



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**“EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN  
DE CAMPANAS DE IRLANDA (*Molucella laevis*), EN  
INVERNADERO”**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar por el grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA:**

**MYRIAM ALEXANDRA CHISAGUANO CHICAIZA**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**“EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN  
DE CAMPANAS DE IRLANDA (*Molucella laevis*), EN  
INVERNADERO”**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar por el grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA:** MYRIAM ALEXANDRA CHISAGUANO CHICAIZA

**DIRECTOR:** Ing. VÍCTOR ALBERTO LINDAO CÓRDOVA PhD.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Myriam Alexandra Chisaguano Chicaiza

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, MYRIAM ALEXANDRA CHISAGUANO CHICAIZA, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 05 de abril de 2022

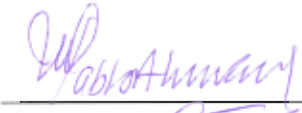
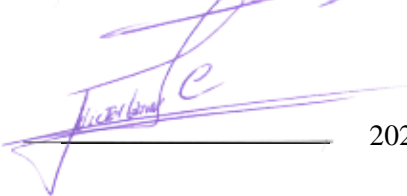
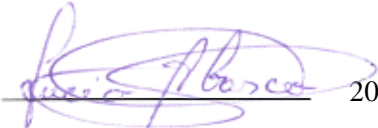


**Myriam Alexandra Chisaguano Chicaiza**

**060572916-9**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El Trabajo de Titulación, tipo: Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CAMPANAS DE IRLANDA (*Molucella laevis*), EN INVERNADERO”** realizado por la señorita: **MYRIAM ALEXANDRA CHISAGUANO CHICAIZA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, El mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos y legales; en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero PhD. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 _____	2022 – 04 – 05
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova PhD. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 _____	2022 – 04 – 05
Ing. Lucia Mercedes Abarca Villalba <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	 _____	2022 – 04 – 05

## **DEDICATORIA**

A mis padres María y Emilio, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía. A mi hermano Darío por ser mi guía, mi mejor amigo y mi consejero. A mis hermanas Jessica y Silvia por su cariño y apoyo, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento. Finalmente quiero dedicar esta tesis a mi mejor amiga Hilda y mi amigo Oscar, gracias por la amistad y por los consejos que me supieron dar durante mi vida universitaria.

**Myriam**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición ha permitido que sea fuerte a grandes adversidades de la vida. Agradezco a mi familia quienes me apoyaron durante mi trabajo de titulación, gracias por el esfuerzo y sacrificio que hicieron por mí. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, mi profundo agradecimiento al personal docente por los conocimientos compartidos y permitir la culminación de mi carrera. Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Victor Lindao, principal colaborador durante todo este proceso de investigación, gracias por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente.

**Myriam**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Sustratos.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.1. Factores a tomar en cuenta en el uso de sustratos.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2. Pomina.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Cascarilla de arroz.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.1. Cascarilla de arroz carbonizada.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4. Métodos de desinfección de sustratos.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.1. Métodos naturales.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4.2. Métodos químicos.....</b>	<b>8</b>
<b>1.5. Fundas plásticas.....</b>	<b>8</b>
<b>1.5.1. Mangas plásticas.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6. Cultivo de campanas de Irlanda.....</b>	<b>9</b>
<b>1.6.1. Taxonomía.....</b>	<b>10</b>
<b>1.6.2. Descripción botánica.....</b>	<b>10</b>
<b>1.6.2.1. Semillas.....</b>	<b>10</b>
<b>1.6.2.2. Tallo.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.2.3. Hojas.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.2.4. Flores.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.3. Requerimientos del cultivo.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.3.1. Temperatura.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.3.2. pH.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.3.3. Fertilización.....</b>	<b>12</b>
<b>1.6.3.4. Riego.....</b>	<b>12</b>



1.6.3.5.	<i>Siembra y trasplante</i> .....	12
1.6.4.	<i>Labores culturales</i> .....	12
1.6.5.	<i>Plagas en Molucella laevis</i> .....	13
1.6.6.	<i>Enfermedades en Molucella laevis.</i> .....	14

