

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Evaluación de Tetraploides de *Physalis peruviana*  
Bajo Condiciones de Invernadero

Por:

**MISAEL ROLANDO SOSA DÍAZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de Tetraploides de *Physalis peruviana* L.

Bajo Condiciones de Invernadero

Por:

**MISAEAL ROLANDO SOSA DÍAZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



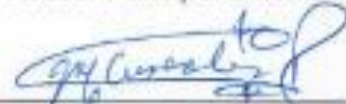
Dr. Valentín Robledo Torres  
Asesor Principal



Dra. Areli González Cortés  
Asesor Principal Externo



Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal  
Coasesor



Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez  
Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2024

## **Declaración de no plagio**

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestado los datos a la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citas textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlos; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar el autor original y/o fuentes; así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

**Pasante**



---

**Misael Rolando Sosa Díaz**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a **DIOS**, por permitirme haber llegado a esta etapa de mi vida, con salud y fortaleza para alcanzar este objetivo de culminar mi carrera con la titulación como Ing. Agrónomo en Horticultura, por guiarme y ser mi fuerza en mis momentos de debilidad y darme una vida llena de aprendizaje, experiencias y sobre todo de felicidad.

Agradecer a mis padres **Librado Sosa Ortiz** y **Leticia Díaz Solís** por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria, por darme la educación y formar la persona que soy ahora y siempre brindarme su apoyo incondicional cada día (Los amo).

A mi **ALMA TERRA MATER** por ser mi segunda casa durante cuatro años y medio y brindarme todas las herramientas para mi máximo aprendizaje y desarrollo académico y por dejarme ser parte de una camada de buitres.

A mi asesor principal **D.R. Valentín Robledo Torres**, por su amistad, apoyo, tolerancia y tiempo invertido en este proyecto, además del aprendizaje brindado durante mi etapa de universitario.

A todos los profesores del **Departamento de Horticultura** por haberme apoyado con sus conocimientos y experiencias para formarme profesionalmente con la base académicas y prácticas para dejar en alto el nombre de la universidad durante mi vida laboral.

**A mis compañeros y amigos** con los que compartí aula los cuales tuve el placer de conocer y convivir durante mi vida de universidad con los cuales formé grandes lasos de amistad, que me ayudaron a conocer un poco de la cultura de varios estados de la república y lo más importante que más haya de ser mis amigos son mis hermanos buitres.

Finalmente, un agradecimiento muy especial a **Karla Lizeht Rivera Torres** por apoyarme durante mi estudio de titulación y por estar presente apoyándome durante gran parte de mi etapa de universitario.

## **DEDICATORIAS**

### **A mis padres:**

#### **Sr. Librado Sosa Ortiz**

Padre le dedico este título por darme la dicha de ser su hijo y poder decir que usted es mi padre y darme la oportunidad de tener una carrera, por ser la mano dura que siempre he ocupado en mi vida estando en los momentos más importantes y difíciles desde mi nacimiento y siendo mi mayor ejemplo de admiración por todo lo que ha logrado en su vida y este título es algo por lo que he luchado para que usted este orgulloso de la persona que formo.

#### **Sra. Leticia Díaz Solís**

Madre le dedico este título por traerme al mundo y darme el privilegio de que usted sea mi madre, siendo durante toda mi vida ese lado dulce y fuerte que he necesitado, por darme toso esos sabios consejos y preocuparse por mí, durante cada uno de mis días de vida, siendo junto a mi padre mis mayor ejemplo y admiración por todo lo que han luchado y alcanzado en su vida, este título es para usted madre para que usted se sienta orgullosa de la persona que formo.

### **A mis hermanos:**

#### **Humberto Sosa Díaz, M.C Librado Sosa Díaz y Ing. Ernesto Octavio Sosa Díaz**

Les dedico este título por estar siempre apoyándome como mis hermanos mayores, dándome consejos, compartiéndome sus experiencias, corrigiéndome en mis errores, estando en mi etapa universitaria y por ser un ejemplo cada día de mi vida para ser una persona de valores y responsabilidad.

#### **Leticia Sosa Díaz y Alan Baruck Sosa Díaz**

Les dedico esta titulación para que me vean como un ejemplo de superación en sus vidas y tengan en cuenta que todo lo que empiecen lo terminen, esperando verlos a ellos como unos profesionistas algún día.

#### **Carol Sosa Días**

Te dedico mi título por ser mi ángel en el cielo, aprender a vivir sin ti es la lección más difícil que me ha tocado aprender y todavía no lo asimilo, pero las palabras y risas que compartimos llenan las páginas de mi memoria con amor y gratitud.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>2</b>
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
<b>1.2 Hipótesis.....</b>	<b>2</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Origen .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Taxonomía.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3 Importancia Económica .....</b>	<b>4</b>
<b>2.4 Descripción Botánica .....</b>	<b>4</b>
<b>2.5 Producción Mundial (Superficie establecida y volumen de producción) ....</b>	<b>5</b>
<b>2.6 Producción Nacional (superficie establecida y volumen de producción) ...</b>	<b>6</b>
<b>2.7 Requerimiento Edafoclimáticos .....</b>	<b>7</b>
2.7.1. Formación ecológica.....	7
2.7.2. Luminosidad .....	7
2.7.3. Humedad .....	7
2.7.4. Precipitación .....	7
2.7.5. Altitud .....	8
2.7.6. Temperatura.....	8
<b>2.8 Calidad nutracéutica del producto .....</b>	<b>8</b>
<b>2.9 La Colchicina.....</b>	<b>9</b>
<b>2.10 Efectos de la Colchicina en las Plantas.....</b>	<b>10</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>

<b>3.1. Ubicación del Experimento.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Clima.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3. Material Vegetal Utilizado.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4. Establecimiento del Cultivo.....</b>	<b>12</b>
3.4.1. Siembra en las charolas.....	12
3.4.2. Preparación del terreno.....	12
3.4.3. Transplante.....	12
3.4.4. Fertilización.....	13
3.4.5. Manejo del cultivo.....	13
<b>3.5. Control de Plagas y Enfermedades.....</b>	<b>13</b>
<b>3.6. Tratamientos a Evaluar.....</b>	<b>14</b>
3.6.1. Descripción de los tratamientos.....	14
3.6.2. Distribución de los tratamientos.....	14
<b>3.7. Variables a Evaluar.....</b>	<b>15</b>
3.7.1. Diámetro Ecuatorial del Fruto (DEF).....	15
3.7.2. Diámetro Polar del Fruto (DPF).....	16
3.7.3. Longitud de entrenudos (LEN).....	16
3.7.4. Altura promedio de la planta (APP).....	16
3.7.5. Diámetro del tallo (DT).....	17
3.7.6. Sólidos Solubles Totales (Grados Brix).....	17
3.7.7. Contenido de Clorofila en Hoja (CCH).....	17
3.7.8. Numero de Frutos por Planta (NFP).....	18
3.7.9. Peso promedio de fruto (PPF).....	18
3.7.10. Rendimiento promedio por hectárea (RPH).....	18
<b>3.8. Diseño estadístico.....</b>	<b>19</b>
<b>3.9. Análisis de la información.....</b>	<b>19</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>20</b>

<b>4.1. Diámetro Ecuatorial del Fruto.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2. Diámetro Polar del Fruto .....</b>	<b>21</b>
<b>4.3 Longitud de Entrenudos (LEN).....</b>	<b>22</b>
<b>4.4 Altura Promedio de Planta .....</b>	<b>23</b>
<b>4.5 Diámetro de tallo.....</b>	<b>24</b>
<b>4.6 Sólidos Solubles Totales (Grados Brix).....</b>	<b>25</b>
<b>4.7 Contenido de Clorofila en Hoja.....</b>	<b>26</b>
<b>4.8 Numero de Frutos por Planta.....</b>	<b>27</b>
<b>4.9 Peso Promedio de Fruto .....</b>	<b>28</b>
<b>4.10 Rendimiento Promedio por Hectárea.....</b>	<b>29</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>31</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Forma de obtención de los genotipos utilizados en la presente investigación .....	<b>14</b>
<b>Cuadro 2.</b> Distribución de bloques y tratamientos en invernadero. ....	<b>15</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del experimento (25°23' N y 101°80' O) .....	11
<b>Figura 2.</b> Vernier digital de la marca Steren .....	15
<b>Figura 3.</b> Cinta métrica flexible .....	16
<b>Figura 4.</b> Refractómetro de grados brix con una escala hasta 32, de marca Atago. 17	
<b>Figura 5.</b> Medidor de clorofila de la marca Minolta 502 Plus .....	17
<b>Figura 6.</b> Fruto listo para corte con coloración amarilla y textura pergaminosa. ....	18
<b>Figura 7.</b> Diámetro ecuatorial del fruto en genotipos tetraploides y diploide de <i>Physalis</i> peruviana. ....	20
<b>Figura 8.</b> Diámetro polar del fruto en genotipos tetraploides y diploide de <i>Physalis</i> peruviana. ....	21
<b>Figura 9.</b> Longitud de entrenudos en genotipos tetraploides y diploide de <i>Physalis</i> peruviana, cultivados en invernadero.....	22
<b>Figura 10.</b> Altura de planta en genotipos tetraploides y diploide de <i>Physalis</i> peruviana, cultivados en invernadero. ....	23
<b>Figura 11.</b> Diámetro de tallo en genotipos tetraploides y diploide de <i>Physalis</i> peruviana, cultivados en invernadero.....	24
<b>Figura 12.</b> Sólidos solubles totales estimados en genotipos tetraploides y diploide de <i>Physalis</i> peruviana, cultivados en invernadero. ....	25
<b>Figura 13.</b> Contenido de Clorofila en la hoja en genotipos tetraploides y diploide de <i>Physalis</i> peruviana, cultivados en invernadero. ....	26
<b>Figura 14.</b> Numero de frutos por planta en genotipos tetraploides y diploide de <i>Physalis</i> peruviana, cultivados en invernadero. ....	27
<b>Figura 15.</b> Peso promedio del fruto de en genotipos tetraploides y diploide de <i>Physalis</i> peruviana, cultivados en invernadero.....	28
<b>Figura 16.</b> Rendimiento promedio por hectárea en genotipos tetraploides y diploide de <i>Physalis</i> peruviana, cultivados en invernadero. ....	29

## Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó con genotipos tetraploides de goldenberry desarrollados mediante la aplicación de colchicina y orizalina agentes mutagénicos aplicados en meristemas de la semilla en la etapa de germinación. El objetivo de la investigación fue comparar genotipos tetraploides, con genotipos diploides, como una alternativa para incrementar el tamaño y calidad de frutos, así como incrementar la productividad de Golden Berry.

