

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN  
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



Evaluación del ritmo de crecimiento y análisis  
bromatológico de *Physalis peruviana* “capulí” en tres  
sustratos. Ayacucho, 2016.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGA EN LA ESPECIALIDAD DE MICROBIOLOGÍA**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. CCAICO APONTE, Katherine**

**AYACUCHO – PERÚ**

**2018**



Dedico este trabajo a Dios, por dar la vida a mis padres, a quienes les debo todo lo que tengo en esta vida.



## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, *alma mater*, formadora de hombres que luchan por el desarrollo de su pueblo.

A los docentes e investigadores quienes durante los cinco años se esmeraron y contribuyeron en mi formación profesional, con conocimientos teóricos y experiencias vividas.

A la Blga. Edna León Palomino, por asesorar este trabajo de investigación, por su alto desempeño, dedicación profesional, aportaciones teóricas y prácticas, experiencias, consejos enmarcados en torno a la investigación.

Al Blgo. Carlos Carrasco Badajoz, por el apoyo y consejo durante el desarrollo del trabajo de investigación.

Y a todas aquellas personas que de una y otra manera contribuyeron a la cristalización de la presente tesis.



## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	5
2.2.1. Origen y distribución	5
2.2.2. Descripción	5
2.2.3. Clasificación taxonómica	6
2.2.4. Composición nutricional	7
2.2.5. Manejo agronómico del cultivo	8
2.2.6. Ciclo de cultivo	8
2.2.7. Condiciones agroecológicas	9
2.2.8. Plagas y enfermedades	10
2.2.9. Propiedades atribuidas y usos	11
2.2.10. Análisis de crecimiento	11
2.2.11. Análisis bromatológico	12
2.2.12. Sustrato	12
2.2.13. Invernadero	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES	45
VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	47
ANEXOS	51





## ÍNDICE DE TABLA

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Composición nutricional de <i>Physalis peruviana</i> por 100 g de producto en el año 2012, Colombia.	7
<b>Tabla 2.</b> Composición nutricional de <i>Physalis peruviana</i> por 100 g de la porción comestible en el año 2009, Perú.	8



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Altura promedio y desviación típica en tres tiempos de crecimiento de plantas de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.	26
<b>Figura 2.</b> Tendencia cuadrática del índice de área foliar de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos durante 135 días. Ayacucho, 2016	27
<b>Figura 3.</b> Tendencia cuadrática del índice de crecimiento relativo de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos durante 135 días, Ayacucho, 2016.	28
<b>Figura 4.</b> Tendencia cuadrática del índice de asimilación neta de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos durante 135 días. Ayacucho, 2016.	29
<b>Figura 5.</b> Valores promedios y desviación típica del contenido de proteína de los frutos maduros de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.	30
<b>Figura 6.</b> Valores promedios y desviación típica del contenido de extracto etéreo de los frutos maduros de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.	31
<b>Figura 7.</b> Valores promedios y desviación típica del contenido de humedad de los frutos maduros de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.	32
<b>Figura 8.</b> Valores promedios y desviación típica del contenido de ceniza de los frutos maduros de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.	33
<b>Figura 9.</b> Valores promedios y desviación típica de carbohidratos de los frutos maduros de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.	34

**Figura 10.** Valores promedios y desviación típica del contenido de fibra en frutos maduros de *Physalis peruviana* “capuli” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.

35

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1.</b> Germinación, trasplante, crecimiento y desarrollo de las plantas de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” en condiciones de invernadero de UNSCH- Ayacucho, 2016.	52
<b>Anexo 2.</b> Fruto fresco de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” recién muestreada del invernadero de UNSCH- Ayacucho, 2016.	53
<b>Anexo 3.</b> Análisis bromatológico del fruto de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” en el laboratorio de Bromatología y Nutrición de la UNSCH- Ayacucho, 2016.	54
<b>Anexo 4.</b> Porcentaje de germinación de las semillas y el peso fresco de cada fruto de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” en condiciones de invernadero. UNSCH – Ayacucho, 2016.	55
<b>Anexo 5.</b> Medidas directas de crecimiento de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” en condiciones de invernadero. UNSCH – Ayacucho, 2016.	56
<b>Anexo 6.</b> Medidas indirectas de crecimiento de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” en condiciones de invernadero. UNSCH – Ayacucho, 2016.	57
<b>Anexo 7.</b> Resultado de análisis bromatológico del fruto de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” en condiciones de invernadero. UNSCH – Ayacucho, 2016	58
<b>Anexo 8.</b> Resultado del análisis de Kruskal Wallis para comparar la altura de las plantas de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” a los 15 días y a los 135 días cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.	59

<b>Anexo 9.</b> Resultado del análisis de Kruskal Wallis para comparar el contenido de proteína, extracto etéreo, humedad, cenizas, carbohidratos y fibra en los frutos maduros de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.	60
<b>Anexo 10.</b> Estadísticos descriptivos del índice de área foliar de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivadas en tres tipos de sustratos durante 135 días. Ayacucho, 2016.	61
<b>Anexo 11.</b> Estadísticos descriptivos del índice de crecimiento relativo de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos durante 135 días. Ayacucho, 2016.	62
<b>Anexo 12.</b> Estadísticos descriptivos del índice de asimilación neta de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” cultivadas en tres tipos de sustratos durante 135 días, Ayacucho, 2016.	63
<b>Anexo 13.</b> Registro de temperatura y precipitación. Estación meteorológica INIA – Ayacucho, 2016.	64
<b>Anexo 14.</b> Certificación de la planta de <i>Physalis peruviana</i> L. por el Herbarium Huamangensis. Ayacucho, 2016.	65

## RESUMEN

Considerando que la germinación, crecimiento, desarrollo y la composición bromatológica de los frutos de la planta de *Physalis peruviana* dependen de la calidad del sustrato. El objetivo de esta investigación fue evaluar el ritmo del crecimiento y determinar la composición bromatológica de los frutos de *Physalis peruviana* "capulí" en tres sustratos (arena, compost de hojas y corteza de pino y compost de estiércol de conejo), en condiciones de invernadero de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho. La investigación fue experimental que inició con la germinación de las semillas, después de 2 meses se trasplantaron 150 plántulas en las tres parcelas ubicadas en el invernadero; 50 plántulas se cultivaron en una mezcla de tierra agrícola y de arena (3:1), 50 en la mezcla de tierra agrícola y compost de hojas de pino y corteza (3:1) y 50 en la mezcla de tierra agrícola y de compost de estiércol de conejo (3:1) las cuales fueron evaluadas cada 15 días hasta su cosecha y para el análisis bromatológico, se muestreó al azar frutos maduros. La metodología que se utilizó fue con las medidas directas e indirectas de crecimiento y AOAC 1990. Teniendo como resultado el más eficiente al sustrato III (tierra agrícola más compost estiércol de conejo) donde la altura de las plantas fue estadísticamente mayor con un promedio de 140,63 cm, el peso seco de 1,85g, índice de área foliar (IAF) de 1,04 dm<sup>2</sup>/dm<sup>2</sup>, índice de crecimiento relativo (ICR) de 0,46 g/g/t y el índice de asimilación neta (IAN) de 1,27 g/dm<sup>2</sup>/sem el menos eficiente corresponde al sustrato I (tierra agrícola más arena) y el análisis bromatológico de los frutos presentaron 70,5% de humedad, 0,23% extracto etéreo, 0,99%, cenizas, 18,3% carbohidratos totales y 4,1% fibra neta y se concluyó que el ritmo de crecimiento fue mayor con el sustrato III (mezcla de tierra agrícola más compost de estiércol de conejo (3:1)) y el análisis bromatológico, fueron similares estadísticamente, solo el % de proteínas fue mayor con el sustrato III con un promedio de 1,13%.

**Palabras clave:** *Physalis peruviana*, ritmo de crecimiento, análisis bromatológico.





## I. INTRODUCCIÓN

*Physalis peruviana* comúnmente conocida en Perú como “capulí” es una planta originaria de los andes peruanos, pertenece a la familia de las Solanáceas, es la especie más conocida del género *Physalis* cuenta con más de cincuenta variedades que se encuentran en estado silvestre, se adapta fácilmente a una amplia variedad de condiciones agroecológicas; su fruto es una baya jugosa de color amarillo brillante de sabor dulce semiácido muy apetecible, que lo consumen en los países europeos y en Estados Unidos por las propiedades medicinales que se le han atribuido como antidiabético, antioxidante, antiasmático, diurético, antiséptico, sedante, analgésico, fortificante del nervio óptico, alivia problemas de garganta, elimina parásitos intestinales. Además, tiene alto contenido de antioxidantes (vitamina C y vitamina A), fósforo, hierro, proteína y fibra.<sup>1,2,3</sup>

El cultivo de *Physalis peruviana*, es una alternativa de producción para la economía de muchos países, debido a que presenta buenas perspectivas e interés en los mercados internacionales, lo cual se deriva de las características nutricionales y propiedades medicinales que posee el fruto. Los principales productores de *Physalis* a nivel mundial son: Colombia, Kenia, Zimbabue, Australia, Nueva Zelanda, India y Ecuador. Se cultiva en menor extensión en: Estados Unidos, Brasil, Venezuela, Bolivia, Perú, Chile, entre otros países.<sup>1</sup>

El Perú es considerado como el lugar de origen y como tal, un importante centro de biodiversidad mundial y la cordillera de los andes peruanos que ha

contribuido a la gran diversidad de ecotipos de *Physalis peruviana*. Sin embargo, el cultivo en forma comercial es reciente y la producción es baja.<sup>3</sup> Las zonas productoras son: Cajamarca (Baños del Inca, Llacanora), Cusco, Ancash, Cusco, Huancayo y Ayacucho.<sup>4</sup>

El método de investigación fue experimental entonces, considerando que la germinación, crecimiento y el desarrollo de la planta de *Physalis peruviana* dependen de la calidad del sustrato, la investigación tiene como finalidad evaluar cómo influye los diferentes sustratos (arena, compost de hojas y corteza de pino y compost de estiércol del conejo) mezclados con tierra agrícola en proporción (3:1) bajo condiciones de invernadero, en el ritmo de crecimiento y en los resultados de la composición bromatológica y de esta manera brindar información a la población sobre que sustrato es el más eficiente. Por tales razones los objetivos fueron:

### **Objetivo general**

Evaluar el ritmo del crecimiento y la composición bromatológica de los frutos de *Physalis peruviana* “capulí” sembrados en diferentes sustratos en condiciones de invernadero.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar el ritmo de crecimiento de la planta *Physalis peruviana* “capulí” sembrados en los tres sustratos en condiciones de invernadero.
- Determinar el análisis bromatológico de los frutos maduros de *Physalis peruviana* “capulí” extraídos de los tres sustratos y compararlos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

En México en el año 2003, con el fin de evaluar el comportamiento agrofenológico de seis colectas silvestres de *Physalis peruviana* L., introducidas desde Perú, en agosto de 2003 hasta febrero de 2004 se realizó el presente estudio en invernadero y fertirriego en Chapingo. La unidad experimental estuvo constituida por 10 contenedores de polietileno (40 cm de altura y 25 cm de diámetro) rellenos con arena de tezontle que fueron colocados en hileras paralelas al sistema de riego; la separación entre contenedores e hileras fueron 50 y 80 cm, respectivamente. Se obtuvieron diferencias genotípicas significativas entre colectas para rendimiento de fruto, peso fresco de fruto con y sin cáscara, altura total de planta y a la primera bifurcación, diámetro de tallo y número de hojas por planta. A los 64 días después del trasplante una colecta procedente de Huancayo alcanzó mayor altura de planta (85 cm), diámetro del tallo (1,33 cm) y número de hojas por planta (67). El rendimiento medio de fruto fue de 22 t·ha<sup>-1</sup>. El número de frutos por planta, la altura total de planta y a la primera bifurcación, y el número total de hojas por planta, correlacionaron positivamente con el rendimiento total de fruto. El desarrollo fenológico de todas las colectas fue similares a través del tiempo: germinaron en 12 días, mientras que la floración, el crecimiento y la madurez de los frutos empezó a los 42, 52 y 146 días después del trasplante, respectivamente; sin embargo, hubo traslape en el periodo de ocurrencia de tales etapas debido al hábito de crecimiento indeterminado de la especie y similar respuesta en el ambiente de producción.<sup>5</sup>

En Perú en el año 2013 se realizó la investigación en el Centro Agrícola Tartar de la Universidad Nacional de Cajamarca, cuyo objetivo fue evaluar el efecto sobre el rendimiento de las densidades 5000, 3333 y 2500 plantas ha<sup>-1</sup> y los niveles de humus de lombriz 0, 1, 2 y 3 Kg por planta<sup>-1</sup> en el cultivo de *Physalis peruviana*. La conducción del experimento fue desde obtención de semilla hasta la cosecha evaluándose el rendimiento, características morfológicas y análisis económico. Los resultados obtenidos en relación al rendimiento el T4 (densidad 5 000 planta ha, humus 3 Kg planta) alcanzó el mayor rendimiento con 7,972 t ha<sup>-1</sup> mientras que el T9 (densidad 2500 planta ha, humus 0 Kg planta) obtuvo el menor rendimiento con 2,646 t ha<sup>-1</sup>. Según la prueba de Duncan, los tratamientos con densidad 5 000 planta ha<sup>-1</sup>, generó el más alto rendimiento promedio con 7.069 t ha, Asimismo, el tratamiento que generó mayor utilidad neta fue el T1 con S/ 8000 de la cual se concluye que en ese tipo de suelo no es necesario aplicar humus de lombriz, porque no compensa los costos de producción. El rendimiento alcanzado no representa el potencial productivo del cultivo porque las condiciones climáticas adversas (heladas) presentadas en la fase productiva generaron la caída en la producción acortando su periodo vegetativo.<sup>6</sup>