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	15
2.1.	<b>Lugar de investigación</b> .....	15
2.2.	<b>Materiales y equipos</b> .....	15
2.2.1.	<i>Material experimental</i> .....	15
2.2.2.	<i>Material de campo</i> .....	15
2.2.3.	<i>Material de oficina</i> .....	15
2.3.	<b>Métodos</b> .....	16
2.3.1.	<i>Diseño experimental</i> .....	16
2.3.2.	<i>Factores de estudio</i> .....	16
2.3.3.	<i>Tratamientos de estudio</i> .....	16
2.3.4.	<i>Especificaciones del campo experimental</i> .....	16
2.3.5.	<i>Esquema de análisis de varianza</i> .....	17
2.3.6.	<i>Análisis funcional</i> .....	17
2.4.	<b>Métodos de evaluación y datos registrados</b> .....	17
2.4.1.	<i>Porcentaje de prendimiento</i> .....	17
2.4.2.	<i>Altura de la planta</i> .....	17
2.4.3.	<i>Diámetro del tallo</i> .....	18
2.4.4.	<i>Días a la floración</i> .....	18
2.4.5.	<i>Número de campanas por tallo</i> .....	18
2.4.6.	<i>Longitud del tallo floral a la cosecha</i> .....	18
2.4.7.	<i>Rendimiento por hectárea</i> .....	18
2.4.8.	<i>Beneficio-costo</i> .....	18
2.5.	<b>Manejo del ensayo</b> .....	18
2.5.1.	<i>Labores pre culturales</i> .....	18
2.5.2.	<i>Labores culturales</i> .....	19

## CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS</b> .....	20
3.1.	<b>Porcentaje de prendimiento</b> .....	20

<b>3.2.</b>	<b>Altura de la planta</b> .....	21
<b>3.2.1.</b>	<i>Altura a los 25 días</i> .....	21
<b>3.2.2.</b>	<i>Altura a los 50 días</i> .....	22
<b>3.2.3.</b>	<i>Altura a los 75 días</i> .....	23
<b>3.2.4.</b>	<i>Altura a la cosecha</i> .....	24
<b>3.3.</b>	<b>Diámetro del tallo</b> .....	25
<b>3.3.1.</b>	<i>Diámetro del tallo a los 25 días</i> .....	25
<b>3.3.2.</b>	<i>Diámetro del tallo a los 50 días</i> .....	26
<b>3.3.3.</b>	<i>Diámetro del tallo a los 75 días</i> .....	27
<b>3.3.4.</b>	<i>Diámetro del tallo a la cosecha</i> .....	28
<b>3.4.</b>	<b>Días a la floración</b> .....	30
<b>3.5.</b>	<b>Número de campanas por tallo</b> .....	31
<b>3.6.</b>	<b>Longitud del tallo</b> .....	32
<b>3.7.</b>	<b>Número de tallos por hectárea</b> .....	33
<b>3.8.</b>	<b>Análisis económico</b> .....	35
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	36
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	37
	<b>GLOSARIO</b>	
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Clasificación de los materiales usados como sustratos.....	4
<b>Tabla 2-1:</b>	Propiedades físico químicas de la pomina.....	5
<b>Tabla 3-1:</b>	Propiedades físico químicas de la cascarilla de arroz.....	6
<b>Tabla 4-1:</b>	Composición química de la cascarilla de arroz y cenizas de la cascarilla .....	7
<b>Tabla 5-1:</b>	Clasificación científica de <i>Molucella laevis</i> .....	10
<b>Tabla 6-1:</b>	Labores del cultivo de <i>Molucella laevis</i> .....	12
<b>Tabla 7-1:</b>	Plagas en el cultivo de <i>Molucella laevis</i> .....	13
<b>Tabla 8-1:</b>	Enfermedades en el cultivo de <i>Molucella laevis</i> .....	14
<b>Tabla 1-2:</b>	El esquema de análisis de varianza para cada tratamiento (ADEVA) .....	17
<b>Tabla 1-3:</b>	Análisis de la varianza para porcentaje de prendimiento a los 12 días después del trasplante .....	20
<b>Tabla 2-3:</b>	Análisis de la varianza para altura de la planta a los 25 días después del trasplante .....	21
<b>Tabla 3-3:</b>	Análisis de la varianza para la altura de la planta a los 50 días después del trasplante .....	22
<b>Tabla 4-3:</b>	Análisis de la varianza para la altura de la planta a los 75 días después del trasplante .....	23
<b>Tabla 5-3:</b>	Análisis de la varianza para la altura a la cosecha.....	24
<b>Tabla 6-3:</b>	Análisis de la varianza para el diámetro del tallo a los 25 días después del trasplante .....	26
<b>Tabla 7-3:</b>	Análisis de la varianza para el diámetro del tallo a los 50 días .....	27
<b>Tabla 8-3:</b>	Análisis de la varianza para el diámetro del tallo a los 75 días .....	28
<b>Tabla 9-3:</b>	Análisis de la varianza para diámetro del tallo a la cosecha.....	29
<b>Tabla 10-3:</b>	Análisis de la varianza para días a la floración .....	30
<b>Tabla 11-3:</b>	Análisis de la varianza para el número de campanas por tallo .....	31
<b>Tabla 12-3:</b>	Análisis de la varianza para la longitud del tallo.....	32
<b>Tabla 13-3:</b>	Análisis de la varianza para el número de tallos por hectárea .....	34
<b>Tabla 14-3:</b>	Análisis económico mediante la relación beneficio/costo .....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Planta de campanas de Irlanda.....	10
---	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Porcentaje de prendimiento a los 12 días después del trasplante.....	20
<b>Gráfico 2-3:</b>	Altura de la planta a los 25 días después del trasplante.....	22
<b>Gráfico 3-3:</b>	Altura de la planta a los 50 días después del trasplante.....	23
<b>Gráfico 4-3:</b>	Altura de la planta a los 75 días después del trasplante.....	24
<b>Gráfico 5-3:</b>	Altura de la planta a la cosecha.....	25
<b>Gráfico 6-3:</b>	Diámetro del tallo a los 25 días después del trasplante .....	26
<b>Gráfico 7-3:</b>	Diámetro del tallo a los 50 días después del trasplante .....	27
<b>Gráfico 8-3:</b>	Diámetro del tallo a los 75 días después del trasplante .....	28
<b>Gráfico 9-3:</b>	Diámetro del tallo a la cosecha .....	29
<b>Gráfico 10-3:</b>	Días a la floración.....	30
<b>Gráfico 11-3:</b>	Número de campanas por tallo.....	32
<b>Gráfico 12-3:</b>	Longitud del tallo.....	33
<b>Gráfico 13-3:</b>	Número de tallos por hectárea.....	34
<b>Gráfico 14-3:</b>	Relación beneficio/costo de los tratamientos de <i>Molucella</i> .....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** LIMPIEZA ALREDEDOR DEL INVERNADERO
- ANEXO B:** PREPARACIÓN DEL INVERNADERO
- ANEXO C:** DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO POMINA
- ANEXO D:** DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO CASCARILLA DE ARROZ
- ANEXO E:** PREPARACIÓN DE LAS FUNDAS PARA EL TRASPLANTE
- ANEXO F:** TRASPLANTE DE LOS CULTIVARES
- ANEXO G:** APLICACIÓN DE FUNGICIDA
- ANEXO H:** MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DEL TALLO
- ANEXO I:** MEDICIÓN DE ALTURA DE LA PLANTA
- ANEXO J:** COSECHA DE LAS CAMPANAS DE IRLANDA
- ANEXO K:** DATOS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE *MOLUCELLA LAEVIS*