El estudio se realizó en Saltillo, Coahuila, México en invernadero. La planta de uchuva se llevó a 4 tallos y con riego por goteo, mediante el uso de cintilla de riego. El material vegetal se germinó en charolas de polietileno y se trasplanto cuando se tenían de 4 a 5 hojas verdaderas. Se estableció bajo un arreglo experimental de bloques completamente al azar, considerando 12 genotipos. Para estimar el rendimiento por hectárea tomó el peso promedio del fruto, número de frutos, número de cortes realizados y la densidad de plantación. El genotipo 6, 8 y 9 fueron los que presentaron mayor, diámetro polar de fruto, contenido de clorofila, peso promedio de fruto y rendimiento por hectárea, por lo tanto, mejores resultados en rendimiento y componentes de rendimiento, por lo cual se puede iniciar un proceso de selección con estos genotipos para obtener mayor rendimiento y calidad de fruto. De los resultados obtenidos se puede concluir que el uso de tetraploides de *Physalis peruviana* es una alternativa para incrementar el rendimiento y calidad de fruto y la variabilidad presente en el diploide bajo tratamiento inducirá variabilidad en los poliploides.

**Palabras clave:** Golden Berry, tetraploides, agentes mutagénicos, rendimiento de fruto

## I. INTRODUCCION

La uchuva (*Physalis peruviana* L.) es un cultivo fundamentalmente utilizado por sus frutos comestibles, los cuales son unas bayas jugosas, de intenso sabor, redondas y de color amarillo originarias de la región andina (National Research Council, 1989). A pesar de ser una planta perene, normalmente en su zona de origen se cultiva como anual (Zuang et al., 1992). La baya se encuentra cubierta por un cáliz acrescente, esta es una de las características que le crean distinción con los demás frutos exóticos. No obstante, se ha llegado a considerar un cultivo marginado de la región andina (Bernal y Correa, 1998).

Para el mejoramiento genético y desarrollo futuro del cultivo de *Physalis peruviana* L. es fundamental una conservación, caracterización y documentación idónea de los recursos filogenéticos, así como estar al tanto de los avances en el mejoramiento de dicha especie.

La uchuva se encuentra en el segundo lugar en Colombia en exportaciones después del banano. Esto exige conocimientos sobre los efectos edafoclimáticos en la fisiología vegetal del cultivo y como afecta en la vida y calidad del fruto.

Para potencializar la producción de metabolitos secundaria de las plantas una buena técnica beneficiosa es la duplicación de juego de cromosomas (Poliploidización) (De Jesús Gonzales y Weathers, 2003). La expresión y concentración de ciertos metabolitos secundarios se ven incrementados algunas veces cuando se duplican los números de cromosomas (Jones et al., 2008).

La creación de tetraploides de *Physalis peruviana* da la posibilidad para que la especie se mejore y genera una nueva estrategia para aumentar la producción de compuestos secundarios como el 4  $\beta$  Hidroxiwithanolido E (4BHWE) de gran utilidad para la industria medicinal.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.2 Objetivo general**

Evaluar el comportamiento de los genotipos tetraploides, en comparación con un genotipo diploide bajo condiciones de invernadero.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Llevar a su máxima expresión genética los fenotipos de *Physalis peruviana*.
- Determinar si el uso de tetraploides puede mejorar el rendimiento y calidad de los frutos de *Physalis peruviana*.
- Determinar si la poliploidia es una alternativa para alcanzar mejores rendimientos, que con materiales diploides.

## **1.2 Hipótesis**

Al menos uno de los genotipos tetraploides tendrá mayor expresión en las variables evaluadas a comparación con el diploide.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen

El cultivo de goldenberry (*Physalis peruviana* L.) es una especie silvestre, su origen se sitúa en las zonas andinas peruanas; se introdujo después en África e India y en el mundo se han desarrollado más de 80 variedades (Medina, 1991).

Hay evidencia, que la planta fue llevada de Brasil y aclimatada en los altiplanos de Perú y Chile (CRFG, 1997). Hoy en día se encuentra en varias partes de los subtrópicos y en casi todos los trópicos del altiplano, incluyendo China y Malasia, entre otras (Verheij y Corenel, 1991).

A lo largo de su distribución a obtenido varias denominaciones *Physalis peruviana* es su nombre; en Chile como “goldenberries” o “Physalis”, en Ecuador “uvilla”, en Colombia “uchuva”, en España “alquequenje” y en Sudáfrica “cape gooseberry”, sin embargo, es más conocido internacionalmente como “Golden Berry” (Cruzat et al., 2010).

### 2.2 Taxonomía

Según el Institute National Plant Center USDA (2000) la clasificación taxonómica de *Physalis peruviana* L., es:

**Reino:** Plantae

**Subreino:** Tracheobionta

**División:** Angiosperma

**Clase:** Magnoliopsida

**Subclase:** Asteridae

**Orden:** Solanales

**Familia:** Solanaceae **Genero:** *Physalis*

**Especie:** *Physalis peruviana* L.

### **2.3 Importancia Económica**

Hoy en día, en el Continente Americano, la producción de *Physalis peruviana* L. se ha extendido a los países tropicales y subtropicales (El Caribe y Sudamérica) (Fischer y Miranda, 2012). Es un fruto que, por su potencial económico y propiedades medicinales, presenta buenas perspectivas e interés en los mercados internacionales, como una buena alternativa de producción (Gastelum, 2012).

El Golden Berry en México no se cultiva aun con fines comerciales, por el desconocimiento de su rentabilidad y consumo. El problema más importante que enfrenta el productor; es el mercadeo y la comercialización, a pesar que es un fruto exótico con un crecimiento en el mercado internacional (Coral et al., 2012).

En Colombia, para ciertas regiones del país resulta uno de los frutos más promisorios, ya que ocupa el segundo lugar en las exportaciones (Fisher y Miranda 2012). Sanabria (2005) menciona que para el mercado nacional la producción de uchuva depende de la fracción vendida a los mercados internacionales.

### **2.4 Descripción Botánica**

*Physalis peruviana* es una planta perene, arbustiva que crece entre 1 y 1.5 m de altura, sin tutorar y se desarrolla entre los 1500 y los 3000 msnm (FAO,1982). El sistema de propagación más utilizado, en este cultivo, es por semilla, por su alto porcentaje de germinación (85 a 90%), no obstante, las semillas originan plantas con una alta variabilidad fenotípica (Almanza, 2000).

Los frutos, son bayas redondas, con mucha semilla, desde 150 a 300 semillas por fruto, de color amarillo brillante, que tardan de 60 a 80 días en madurar (Fisher et al., 2011). Estas bayas se consumen en fresco en ensaladas dulces y saladas, o pueden ser procesados y consumidos en: puré, pulpa, mermelada, conservas, deshidratados, gelatinas, salsas, helados y jugos (Kretzschmar, 2012; Moreno- Miranda, 2019).

Las raíces, en su mayoría son fibrosas, y se encuentran dentro de los 10 y 15 centímetros de profundidad; el sistema radicular es ramificado y sus raíces principales

llegan a profundizar de 50 cm a 80 cm (Fisher, 1989). El desarrollo de las raíces depende especialmente de la aireación, textura, temperatura y humedad del suelo (Fisher, 1995).

El tallo principal, si se deja crecer, termina su desarrollo vegetativo después del octavo a doceavo nudo con la aparición de una inflorescencia, de donde parten dos ramas que forman en su primer nudo una flor con igual número de ramificaciones y así secuencialmente (ramificación policasial) (Fisher, 1989).

Las hojas son simples, alternas, pecioladas, acorazonadas y altamente pubescentes. Presentan un ancho de 4 a 10 cm y un largo de 5 a 15 cm. En la parte basal del tallo, solamente desarrolla una hoja por nudo y en las ramas laterales o productivas, cada nudo normalmente presenta dos hojas (Fisher, 1989).

Las flores son hermafroditas, se originan de las axilas y presentan una corola amarilla en forma tubular, con cinco pétalos unidos que presentan un punto morado en la base de cada uno (Gupta y Roy, 1981).

## **2.5 Producción Mundial (Superficie establecida y volumen de producción)**

A nivel mundial los principales productores de Uchuva son: Colombia, Kenia, Zimbabwe, Australia, Nueva Zelanda, India, y Ecuador (Beltrán, 2009). Holanda, Alemania, Inglaterra, Francia, Bélgica, Suiza, Canadá, Estados Unidos, Italia, Reino Unido y Brasil son de los principales países compradores de la uchuva (FAO, 2006).

En 2020, en Colombia el área de producción fue de 1372.38 ha, con un promedio de 14.41 t/ha y una producción total de 19,775.69 (ton). Los trabajos de investigación de las universidades y el conocimiento empírico de los trabajadores a llevado a tener nuevos desarrollos tecnológicos en el cultivo (Agronet, 2020)

En la sierra norte de Ecuador la producción es realizada por grandes y pequeños productores, en altitudes de 2000 a 3000 msnm, con producciones de 13.6 t/ha, y una producción de 4556 ton. (Altamirano, 2010).

Perú es considerado mundialmente como un centro importante de biodiversidad, una gran variedad de ecotipos de aguaymanto se han descubierto en las cordilleras de los andes. La producción es baja (7 t/ha), pese a que Perú es considerado el origen de la uchuva (PDRS/GIZ, 2011).

Brasil, se considera como uno de los pioneros en la investigación del cultivo de uchuva. La producción por año va de 2 a 3 t y es dirigida a mercados sofisticados de la capital paulista y en Rio de Janeiro (Andrade, 2008).

Chile cuenta con poca superficie sembrada, con alrededor de 5.5 hectáreas cultivadas, con un promedio de rendimiento nacional de 6 t/ha (Prochile, 2011).

## **2.6 Producción Nacional (superficie establecida y volumen de producción)**

El cultivo de *Physalis peruviana* en México es poco conocido no existen áreas de producción extensiva e intensiva (Aguilar, 2018), solamente con fines experimentales se ha llegado a cultivar en invernadero para conocer el comportamiento agronómico (Mora et al., 2006), para estudiar su forma productiva y de crecimiento con diferentes aportaciones de solución nutritiva en plantas propagadas por rebrotes y semilla (Gastelum et al., 2013; Aguilar et al., 2018).

Asimismo, se ha cultivado para conocer su comportamiento productivo en distintas fechas de siembra y conocer su fenología y aportes de potasio y boro (Sibino et al., 2016; Sabino et al., 2018), y sean realizado estudios mediante el uso mutagénicos con fines de mejoramiento genético (Antúnez et al., 2017) sin embargo, aún no existen estudios sobre rentabilidad y comercialización en México.