En Perú en el año 2015, se realizaron las evaluaciones siguientes: porcentaje de germinación, longitud de raíz, número de foliolos, altura de plántula, cobertura foliar y diámetro de tallo y con el objetivo de determinar el efecto de tres sustratos en la propagación de semilla botánica de *Physalis peruviana L.* y los resultados obtenidos mostraron que la calidad de las plántulas de *Physalis peruviana L.* está influenciado tanto por el sustrato empleado en la propagación, además se corroboró el rol que juega en la obtención de una buena plántula, en la calidad de la floración.<sup>7</sup>

En Colombia en el año 2015, se realizó un análisis proximal del capulí (*P. peruviana L.*) procedente de Toca-Boyacá y presentó un contenido de humedad, cenizas, proteínas y grasas del 82,43%, 0,75%, 0,48% y 1,43%, respectivamente. Valores cercanos a los referentes de la FAO y del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). El fruto presentó un contenido de proteína relativamente alto de 1,43% la mayoría de los frutos no superan el 1,0%.<sup>8</sup>

En Perú el 2009 se reportó la composición nutricional de *Physalis peruviana*, 82,3% de humedad, 0,7% de proteínas, 0,4% de grasas, 15,9% de carbohidratos, 0,7% de fibra y 0,7 % de cenizas.<sup>9</sup>

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Origen y distribución**

*Physalis peruviana* es originario de los andes peruanos, los incas la cultivaban en sus “jardines reales” pero luego de la conquista española, al igual que otros cultivos, desapareció. Se conocen más de 50 especies en estado silvestre. La planta crece en zonas altas entre los 1,500 a 3,000 msnm entre Chile y Colombia en forma silvestre y semisilvestre.<sup>10</sup>

Esta especie fue introducida por los españoles como antiescorbuto en Sudáfrica hace más de 200 años, distribuida a Kenia, California, Gran Bretaña, Australia, Zimbabue, Nueva Zelanda, Estados Unidos, Francia, Hawai e India.<sup>1</sup>

### **2.2.2. Descripción**

*Physalis peruviana* se comporta como planta anual o perenne, fuertemente ramificada que crece normalmente hasta una altura de 1 a 1,6 m; pero con poda y espaldera puede llegar hasta 2,0 m o más. La planta tiene un hábito de crecimiento indeterminado, esto significa que el desarrollo de nuevas ramas, hojas, flores y frutos ocurre simultáneamente. Su tiempo de vida es de 1 a 3 años, ciclo comercial 17 a 19 meses desde la siembra.<sup>11,12</sup>

#### **Raíz**

Se caracteriza por ser fibrosa y ramificada, alcanza de 50 a 70 cm de Profundidad en el suelo.<sup>12, 13</sup>

#### **Tallo**

Posee un tallo herbáceo, cubierto de vellosidades suaves, de color verde y quebradizo.<sup>12, 13</sup>

#### **Las hojas**

Las hojas son enteras, acorazonadas, de disposición alterna y tienen un tamaño entre 5 a 15 cm de largo y 4 a 10 cm de ancho.<sup>12, 13</sup>

#### **Las flores**

Presenta flores solitarias, pedunculadas y hermafroditas con cinco pétalos amarillos soldados y puntos morados en su base.<sup>12,13</sup>

### **El cáliz**

Crece de forma simultánea con el fruto y lo cubre completamente hasta su estado de madurez. Además, este órgano protege al fruto contra condiciones climáticas extremas (alta insolación, frío y granizos), daño mecánico, enfermedades, distribuidas por el aire, insectos y pájaros.<sup>12, 13</sup>

### **El fruto**

Es una baya carnosa y jugosa de color amarillo brillante, que necesitan entre 60 y 80 días para madurar.<sup>12, 13</sup>

### **Semilla**

Contiene entre 100 a 300 semillas con forma ovalada, el parénquima presenta zonas vacías cuyo tamaño aumenta según su desarrollo y la madurez.<sup>12,13</sup>

### **2.2.3. Clasificación taxonómica:**

La clasificación botánica de *Physalis peruviana* según Cronquist A. en 1988 es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub clase	: Asteridae
Orden	: Solanales
Familia	: Solanaceae
Género	: Physalis
Especie	: <i>Physalis peruviana</i> L.
N.V	: “capulí”. (Anexo 29)

El nombre de *Physalis peruviana* fue dado por Carlos Linneo en 1753. La forma característica del cáliz inflado es la responsable del nombre del género, el cual deriva de la palabra griega vejiga Physalis.<sup>13</sup>

### 2.2.3.1. Sinonimia internacional

*Physalis peruviana* es conocida en:

**Bolivia:** chirto o chilto (en lengua aymara), capulí, motojobobo embolsado.

**Costa Rica:** uchuva, fruta del amor.

**Colombia:** guchavo, guchuva, uchuva, ochuva, uchua, uvilla, vejigón.

**Chile:** bolsa de amor, uchuva, capulí, "amor escondido", Fisal.

**Ecuador:** uvilla.

**España:** alquejenje.

**México:** cereza del Perú.

**Perú:** aguaymanto, tomatillo, upshanqu, upishanka, capulí, cereza del Perú.

**Venezuela:** topotopo, chuchuva.

**Estados Unidos:** golden Berry. <sup>14</sup>

### 2.2.4. Composición nutricional:

*Physalis peruviana* posee un fruto cuyo atributo peculiar es el sabor agrídulce y contiene valores destacables de nutrientes. En las tablas (1)<sup>15</sup> y (2)<sup>9</sup> se muestran detalladamente el contenido nutricional por 100 g de producto.

**Tabla 1. Composición nutricional de *Physalis peruviana* por 100g de producto en el año 2012, Colombia.**

Parámetro nutricional	Rango
Humedad	79,8 – 85,5%
Proteína	0,3 – 1,5 g
Grasa	0,15 – 0,5 g
Carbohidrato	11,0 – 19,6 g
Fibra	0,4 – 4,9 g
Cenizas	0,7 – 1,0 g
Carotenos	16 mg
Tiamina	0,1 – 0,18 mg
Riboflavina	0,03 – 0,18 mg
Niacina	0,8 – 1,7 mg
Vitamina C	20 – 43 mg
Potasio	210 – 467 mg
Magnesio	7 – 19 mg
Calcio	2 – 28 mg
Fósforo	27 – 55,3 mg
Hierro	0,3 – 1,2 mg
Zinc	0,40 mg

Adaptado de (Erkaya, Dagdemir, Şengul, 2012).

**Tabla 2. Composición nutricional de *Physalis peruviana* por 100g de la porción comestible en el año 2009, Perú.**

<b>Factor nutricional</b>	<b>Contenido</b>
<b>Humedad</b>	82,3%
<b>Proteína</b>	0,7 g
<b>Grasa</b>	0,4 g
<b>Carbohidrato</b>	15,9 g
<b>Fibra</b>	0,7g
<b>Cenizas</b>	0,7 g
<b>Tiamina</b>	0,07 mg
<b>Riboflavina</b>	0,11 mg
<b>Calcio</b>	26 mg
<b>Fósforo</b>	26 mg
<b>Hierro</b>	0,9 mg

según Instituto Nacional de salud Perú, 2009.

## **2.2.5. Manejo agronómico del cultivo**

**2.2.5.1. Tipo de siembra:** esquejes, semilla (almácigo y variantes del almácigo tradicional, siembra directa).<sup>12</sup>

**2.2.5.2. Almácigo:** en camas de 1 x 2 m con sustrato preparado, emerge entre 17 a 25 días dependiendo de la temperatura.<sup>16</sup>

**2.2.5.3. Preparación del terreno:** para la preparación del sitio definitivo se recomienda romper estructuras compactadas a fin de mejorar el drenaje del terreno, libre de terrones y listo para el hoyado.<sup>16</sup>

**2.2.5.4. Hoyación:** las dimensiones de los hoyos es de 0,4 x 0,4 x 0,4 cm, se separa la porción de tierra superficial de la porción de la capa profunda.<sup>16</sup>

**2.2.5.5. Trasplante:** se seleccionan las plantas sanas, bien formadas, libres de plagas y enfermedades se coloca con cuidado en el hoyo haciendo un pequeño montículo de tierra a su alrededor (anillos de riego) con el objetivo de evitar encharcamientos, pudriciones en la base de tallo y con esto mejorar su anclaje.<sup>16,17</sup>

## **2.2.6. Ciclo del cultivo**

### **2.2.6.1. Germinación**

Las semillas tienen una tasa de germinación de 75 a 85% y un tiempo de germinación de 10 a 15 días. La más alta tasa de germinación ocurre en semillas tomadas de frutos completamente maduros. Para el cultivo se recomienda la instalación de camas de cultivo, desde donde se trasplantan en el campo, después de 2 meses, con un tamaño de 20 - 25 cm.<sup>18</sup>



### 2.2.6.2. Crecimiento y desarrollo

Inicia su crecimiento con un tallo que se bifurca naturalmente en dos tallos después de 8 a 12 nudos los cuales se ramifican de nuevo, después de un nudo, para formar otros dos tallos y obtener cuatro tallos reproductivos que, a su vez, van a cargar las ramas laterales que pueden tener hasta 15 o más frutos cada una, según las condiciones agroecológicas y de manejo.<sup>16,17</sup>

- Germinación a trasplante: 3 meses
- Desarrollo de la plantación: 4 a 6 meses
- Inicio de cosecha: 5 a 7 meses
- Duración de la cosecha: 2 a 3 años aprox.

**Momento de la cosecha:** cuando los cálices empiezan a secarse, y la fruta toma el color característico del ecotipo o variedad (aproximadamente después del 5to al 7mo mes en campo definitivo).<sup>12</sup>

### 2.2.7. Condiciones Agroecológicas

Se adapta fácilmente a una amplia variedad de condiciones agroecológicas.<sup>16</sup>

#### 2.2.7.1. Suelo

*Physalis peruviana* prefiere suelo de estructura granular con una textura franco arenosa o franco arcilloso, ricos en materia orgánica (>3%), un pH entre 5,5 a 6,5 y que no presenten resistencia mecánica a la penetración de raíces. Estos suelos garantizan buen drenaje, permitiendo que las raíces penetren con facilidad y dispongan de buena cantidad de agua y nutrientes para su desarrollo.<sup>16</sup>

#### 2.2.7.2. Luz

La radiación solar directa favorece la fructificación de *Physalis peruviana*, esta fomenta la fotosíntesis del cáliz y de las hojas adyacentes, la planta también crece en asociación con un bosque abierto, bajo cierta sombra.<sup>16</sup>

#### 2.2.7.3. Humedad

La humedad relativa favorable para este cultivo oscila entre 70 y 80 %. Aunque también puede crecer con una humedad relativa mínima de 50% y máxima de 90%.<sup>16</sup>

Es muy sensible a la falta de agua, la planta se torna de un color púrpura generalizado; la carencia de humedad produce el fenómeno de absorción de

agua de los frutos por las diferentes partes del vegetal, dando lugar a agrietamientos de frutos o caída de los mismos.<sup>17</sup>

#### **2.2.7.4. Temperatura**

La planta de *Physalis peruviana* crece en un rango de temperatura de 8 a 29 °C. Sin embargo, Velásquez y Mestanza mencionan que la temperatura óptima de crecimiento está en el rango de 13 a 18 °C.<sup>16</sup>

En las zonas altas con temperaturas bajas, la planta crece menos rápido y la primera producción se retrasa .<sup>16,18</sup>

#### **2.2.7.5. Heladas**

Afectan especialmente el crecimiento nuevo y tierno de la planta, pese a esta susceptibilidad, después de una helada ligera suelen ocurrir rebrotes de las ramas basales, el crecimiento vegetativo es muy lento .<sup>16,18</sup>

#### **2.2.7.6. Vientos**

Se recomienda construir una barrera contra los vientos fuertes, los mismos que pueden atraer enfermedades se puede evitar realizando una cerca viva, que puede ser necesaria para proteger a la planta de la deshidratación deformación en su crecimiento.<sup>16,18</sup>

#### **2.2.7.7. Altitud**

La fruta se produce bien desde el nivel del mar hasta los 3300 msnm, pero obtiene un buen comportamiento entre 1800 a 2800 msnm, siendo lo ideal entre 2400 a 2800 msnm.<sup>16,18</sup>

### **2.2.8. Plagas y enfermedades**

#### **2.2.8.1. plagas**

Las principales plagas de *Physalis peruviana* son:

**Grillos:** inducido por *Gryllus campestris*, atacan en estado ninfal y adulto cortando a la altura del cuello de la planta en vivero y plantación recién establecida, se controla haciendo el recojo manual.<sup>17</sup>