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>ADEVA</b>	Análisis de varianza
<b>CM</b>	Cuadrado medio
<b>CV</b>	Coefficiente de varianza
<b>DMS</b>	Diferencia mínima significativa
<b>FV</b>	Fuentes de variación
<b>GL</b>	Grados de libertad
<b>GPS</b>	Sistema de posicionamiento global
<b>NS</b>	No significativo
<b>SC</b>	Suma de cuadrados
<b>UTM</b>	Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar dos sustratos para la producción de campanas de Irlanda (*Molucella laevis*) en invernadero. El trabajo investigativo se realizó en el invernadero del departamento de Horticultura perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para esta investigación se utilizó plantas de campanas de Irlanda y dos sustratos, pomina y cascarilla de arroz; se empleó un diseño de bloques completos al azar con dos tratamientos y tres repeticiones, un análisis de varianza (ADEVA) y un análisis funcional utilizando la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) al 5%. Se seleccionaron 10 plantas al azar dentro de la parcela neta por cada tratamiento, se evaluó los siguientes parámetros: porcentaje de prendimiento a los 12 días después del trasplante, la altura de la planta desde la base hasta la yema terminal de la misma, diámetro del tallo, número de días a la floración para esto se contabilizó el número de días transcurridos desde el trasplante hasta que el 50% de plantas presenten flores abiertas, número de campanas por tallo, longitud del tallo, número de tallos/ha, finalmente se realizó el análisis económico con la relación beneficio/costo. Los mejores resultados fueron pomina con: un porcentaje de prendimiento 90.43%, altura de la planta 38.98 cm, diámetro de tallo 7.92 mm, días a la floración 52 días, número de campanas 46.55, longitud del tallo 32.71 cm, número de tallos/ha 1450218 tallos y una relación beneficio/costo de 1.93 dólares, con una rentabilidad de 93.47%. Se concluye que, el sustrato pomina presenta condiciones óptimas para el cultivo de campanas de Irlanda en invernadero por sus características físicas. Se recomienda utilizar el sustrato pomina para obtener un mayor rendimiento de *Molucella laevis*.

**Palabras clave:** <AGRONOMÍA>, <CULTIVOS DE INVERNADERO>, <CAMPANAS DE IRLANDA>, <SUSTRATO ORGÁNICO>, <SUSTRATO INORGÁNICO>.

  
D.B.R.A.J.  
Ing. Cristhian Castillo



0846-DBRA-UTP-2022



## ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate two substrates to produce the bells of Ireland (*Molucella laevis*) in greenhouses. It was carried out in the greenhouse of the Horticulture Department of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. For this research, Ireland bell plants and two substrates, pomina and rice husk were used. A randomized complete block design with two treatments and three replications. An analysis of variance (ADEVA) and functional analysis using the Least Significant Difference Test (LSD) at 5% was used. Ten plants were randomly selected within the net plot for each treatment. The following parameters were evaluated: percentage of apprehension 12 days after transplanting, plant height from the base to the terminal bud, stem diameter, number of days to flowering, number of days from transplanting until 50% of the plants had open flowers, number of bells per stem, stem length, number of stems/ha, and finally the economic analysis with the benefit/cost ratio. The best results were pomina with a percentage of apprehension of 90.43%, plant height 38.98 cm, stem diameter 7.92 mm, days to flowering 52 days, number of bells 46.55, stem length 32.71 cm, number of stems/ha 1450218 stems and benefit/cost ratio of 1.93 dollars, with profitability of 93.47%. It is concluded that the pomina substrate presents optimal conditions for the crops of Ireland bells in greenhouses due to its physical characteristics. It is recommended to use the pomina substrate to obtain a higher yield of *Molucella laevis*.

**Keywords:** <AGRONOMY>, <GREENHOUSE CROPS>, <BELLS OF IRELAND>, <ORGANIC SUBSTRATE>, <INORGANIC SUBSTRATE>.



SILVANA PATRICIA CELLERI QUINDE

C.C. 0602669830

## INTRODUCCIÓN

La capacidad productiva de los suelos en los últimos tiempos, se ha visto afectada por varios factores. El suelo es un factor esencial del ambiente donde se desarrolla la vida, por lo que es vulnerable; este recurso es utilizado para diversos fines como por ejemplo: la agricultura, la ganadería, los pastos, extracción de minerales, etc. Por ende, se considera que, el suelo provee importantes funciones ambientales, como por ejemplo, ser el sustento de alimentos para las plantas, almacenando nutrientes y albergando materia orgánica que proviene de restos tanto animales como vegetales, al ser el hábitat de diversos organismos que pueden transformar la materia orgánica, permitiendo el desarrollo de los ecosistemas de los cuales forma parte (Silva y Correa 2009, p. 15).