## **2.7 Requerimiento Edafoclimáticos**

### **2.7.1. Formación ecológica**

Las zonas más apropiadas para *Physalis peruviana* son los valles interandinos. Al mismo tiempo es común encontrar la especie en los bosques secos montanos bajo tropical y bosques secos premontano tropical (National Reserch Council, 1989).

### **2.7.2. Luminosidad**

La planta no se ve afectada en zonas con días cortos, y se puede llegar a producir en latitudes de Nueva Zelanda y cerca de Ecuador. Mientras tanto, se menciona que para tener grandes rendimientos se necesita alta luminosidad (National Reserch Council, 1989).

En alta intensidad de luz, la planta de uchuva se desarrolla mejor; cuando es baja, la apertura de los estomas se ve afectada. La baja luminosidad genera debilitamiento en las plantas, las cuales son más susceptibles a patógenos (Velásquez & Mestanza, 2003).

### **2.7.3. Humedad**

Fischer y Angulo, 1999, mencionan que puede crecer con humedad relativa máxima de 90% y mínima de 50%, sin embargo, la ideal para este cultivo oscila entre 70% y 80%.

### **2.7.4. Precipitación**

A lo largo del año la precipitación optima permanece dentro de los 1000 y 2000 mm. Es importante el suministro del agua durante los periodos secos para prevenir el rajeteado de los frutos (Ivan, 2009)

### **2.7.5. Altitud**

La fruta es capaz de producirse en un gran rango de altitud de los Andes, entre los 1500 y 3000 msnm (Salazar, 2006). Paucar (2013), menciona que la ideal vine siendo entre 2400 y 2800 msnm.

### **2.7.6. Temperatura**

Para el crecimiento de la uchuva, el rango de temperatura promedio está dentro de los 13 a 18 °C. Por debajo de los 0 °C la fruta sufre daños irreparables, si persisten temperaturas menores a 10° el crecimiento se ve afectado. La floración y fructificación se ve afectada con temperaturas muy altas (MINCETUR, 2009).

## **2.8 Calidad nutracéutica del producto**

El fruto de *Physalis peruviana* se ha utilizado como una fuente de provitamina A, vitamina C, complejo de vitamina B y minerales. La hace valiosa, su alto nivel de fructuosa para las personas diabéticas y por qué contiene 15% de sólidos solubles (principales azúcares). Tiene altos niveles de fósforo y contenido importante de fibra dietética en la cual la pectina actúa como un regulador intestinal (Ramadan & Morsel, 2003).

## 2.9 La Colchicina

En 1819 Pilletier y Caventou, descubrieron la colchicina como un alcaloide venenoso, extraído del bulbo del coquillo (*Colchicum autumnale*), con el nombre químico de (S)-N (5.6.7.9 –tetrahidro- 1,2,3,10 – tetrametoxi – 9 oxobenzo (a) heptalen -7- ido) acetamida, de peso molecular de 399.45 y de formula química  $C_{22}H_{25}NO_3$  (Parra, 2002).

Es un polvo amarillo claro a blanco cristalino, inodora, en contacto con la luz oscurece. Es cancerígena y toxica; en humanos la dosis letal probablemente es menor a 5 mg/kg. Debido a su fotosensibilidad se almacena en recipientes ámbar, su estructura química se ve afectada, por la exposición prolongada a la acción de la luz, con la perdida de sus propiedades (Lewis, 2009).

**Figure 1.** Estructura química de la Colchicina.



La colchicina es un alcaloide que impide el auto ensamblaje de la tubulina, así como la formación de los micro túbulos del huso y como consecuencia la segregación y ordenamiento anafásico de las cromátides, pero no el ciclo de duplicación y condensación. Por lo tanto, solo afecta las células en división celular (Olmo *et al.*, 2010).

Mediante un lavado se elimina la colchicina, se reactiva la síntesis de tubulina por la baja cantidad de tubulina libre en el espacio, reapareciendo los microtúbulos en las células.

### **2.10 Efectos de la Colchicina en las Plantas**

Barrera (2010), menciona que la colchicina causa los siguientes efectos en las plantas; bajo porcentaje de supervivencia, hojas más gruesas y verdes, cotiledones anchos y gruesos, menor número de estomas y anteras, menor fertilidad y producción de polen en progenitores, producción del polen en híbridos, mayor altura en la planta, aumento en el tamaño de la flor y semilla, mayor número de cloroplastos, aumento en el tamaño de diámetro del polen y estomas, genera efectos secundarios como crecimiento anormal y la esterilidad, además de duplicación de cromosomas, también provoca la pérdida de cromosomas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del Experimento

El experimento fue ubicado en el campo experimental del departamento de Horticultura la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Ubicado en las coordenadas  $25^{\circ} 23'$  de latitud norte y  $101^{\circ} 80'$  de longitud oeste, con una altitud de 1785 m.



**Figura 1.** Ubicación del experimento ( $25^{\circ}23'$  N y  $101^{\circ}80'$  O)

#### 3.2. Clima

En la región, es de régimen de lluvia de verano (BWhw (x)) seco, con inviernos frescos y templados, con lluvias en verano. Cuya temperatura es de  $19.8^{\circ}\text{C}$  media anual, junio, julio y agosto son los meses más cálidos con temperaturas de  $37^{\circ}\text{C}$  máximo, mientras que en diciembre y enero las temperaturas llegan a bajar de  $10^{\circ}\text{C}$  bajo cero, se presenta una precipitación media total de 298.5 mm, las lluvias van de junio a octubre, el mes más seco es marzo y julio el más lluvioso.

### **3.3. Material Vegetal Utilizado**

Planta de uchuva ecotipo colombiano, con las características de tener frutos naranjas, con mayor cantidad de azúcares, de tamaño pequeño y hojas pequeñas en comparación con otros ecotipos.

### **3.4. Establecimiento del Cultivo**

#### **3.4.1. Siembra en las charolas**

La semilla de *Physalis peruviana L.* se sembró el 15 de febrero del 2021. La siembra se realizó en charolas de poliestireno de 200 cavidades, usando como sustrato una mezcla de peatmoss y perlita con una relación 1:1 y un recubrimiento de vermiculita.

#### **3.4.2. Preparación del terreno**

Se prepararon 3 camas de 45 cm de ancho por 14.3 m de largo y con una altura de 25 cm, fueron cubiertos con un acolchado de polietileno bicolor gris-negro y fertirigados por cintilla de goteo. Se manejó una distancia entre surcos de 1.20 m.

#### **3.4.3. Transplante**

Se realizó el 10 de junio, se hizo un riego abundante antes del trasplante. Se estableció en un invernadero de mediana tecnología de tipo asimétrico cubierto de polietileno, en una superficie de 341 m<sup>2</sup>. Se manejó una distancia entre planta de 0.5 m, a una sola hilera.

#### **3.4.4. Fertilización**

Se utilizó una solución Esteiner al 25, 50, 75 y 100 % según la etapa fenológica de la planta, se preparó en un tinaco de 1100 L de capacidad cubierto de la luz solar y se aplicó sobre el riego cada tercer día (un día sí y un día no) con la ayuda de una bomba de ½ caballo de fuerza. También se hicieron aplicaciones de micronutrientes foliares de producto fertidrip (12-45-12) a razón de 2 cc.

#### **3.4.5. Manejo del cultivo**

La planta llevo un tutorado de tipo holandés con rafia atada a ganchos de tutoreo y sujeta a anillos de tutoreo en la base de la planta. Los ganchos estuvieron soportados por alambre galvanizado (calibre 10), colocado a una altura de 3.5 m sobre la superficie del suelo, fijada a la estructura. Fue llevada a cuatro tallos, eliminando brotes y hojas antes de la primera bifurcación. La poda se estuvo haciendo cada semana, al igual que el enredo y junto con el despalomado, dejando hasta el fruto 3 en cada entrenudo.

Cada dos semanas se efectuó un deshierbe, con el propósito de no tener competencia por nutrientes, luz, agua y eliminar los hospederos posibles para plagas y enfermedades.

#### **3.5. Control de Plagas y Enfermedades**

Se realizaron aplicaciones preventivas de repelentes orgánicos cada 4 días. Sin embargo, se presentaron plagas de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y de chapulines (*Caelifera*), para su control se utilizó imidacloprid y betacyfluthin y diclorvós a razón de 0.5 y 0.1, mL·L<sup>-1</sup> respectivamente.

### 3.6. Tratamientos a Evaluar

#### 3.6.1. Descripción de los tratamientos

El experimento consto de 12 tratamientos incluido el testigo, los cuales se arreglaron de la siguiente manera para su identificación (Tabla. 1)

**Cuadro 1.** Forma de obtención de los genotipos utilizados en la presente investigación

<b>Obtención de los genotipos</b>	<b>Genotipos</b>
Orizalina al 06% en la planta 6	1
Orizalina al 06% en la planta 10	2
Colchicina al 12% en la planta 6	3
Colchicina al 12% en la planta 11	4
Colchicina al 16% en la planta 13	5
Colchicina al 16% en la planta 14	6
Colchicina al 16% en la planta 15	7
Colchicina al 16% en la planta 16	8
Colchicina al 16% en la planta 17	9
Colchicina al 16% en la planta 18	10
Colchicina al 16% en la planta 22	11
Diploide	12

#### 3.6.2. Distribución de los tratamientos

Cada tratamiento distribuido aleatoriamente contaba con 4 plantas por cada bloque, el experimento conto con 3 bloques, en total se tenían 144 plantas, cada planta tenía 50 cm de distancia entre una y otra. Para su identificación se colocó una banderilla al principio de cada tratamiento.



**Cuadro 2.** Distribución de bloques y tratamientos en invernadero.

Bloque	Tratamientos		
	1	2	3
1	4	5	6
	7	12	8
	9	10	11
	3	5	4
2	1	2	6
	11	10	9
	8	7	12
	11	10	9
3	8	7	12
	3	5	2
	6	1	4

### 3.7. Variables a Evaluar

#### 3.7.1. Diámetro Ecuatorial del Fruto (DEF)

Para esta variable, se midió 10 frutos por planta por cosecha al azar con la ayuda de un vernier digital con escala en mm de la marca Steren, con lo cual se obtuvo el diámetro ecuatorial promedio.



**Figura 2.** Vernier digital de la marca Steren

### **3.7.2. Diámetro Polar del Fruto (DPF)**

Para esta variable, se obtuvo el promedio del diámetro polar midiendo 10 frutos por planta en cada cosecha al azar, por cada repetición en cada bloque con la ayuda de un vernier digital de escala en mm.

### **3.7.3. Longitud de entrenudos (LEN)**

Para esta variable, se utilizó una cinta métrica flexible, midiendo 10 entrenudos de uno de los cuatro tallos tutorados por repetición, elegido aleatoriamente para sacar el promedio de la distancia entre nudos.