**Babosas:** clase gastrópoda, plaga en vivero y plantación definitiva en exceso de humedad corta a la altura del cuello de la planta en ocasiones severas destroza el tallo, ocasionando la muerte. Se controla recogiendo en forma manual, otra forma es aplicando cal alrededor de la planta.<sup>17</sup>

**Gusano de tierra:** inducido por *Copitarsia turbata*, las larvas se alimentan del follaje y tallo son muy voraces. Se controla con riegos pesados y recojo manual.<sup>18</sup>

**Áfidos o pulgones:** inducido por *Aphis sp.*, son insectos pequeños chupadores de color verde amarillento forma colonias en el envés de las hojas provoca enrollamiento y clorosis; se controla con insecticidas sistémicos.<sup>17</sup>

#### **2.2.8.2. Enfermedades.**

*Physalis peruviana*, es atacado por diferentes enfermedades de las cuales los principales son:

**Tristeza del aguaymanto:** inducido por *Fusarium oxysporum*, ataca a nivel radicular, produciendo marchitez de la planta, se previene sembrando en suelos no pesados, se controla aplicando el hongo antagónico.<sup>16,18</sup>

**Agallas en las raíces:** inducido por *Melodogyne incognita*, es un nematodo que produce achaparramiento y marchitez generalizada, se previene realizando rotación de cultivos.<sup>16,18</sup>

**Manchas en follaje y frutos:** inducido por *Cercopora sp.* que produce la mancha gris de forma circular y *Poma sp.* produce la muerte regresiva, se caracteriza por presentar manchas amplias.<sup>16,18</sup>

#### **2.2.9. Propiedades atribuidas y usos.**

La importancia que tiene *P. peruviana L.* se debe principalmente por las propiedades nutritivas y medicinales que posee la planta. Los frutos son extremadamente ricos en Vitamina A, Vitamina C, fibra, proteínas, fósforo, hierro, potasio y zinc y las propiedades medicinales que se le han atribuido son: antidiabético, antioxidante, antiasmático, diurético, antiséptico, sedante, analgésico, fortificante del nervio óptico y elimina parásitos intestinales.<sup>19</sup>

En los últimos años, debido a la expansión de la medicina alternativa, *Physalis peruviana* es una de las frutas predilectas. Por otro lado; se consume como néctar, mermelada, yogurt, helado, en extracto, fruta fresca, licores y pulpa congelada.<sup>20</sup>

#### **2.2.10. Análisis de crecimiento**

Es una aproximación cuantitativa, que usa datos simples, para la descripción e interpretación de las plantas que crecen bajo ambiente natural, seminatural o controlado.<sup>21</sup>

El análisis matemático de crecimiento usa medidas directas, tales como peso seco (W), área foliar total (AF) y tiempo (T), mientras que las medidas derivadas índice de crecimiento relativo (TRC), índice de crecimiento del cultivo (ICC),

relación de área foliar (RAF), índice de asimilación neta (TAN), área foliar específica (AFE), índice de área foliar (IAF) y duración de área foliar (DAF) son calculados a partir de las medidas directas.<sup>21</sup>

### **2.2.11. Análisis bromatológico**

Es la disciplina que se ocupa del análisis químico, físico e higiénico mediante procedimientos analíticos para evaluar las características de los alimentos y de sus componentes para conocer la composición cualitativa y cuantitativa, etimológicamente se puede definir a la Bromatología como Broma, “alimento” y logos, “tratado o estudio”.<sup>23</sup>

### **2.2.12. Sustrato**

Es todo material sólido distinto del suelo, natural o residual, mineral u orgánico para el cultivo de una planta. Un buen sustrato debe garantizar un buen soporte a las plantas, suministrar humedad y aireación adecuada, ser de bajo costo, fácil obtención que no libere sustancias tóxicas y que permite el anclaje del sistema radicular.<sup>24</sup>

#### **2.2.12.1. Tipos de sustrato**

Los sustratos pueden diferenciarse en orgánicos; por ejemplo, tierra, turba, compost (de diferentes materiales como corteza de pino), cascarilla de arroz e inorgánicos como la perlita, la vermiculita y la arena.<sup>24</sup>

**Compost de hojas y corteza de *Pinus sp.* “pino”:** tiene buena capacidad de aireación y su capacidad de retención de agua es ideal y el pH de la corteza de pino compostada es ligeramente ácido, lo que la convierte en un potente fungicida, por tanto, evita la aparición y el ataque de hongos.<sup>24</sup>

**Arena:** es uno de los sustratos que más se utiliza por su facilidad de uso, granulometría y porque da un buen drenaje general al homogenizarse bien con el resto de componentes del sustrato. Las mejores arenas son las de río.<sup>24</sup>

**Compost de estiércol de *Oryctolagus cuniculus* “conejo”:** la composición del estiércol de conejo, varía según el tipo de alimentación que se suministre a los animales, lo más significativo de este tipo de excretas es que contiene un alto porcentaje de nitrógeno de 0,7 a 2 % , fósforo asimilable 1,3 a 5 %, potasio de 0,2 a 1,2 % y calcio 0,9 a 3 %.<sup>25</sup>

**2.2.13. Invernadero:** son ambientes cerrados cuyas estructuras tienen la capacidad de generar condiciones de temperatura y humedad ideales para cultivar plantas durante el invierno, o en sectores donde las condiciones climáticas son muy adversas, se utilizan elementos o herramientas que permiten

hacer un manejo adecuado de la cantidad de luz que llega a las plantas, por eso las mallas para invernadero están diseñadas en diferentes porcentajes de densidad, las mallas raschel, son utilizadas no solo para controlar la temperatura y la luz solar que ingresa a los cultivos, sino que también reduce las irradiaciones solares, la desecación del suelo, protege contra la insolación, el viento, heladas, granizo o ataques de aves o insectos suministran una protección completa, evidenciando mayores rendimientos y uniformidad de los frutos. Para lograr un clima óptimo dentro del invernadero se controlan la temperatura, la humedad relativa y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La temperatura es el parámetro individual más importante en los controles que se realizan en los invernaderos ya que desempeña un papel importante en el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Por lo general, las temperaturas de los invernaderos oscilan entre 10 y 20 °C (50 a 68 °F).<sup>22</sup>



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3. METODOLOGÍA:

**3.1. zona de estudio:** La investigación se realizó en el laboratorio de Bromatología y Nutrición y en el invernadero de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

##### 3.1.1. Ubicación política:

País : Perú

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

**3.1.2. Ubicación geográfica:** En el laboratorio de Bromatología y Nutrición y en el invernadero de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho a una altitud máxima de 2761 msnm.

**3.2. Población:** Plantas de *Physalis peruviana* “capulí” del distrito de Ayacucho.

**3.2.1. Muestra:** 150 plantas de *Physalis peruviana* “capulí” extraídas de la mezcla de tierra agrícola con cada uno de los sustratos (arena, compost de hojas de pino y corteza y compost de estiércol de conejo) en proporción 3:1 en el invernadero de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

**3.2.2. Tipo de muestreo:** Muestreo al azar con tres repeticiones.

### **3.3. Criterios de recolección de datos**

#### **3.3.1. Recolección de frutos**

Los frutos fueron recolectados en el mercado “Nery García” del distrito de Ayacucho y luego fueron transportados en una bolsa de papel al laboratorio de Bromatología y Nutrición, donde se seleccionaron frutos maduros, grandes y sanos para la extracción de las semillas.

#### **3.3.2. Obtención de semillas**

Las semillas se extrajeron estrujando los frutos en un recipiente con agua (se desmenuza bien los frutos) se agita el agua y por diferencia de densidad, se separa la cáscara, la pulpa y las semillas; las que tienen mayor densidad (semillas maduras) van a ir al fondo del recipiente y con la ayuda de un colador se separaron las semillas, se dio un buen lavado con agua del caño; las semillas extraídas se colocaron en un recipiente de plástico, en lo cual se hizo remojar por 72 horas (para lograr una germinación eficiente), posteriormente se lavaron con agua limpia y abundante, se secaron a la sombra sobre un papel absorbente, una vez que estuvieron secas fueron almacenadas por 8 días para luego sembrarlos en el almácigo.

#### **3.3.3. Preparación de almácigo y determinación del porcentaje de germinación**

Para la preparación del almácigo se utilizó arena fina con tierra agrícola en proporción 2:1 se utilizó 300 semillas puras tomadas al azar, se formó 3 grupos de 100 semillas, se distribuyeron uniformemente sobre la superficie de la cama, en 3 recipientes de plástico (tina), luego se cubrió con una capa superficial del sustrato (arena) una vez realizada la siembra se procedió a regar con la ayuda de una regadera, fueron llevados al invernadero y a los 16 días se contabilizó las semillas germinadas y se calculó el porcentaje de germinación de las semillas.

$$\% \text{ Germinación} = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{total de semillas sembradas}} \times 100$$

#### **3.3.4. Preparación del terreno y trasplante de plántulas**

Se trasplantaron 150 plántulas de *Physalis peruviana* con un tamaño de 8 a 10 cm a una distancia de 40 x 40 cm en tres parcelas, cuyas dimensiones tenían 4 x 2 m, 50 plántulas en la mezcla de tierra agrícola y de arena (3:1), 50 siguientes en la mezcla de tierra agrícola y compost de hojas y corteza de pino



(3:1) y 50 últimos en la mezcla de tierra agrícola y de compost de estiércol de conejo (3:1) en condiciones de invernadero las cuales fueron evaluadas cada 15 días hasta su cosecha.

### **3.3.5. Deshierbes y riegos**

Se realizó de manera manual cada 15 días con el fin de evitar la competencia de agua, luz y nutrientes con el cultivo y el riego fue a diario.

## **3.4. Evaluación del crecimiento**

### **3.4.1. Medidas directas de crecimiento:**

**Longitud:** se midió la longitud de las plantas muestreadas en (cm) empleando una cinta métrica, la medición comprendió desde el cuello del tallo hasta su yema terminal un total de tres plantas.<sup>24</sup>

**Peso:** se seccionó a las plantas muestreadas por separado y luego se llevó a la estufa a 70 °C, durante 48 horas, y luego se obtuvo el peso seco de las plantas.<sup>24</sup>

**Área foliar:** se obtuvo de toda la hoja por planta, se retiró las hojas, se dibujó las siluetas de las hojas en papel periódico, se cortó las figuras con una tijera, se pesó el total de las figuras cortadas, luego en el mismo tipo de papel se cortó un centímetro cuadrado (10 x 10) y se estimó el área foliar por regla de tres simple.<sup>24</sup>

### **3.4.2. Medidas indirectas de crecimiento:**

Se obtienen con las medidas directas de crecimiento.

#### **Índice de área foliar (IAF)**

##### **Fundamento:**

Indica la frondosidad de la planta. Compara el área foliar del cultivo con el área del terreno cultivado.<sup>24,26</sup>

##### **Cálculos:**

$$AF = \frac{\text{Area foliar}}{\text{área del terreno}} = \text{dm}^2 / \text{dm}^2$$

#### **Índice de crecimiento relativo (ICR):**

##### **Fundamento:**

Indica el crecimiento del material vegetal nuevo por unidad de material vegetal original por unidad de tiempo y/o calcula el incremento de peso en un momento dado, varía disminuyendo lentamente hasta plena floración y sigue disminuyendo hasta que termine su ciclo vegetativo.<sup>24,26</sup>

**Cálculos:**

$$\text{ICR} = \frac{(\text{Ln } P_2 - \text{Ln } P_1)}{(T_2 - T_1)} = \text{g/t}$$

**Dónde:**

Ln= Logaritmo neperiano

$P_1$  =Peso seco total en la fecha  $T_1$

$P_2$  =Peso seco total en la fecha  $T_2$

$T_2 - T_1$  = Intervalo de tiempo entre las dos extracciones de muestras

**Índice de asimilación neta (IAN)****Fundamento:**

Se refiere al incremento de peso seco por unidad de área foliar por unidad de tiempo. Es una medida de superávit de la fotosíntesis sobre la respiración varía dentro de amplios límites, dependiendo en su mayor parte de los cambios estacionales. Tiende a disminuir, a manera de que aumenta el IAF, a causa de que se producen más hojas, las inferiores van quedando en la sombra, también descende a medida que esta va envejeciendo.<sup>24,26</sup>

**Cálculos:**

$$\text{IAN} = \frac{(P_2 - P_1) (\text{Ln } A_2 - \text{Ln } A_1)}{(T_2 - T_1) (A_2 - A_1)} = \text{g/ dm}^2/\text{semana}$$

**Dónde:**

$P_1$  =Peso seco total en la fecha  $T_1$

$P_2$  =Peso seco total en la fecha  $T_2$

$A_1$  =Área foliar en la planta  $T_1$

$A_2$  =Área foliar en la planta  $T_2$

$T_2 - T_1$  = Intervalo de tiempo entre las dos extracciones de muestras.

**3.5. Análisis bromatológico:**

Para el análisis bromatológico, se muestreó al azar frutos maduros.

Los frutos recolectados se colocaron en bolsas de papel que fueron llevados al laboratorio de Bromatología y Nutrición para el análisis bromatológico de proteínas, carbohidratos totales, extracto etéreo, humedad, ceniza y fibra neta.