En los últimos años, todas las ciencias han experimentado avances a nivel tecnológico, incluso la agricultura se ha beneficiado de esta revolución tecnológica, poniendo a disposición del agricultor nuevas variedades competitivas y productivas que las clásicas, de materiales que permiten un mayor control ambiental en la producción de las plantas. También es posible observar cómo el cultivo tradicional en el suelo, es sustituido por el cultivo hidropónico y en sustratos (Pastor 1999, p. 231).

El desarrollo de esta tecnología agrícola, se basa primordialmente en el uso eficaz de los recursos naturales, donde se investiga y propone mejores alternativas en la producción de los cultivos, los cuales requieren de un sustrato adecuado que vaya acorde al sistema de producción seleccionado. Como consecuencia, el mercado actual ofrece una variedad de estos materiales, los cuales presentan propiedades químicas, físicas y biológicas, que facilitan el desarrollo de las plantas y también aspectos como el precio, su manejo, la productividad, la finalidad y la disponibilidad de los sustratos que faciliten el éxito o fracaso en la utilización de los éstos (Pastor 1999, p. 231).

Según la Revista “El agro”, Ecuador es el segundo productor de rosas cortadas en el mundo y el tercer exportador de flores de verano, El floricultor ecuatoriano ha visto una nueva forma de producir y cosechar este tipo de flores, su nombre viene porque en las regiones de cuatro estaciones se la cosecha en verano. Hay diferentes tipos de flores de verano que produce este país, como por ejemplo molucella (Mayalica 2014, p. 22).

De acuerdo a un grupo de trabajo de herbología, se coloca a la campana de Irlanda como muy probable invasora de los cultivos, alcanzando una puntuación de 10 sobre 17, teniendo 6 como umbral. Se considera en varios lugares como mala hierba porque alcanza gran importancia

porque emerge de forma escalonada y en ciclos muy cortos. Muchos agricultores encuentran dificultad para poder controlarla, sobre todo por la falta de conocimiento en cuanto a la ecología de la planta, tratándose de una planta perniciosa e invasiva de cultivos (Saavedra y Perea 2011, p. 73).

La contaminación de los suelos por diversos agentes, ligado a la demanda de cosecha de las campanas de Irlanda, ha permitido el desarrollo de nuevas técnicas que permitan seguir con su producción, es por ello que, en la presente investigación se propone evaluar la función de dos sustratos para la producción de *Molucella laevis*, en invernadero. Los sustratos que reemplazarán al suelo en este estudio son materiales fácilmente localizables en la localidad, como es el caso de la pomina que es una roca volcánica y también la cascarilla de arroz, de las cuales se observará aquella que conduzca a una mayor productividad.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar dos sustratos para la producción de campanas de Irlanda (*Molucella laevis*) en invernadero.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico de campanas de Irlanda (*Molucella laevis*) en invernadero, en dos sustratos (pomina y cascarilla de arroz).
- Realizar el análisis económico mediante la relación beneficio/costo.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis nula**

Los sustratos no influyen en el desarrollo y rendimiento de campanas de Irlanda (*Molucella laevis*) en invernadero.

### **Hipótesis alternativa**

Al menos un sustrato influye en el desarrollo y rendimiento de campanas de Irlanda (*Molucella laevis*) en invernadero.

## **Variables**

### **Variable independiente**

Rendimiento

### **Variable dependiente**

- Condiciones internas del invernadero
- Sustratos (pomina, cascarilla de arroz quemada al 75 y 25 %)
- Cultivar *Molucella laevis*

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1. Sustratos

Un sustrato es cualquier medio sólido ya sea orgánico, inorgánico o una mezcla de los dos, que se utilice para cultivar plantas en algún contenedor, con una altura limitada. El sustrato le proporciona a las plantas los medios o las condiciones adecuadas para que puedan desarrollarse, en donde se incorpora una solución nutritiva para la planta. (Patrón 2010, p. 8). De acuerdo a los diferentes tipos de materiales utilizados como sustratos, se pueden clasificar, según el origen y el proceso de manufacturación en orgánicos e inorgánicos (Tamargo 2012, p. 19).