**Figura 3.** Cinta métrica flexible

### **3.7.4. Altura promedio de la planta (APP)**

Se analizó con la ayuda de una cinta métrica flexible, desde la base del tallo hasta el crecimiento apical, esto solo tomando como referencia el tallo más grande, de los cuatro tutorados.

### 3.7.5. Diámetro del tallo (DT)

Con ayuda de un vernier digital con escala en mm, se midió en un principio el diámetro basal, después el de la primera bifurcación, así también el de los cuatro tallos justo donde se diferencia cada uno de ellos y así sacar el promedio del diámetro del tallo.

### 3.7.6. Sólidos Solubles Totales (Grados Brix)

Con ayuda de un refractómetro portátil marca Atago con una capacidad máxima de 32 grados brix, en seguida de medir sus diámetros de los frutos, colocando una gota en el lente del instrumentó.



**Figura 4.** Refractómetro de grados brix con una escala hasta 32, de marca Atago.

### 3.7.7. Contenido de Clorofila en Hoja (CCH)

Se estimó en unidades SPAD con ayuda de un medidor de colorimetría de la marca Minolta 502 Plus (**Fig. 6**), se hicieron tres mediciones en las hojas a partir del catorceavo entrenudo de la planta y se sacó un promedio.



**Figura 5.** Medidor de clorofila de la marca Minolta 502 Plus

### 3.7.8. Numero de Frutos por Planta (NFP)

Se realizó un conteo de todos los frutos cosechados, con cáliz de color café claro en su mayoría y el fruto de color amarillo con textura pergaminosa como indicativos de frutos maduros (**Fig. 7**).



**Figura 6.** Fruto listo para corte con coloración amarilla y textura pergaminosa.

### 3.7.9. Peso promedio de fruto (PPF)

Con ayuda de una balanza electrónica de capacidad mínima de 0.2 g y máxima de 3 kg, de marca Rhino se pesaron todos los frutos después de haber sido cosechados y el peso total de los frutos se dividió entre el número de frutos, para estimar ésta variable.

### 3.7.10. Rendimiento promedio por hectárea (RPH)

Para esta variable, se tomaron en cuenta los datos de NFP, PPF, numero de cortes (NC) y la densidad de plantación (DP), realizando la fórmula:  $NFP * PPF * NC * DP$  para estimar las ton-ha<sup>-1</sup>.

### **3.8. Diseño estadístico**

Para analizar cada una de las variables, los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANVA) bajo el arreglo de un diseño bloques al azar con 12 genotipos, cada uno con 3 repeticiones.

### **3.9. Análisis de la información**

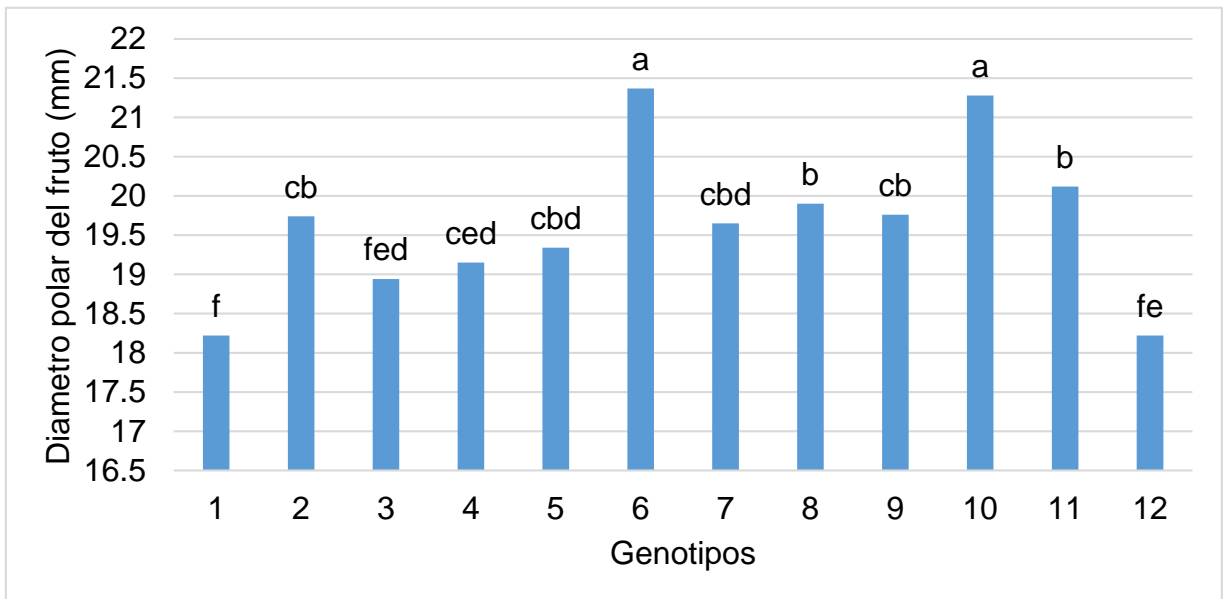
Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico computacional SAS Versión 1990, las medias serán comparadas con las pruebas de medias Tukey.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Diámetro Ecuatorial del Fruto

En la variable DEF, se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos, el genotipo 6 y 10 fueron significativamente iguales, exhibieron el mayor DEF, el primero supero en 17.28% al genotipo 12 (diploide), mostrando que la duplicación cromosómica mantuvo la variabilidad en la variedad bajo estudio. El genotipo diploide 12 fue significativamente igual a los genotipos 1 y 3, y fueron superados significativamente por el resto de los genotipos en el DEF. Lo antes observado permite concluir que la duplicación de cromosomas incrementa el tamaño del fruto de *Physalis peruviana* (**Figura 8**).

Los resultados del presente estudio son similares a los de Begalí (2005) quien cultivó diferentes genotipos de tomate de cáscara que fueron sometidos a diferentes concentraciones de colchicina, y quien reporta que colchicina al 0.04, 0.08, 0.12 o 0.16% presenta un aumento significativo en el tamaño del diámetro ecuatorial de los frutos.

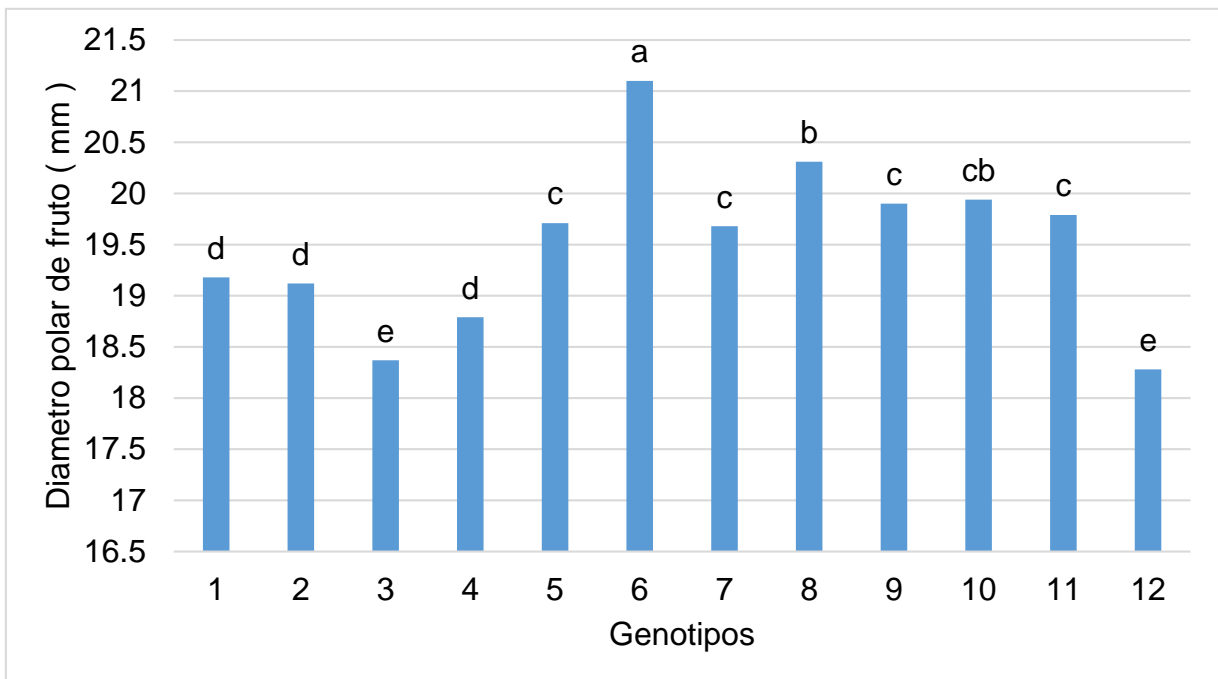


**Figura 7.** Diámetro ecuatorial del fruto en genotipos tetraploides y diploide de *Physalis peruviana*.

## 4.2. Diámetro Polar del Fruto

En el análisis de variancia exhibió diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos, en el DPF. Al realizar la comparación de medias se encontró que el mayor diámetro polar del fruto lo presentó el tratamiento 6, con 21.1 mm de diámetro, superando al tratamiento diploide 12 en 15.43% (**Figura 8**). Por lo tanto, se puede indicar que el tratamiento 6 se podría seleccionar para obtener frutos de mayor tamaño. La variabilidad observada en la variedad diploide también se observó en los tetraploides desarrollados.

Datos similares fueron reportados por Begalí (2005) quien trabajó con diferentes genotipos de tomate de cáscara a diferentes concentraciones de colchicina. Esto puede suceder por la alteración de la colchicina en el huso acromático durante la división celular, induciendo la poliploidía.