### **3.5.1. Determinación de proteínas por el método Kjeldahl:**

#### **Fundamento:**

Consiste en transformar el nitrógeno de la materia orgánica en sulfato de amonio mediante la digestión de la proteína por acción del  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado en presencia de catalizadores ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SeO}_2$ ). El sulfato de amonio formado se separa de la proteína digerida por destilación en corriente de vapor luego se titula.<sup>27</sup>

#### **Procedimiento:**

Según el método del A.O.A.C el método comprende tres etapas: digestión, destilación y titulación.<sup>28</sup>

#### **Digestión:**

4. Se pesó 100 mg de muestra previamente secado, molido y pulverizado y se transfirió a un balón de digestión de Kjeldahl.
5. Se agregó 4 ml de solución digestora ( $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4, \text{CuSO}_4, \text{Na}_2\text{SeO}_2$ )
6. Se llevó el balón de Kjeldahl a la cámara de digestión que oscilaba a una temperatura entre  $360 - 410\text{ }^\circ\text{C}$ , el tiempo depende de la cantidad de nitrógeno existente en la muestra, hasta que la solución no presente residuos de color negro (blanca lechosa)
7. Se dejó enfriar y posteriormente se pasó a la destilación.

#### **Destilación:**

- Se colocó la muestra digerida al condensador del equipo luego se adicionó 20 ml de hidróxido de sodio al 40% o la cantidad necesaria hasta que la mezcla tomara un color marrón terroso, con la finalidad de alcalinizar la solución. Previamente en el extremo del refrigerante se colocó un matraz, con 20 ml de ácido bórico al 2% e indicador de Tashiro (rojo de metilo + azul de metileno en alcohol etílico).
- Se recogió 100 ml de destilado, cuya solución cambia de color violeta a verde a medida que se acumula el amoniaco. Reunido el volumen de destilado, se retiró el matraz con el destilado.

**Titulación:** Finalmente se tituló con ácido sulfúrico 0,025 N, hasta que el color azul verdoso cambie a un color azul grisáceo, donde el exceso es de color violeta.

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{\text{gasto de H}_2\text{SO}_4 \times N \times 14 \times 100}{\text{peso muestra en mg}}$$

**Dónde:**

N = normalidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> =gasto real

Factor = 6,25

100= porcentaje por c/100 gr

14= peso atómico del nitrógeno

$$\% \text{ Proteínas} = \% \text{ Nitrógeno} \times 6,25$$

**3.5.2. Determinación de la humedad por método gravimétrico por desecación.**

**Fundamento:**

El método se basa en la determinación gravimétrica en la pérdida de peso por la evaporación de agua de la masa de la muestra hasta obtener la masa constante en una estufa de aire a temperatura controlada.<sup>29</sup>

**Procedimiento:**

- Se pesó la luna de reloj empleando una balanza calibrada.
- se adicionó 2 g de la muestra.
- Se colocó a una estufa de aire por 2 horas a 105°C luego del tiempo transcurrido se dejó enfriar en un espacio de 5 minutos y se determinó el peso seco.
- La determinación de la humedad se realizó por triplicado.

**Cálculos:**

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso de muestra (g)}} \times 100$$

### 3.5.3. Determinación de cenizas por el método de incineración directa

#### Fundamento:

El término "cenizas de un alimento" es equivalente al residuo inorgánico que queda después de quemar la materia orgánica. Este método consiste en que la materia orgánica de la muestra es destruida y volatilizada a elevadas temperaturas, dejando un residuo constituido por óxido y sales metálicas. Los carbohidratos, proteínas y lípidos son volatilizados y los minerales no llegan a volatilizarse.<sup>28,29</sup>

#### Procedimiento:

- Se pesó el crisol de porcelana en la balanza calibrada.
- Se pesó 2 g de muestra seca y pulverizada.
- Se llevó a la cocina eléctrica hasta que la muestra se carbonizara.
- En seguida se colocó en la mufla y se calcinó al rojo vivo a 600°C, durante 2 horas.
- Una vez concluido el tiempo, se pasó el crisol al desecador para que enfríe para luego pesar.

#### Cálculos:

$$\% \text{ cenizas totales} = \frac{\text{crisol} + \text{cenizas} - \text{peso crisol}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

### 3.5.4. Determinación de extracto etéreo por el método de Soxhlet.

#### Fundamento:

Es una extracción continua con un solvente orgánico que permite extraer grasas y otros componentes solubles en el solvente.<sup>28,29</sup>

#### Procedimiento:

- Se pesó 2 g de muestra (fruto) seca y pulverizada en un papel de filtro.
- Se encerró la muestra en el papel filtro y se colocó al cuerpo extractor del equipo de Soxhlet.
- Se agregó 100 ml de éter etílico anhidro en el balón de Soxhlet y se conectó al extractor.
- Luego se hizo ciclar agua fría por el refrigerante del equipo Soxhlet y se conectó la fuente de calor.

- El solvente llegó a su punto de ebullición de 35 – 40 °C, sus vapores se condensaron por refrigeración y cayó sobre la muestra, cubriéndolo totalmente para volver al balón por sifonamiento y arrastró consigo la grasa y compuestos solubles en el solvente .
- Culminada la extracción de la muestra que duró entre 4 y 5 horas, se retiró el cartucho de filtro del cuerpo de soxhlet para recuperar el solvente.
- Luego se llevó el balón con el extracto etéreo a la estufa a 80 °C para evaporar el solvente y se pesó el balón conjuntamente con el extracto etéreo.

**Cálculos:**

$$\% \text{ extracto etéreo} = \frac{(\text{peso matraz} + \text{extracto etéreo}) - (\text{peso matraz vacío})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

**3.5.5. Determinación de Carbohidratos totales**

**Fundamento:**

Se determina la cantidad de carbohidratos totales como polisacáridos, oligosacáridos, monosacáridos entre los que destacan las pentosas como la ribosa y desoxiribosa que conforman la estructura de los ácidos nucleicos. Son fuente básica de energía.<sup>28,29</sup>

**Procedimiento:**

Se estimó por diferencia, como se muestra en la ecuación indicada:

**Cálculos:**

$$\% \text{Carbohidratos totales} = 100 - (\% \text{humedad} + \% \text{proteína} + \% \text{ extracto etéreo} + \% \text{ ceniza})$$

**3.5.6. Determinación de fibra neta**

**Fundamento:**

Consiste en someter la muestra seca y desengrasada a la hidrolisis acida alcalina con la que se consigue eliminar los otros componentes de la muestra (como materia grasas, resinosas, proteínas, almidones y azucares).

La fibra representa la porción no digerible de los alimentos y por consiguiente, mientras mayor sea su concentración en un producto dado, menor será su valor

alimenticio, aunque es importante para el buen funcionamiento del intestino y movilidad de los residuos.<sup>29,30</sup>

**Procedimiento:**

- Se pesó 1g de muestra desengrasada.
- Se transfirió a un balón de 250 ml de capacidad.
- Se agregó 100 ml de ácido sulfúrico al 1,25%
- Se sometió a ebullición durante 30 minutos y se conectó inmediatamente a un refrigerante de tubo recto.
- Se retiró del calor y se filtró a través del papel de filtro previamente pesado.
- Luego se lavó con agua caliente hasta que alcanzara un pH neutro.
- El residuo se transfirió al matraz y se adicionó 100 mL de hidróxido de sodio al 1,25%
- Se llevó a ebullición bajo reflujo y se hirvió durante 30 minutos.
- Nuevamente se filtró la solución (a través de un papel filtro) hasta alcanzar el pH neutro, luego se enjuagó con 10ml del solvente orgánico (alcohol isopropílico).
- El residuo, junto con el papel filtro, se llevó a la estufa a 130 °C durante 2 horas.
- Se dejó enfriar en un desecador y se pesó.
- Finalmente, se calcinó en una mufla durante 30 minutos a 600 °C, se dejó enfriar en el desecador y se pesó el crisol.
- **Cálculos:** para los cálculos se usó la siguiente relación.

$$\% \text{fibra neta} = \% \text{ fibra bruta} - \% \text{ cenizas}$$

**3.6. Tipo de investigación y diseño:**

Experimental - diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones.

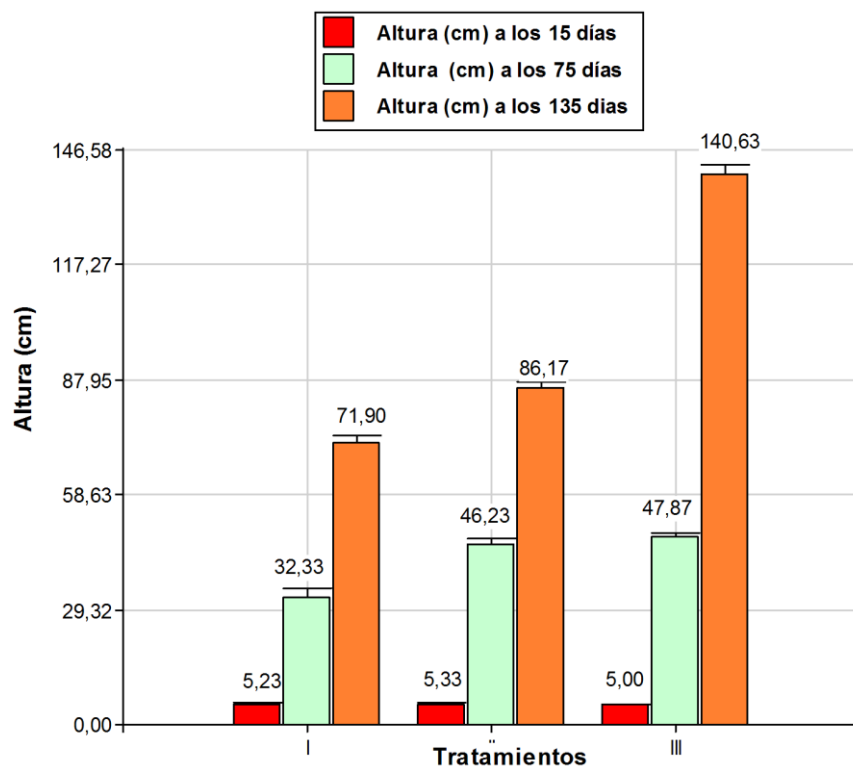
**3.7. Análisis de datos:**

Se utilizó un software Infostat para análisis estadístico, mediante la prueba de Kruskal Wallis con  $\alpha = 0,05\%$  prueba no paramétrica.