#### 1.1.1. *Sustratos orgánicos*

Son sustratos de origen natural que se encuentran condicionados por la descomposición biológica, es decir, están compuestos por sustancias de orígenes bióticos, tanto vegetales como animales que surgen de la descomposición, a su vez estos sustratos pueden presentar la siguiente clasificación (Morales y Casanova 2015, p. 366):

- De origen natural
- Subproductos

#### 1.1.2. *Sustratos inorgánicos*

Son sustratos que no tienen materia orgánica de origen animal ni vegetal en su composición, además, pueden ser extraídos de minerales o sintetizados de la industria, se clasifican de la siguiente manera (Alonso et al. 2015, p. 4):

- De origen mineral
- Tratados o transformados
- Subproductos industriales

**Tabla 1-1:** Clasificación de los materiales usados como sustratos

Origen	Ejemplo
<b>Inorgánicos</b>	
Minerales	Perlita Arena Vermiculita Grava volcánica
<b>Orgánicos</b>	
Origen natural	Turbas

De síntesis	Poliestireno expandido Espuma de poliuretano
Subproductos	Cascarilla de arroz Compost Fibra de coco

**Fuente:** Moreno, J. De residuo a recurso, 2015.

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

### 1.1.3. Factores a tomar en cuenta en el uso de sustratos

En la práctica existen varios aspectos a tener en cuenta respecto a la utilización de este tipo de materiales, ya que condicionan el éxito o fracaso, dentro de los principales aspectos se encuentra (Pastor 1999, p. 234): manejo que es clave en el éxito de la explotación, sobre todo en la gestión del agua, ya que permite una producción adecuada, el uso de un sustrato adecuado puede incrementar la producción y la finalidad: si un sustrato es destinado para semilleros, debe ser de fácil manejo que permita mantener una humedad constante, bajo contenido de nutrientes y una baja salinidad.

## 1.2. Pomina

La pomina a nivel general, es un material volcánico que se encuentra disponible en diversas zonas volcánicas. Se caracteriza porque posee muy buena retención de la humedad y además presenta buenas condiciones físicas de durabilidad y estabilidad (Rea 2012, p. 20).

La piedra pómez, pumita o pumicita es una materia prima mineral de origen volcánico (piroclastos), en cuya composición intervienen mayoritariamente la sílice y el aluminio, con porcentajes aproximados del orden de: 70% de Si O<sub>2</sub> y 13% de Al<sub>2</sub> O<sub>2</sub>. La piedra pómez es una roca con alta porosidad, ligera (densidades entre 0,4 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>), friable, eficaz aislante térmico. Se emplea en la fabricación de filtros abrasivos y en usos agrícolas (IGME 2003, p. 1)..

**Tabla 2-1:** Propiedades físico químicas de la pomina

Propiedades	Cantidad
<b>Físicas</b>	
Densidad	0,14
Porosidad total	24,2%
Total agua disponible	28,7%
Intercambio catiónico	1,5-2,5 mEq/g
Poder tampón	Muy bajo

Químicas	
pH	6,4
Conductividad	0,07 S/m

**Fuente:** Trujillo, M. Evaluación de cuatro sustratos en *Fragaria ananassa*, 2015.

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

### 1.3. Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es conocida como un subproducto que se genera del pilado del grano de arroz recolectado en los campos de cultivo. Este elemento se encuentra en la parte exterior del grano, formado por dos glumas llamadas palea y lemma, que se unen por dos pericarpios, localizados entre la cáscara y el endosperma, una vez que se desprenden la cascarilla, el grano queda listo para el mercadeo (Vargas et al. 2013, p. 90).

Los residuos de la cascarilla de arroz tienen varias aplicaciones, elaboración de abono orgánico que aportan macronutrientes como potasio, y fósforo para el suelo, por lo cual, es una alternativa para evitar la contaminación causada por los fertilizantes de síntesis química. (Lozano 2020, p. 41).

Este sustrato tiene como característica principal mejorar las características físicas del suelo, facilitando la aireación, permite una mayor retención de humedad y se considera una fuente muy rica en silicio, permitiendo que los cultivos obtengan cierta resistencia al ataques de insectos y enfermedades, además ayuda a corregir la acidez de los suelos (Lozano 2020, p. 42).

