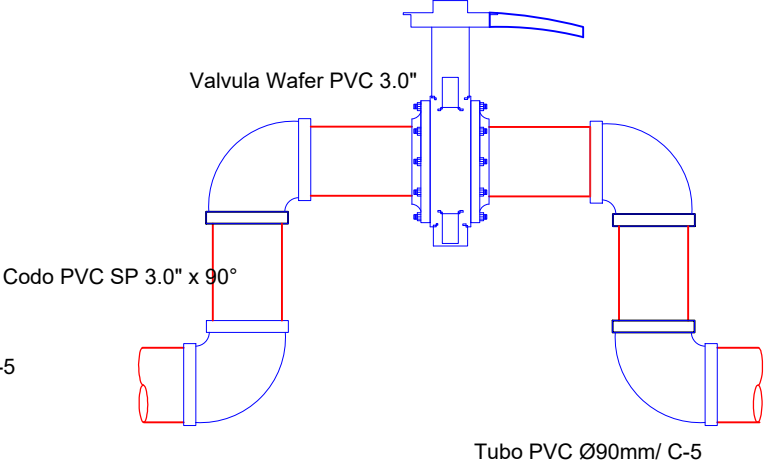
PLANO HIDRAULICO Y DETALLES



Detalle de valvula de  
aire 2EF



Detalle de valvula de  
control 3"



DETALLE:

- 1. La tuberia de PVC esta bajo la NTP – ISO 1452 – 2012.
- 2. Valvula Wafer con presion de trabajo 16 bar.
- 3. Accesorios de conexion de PVC, presion de trabajo de 20 bar.
- 4. Valvula de aire de poliamida con fibra de vidrio, presion de trabajo de 16 bar.