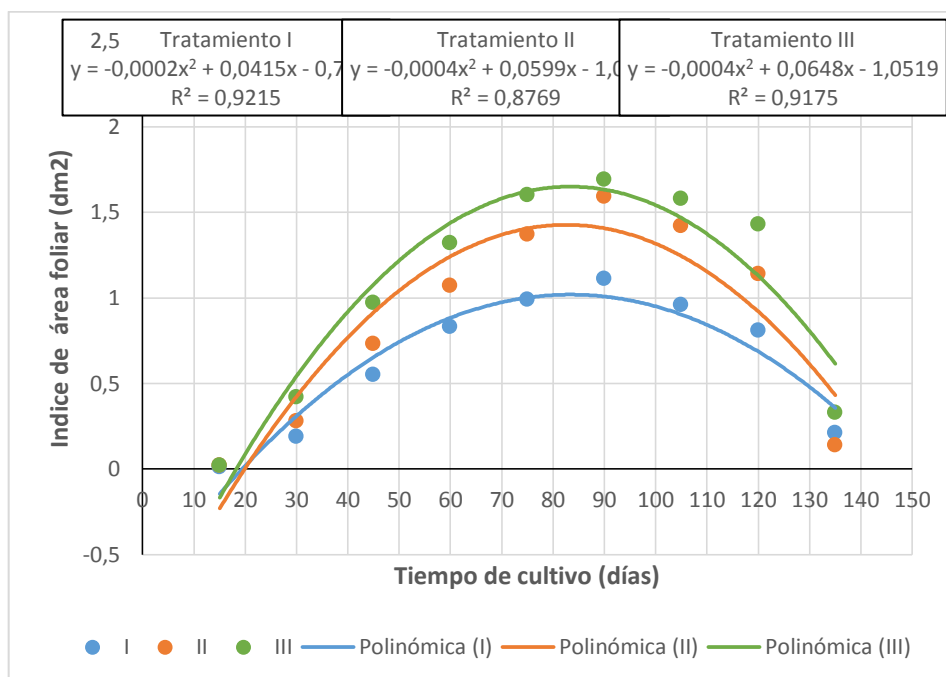




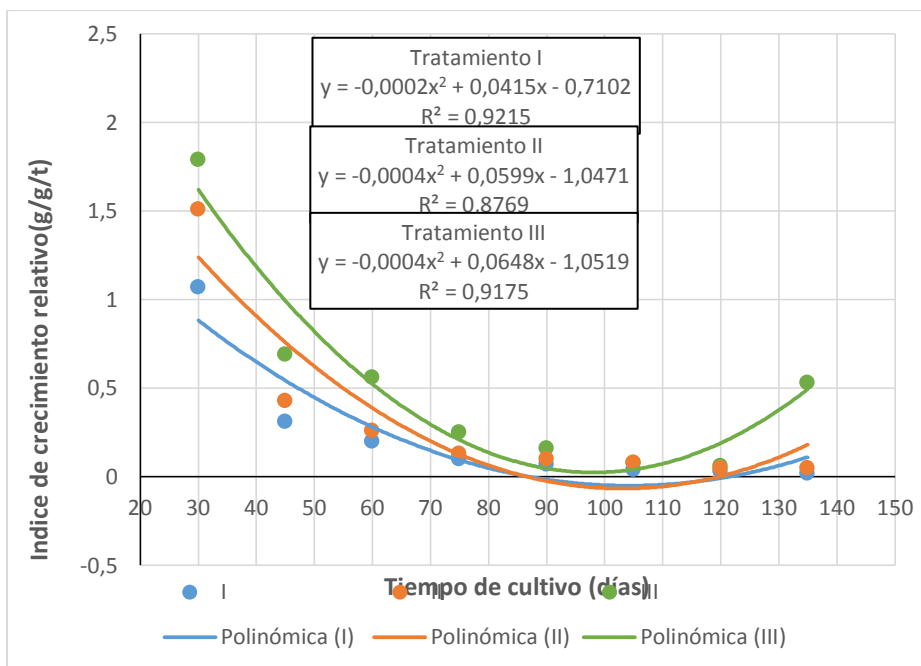
## **V. RESULTADOS**



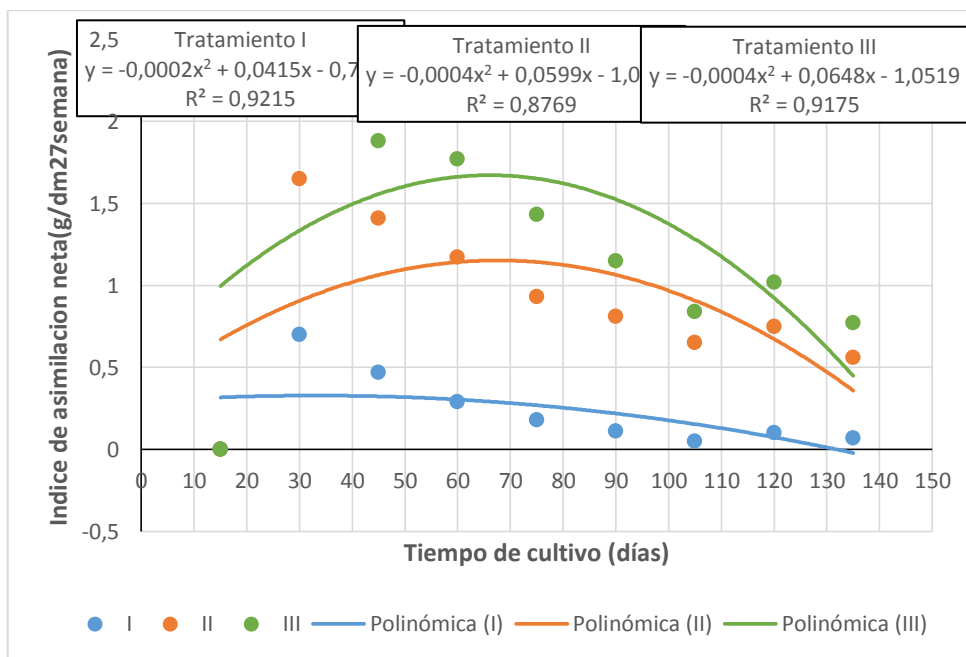
**Figura 1. Altura, promedio y desviación típica en tres tiempos de crecimiento de plantas de *Physalis peruviana* “capuli” cultivadas en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.**



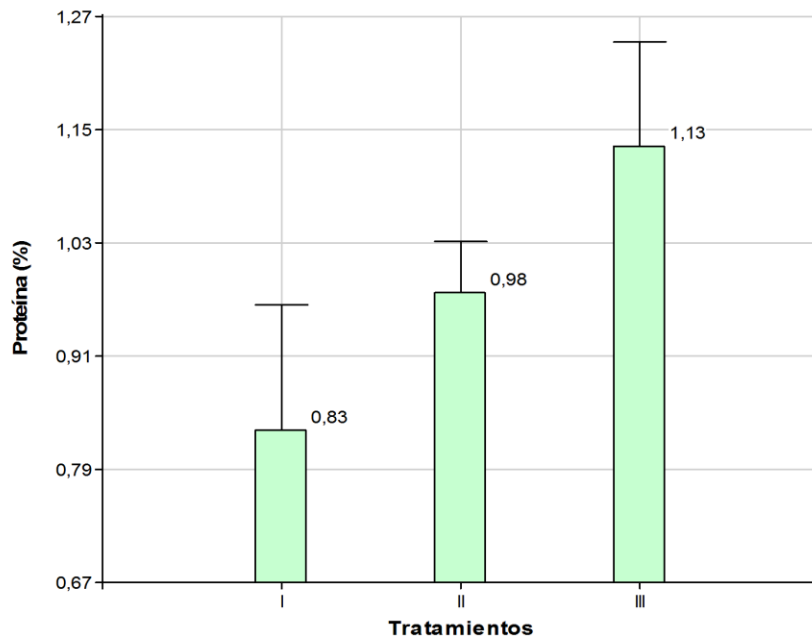
**Figura 2. Tendencia cuadrática del índice de área foliar de *Physalis peruviana* “capuli” cultivadas en tres tipos de sustratos durante 135 días, Ayacucho, 2016.**



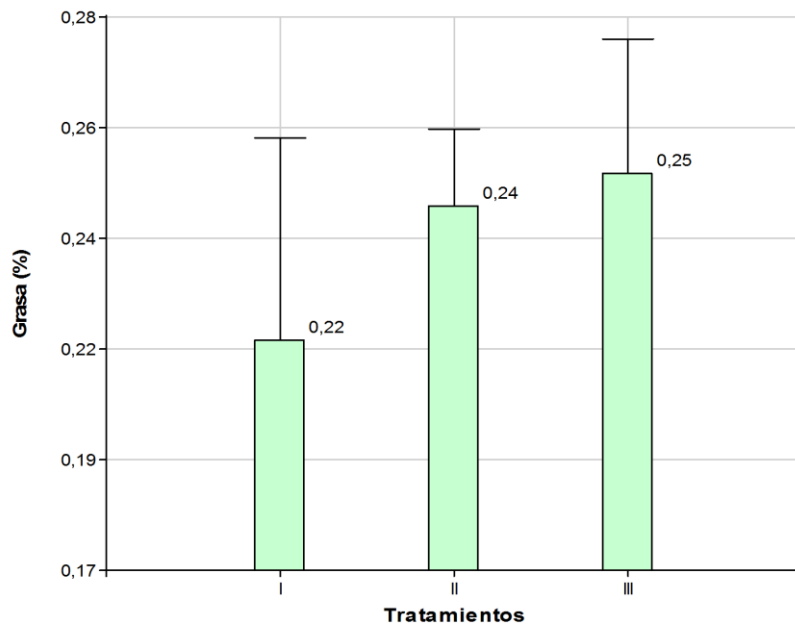
**Figura 3. Tendencia cuadrática del índice de crecimiento relativo de *Physalis peruviana* “capuli” cultivadas en tres tipos de sustratos durante 135 días, Ayacucho, 2016.**



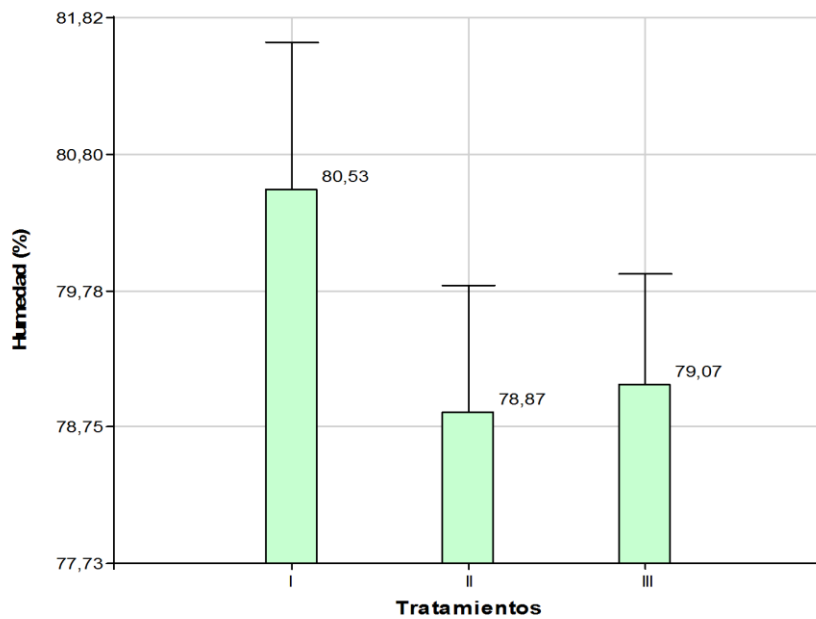
**Figura 4.- Tendencia cuadrática del índice de asimilación neta de *Physalis peruviana* “capulí” cultivadas en tres tipos de sustratos durante 135 días. Ayacucho, 2016.**



**Figura 5. Valores promedios y desviación típica del contenido de proteína de los frutos maduros de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.**

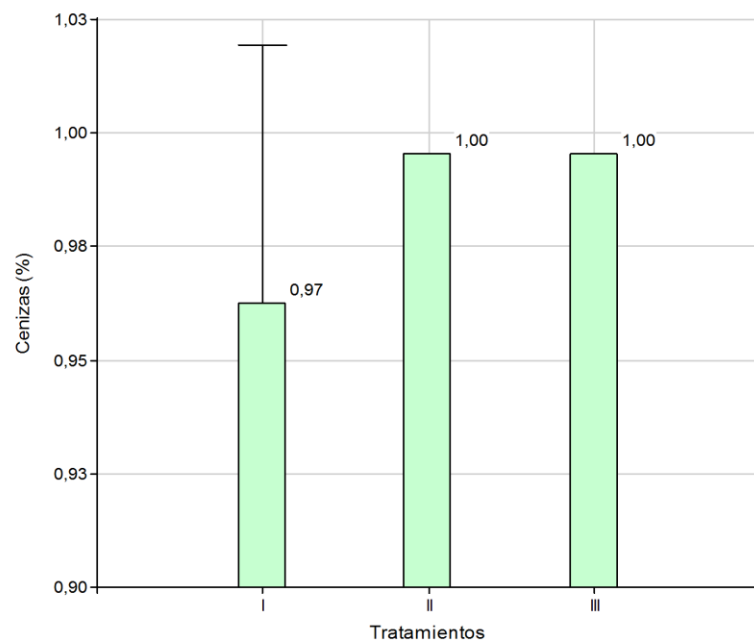


**Figura 6.** Valores promedios y desviación típica del contenido de extracto etéreo de los frutos maduros de *Physalis peruviana* “capuli” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.

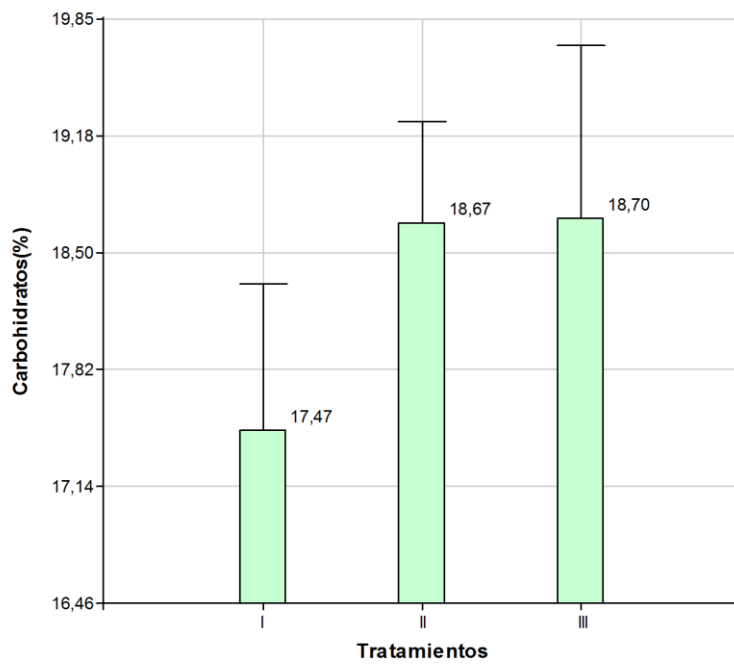


**Figura 7. Valores promedios y desviación típica del contenido de humedad de los frutos maduros de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.**