**Tabla 3-1:** Propiedades físico químicas de la cascarilla de arroz

Propiedades	Cantidad
<b>Físicas</b>	
Densidad	0,14
Porosidad total	86%
Retención de agua	57%
<b>Químicas</b>	
pH	8,55
Conductividad	0,34 S/m

**Fuente:** Hernández, T. Evaluación técnica de la cascarilla de arroz en la generación de hortalizas, 2013.

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

### 1.3.1. Cascarilla de arroz carbonizada

La cascarilla carbonizada, aporta principalmente el fósforo y potasio, a la vez ayudan a corregir la acidez de los suelos. De igual forma, la incorporación de compost a la tierra aporta a la mejora de la estabilidad estructural del suelo, aumentando la capacidad de retención de agua, reduciendo la erosión y la evaporación, y la actividad de los microorganismos (Telenchana 2018, p. 38).

El poder calorífico de la cascarilla de arroz es de 3281,6 Kcal/kg, además, al quemar este sustrato se alcanza una temperatura máxima de 970°C si la cascarilla de arroz está seca o 650°C cuando la cascarilla presenta algún grado de humedad. Se estima que, este sustrato sin quemar, genera alrededor del 17.8 % de sílice y al que quemar proporciona un 94,1% de ceniza de sílice. Se puede observar la composición química de la cascarilla de arroz en la tabla 4-1 presentada a continuación ( Prada y Cortés 2010, p. 156):

**Tabla 4-1:** Composición química de la cascarilla de arroz y cenizas de la cascarilla de arroz

Cascarilla de arroz		Cenizas de cascarilla de arroz	
Componente	%	Componente	%
Carbono	39,1	Ceniza de sílice	94,1
Hidrógeno	5,2	Óxido de calcio	0,55
Nitrógeno	0,6	Oxido de magnesio	0,95
Oxígeno	37,2	Oxido de potasio	2,10
Azufre	0,1	Óxido de sodio	0,11
Cenizas	17,8	Sulfato	0,06
		Cloro	0,05
		Óxido de titanio	0,05
		Óxido de aluminio	0,12
		Otros	1,82
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>100</b>

Fuente: Prada, A. Descomposición térmica de la cascarilla de arroz. 2010

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

### 1.4. Métodos de desinfección de sustratos

Respecto a la desinfección, se considera que es un proceso necesario para evitar enfermedades y plagas en el normal desarrollo de las plantas. Para lograr a eliminación de patógenos, se pueden utilizar varios métodos de desinfección, que pueden ser (Aguirre 20013, p. 2):



#### **1.4.1. Métodos naturales**

Actualmente se prefiere utilizarlos porque representan menor peligro para los productores, con un menor costo, un menor impacto ambiental y por ende menos riesgo para el consumidor. Los métodos dentro de esta categoría son (INA 2000, p. 2):

-Solarización: el sustrato se humedece, se introduce en bolsas de plástico transparentes y se colocan en una estructura distante del suelo, dejándolo expuesta al sol de 8-22 días.

-Vapor de agua: es un tratamiento con vapor de agua con temperatura entre 70-80 °C, es un método efectivo donde la mayoría de los microorganismos mueren a los 75 °C.

-Agua hirviendo: se puede aplicar usando una regadera, se cubre con un plástico y una vez que se enfríe, se usa al día siguiente.

-Cocción del sustrato: se le tiene que agregar agua, cocinando en un recipiente metálico, por 25-30 minutos.

-Extractos naturales: en este método se usan plantas mediante infusión o cocción, con cola de caballo, clavo de olor, canela, manzanilla, guarumo, guacamaya, reina de la noche, ortiga, etc.

-Materiales biológicos: una vez aplicado algún método de desinfección, se procede a usar opciones como: hongos, *Trichoderma sp*, microorganismos benéficos o *Lactobacillus subtilis*.