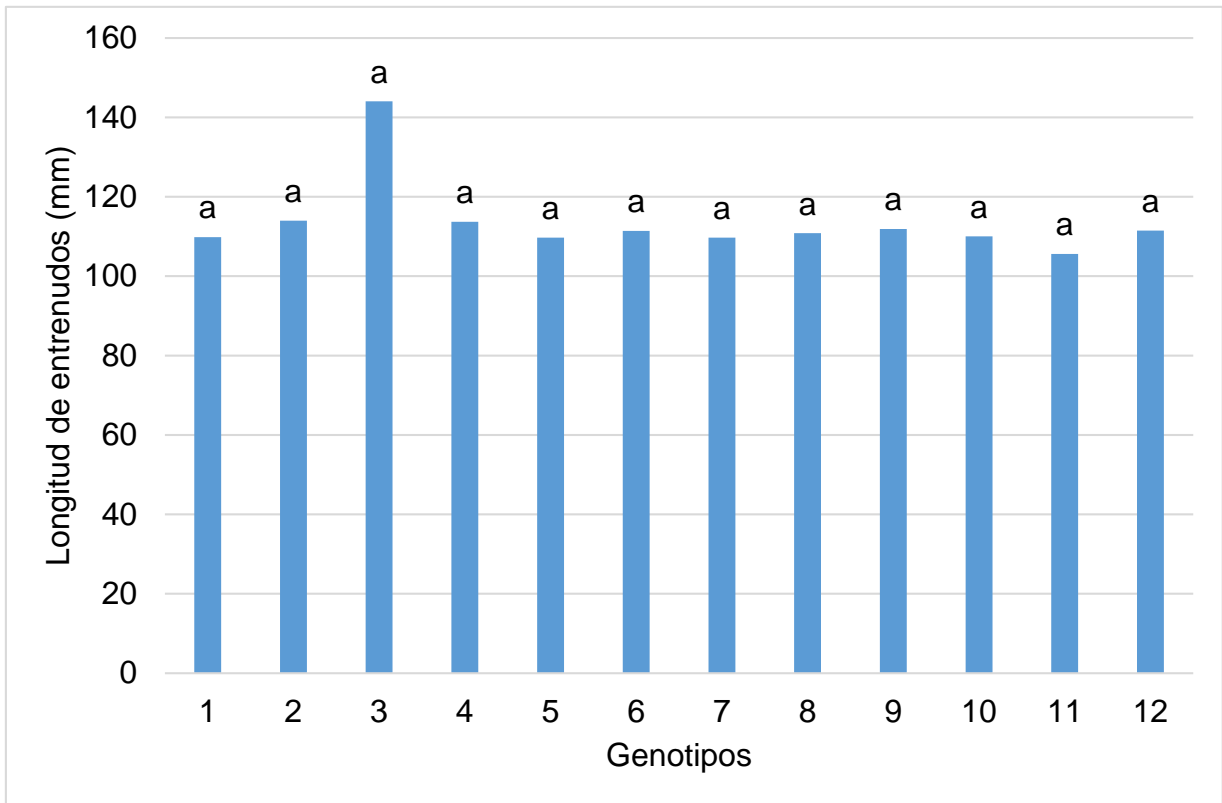


**Figura 8.** Diámetro polar del fruto en genotipos tetraploides y diploide de *Physalis* peruviiana.

### 4.3 Longitud de Entrenudos (LEN)

La variable LEN no mostro diferencias significativas en los tratamientos, el tratamiento que mostro la mayor LEN fue el genotipo 3, superando en 29.19% al genotipo diploide, que exhibió una LEN de 11.15 cm. La longitud de entrenudos es importante porque el crecimiento es más lento y por lo tanto la cosecha se facilita, ya que la producción está más concentrada a lo largo del tallo (**Figura 9**).

En un estudio realizado en plantas de tomate diploides, con diferentes aplicaciones de bioestimulantes que contiene hormonas vegetales, provoca una menor distancia entre nudos y como consecuencia mayor número de yemas florales y a su vez mayor número de frutos (Duval, 2006).



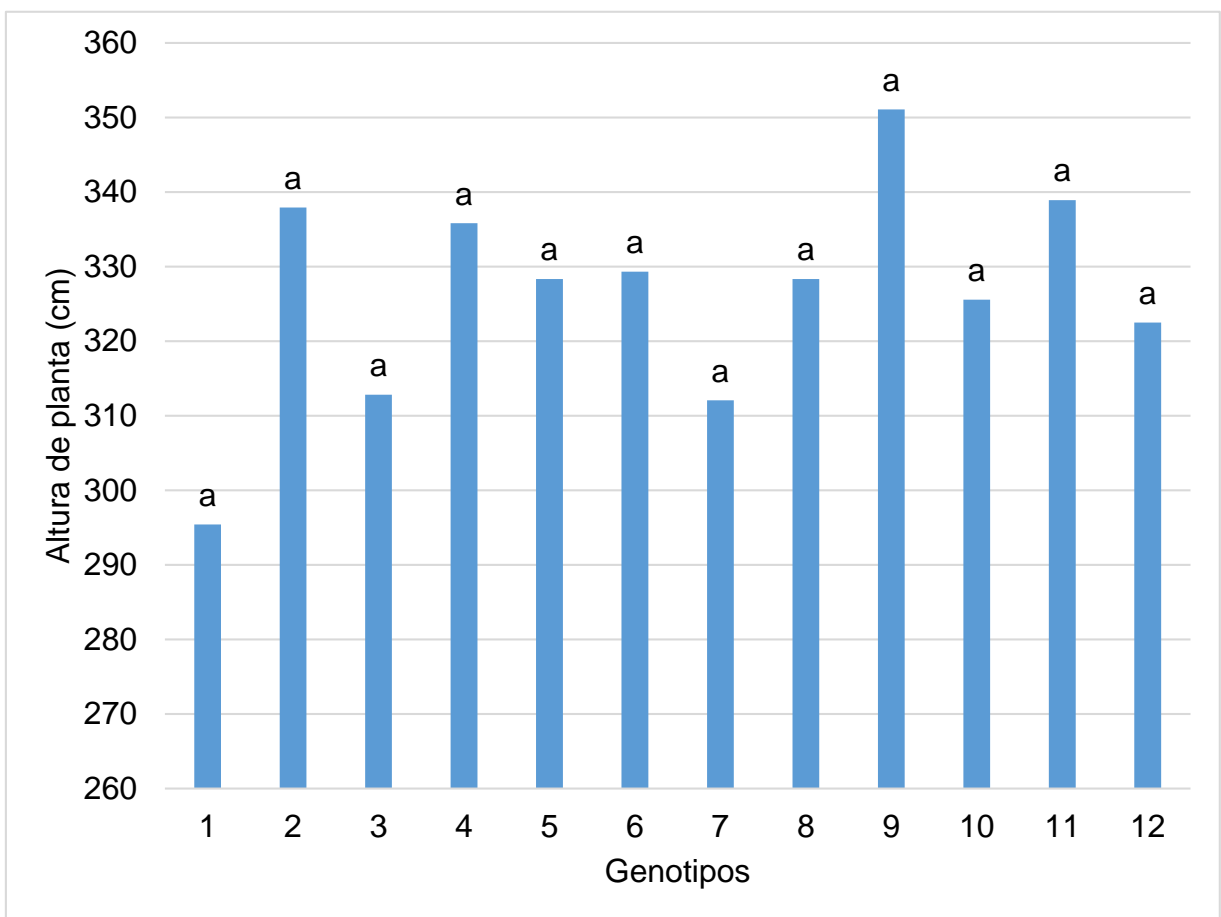
**Figura 9.** Longitud de entrenudos en genotipos tetraploides y diploide de *Physalis* peruviana, cultivados en invernadero.



#### 4.4 Altura Promedio de Planta

El análisis de varianza aplicado a la variable APP no exhibió diferencias significativas entre genotipos tetraploide y el diploide, estudiados en el presente trabajo de investigación. Aunque el genotipo 9 exhibió una APP de 351.08 cm y fue las más alta, además fue superior al genotipo diploide en 8.86%.

El cultivo de Uchuva tiene un hábito de crecimiento indeterminado, por lo cual simultáneamente desarrolla ramas, hojas y flores. Fischer y Miranda (2012) mencionan que la planta llega hasta una altura de 1,0 a 1.5 m sin tutorar, se pueden alcanzar alturas con un tutorado a cuatro tallos de 2 m o más.

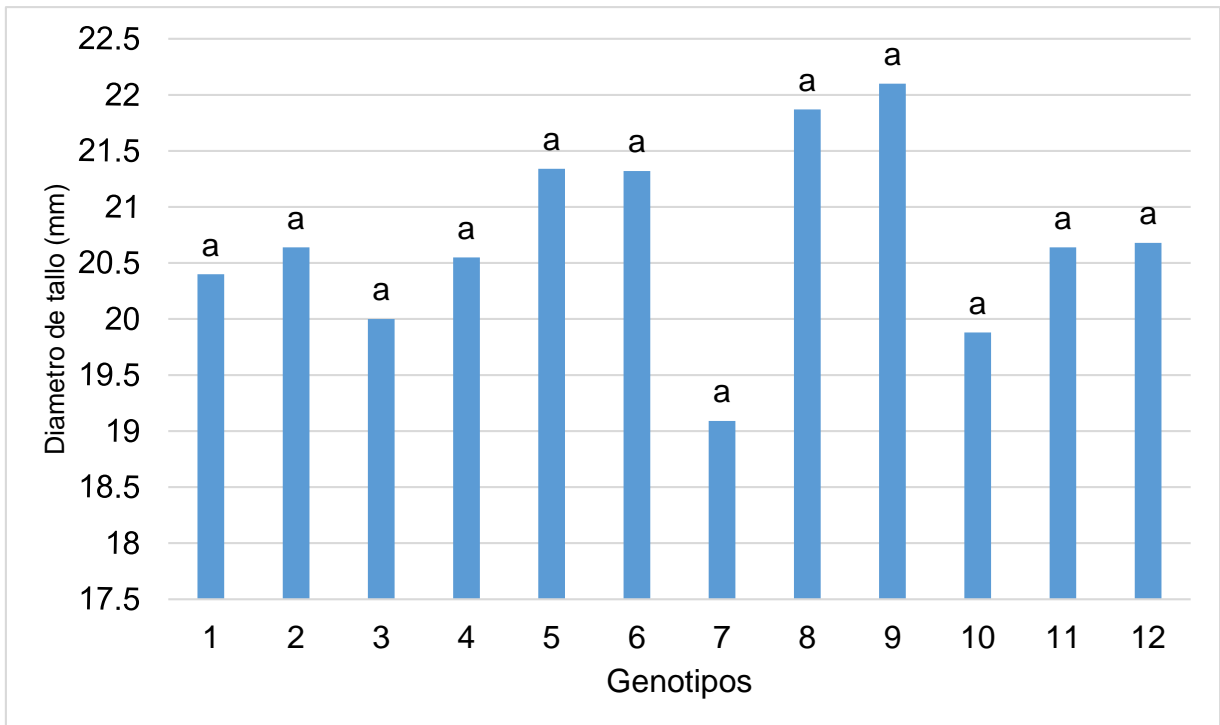


**Figura 10.** Altura de planta en genotipos tetraploides y diploide de *Physalis peruviana*, cultivados en invernadero.

#### 4.5 Diámetro de tallo

El análisis de varianza aplicado a la variable DT no exhibió diferencias significativas entre genotipos. Aunque el genotipo 9 presentó el mayor diámetro, solo superó al diploide en un 6.87%, y probablemente esta diferencia observada pudo ser debida en parte a la variación entre bloques y errores de muestreo ya que la diferencias entre tratamientos es reducida. La mayor diferencia en esta variable fue observada entre el tratamiento 9 y el genotipo 7 y fue solo de 11% (**Figura 11**).