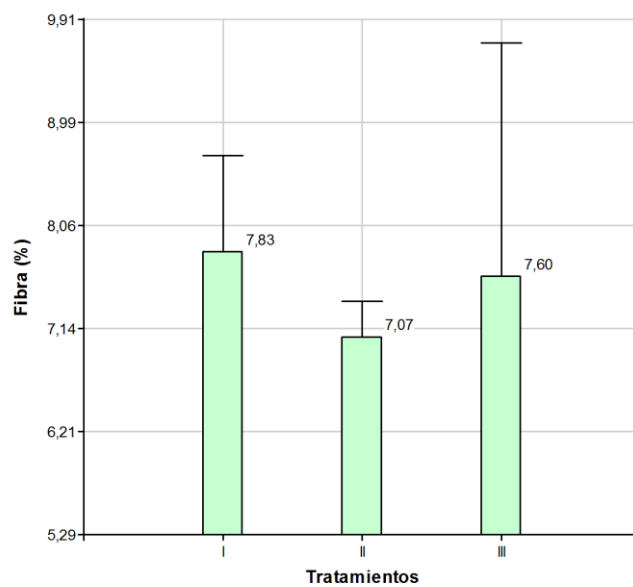




**Figura 8.- Valores promedios y desviación típica del contenido de ceniza de los frutos maduros de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.**



**Figura 9. Valores promedios y desviación típica de carbohidratos de los frutos maduros de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.**



**Figura 10. Valores promedios y desviación típica del contenido de fibra en frutos maduros de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.**



## V. DISCUSIÓN

**En la figura 1;** se muestra los valores promedios y la desviación típica de la altura de plantas de *Physalis peruviana* “capulí” cultivadas en tres tipos de sustratos para los 15, 75 y 135 días en condiciones de invernadero. Se observa que los valores se incrementan a medida que el tiempo transcurre, así mismo al comparar las alturas de las plantas según los tratamientos (sustratos) se observa que a los 15 días no existe diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) tal como se observa en el Anexo 8, que muestra los resultados del análisis de Kruskal Wallis, mientras que a los 75 y 135 días, se halló significancia ( $p < 0,05$ ) donde la altura de las plantas son estadísticamente mayores (Anexo 9 ) en el tratamiento III (Tierra agrícola más compost de estiércol de conejo 3:1) con promedios de 47,87 y de 140,63 cm respectivamente, menciona Angulo que *Physalis peruviana* prefiere suelos ricos en materia orgánica (>3%).<sup>19</sup> Según Abad el compost del estiércol de conejo presenta un efecto estimulador sobre el crecimiento y desarrollo vegetal lo que se ha atribuido a la presencia de activadores del crecimiento.<sup>24</sup> y según Chia, la temperatura, la luz, humedad y las condiciones del suelo influyen sobre el porte de la planta de *Physalis peruviana*, reportó que alcanzó entre 60 y 90 cm de altura y en condiciones óptimas, llegó a medir hasta 180 cm.<sup>18</sup> coincido con lo reportado, ya que se observó una longitud mayor en la mezcla de tierra agrícola más compost de estiércol de conejo porque el sustrato es rico en materia orgánica, en nitrógeno y fósforo asimilable y mientras en la mezcla de tierra agrícola más arena la altura fue menor porque solo garantizan buena aireación y drenaje pero no de nutrientes para su

desarrollo y se observó un crecimiento acelerado bajo invernadero a una temperatura promedio de 22 °C, porque es un ambiente protegido de las fuertes irradiaciones solares, de la desecación del suelo, de la intensidad de luz, del fuerte viento, granizos, ataques de insectos (langostas) de esta manera influyó en el crecimiento y desarrollo de plantas sanas.

**En la figura 2;** se muestra la tendencia cuadrática del índice de área foliar de *Physalis peruviana* “capulí”, donde el IAF es estadísticamente diferente ( $p < 0,05$ ) donde el tratamiento III muestra mayores promedios con  $1,04 \text{ dm}^2/\text{dm}^2$  en comparación con las plantas del tratamiento II y I. El crecimiento fue de tendencia exponencial, para todos los sustratos evaluados. En una investigación realizada por Miranda y Gil reportaron que el índice de área foliar más alto se presenta en el invernadero, por las condiciones favorables de clima y sanidad del cultivo que permiten un mejor desarrollo del tejido foliar, asociado con una disponibilidad de nutrientes y agua durante todo el ciclo de cultivo y los valores de IAF del cultivo en invernadero tuvo un crecimiento exponencial, comparados con el crecimiento casi lineal que se observó, en campo abierto.<sup>31</sup> según Abad, Noguera y Carrión la arena por ser un sustrato inerte desde el punto de vista químico, por su capacidad de intercambio catiónico nulo y posible presencia de carbonatos pueden incrementar el pH del medio lo que ocasiona desórdenes nutricionales, afecta la toma de nutrientes ocasionando un desarrollo deficiente del brote, dando como consecuencia un menor desarrollo foliar.<sup>24</sup> Según Fischer el aumento del área foliar es directamente proporcional al aumento del peso de tan importante órgano y al incrementarse el área foliar, la respiración de mantenimiento también se incrementa y según Angulo, la producción de *Physalis peruviana* bajo invernadero en Cundinamarca, mostró un aumento en la producción de frutos debido a un mayor desarrollo longitudinal de ramas y por consiguiente un alto índice de área foliar, que dio lugar a producciones de 24 kg/planta bajo cubierta, en comparación con solo 13 kg/planta en campo abierto.<sup>19</sup> Coincide con los resultados obtenidos, que mostraron un crecimiento exponencial y un mayor desarrollo longitudinal de ramas y por consiguiente un alto índice de área foliar, ya que el IAF permite estimar la capacidad fotosintética de las plantas y ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones de invernadero.

**En la figura 3;** muestra una tendencia cuadrática del índice de crecimiento relativo de *Physalis peruviana* “capulí” cultivadas en tres tipos de sustratos, que indica que a medida que pasa el tiempo la tendencia es decreciente el ICR donde el tratamiento III (tierra agrícola más compost de estiércol de conejo) muestra los mayores promedios con 0,46 g/g/t en comparación con las plantas del tratamiento II y I. Esta tendencia decreciente de ICR según Mazorra en un estudio realizado en *Physalis peruviana*, se debe a que presenta un gasto alto de energía debido a la respiración celular, crecimiento y desarrollo, empieza a extraer los nutrientes disponibles del sustrato en el cual está sembrado, como resultado el metabolismo se acelera con el fin de producir los esqueletos carbonados para su crecimiento y concluyó que el ICR es un parámetro de crecimiento muy sensible a las condiciones climáticas donde se desarrolló el cultivo.<sup>32</sup> De igual forma, Barraza en una investigación realizada en *Lycopersicon esculentum* “tomate”, reportó que aumentó rápidamente el ICR, y posteriormente este índice de crecimiento decreció en forma acelerada.<sup>33</sup> Coincidiendo mis resultados con lo reportado, se debe a la correlación entre el proceso de crecimiento y desarrollo de diversas partes de la planta, es decir cuanto más activo sea el crecimiento de una parte de la planta, demandará más energía y por tanto se restringirá el crecimiento en otras partes.

**En la figura 4;** se observa una tendencia cuadrática del índice de asimilación neta de *Physalis peruviana* “capulí” cultivadas en tres tipos de sustratos, se muestra que el IAN exhibe un nivel constante relativo, modificado por fluctuaciones en el ambiente durante el período de crecimiento y es estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) donde el tratamiento III muestra mayores promedios con 1,27 g/dm<sup>2</sup>/semana en comparación con las plantas del tratamiento II y I. según Fischer halló en *Physalis peruviana* un aumento del IAN en la producción de los picos de cosecha y una disminución después de la recolección de frutos<sup>7</sup>. Según Barraza los mayores valores de IAN indican mayor ganancia de materia seca por unidad de tejido asimilatorio y por unidad de tiempo, lo cual indica una mayor eficiencia fotosintética. La disminución en la velocidad de asimilación neta de fotoasimilados, es un reflejo de que a medida en que se producen más hojas, las hojas inferiores van quedando sombreadas y sus tasas fotosintéticas disminuyen en relación directa con la disponibilidad de la radiación solar.<sup>32</sup> Los resultados obtenidos fueron similares con lo reportado ya que se observó mayor eficiencia fotosintética con el sustrato de compost de

estiércol de conejo, por su mayor producción de tejido foliar y mientras que con el sustrato arena, la pendiente descendió suavemente, lo que quiere decir que la asimilación no fue tan alta, debido a que no produjeron muchas hojas.

El porcentaje de germinación fue alta de 83% (anexo 4) a los 16 días que coincide con lo reportado por Romero, que fue el 80% en condiciones de invernadero.<sup>33</sup> Ya que la más alta tasa de germinación ocurre en semillas tomadas de frutos completamente maduros y por las condiciones ambientales favorables.

*Physalis peruviana* se comporta como planta de ciclo anual o perenne, dependiendo del ambiente de producción (clima, suelo y manejo agronómico), lo cual se comprobó en las condiciones de la presente investigación, ya que hubo desarrollo de brotes cuando había sido afectada por el descenso drástico de la temperatura mínima (-3 °C) esta especie se hubiera comportado como planta perenne; pero fue evidente que no tolera las bajas temperaturas como lo indican y también depende del sustrato donde se encuentra para el contenido de nutriente del fruto.

**En la figura 5;** se muestran los valores promedios y desviación típica del contenido de proteína de los frutos maduros de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. De acuerdo a la prueba de Kruskal Wallis, se halló que estadísticamente el contenido de proteína en los frutos maduros es diferente ( $p < 0,05$ ) con los tres tratamientos, donde los frutos provenientes de las plantas cultivadas en el tratamiento III muestran los mayores valores con un promedio de 1,13%, mientras que aquellos provenientes de los tratamientos II y I, presentan un promedio de 0,98 y 0,83%, respectivamente. En la investigación realizada por Cortez, el fruto presentó un contenido de proteína relativamente alto 1,43% y justifica que a comparación con otras frutas tiene un alto contenido de compuestos nitrogenados.<sup>8</sup> lo que coincide con los resultados obtenidos que fue 1,13% de proteínas, importante para el funcionamiento de la vida.

**En la figura 6;** se presenta los valores promedios y desviación típica del contenido de extracto etéreo de los frutos maduros de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Según la prueba de Kruskal Wallis el contenido de extracto etéreo en los frutos maduros de las plantas en los tratamientos I, II y III son estadísticamente similares con un promedio de 0.23%.



En la investigación de Mora reportó un promedio de 0,48 %.<sup>5</sup> Que son similares con mis resultados, estos compuestos grasos provienen de las semillas, pigmentos fotosintéticos y de la cascara del fruto, con esta técnica de extracción solo se conoce componentes solubles en el solvente orgánico tales como los carotenos, ceras y ácidos orgánicos.

**En la figura 7;** se muestran los valores promedios y desviación típica del contenido de humedad de los frutos maduros de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Según la prueba de Kruskal Wallis donde el contenido de humedad en los frutos maduros de las plantas en los tratamientos I, II y III son estadísticamente similares con un promedio de 79.5%, esto indica la cantidad de agua involucrada en la composición. En la investigación reportada por collazos el fruto de *Physalis peruviana* presentó niveles de humedad propios de los vegetales frescos 82,3%.<sup>9</sup> Fueron similares con los resultados obtenidos, ya que el contenido de agua es uno de los elementos más importantes en los alimentos vegetales, donde el porcentaje de humedad es mayor, comparado con otros alimentos, las diferencias pueden deberse al tipo de clima, suelo, cantidad de precipitaciones pluviales, la temporada de recolección y también se debe a las características propias de la planta, es decir el tamaño de la planta, entre otros, lo cual interfiere directamente en la distribución del agua y de otros nutrimentos.

**En la figura 8;** se presentan los valores promedios y desviación típica del contenido de ceniza de los frutos maduros de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Según la prueba de Kruskal Wallis, donde el contenido de ceniza en los frutos maduros de las plantas en los tratamientos I, II y III son estadísticamente similares con un promedio de 0.99% que es equivalente al residuo inorgánico. En la investigación realizada por Cortez el porcentaje de cenizas resultó 0,75 %.<sup>8</sup> Resultado que es comparable con lo reportado en mi investigación, se debe a la calidad del suelo y la capacidad de absorción de minerales por la planta que se distribuye a los frutos.

**En la figura 9;** se muestran los valores promedios y desviación típica de carbohidratos de los frutos maduros de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos. Según la prueba de Kruskal Wallis, el contenido de carbohidratos en los frutos maduros de las plantas en los tratamientos I, II y III son estadísticamente similares con un promedio de 18,3%, valores similares con

lo reportado por Collazos 15,9 %.<sup>9</sup> estas pequeñas diferencias se deben a las condiciones agroecológicas para el desarrollo de la planta, por el alto contenido de carbohidrato se considera como fuente de energía.

**En la figura 10;** se muestran los valores promedios y desviación típica del contenido de fibra neta en frutos maduros de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos en condiciones de invernadero. Según la prueba de Kruskal Wallis, el contenido de fibra en los frutos maduros de las plantas en los tratamientos I, II y III son estadísticamente similares con un promedio de 4,5%. Como se puede observar es un valor considerable, indica la porción no digerible de los alimentos son los mismos en los tres sustratos, lo que confirma la consistencia fibrosa del fruto. Que no es similar con lo reportado por Collazos, que probablemente estas diferencias se producen por el tiempo y el método empleado.

Las diferencias se pueden deberse por la variedad del fruto, el lugar de cosecha, la altura, las condiciones del suelo, el clima, los nutrientes y el estado de madurez, entre otros factores, e influyen al momento de realizar el análisis. Es de destacar el contenido de proteína relativamente alto en el fruto (1,13%), pues, generalmente, la mayoría de los frutos no superan el 1,0%; es importante reconocer que el fruto brinda aportes nutricionales significativos.

## VI.CONCLUSIONES

- El ritmo de crecimiento de las plantas de *Physalis peruviana* en condiciones de invernadero, fue mayor con el sustrato III (mezcla de tierra agrícola más compost de estiércol de conejo (3:1)), con un promedio de altura de 140,63 cm, índice de área foliar (IAF) de 1,04  $\text{dm}^2 / \text{dm}^2$ , índice de crecimiento relativo (ICR) de 0,46 g/g/t, el índice de asimilación neta (IAN) de 1,27 g/ $\text{dm}^2/\text{sem}$ .
- El análisis bromatológico de los frutos maduros de *Physalis peruviana* extraídos de los tres sustratos fueron similares estadísticamente, solo el % de proteínas fue mayor con el sustrato III con un promedio de 1,13%.



## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los estudiantes y egresados de la Escuela Profesional de Biología sembrar *Physalis peruviana* en temporadas de setiembre a mayo donde no exista heladas.
- Realizar mediciones climáticas como el porcentaje de humedad relativa, T° y niveles de CO<sub>2</sub> en el invernadero.
- Realizar experimentos con otras fuentes de materia orgánica y en diferentes proporciones de sustratos.
- Incentivar el cultivo y el consumo de *Physalis peruviana* a la población, por las bondades que ofrece esta especie.



## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Fischer G, Almanza PJ, Miranda D.** Importancia y cultivo de la uchuva *Physalis peruviana L.* Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal. 2014; 36(1): 1-15. disponible en <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-441/13>.
2. **Ramadan M, Morsel J.** Oil goldenberry (*Physalis peruviana L.*). J. Agric. Food Chem. 2003; 51: 969-974.
3. **Gastelum D.** Demanda nutrimental y manejo agronómico de *Physalis peruviana L.* Tesis de Maestría. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Texcoco, México. 2012. Disponible en [http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/705/1/Gastelum\\_Osorio\\_DA\\_Edafologia\\_MC\\_2012.pdf](http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/705/1/Gastelum_Osorio_DA_Edafologia_MC_2012.pdf)
4. **López R.** INIA. Cultivos frutícolas con potencial de exportación para el valle de Chillón. Perú, 2009.
5. **Mora R, Peña A, López E, Ayala J, Ponce D.** Agrofenoología de *Physalis peruviana L.* en invernadero y fertirriego. México. 2004. disponible en <http://www.redalyc.org/html/609/60912109/>.
6. **Fernández MJ.** Efecto de tres densidades y cuatro niveles de humus de lombriz *Eisenia foetida* en el rendimiento de capulí (*Physalis peruviana L.*) en el valle de Cajamarca [Tesis]. Cajamarca; 2013 Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/397>.
7. **Fernández MA.** Evaluación de sustratos en la producción de plántulas de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) [Tesis]. Huancavelica: Línea de investigación horticultura. Universidad Nacional De Huancavelica; 2015.
8. **Cortés G, Prieto G, Rozo W.** Caracterización bromatológica y fisicoquímica de *Physalis peruviana L.* y su posible aplicación como alimento nutracéutico. Revista Ciencia en Desarrollo, Vol. 6 No. 1 ISSN 0121-7488 – Enero-junio de 2015, pp. 87-97. Disponible en [http://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_en\\_desarrollo/article/view](http://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view).
9. **Collazos C, Philip L.** Tablas peruanas de composición de alimentos. Centro nacional de alimentación y nutrición instituto nacional de salud, Lima; 2009.
10. **Palme, W.** Nuevos sistemas de cultivo para *Physalis peruviana L.* Efectos sobre la calidad, la fisiología, la productividad y el almacenamiento. HBLVA fur Gartenbau, pp. 340-343. In: Forschungsprojekt. Versuchsjahere. 2002. Wien, Germany. <http://www.redalyc.org/html/609/60912109/>

11. **Ministerio de agricultura y desarrollo rural (MADR) Uchuva.** Perfil de Producto No. 13. Sistema de Inteligencia de Mercados. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia. 12 p. 2002.
12. **Araujo G.** El cultivo del Aguaymanto o Tomatillo *Physalis peruviana* Cajamarca, manejo técnico en los andes del Perú cultivos andinos guía técnica y recopilación bibliográfica. Perú; 2009. Disponible en <http://aguaymanto.blog.galeon.com/1238867820/cultivo-de-aguaymanto-physalis-peruviana-ii-parte/>.
13. **Fischer G.** Crecimiento y desarrollo de *Physalis peruviana* L. Bogotá: servicio de publicaciones Unibiblos, Universidad Nacional de Bogotá; 2000. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/256575309\\_Crecimiento\\_y\\_desarrollo\\_uchuva](https://www.researchgate.net/publication/256575309_Crecimiento_y_desarrollo_uchuva)
14. **Fischer G, Miranda D.** Uchuva *Physalis peruviana* L. Manuel de frutales. Bogotá, Colombia; 2012.
15. **Erkaya T, Dagdemir E, Şengül M.** Influence of Cape gooseberry *Physalis peruviana* L. addition on the chemical and sensory characteristics and mineral concentrations of ice cream. Food Research International, 45(1), 331-335. 2012.
16. **Velásquez T, Mestanza R.** Cultivo del tomatito nativo, tomatillo, uvilla o aguaymanto. Innovación Agraria 13-16. 2003.
17. **CEDEPAS Norte.** Manual técnico para el manejo agronómico del aguaymanto orgánico. Cajamarca, Perú. 2012.
18. **Chia CL, Nishima MS, Evans DO.** *Physalis peruviana*. CTAHR Fact Sheet. Horticultural Commodity No. 3. University of Hawai. Manoa. 2002. Disponible en <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/HC-3.pdf>.
19. **Angulo R.** Uchuva el cultivo. Centro de Investigaciones y Asesoría Agroindustriales, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano Colciencias, Bogotá; 2005.
20. **Encina C, Ureña M, Repo P.** Determinación de compuestos bioactivos del “aguaymanto” *Physalis peruviana*, y de su conserva en almíbar maximizando la retención de ácido ascórbico. Primera edición. Lima, Perú. ECIPERU. 2012.
21. **Pérez F, Martínez J.** Introducción a la fisiología vegetal. Mundi- Prensa. Madrid, España; 2008.



- 22. Montero J.** Invernadero para la producción sostenible en área de clima de invierno suave (revista en internet) 2008 octubre disponible en: [http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rhi65/12\\_27.pdf](http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rhi65/12_27.pdf)
- 23. Abad M P y Carrión C.** Los sustratos en cultivos sin suelo. pp. 113-158. En: Urrestarazu, M. (e.d.) Tratado de cultivos sin suelo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 2004. Disponible en <http://www.agromatica.es/tipos-de-sustratos>.
- 24. Hunt R.** Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold publishers. London; 2013.
- 25. Maiani A.** Las deyecciones del conejo: un fertilizante a valorar. Cunicultura, 94: 183-186, Universidad Autónoma de Barcelona, 1990. Disponible en [https://ddd.uab.cat/pub/cunicultura/cunicultura\\_a2002.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/cunicultura/cunicultura_a2002.pdf).
- 26. Azcon J, Talon M.** Fundamentos de fisiología vegetal. 2da edición. Mc Graw-Hill. New York, NY. 656 pp.2008.
- 27. Hermoza E.** Guía de Prácticas de Bromatología. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, 2012.
- 28. Methodos Officials Analitical Chemists (AOAC).** Thirteenth edition. William horwitz Washington. E.U.A. 1990.
- 29. Latham M.** Macronutrientes: Carbohidratos, proteínas y grasas. Nutrición humana en el mundo en desarrollo (Vol. 29). Italia, Roma. FAO. 2002.
- 30. Miranda D, Arlette I.** Efecto de cinco sustratos sobre índices de crecimiento de plantas de papaya (*Carica papaya L.*) bajo invernadero. Revista colombiana de ciencias hortícolas - Vol. 1 - No.2 - pp. 142-153, 2007. Disponible en <http://www.soccolhort.com/revista/pdf/magazin/Vol1/ vol.1no.2/Vol.1.No.2.Art.2.pdf>.
- 31. Mazorra M, Quintana A.** Desarrollo del fruto y aspectos anatómicos de las estructuras reproductivas de la uchuva (*Physalis peruviana L.*) en la zona de Subia (Cundinamarca). [Trabajo de Grado] Bogotá: Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; 2003.
- 32. Barraza F, Fischer G, Cardona C.** Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) en el valle del Sinú medio, Colombia. Agron. Colomb. 22(1), 81-90. 2004.
- 33. Romero M.** Germinación de semillas de *Pouteria lúcum* "lucuma", *Annona cherimolia* "chirimoya", *Physalis peruviana* "capulí" bajo diferentes condiciones ambientales y hormonales. Ayacucho, 2002.



## **IX. ANEXO**

**Anexo 1: Germinación, crecimiento y desarrollo de las plantas de *Physalis peruviana* en condiciones de invernadero de UNSCH- Ayacucho, 2016.**



**Anexo 2. Fruto fresco de *Physalis peruviana* recién muestreadas de las tres parcelas del invernadero de UNSCH- Ayacucho, 2016.**



**Anexo 3: Análisis bromatológico del fruto de *Physalis peruviana* en el laboratorio de Bromatología y Nutrición de la UNSCH- Ayacucho,2016.**



**Anexo 4: porcentaje de germinación de las semillas y el peso fresco de cada fruto de *Physalis peruviana* “capuli” en condiciones de invernadero. UNSCH – Ayacucho, 2016.**

<b>Sustrato</b>	<b>Nº Semillas</b>	<b>Semillas germinadas</b>	<b>% de germinación</b>
<b>Tierra agrícola + Arena</b>	300	250	83%

<b>Peso fresco de cada fruto</b>		
<b>Tierra agrícola + Arena (3:1)</b>	<b>Tierra agrícola + hojas de pino (3:1)</b>	<b>Tierra agrícola + estiércol de conejo (3:1)</b>
2,5	1,9	4,1
3,1	2,7	2,3
2,6	2,3	3,4
1,9	2,8	3,5
2,0	3,5	4,8
1,8	2,4	4,5
1,5	2,6	4,9
<b>PROMEDIO</b>		
2,2	2,6	3,9

**Anexo 5: Medidas directas crecimiento de *Physalis peruviana* “capulí” en condiciones de invernadero. UNSCH – Ayacucho, 2016.**

TRATA MIENTO	Índice de Asimilación Neta (g/dm <sup>2</sup> /semana) a los 0 - 15 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm <sup>2</sup> /semana) a los 15 - 30 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm <sup>2</sup> /semana) a los 30- 45 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm <sup>2</sup> /semana) a los 45 - 60 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm <sup>2</sup> /semana) a los 60 - 75 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm <sup>2</sup> /semana) a los 75 - 90 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm <sup>2</sup> /semana) a los 90 -105 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm <sup>2</sup> /semana) a los 105 - 120 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm <sup>2</sup> /semana) a los 120 - 135 días
I	0	0,872	0,532	0,302	0,243	0,086	0,065	0,143	0,092
I	0	0,542	0,486	0,289	0,202	0,134	0,048	0,086	0,087
I	0	0,689	0,398	0,275	0,105	0,101	0,051	0,085	0,045
II	0	1,762	1,421	1,243	0,984	0,786	0,743	0,862	0,643
II	0	1,653	1,388	1,108	0,904	0,876	0,621	0,747	0,597
II	0	1,521	1,432	1,167	0,888	0,754	0,599	0,632	0,432
III	0	2,625	1,987	1,852	1,542	1,402	1,043	0,972	0,863
III	0	2,513	1,846	1,742	1,432	1,04	0,862	1,212	0,785
III	0	2,432	1,802	1,721	1,327	0,998	0,627	0,888	0,652



**Anexo 6: Medidas indirectas crecimiento de *Physalis peruviana* “capulí” en condiciones de invernadero. UNSCH – Ayacucho, 2016.**

TRATA MIENTO	Índice de Asimilación Neta (g/dm2/sema na) a los 0 - 15 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm2/semana) a los 15 - 30 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm2/semana) a los 30- 45 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm2/semana) a los 45 - 60 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm2/semana) a los 60 - 75 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm2/semana) a los 75 - 90 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm2/semana) a los 90 -105 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm2/seman a) a los 105 - 120 días	Índice de Asimilación Neta (g/dm2/sema na) a los 120 - 135 días
I	0	0,872	0,532	0,302	0,243	0,086	0,065	0,143	0,092
I	0	0,542	0,486	0,289	0,202	0,134	0,048	0,086	0,087
I	0	0,689	0,398	0,275	0,105	0,101	0,051	0,085	0,045
II	0	1,762	1,421	1,243	0,984	0,786	0,743	0,862	0,643
II	0	1,653	1,388	1,108	0,904	0,876	0,621	0,747	0,597
II	0	1,521	1,432	1,167	0,888	0,754	0,599	0,632	0,432
III	0	2,625	1,987	1,852	1,542	1,402	1,043	0,972	0,863
III	0	2,513	1,846	1,742	1,432	1,04	0,862	1,212	0,785
III	0	2,432	1,802	1,721	1,327	0,998	0,627	0,888	0,652