Estos resultados no fueron similares a los obtenidos por Jaskani *et al.*, (2004) quien menciona que en tetraploides de sandía el diámetro del tallo es mayor a los expresados en los diploides de sandía.

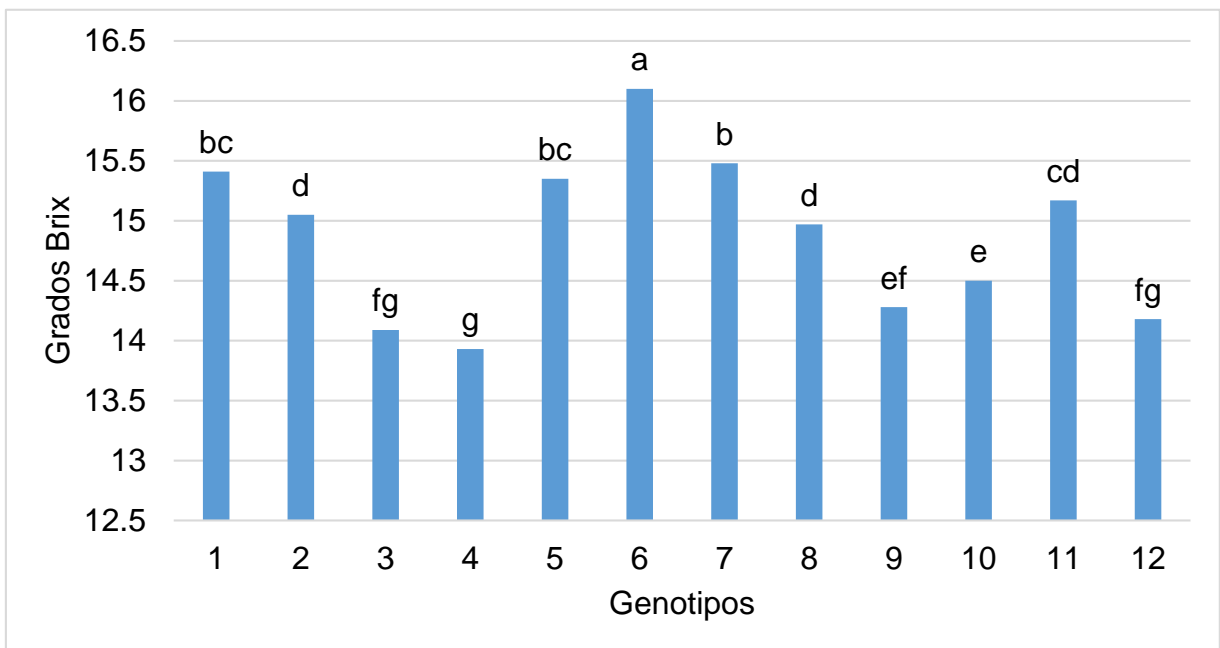


**Figura 11.** Diámetro de tallo en genotipos tetraploides y diploide de *Physalis* peruviiana, cultivados en invernadero.

#### 4.6 Sólidos Solubles Totales (Grados Brix)

En el contenido de sólidos solubles totales se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre genotipos. Al realizar la comparación de medias se encontró que los frutos del genotipo 6 fueron los que presentaron el mayor valor en grados brix (16.1) mientras que el diploide solo presentó 14.1°Brix, y fue superado por el primero en 13.5%. El contenido de sólidos solubles totales es de gran importancia, porque esta variable está relacionada con el sabor del fruto.

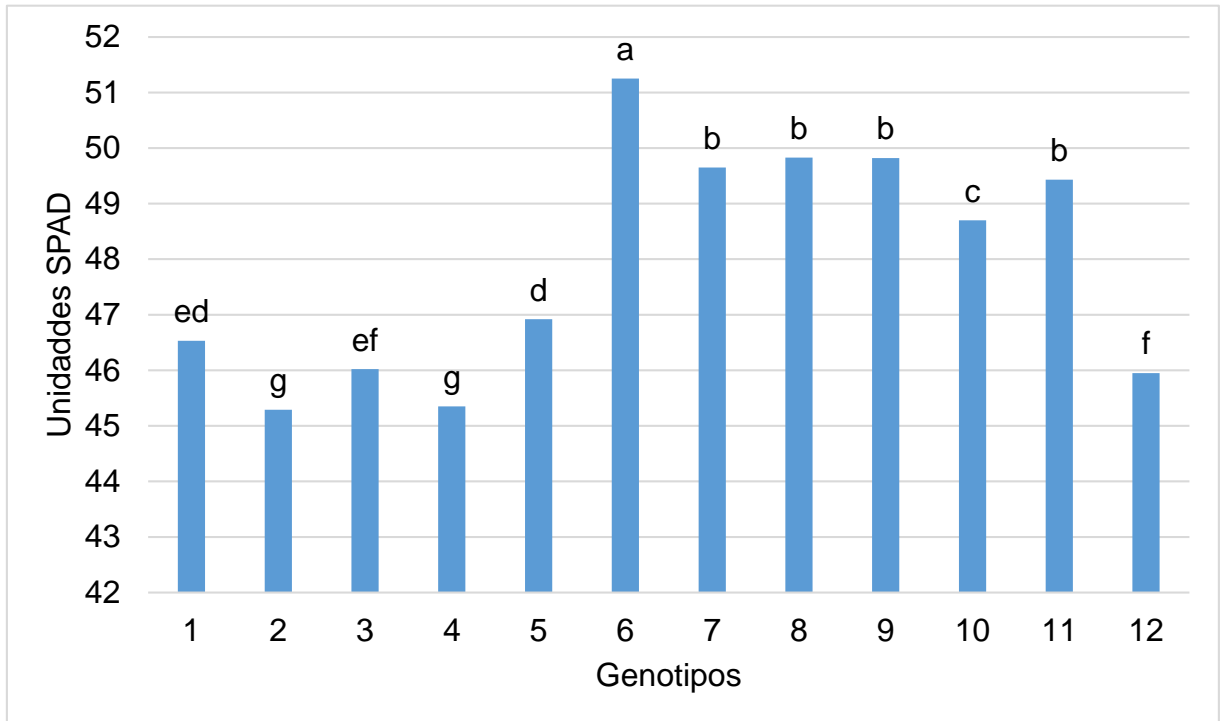
Herrera (2000) y Duran (2009) encontraron resultados similares en los cuales se obtuvieron de entre 13 y 15 grados Brix en los frutos maduros. Así que en los tratamientos que se presentaron mayor porcentaje de sólidos solubles totales, se interpreta que hubo mayor absorción de nutrientes, como el Boro, esto supuestamente porque facilita el transporte de los azúcares e influye indirectamente en su metabolismo (Marschner, 2002).



**Figura 12.** Sólidos solubles totales estimados en genotipos tetraploides y diploide de *Physalis peruviana*, cultivados en invernadero.

#### 4.7 Contenido de Clorofila en Hoja

Para el contenido de clorofila en hoja se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los genotipos estudiados. Al realizar la comparación de medias se encontró que el genotipo 6 presentó el mayor contenido de clorofila con un valor de 51.25 unidades Spad, superando en 11.53% al contenido de clorofila del diploide el cual exhibió 45.95 unidades Spad (Figura 7). El mayor contenido de clorofila, coincide con el mayor diámetro polar de fruto, mayor diámetro ecuatorial de fruto y mayor cantidad de sólidos solubles del genotipo 6, estos rasgos están positiva y significativamente correlacionados, así mismo Taleb (1996) y Dumas (1996) mencionan que el contenido de clorofila se encuentra relacionada con el nivel de ploidía, “a mayor número de cromosomas mayor la morfometría en las plantas”, justificando que mayor será la expresión de los genes, a mayor número de cromosomas, por lo que la producción de metabolitos se duplica o cuadriplica por cada célula.



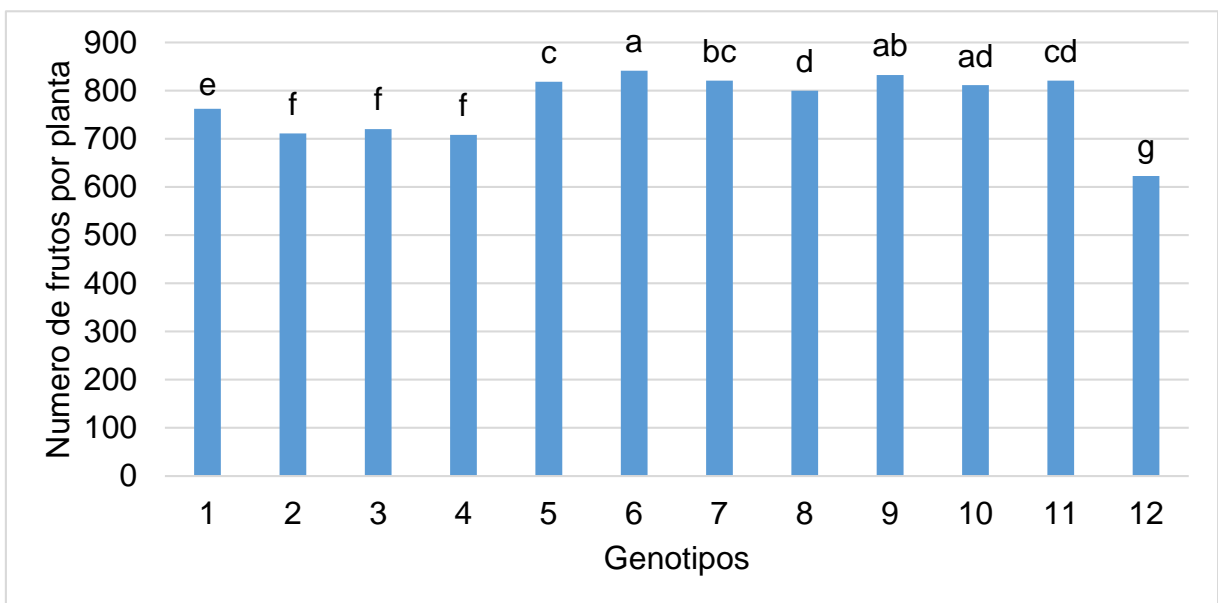
**Figura 13.** Contenido de Clorofila en la hoja en genotipos tetraploides y diploide de *Physalis peruviana*, cultivados en invernadero.