**Anexo 7: Resultados del análisis bromatológica del fruto de *Physalis peruviana* “capulí” en condiciones de invernadero. UNSCH – Ayacucho, 2016.**

Tratamientos	Proteína (%)	Grasa (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)
I	0,87	0,24	79,8	1	18,1	4
I	0,68	0,17	81,8	0,9	16,5	3,8
I	0,94	0,24	80	1	17,8	3,6
II	0,92	0,26	79,8	1	18	3,5
II	0,98	0,23	78,9	1	18,9	3,8
II	1,03	0,24	77,9	1	19,1	3,9
III	1,12	0,23	78,4	1	19,7	4,2
III	1,25	0,28	78,8	1	18,7	4
III	1,03	0,24	80	1	17,7	3,9

**Anexo 8. Resultado del análisis de Kruskal Wallis para comparar la altura de las plantas de *Physalis peruviana* “capulí” a los 15 días y a los 135 días cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.**

Variable	Tratamientos	N	Medias	H	p
Altura (cm) a los 15 días.	I	3	5,23	2,16	0,3536
Altura (cm) a los 15 días.	II	3	5,33		
Altura (cm) a los 15 días.	III	3	5		

Variable	Tratamientos	N	Medias	H	p
Altura (cm) a los 135 días.	I	3	71,9	7,2	0,0036
Altura (cm) a los 135 días.	II	3	86,17		
Altura (cm) a los 135 días.	III	3	140,63		

Trat.	Ranks
I	2      A
II	5      A      B
III	8      B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 9. Resultado del análisis de Kruskal Wallis para comparar el contenido de proteína, extracto etéreo, humedad, cenizas, carbohidratos y fibra en los frutos maduros de *Physalis peruviana* “capuli” cultivados en tres tipos de sustratos. Ayacucho, 2016.**

Variable	Tratamientos	N	Medias	H	p
Proteína (%)	I	3	0,83	6,07	0,0143
Proteína (%)	II	3	0,98		
Proteína (%)	III	3	1,13		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Variable	Tratamientos	N	Medias	H	p
Grasa (%)	I	3	0,22	0,62	0,6929
Grasa (%)	II	3	0,24		
Grasa (%)	III	3	0,25		

Variable	Tratamientos	N	Medias	H	p
Humedad (%)	I	3	80,53	3,36	0,1964
Humedad (%)	II	3	78,87		
Humedad (%)	III	3	79,07		

Variable	Tratamientos	N	Medias	H	p
Cenizas (%)	I	3	0,97	0,6	0,9999
Cenizas (%)	II	3	1		
Cenizas (%)	III	3	1		

Variable	Tratamientos	N	Medias	H	p
Carbohidratos (%)	I	3	17,47	2,49	0,3214
Carbohidratos (%)	II	3	18,67		
Carbohidratos (%)	III	3	18,7		

Variable	Tratamientos	N	Medias	H	p
Fibra (%)	I	3	7,83	1,07	0,6643
Fibra (%)	II	3	7,07		
Fibra (%)	III	3	7,6		

**Anexo 10. Estadísticos descriptivos del índice de área foliar de *Physalis peruviana* “capulí” cultivadas en tres tipos de sustratos durante 135 días. Ayacucho, 2016.**

Tratamiento	Semana de cultivo (días)	n	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
I	15	3	0,01	1,50E-03	0,01	0,02
I	30	3	0,19	0,02	0,17	0,22
I	45	3	0,55	0,1	0,44	0,64
I	60	3	0,83	0,07	0,75	0,9
I	75	3	0,99	0,01	0,98	1
I	90	3	1,11	0,06	1,05	1,17
I	105	3	0,96	0,06	0,9	1
I	120	3	0,81	0,02	0,8	0,84
I	135	3	0,21	0,21	0,09	0,45
II	15	3	0,02	1,50E-03	0,01	0,02
II	30	3	0,28	0,03	0,25	0,3
II	45	3	0,73	0,05	0,68	0,78
II	60	3	1,07	0,11	0,96	1,18
II	75	3	1,37	0,13	1,25	1,5
II	90	3	1,59	0,02	1,56	1,6
II	105	3	1,42	0,05	1,39	1,48
II	120	3	1,14	0,09	1,08	1,25
II	135	3	0,14	0,05	0,08	0,19
III	15	3	0,02	4,20E-03	0,02	0,03
III	30	3	0,42	0,07	0,35	0,48
III	45	3	0,97	0,03	0,94	1
III	60	3	1,32	0,05	1,29	1,38
III	75	3	1,6	0,01	1,58	1,61
III	90	3	1,69	0,01	1,69	1,7
III	105	3	1,58	0,04	1,53	1,62
III	120	3	1,43	0,04	1,39	1,48
III	135	3	0,33	0,22	0,18	0,59

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23,41	10	2,34	141,17	<0,0001
Tratamiento	2,29	2	1,14	68,98	<0,0001
Semana de cultivo (días)	21,12	8	2,64	159,22	<0,0001
Error	1,16	70	0,02		
Total	24,57	80			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08392

Error: 0,0166 gl: 70

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
III	1,04	27	0,02	A
II	0,86	27	0,02	B
I	0,63	27	0,02	C

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

**Anexo 11. Estadísticos descriptivos del índice de crecimiento relativo de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos durante 135 días. Ayacucho, 2016.**

Tratamiento	Semana de cultivo (días)	n	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
I	15	3	0,0023	1,50E-03	0,001	0,004
I	30	3	1,07	0,07	1	1,14
I	45	3	0,31	0,03	0,29	0,35
I	60	3	0,2	0,05	0,15	0,25
I	75	3	0,1	0,01	0,08	0,1
I	90	3	0,07	0,01	0,07	0,08
I	105	3	0,04	0,0036	0,04	0,04
I	120	3	0,03	0,01	0,02	0,03
I	135	3	0,02	0,01	0,01	0,03
II	15	3	0,0043	1,50E-03	0,003	0,01
II	30	3	1,51	0,2	1,3	1,68
II	45	3	0,43	0,13	0,31	0,56
II	60	3	0,26	0,07	0,2	0,34
II	75	3	0,13	0,06	0,09	0,2
II	90	3	0,1	0,03	0,08	0,13
II	105	3	0,08	0,02	0,06	0,1
II	120	3	0,05	0,01	0,05	0,07
II	135	3	0,05	0,03	0,03	0,08
III	15	3	0,01	1,50E-03	0,01	0,01
III	30	3	1,79	0,02	1,76	1,81
III	45	3	0,69	0,06	0,64	0,75
III	60	3	0,56	0,1	0,49	0,67
III	75	3	0,25	0,09	0,18	0,35
III	90	3	0,16	0,08	0,1	0,24
III	105	3	0,08	0,01	0,08	0,09
III	120	3	0,06	0,02	0,04	0,08
III	135	3	0,53	0,36	0,15	0,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,59	10	1,56	81,28	<0,0001
Tratamiento	0,9	2	0,45	23,33	<0,0001
Semana de cultivo (días)	14,7	8	1,84	95,77	<0,0001
Error	1,34	70	0,02		
Total	16,93	80			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09026

Error: 0,0192 gl: 70

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
III	0,46	27	0,03	A
II	0,29	27	0,03	B
I	0,2	27	0,03	B

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

**Anexo 12. Estadísticos descriptivos del índice de asimilación neta de *Physalis peruviana* “capulí” cultivados en tres tipos de sustratos durante 135 días, Ayacucho, 2016.**

Tratamiento	Semana de cultivo (días)	n	Media	esviación Estándar	Mínimo	Máximo
I	15	3	0	0,00E+00	0	0
I	30	3	0,7	0,17	0,54	0,87
I	45	3	0,47	0,07	0,4	0,53
I	60	3	0,29	0,01	0,28	0,3
I	75	3	0,18	0,07	0,11	0,24
I	90	3	0,11	0,02	0,09	0,13
I	105	3	0,05	0,01	0,05	0,07
I	120	3	0,1	0,03	0,09	0,14
I	135	3	0,07	0,03	0,05	0,09
II	15	3	0	0,00E+00	0	0
II	30	3	1,65	0,12	1,52	1,76
II	45	3	1,41	0,02	1,39	1,43
II	60	3	1,17	0,07	1,11	1,24
II	75	3	0,93	0,05	0,89	0,98
II	90	3	0,81	0,06	0,75	0,88
II	105	3	0,65	0,08	0,6	0,74
II	120	3	0,75	0,12	0,63	0,86
II	135	3	0,56	0,11	0,43	0,64
III	15	3	0	0,00E+00	0	0
III	30	3	2,52	0,1	2,43	2,63
III	45	3	1,88	0,1	1,8	1,99
III	60	3	1,77	0,07	1,72	1,85
III	75	3	1,43	0,11	1,33	1,54
III	90	3	1,15	0,22	1	1,4
III	105	3	0,84	0,21	0,63	1,04
III	120	3	1,02	0,17	0,89	1,21
III	135	3	0,77	0,11	0,65	0,86

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo.</b>	31,61	10	3,16	54,93	<0,0001
<b>Tratamiento</b>	15,07	2	7,54	130,97	<0,0001
<b>Semana de cultivo (días)</b>	16,53	8	2,07	35,92	<0,0001
<b>Error</b>	4,03	70	0,06		
<b>Total</b>	35,64	80			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15633**

**Error: 0,0575 gl: 70**

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
III	1,27	27	0,05	A		
II	0,88	27	0,05		B	
I	0,22	27	0,05			C

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

**Anexo 13. Registro de temperatura y precipitación de la Estación meteorológica INIA – Ayacucho, 2016.**

Meses	Promedio de Temperatura (C°)	Promedio humedad relativa (%)
Enero	20,7	19,9
Febrero	18,1	17,7
Marzo	19,7	18,3
Abril	18,3	18,9
Mayo	17,1	17,7



**Anexo 14. Certificado de la planta de *Physalis peruviana* L. por el Herbarium Huamangensis. Ayacucho, 2016.**



**EL JEFE DEL HERBARIUM HUAMANGENSIS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE "SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA"**

**C E R T I F I C A**

Que, la Bachiller en Biología, **Srta. Katherine, CCAICO APONTE**, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988. y es como sigue:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ASTERIDAE
ORDEN	:	SOLANALES
FAMILIA	:	SOLANACEAE
GENERO	:	<i>Physalis</i>
ESPECIE	:	<b><i>Physalis peruviana</i> L.</b>
N.V.	:	"capulí"

Se expide la certificación correspondiente a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 18 de Julio del 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
HERBARIUM HUAMANGENSIS  
  
Blga. Lucía Lucasine Medina  
JEFE

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TÍTULO:** Evaluación del ritmo de crecimiento y análisis bromatológico de *Physalis peruviana* “capulí” en tres sustratos. Ayacucho, 2016.

**AUTOR:** CCAICO APONTE KATHERINE

**ASESORA:** Mg. Edna León Palomino.

PROBLEMA	MARCO TEÓRICO	VARIABLES	OBJETIVO	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
¿Cuál es el ritmo de crecimiento de la planta y la composición bromatológica del fruto de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” en los diferentes sustratos bajo las condiciones de invernadero?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Origen y distribución.</li> <li>Descripción</li> <li>Clasificación taxonómica</li> <li>Composición nutricional</li> <li>Condiciones agroecológicas</li> <li>Manejo del agrónomico del cultivo y enfermedades</li> <li>Plagas y enfermedades</li> <li>Propiedades atribuidas</li> <li>Usos</li> </ul>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Tres sustratos.</p> <p><b>INDICADOR DE V.I:</b> T° y precipitación.</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Ritmo de crecimiento de la planta y análisis bromatológico del fruto</p> <p><b>INDICADOR DE V.D:</b> ICR, IAF, IAN, % de proteínas, % de extracto etéreo, % de cenizas, %de fibra neta, % de humedad y % de carbohidratos totales.</p> <p><b>Unidad de análisis:</b> <i>Physalis peruviana</i> “capulí”</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Evaluar el ritmo del crecimiento y analizar la composición bromatológica de los frutos de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” sembrados en diferentes sustratos en condiciones de invernadero.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar el ritmo de crecimiento de la planta <i>Physalis peruviana</i> “capulí” sembrados en los tres sustratos en condiciones de invernadero.</li> <li>Determinar el análisis bromatológico de los frutos maduros de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” extraídos de los tres sustratos y compararlos.</li> </ul>	Los diferentes sustratos incorporados en tierra agrícola influyen en el ritmo del crecimiento y en el análisis bromatológico de los frutos de <i>Physalis peruviana</i> .	<p><b>TIPO DE INVESTIGACION:</b> Aplicada</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Experimental</p> <p><b>MÉTODO:</b> Experimental</p> <p><b>DISEÑO:</b> Diseño completamente aleatorizado.</p> <p><b>MUESTREO:</b> Muestreo al azar</p> <p><b>MUESTRA:</b> 150 plantas de <i>Physalis peruviana</i> “capulí” extraídas de la mezcla de tierra agrícola con cada uno de los sustratos (arena, compost de hojas de pino y corteza y compost de estiércol de conejo) en proporción 3:1 en el invernadero de la Escuela Profesional de Biología, UNSCH.</p> <p><b>METODOLOGÍA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medidas directas e indirectas de crecimiento.</li> <li>AOAC 1990</li> </ul>