#### 4.8 Numero de Frutos por Planta

Número de frutos es una variable indicativa sobre el potencial genético que contiene cada planta para rendimiento de fruto e influye en la determinación del rendimiento final. Es común encontrar que se tiene menor tamaño a mayor número de frutos, es importante señalar que el tener mayor número de frutos, se puede relacionar a una mejor eficiencia y resistencia a las condiciones ambientales.

El análisis de varianza muestra diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre genotipos. Por lo tanto, se realizó una comparación de medias, encontrando que el genotipo 6 exhibió el mayor número de frutos por planta (841.33), superando en 35.08% al genotipo diploide 12, el cual presentó 622.83 frutos por planta (**Figura 14**).

En un estudio realizado por Cid Aguilar-Carpio<sup>1</sup> (2018) se encontró que la uchuva en hidroponia bajo invernadero con diferentes concentraciones de solución Steiner, con tres meses de cosechas les da un promedio 68.8 a 76.8 con solución Steiner al 50 y 100 % respectivamente. Esto nos indica la mejora que existe entre el uso de un material diploide o un tetraploide para el número de frutos en el cultivo de uchuva.

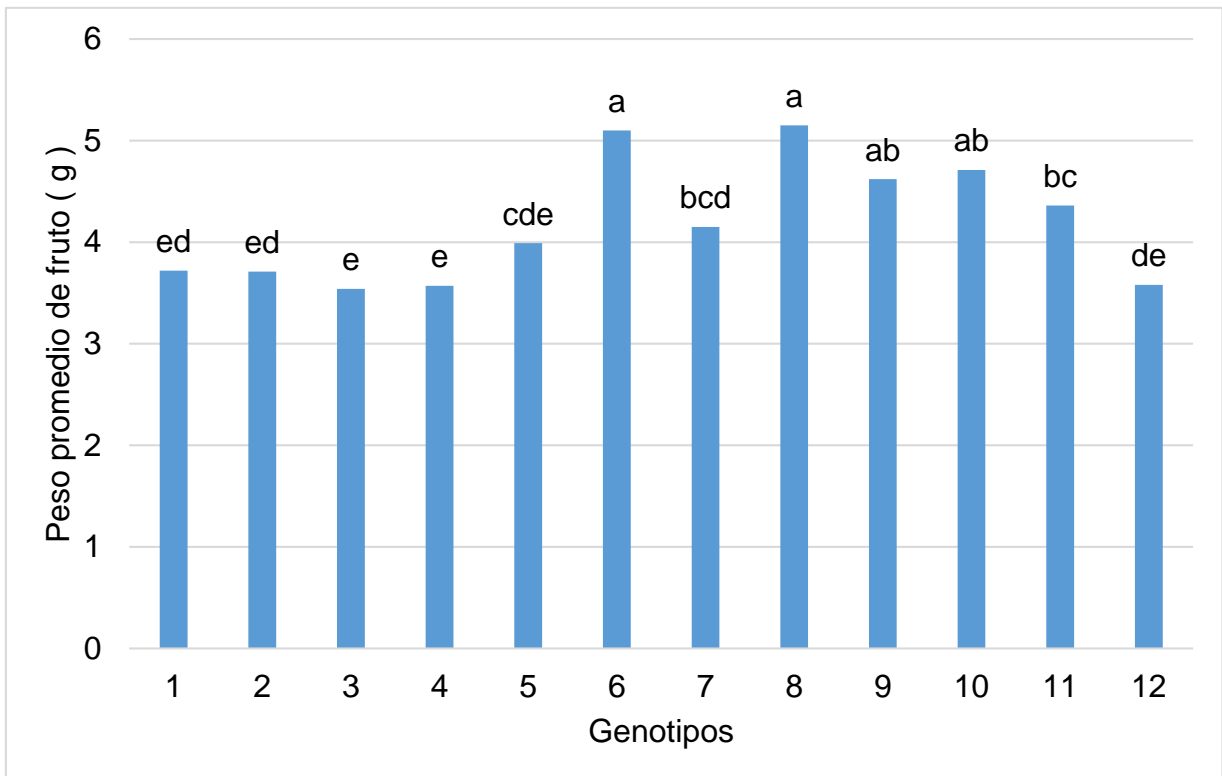


**Figura 14.** Numero de frutos por planta en genotipos tetraploides y diploide de *Physalis peruviana*, cultivados en invernadero.

#### 4.9 Peso Promedio de Fruto

Se realizó un análisis de varianza a la variable PPF y se encontraron diferencias significativas entre genotipos. Por lo tanto, se procedió a realizar una comparación de medias (Figura 9), encontrando que el genotipo 6 (5.1 g) y 8 (5.8 g) presentaron los frutos con el mayor peso promedio, superando en 40.1 y 43.8% respectivamente al genotipo diploide, que presentó frutos con un peso promedio de 3.58 g.

Moura *et al.*, (2016) encontraron resultados similares a los observados con el peso promedio de fruto del diploide de esta investigación, ya que bajo invernadero y con fertilización química tuvieron frutos de 3.4 a 3.7 g, esto nos muestra que al duplicar el número cromosómico se afecta de forma positiva en el peso de los frutos de uchuva.



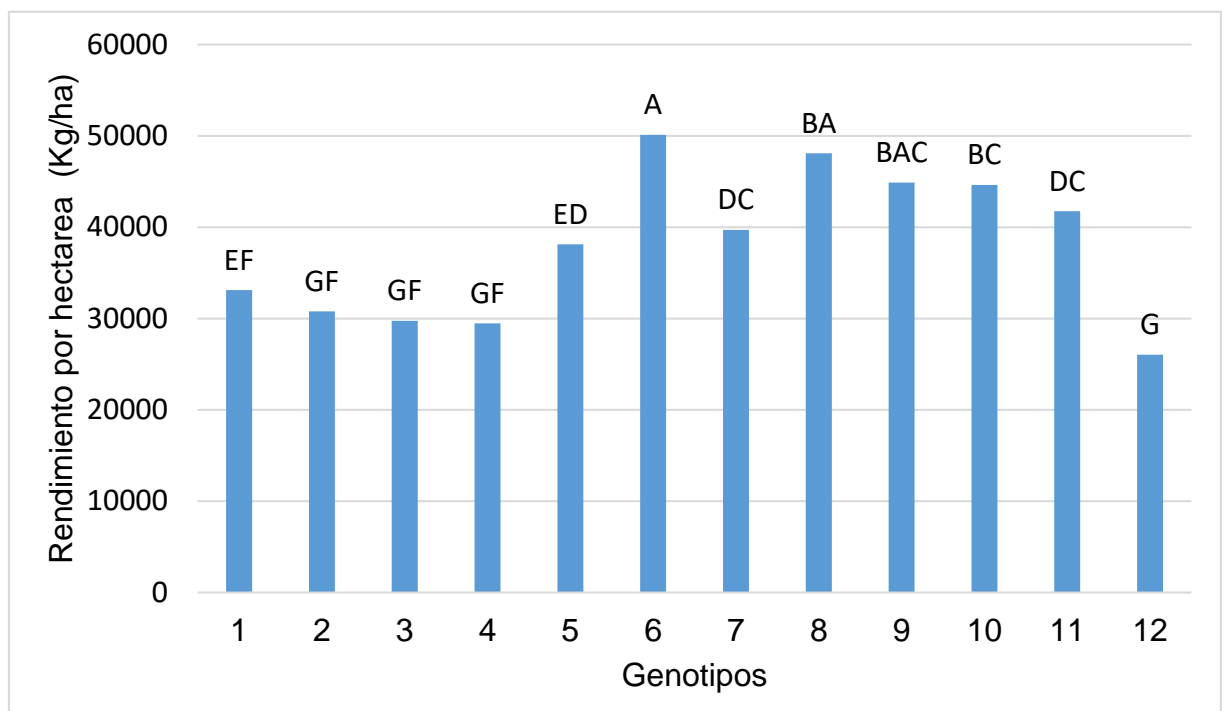
**Figura 15.** Peso promedio del fruto de en genotipos tetraploides y diploide de *Physalis peruviana*, cultivados en invernadero.

#### 4.10 Rendimiento Promedio por Hectárea

El rendimiento promedio por hectárea es una variable que es dependiente de los componentes, peso de frutos y número de frutos, siendo una variable muy importante. En el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas entre los genotipos.

Al realizar la comparación de medias se encontró que el genotipo 6 (50,115 kg/ha) presentó el mayor rendimiento, aunque fue significativamente igual a genotipo 8 y 9, superó en 94% al genotipo diploide que produjo un rendimiento estimado de 26,040 Kg·ha<sup>-1</sup>. Se encontró que el genotipo 6 fue el que tuvo el mejor comportamiento en las variables estudiadas en el presente trabajo de investigación (Figura 10).

Los resultados fueron similares a los obtenidos en estudio realizado por Sabino-López *et al.*, (2018) en la producción de frutos en hidroponía e invernadero alcanzando de 45 a 60 toneladas por hectárea. Esto puede deberse a la gran adaptación a diversas condiciones, al ser un cultivo de origen silvestre (Cruzat *et al.*, 2010).



**Figura 16.** Rendimiento promedio por hectárea en genotipos tetraploides y diploide de *Physalis peruviana*, cultivados en invernadero.

## V. CONCLUSIONES

El uso de tetraploides en la producción de fruto de *Physalis peruviana* es una alternativa para incrementar el rendimiento y calidad de fruto.

Se identificó al genotipo 6, 8 y 9 como los que exhibieron el mejor comportamiento en rendimiento y componentes del rendimiento, por lo tanto, con estos genotipos se puede iniciar un proceso de selección para mayor rendimiento y calidad de fruto.

En variedad a partir de la cual se inició la producción de tetraploides presenta variabilidad genética, que fue expresada en los tetraploides desarrollados y a partir de esta variabilidad es posible realizar un proceso de selección para lograr una mejor variedad.

El rendimiento y características relacionadas con la productividad se incrementaron significativamente en los poliploides, en comparación con el diploide estudiado concluyendo que la poliploidización es una alternativa para obtener plantas superiores.



## VI. BIBLIOGRAFIA

- Agonet**, 2020. Definición del cultivo de uchuva. <http://www.agronet.gov.com> (18, noviembre, 2024)
- Aguilar**, Cid, Juárez-López, Porfirio, Campos-Aguilar, Irving H., Alia-Tejacal, Irán, Sandoval-Villa, Manuel, & López-Martínez, Víctor. (2018). Análisis de crecimiento y rendimiento de uchuva (*Physalis peruviana* L.) cultivada en hidroponía e invernadero. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 24(3), 191-202
- Almanza**, P.J. 2000. Propagación. En: Flórez, V.J., G. Fischer y A.D. Sora (eds.). Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. p. 27–40.
- Andrade**, 2008 L. *Physalis peruviana* uchuva - fruta da colômbia chega ao Brasil. *Revista Rural*, São Paulo, v.38, p.11-12.
- Antúñez-Ocampo**, O. M., Cruz-Izquierdo, S., Sandoval-Villa, M., Santacruz-Varela, A., Mendoza-Onofre, L. E., de la Cruz-Torres, E., & Peña-Lomelí, A. (2017). Variabilidad inducida en caracteres fisiológicos de *Physalis peruviana* L. mediante rayos gamma <sup>60</sup>Co aplicados a la semilla. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(2), 211-218.
- Barrera** R. B. A. 2010. Desarrollo de un protocolo de duplicación cromosómica en híbridos intergenéricos *Hellanthus annuus* x *Tithonia rotundifolia*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Mexico.

- Beltrán**, A. P. 2009. Producción y exportación de uvilla (*Physalis Peruviana* L.) sin capuchón. Tesis De Ingeniería Agroindusteial. Universidad Técnica Del Norte. Ibarra-Ecuador.
- Bernal** HY., Correa JE. 1998. Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andrés Bello – Tomo XII. Corporación Andina de Fomento, Santafé de Bogotá, Colombia.
- Coral**, T. L. G.; Torres, M. F. y Yopez, Ch. B. 2012. Estudio de mercado para la comercialización de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Nariño. Rev. Cienc. Agríc. 29(1):92-102.
- CRFG**.1997. "Cape gooseberry *Physalis peruviana* L.", en California Rare Fruit Crowers, Inc., pág. 3.
- Cruzat** G.R., Honorato G.C., Fresno R.M.F., Casadio P.M.M. (2010). Resultados y Lecciones en Cultivo de Goldenberry (*Physalis peruviana* L.) en la zona central de Chile. Proyecto de Innovación en Región del Maule. Fundación para la Innovación Agraria. 56 p.
- Cruzat** G.R., Honorato G.C., Fresno R.M.F., Casadio P.M.M. (2010). Resultados y Lecciones en Cultivo de Goldenberry (*Physalis peruviana* L.) en la zona central de Chile. Proyecto de Innovación en Región del Maule. Fundación para la Innovación Agraria. 56 p.
- DRS/GIZ** - Proyecto de Desarrollo Rural Sostenible/GIZ Cajamarca. El aguaymanto. Cultivo promisorio de la Región Cajamarca. Diagnóstico de la cadena de valor del aguaymanto en la Región de Cajamarca Cajamarca, 2011. 96 p.

- Dumas** DV. Techniques of Estimation Number of Stomata. En Jahier, J. (ed.). Techniques of Plant Cytogenetics. New York: Science Publishers Inc.; 1996.
- Durán** R. F. (2009). Manual de la uchuva. Editorial Grupo Latino. Bogotá, Colombia. 2009. 48 p. ISBN: 9789589718186.
- Duval**, R. (2006). Hormonas vegetales para el crecimiento y desarrollo de la planta. Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros, (196), 22-27.
- FAO** (Organización para la Agricultura y la Alimentación). 1982. Fructificación y arboles forestales: notas técnicas. Documento Forestal de la FAO. p. 140-143.
- FAO**. Uchuva (*Physalis peruviana* L.). Fichas técnicas. 2006. Disponible en: <[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/UCHUVA.HTM#a2](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/UCHUVA.HTM#a2)>. Acceso en: noviembre. 2024.
- Fischer**, G. 1989. "Aspectos fisiológicos del desarrollo de la uchuva *Physalis peruviana* L.", en Memorias IV Seminario Nacional Recursos Vegetales Promisorios. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. págs. 9-19.
- Fischer**, G. 1995. " Efecto de la temperatura de la zona radicular y la altitud tropical sobre el crecimiento, desarrollo y calidad del fruto de la uchuva (*Physalis peruviana* L.)". Tesis de doctorado. Universidad de Humboldt. Berlín.
- Fischer**, G. y, Angulo, R. (1999). Los Frutales de clima frío en Colombia. "La Uchuva". Ventana al campo andino 2: 3-6.

- Fischer, G.;** Herrera, A. y Almanza, P. J. 2011. Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). In: Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Yahia, E. M. (Ed.) Volume 2. Acai to citrus. Woodhead Publishing, Cambridge, UK. 374-396 pp.
- Fischer, G.;** Miranda, D. Uchuva (*Physalis peruviana* L.). In: Fischer, G. (Ed.). Manual para el cultivo de frutales en el trópico Bogotá: Produmedios, 2012. P.851-873.
- Fisher, G.;** Miranda, D. Uchuva (*Physalis peruviana* L.). In: Fisher, G. (Ed.). Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Bogotá: Produmedios, 2012. p.851-873.
- Gastelum, D.** Demanda nutrimental y manejo agronómico de *Physalis peruvianum* L. 2012. 74 f. Tesis (Maestría en Ciencias). -Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Texcoco, 2012
- Gastelum, O., & DA, M. S. V. C. Trejo L., y R. Castro-Brindis.** 2013. Fuerza iónica de la solución nutritiva y densidad de plantación sobre la producción y calidad de frutos de *Physalis peruviana* L. *Rev. Chapingo. Serie Hortic*, 19, 197-210.
- Gupta, S. K., Roy, S. K.** 1981. La biología floral de la uchuva (*Physalis peruviana* L. Solanaceae, India)", en *Indian Journal of Agricultural Science* 51 (5), págs. 353-355.
- Herrera A.** (2000). Manejo poscosecha. En: Flórez V. J., Fischer G., Sora A. D. Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. pp: 109-127.
- IPGRI** (International Plant Genetic Resources Institute). 2000. KNUDSEN, H. Directorio de colecciones de Germoplasma en América Latina y el Caribe. Roma. 350 p.

- Ivan, C.** (2009). El cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) Area: Manejo integrado de cultivos/frutales de altura. Boletín técnico N°10. Proyecto Microcuenca PlantonPacayas. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria España.
- Jaskani, M.J.;** Kwon Sung Whan; Koh Gab Cheon; Huh Yun Chan; Ko Bak Rai; journal of the Korean Society for Horticultural Science, 2004, 45, 2, 60-65 ret. Induction and characterization of tetraploid watermelon.
- Jones, J.R.,** T.G. Ranney & T.A. Eaker. 2008. A novel method for inducing polyploidy in Rhododendron seedlings. J. Amer. Rhododendron Soc. 62: 130-135.
- Kretzschmar, A. A.;** Muniz. J.; Rufato, L.; Silveira, F. N.; Pelizza, T. R.; Schlemper, C.; Garanhani, F. and Mendes, M. 2012. Diferentes sistemas de entrenamiento para *Physalis peruviana* L. en Southern Brasil. Acta Hortica.926:525-532.
- Lewis, R.J.** 2009. Diccionario de Química y Productos Químicos. Ediciones Omega. 15-12.
- Marschner, H.** 2002. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, Londres. 889 p.
- Medina, M.** (1991). El cultivo de la uchuva tipo exportación. Agricultura Tropical, 28(2), 55-64.
- MINCETUR.** (2009). Estudio para la selección de 10 nuevos productos con potencial exportador, su adaptabilidad al territorio nacional, su viabilidad en Europa e identificar potenciales clientes. Informe Final. Lima-Perú.

- Moura** P.H.A., Coutinho G., Pio R., Bianchini F.G., Curi P.N. (2016). Plastic covering, planting density, and pruning in the production of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in subtropical region. *Revista Caatinga* 29(2): 367-374.
- National** Research Council. (1989). Goldenberry (Cape gooseberry) en cultivos perdidos de los incas. National Academy Press, Washington D.C. 241
- National** Research Council. 1989. Lost crops of the Incas: Little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Olmos** S., G. Luciani & E. Galdeano. 2010. Micropropagación. Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II: Ed. INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.
- Parra**, G. 2002. Determinación del número cromosomal de Camu Camu (*Myrciaria dubia* H. B. K. Mc. Vaugh) Estudio Comparativo de 4 poblaciones naturales. Tesis para obtener el título de biólogo. UNALM. Lima-Perú.
- Paucar**, R. (2013). Experiencias en el cultivo de Aguaymanto ecotipo colombiano, en condiciones de costa central. Huara- Lima: Trabajo Monografico para optar por el título de Ingeniero Agrónomo.
- Prochile**, Cultivo de Goldenberry (*Physalis peruviana* L.) en la zona central de Chile 2011. Disponible em: <<http://www.prochile.gob.cl/noticia/noticias-de-mercado>>. Acceso em: nov. 2024.

**Ramadan, M. F., Sitohy, M. Z., & Mörsel, J. -T. (2008).** Extracción acuosa asistida por solventes y enzimas del aceite de orujo de uchuva (*Physalis peruviana* L.): impacto del procesamiento en la composición y calidad del aceite y la harina. *Investigación y tecnología alimentaria europea* 226, 1445–1458

**Salazar. (2006).** Un modelo fenológico y de producción potencial simple para la uchuva (*Physalis peruviana* L.).

**Sabino-López, J. E., Sandoval-Villa, M., Alcántar-González, G., Ortiz-Solorio, C., Vargas-Hernández, M., & Colinas-León, T. (2016).** Fenología de *Physalis peruviana* L. cultivada con base en tiempo térmico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (17), 3521-3528.

**Sabino-López, J. E., Sandoval-Villa, M., Alcántar-González, G., Ortiz-Solorio, C., Vargas-Hernández, M., & Colinas-León, M. T. (2018).** Fecha de trasplante, boro, potasio y poda en la producción de frutos de *Physalis peruviana* L. en hidroponía e invernadero. *Agrociencia*, 52(2), 255-265.

**Sabino-López, Juan Elias, Sandoval-Villa, Manuel, Alcántar-González, Gabriel, Ortiz-Solorio, Carlos, Vargas-Hernández, Mateo, & Colinas-León, María T. B.. (2018).** Fecha de trasplante, boro, potasio y poda en la producción de frutos de *Physalis peruviana* L. en hidroponía e invernadero. *Agrociencia*, 52(2), 255-265. Recuperado en 27 de julio de 2023, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952018000200255&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000200255&lng=es&tlng=es).

**Taleb G.** Techniques of Estimation Number of Chloroplasts. En Jahier, J. (ed.). *Techniques of Plant Cytogenetics*. New York: Science Publishers Inc.; 1996.

**Velasquez, y, Mestanza.** (2003). Inovación Agraria. Cajamarca: Revista año 2 estación experimental Baños del Inca-INIA Cajamarca.

**Verheij, E. W. M., Coronel, R. E. (Eds.).** 1991. Plant resources of SouthEast Asia. Editorial Pudoc Wageningen, págs. 254-256.

**Zuang H., Barret P., Beau C.** 1992. Nuevas especies frutales. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.