#### **1.4.2. Métodos químicos**

Se usan fungicidas, o productos para desinfectar sustratos, que impiden el crecimiento de hongos, insectos, plagas, bacterias o nematodos, se puede usar (INA 2000, p. 3): hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno

### **1.5. Fundas plásticas**

El empleo de diversos tipos de polímeros sintéticos en el campo de la agricultura es una tecnología emergente que convierte tierras aparentemente no productivas en explotaciones agrícolas con alta productividad, incrementando la calidad de los productos como frutas y hortalizas. Además, tiene múltiples aplicaciones como por ejemplo (Zenner y Peña 2013, p. 139):

#### **1.5.1. Mangas plásticas**

Las mangas de riego agrícola se utilizan para conducir el riego de un punto a otro y para aplicar el agua en los surcos, mediante perforaciones a distancias determinadas, utilizando válvulas para abrir y cerrar el paso del agua. Las mangas son elaboradas con polietileno, un material

resistente al sol y los cambios del clima, además, se caracteriza por ser un método económico y sencillo. Dentro de las ventajas del sistema de riego mediante el uso de mangas, se encuentran las siguientes (IMPOPLAS 2016, p. 4):

- Eficiencia del riego del 80%
- Ahorro del 40-50% de agua
- Instalación sencilla
- Menor inversión
- Menos tiempo empleado en el riego
- Alta eficiencia en la aplicación
- Menor empleo de mano de obra durante el riego
- Evita la erosión del suelo

### **1.6. Cultivo de campanas de Irlanda**

*Molucella laevis* es una planta anual, con una altura de 50-80 cm, tiene flores de corola en tono blanco a rosa pálido, posee en el interior del labio un tono púrpura y además un vistoso cáliz verde de sépalos soldados. Esta planta se asocia a ambientes rurales como maleza en los cultivos, aunque también es cultivada como especie ornamental, esta planta produce metabolitos secundarios que pueden causar asma alérgica (Dana et al. 2015, p. 27).

*Molucella laevis* conocida como campanas de Irlanda, cuyos cálices verdes hacen vistosa a la inflorescencia. Es una planta anual, su reproducción es mediante semillas, las cuales germinan a partir de los 7 días aunque pueden llegar a extenderse por un mes. Se recomienda plantar en sustratos bien drenados con un pH entre 6,0-6,5 se debe mantener el sustrato húmedo después del trasplante y durante las primeras semanas del cultivo (Wicky et al; 2000, p. 2).

El cultivo no requiere de altos niveles de fertilización, a medida que la planta va creciendo se eliminan las hojas inferiores, por lo que se debe tener cuidado con la manipulación porque el tallo y las varas tienen espinas (Mata 2015, p. 4).



**Figura 1-1.** Plana de campanas de Irlanda

Fuente: Dana et al. 2015.

### 1.6.1. Taxonomía

**Tabla 5-1:** Clasificación científica de *Molucella laevis*

Clasificación	
Nombre	Característica
Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Género	Molucella
Especie	<i>laevis</i>
Nombre científico	<i>Molucella laevis</i>
Nombre común	Campanas de Irlanda

Fuente: Remache, A. 2013.

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

### 1.6.2. Descripción botánica

#### 1.6.2.1. Semillas

Las semillas persisten en el del cáliz, es ligera lo cual facilita su dispersión tanto por el viento y el agua. Presenta propiedades alelopáticas, además, produce alergias de tipo respiratorio en especial para quienes manejan el cultivo (Saavedra y Perea 2011, p. 72).

#### *1.6.2.2. Tallo*

El tallo es hueco, permitiendo introducir un alambre y facilitando la confección de ramos en el campo de la floristería. *Molucella laevis* tiene el tallo de color verde intenso con flores anuales que puedan llegar a alcanzar una altura de 60-90 cm cada tallo (Remache 2015, p. 8).

#### *1.6.2.3. Hojas*

Las hojas de esta planta son simples, de forma acorazonada o arriñonada, de 2 a 4 cm de longitud, son opuestas, dentadas con un pecíolo largo entre 2,6 a 3,7 cm, además, tiene bien marcadas las nervaduras (Remache 2015, p. 8).

#### *1.6.2.4. Flores*

Las flores de *Molucella laevis* están dispuestas en verticilos, con brácteas y espinas muy finas y punzantes, de hasta 1 cm y más. Su cáliz es de gran tamaño, presenta una forma de campana y es muy vistosa y persistente, por lo cual, tiene un gran interés comercial (Saavedra y Perea 2011, p. 72).

La corola incluida en el cáliz, presenta un color crema, el labio superior de unos 6 mm, con forma cóncava, el labio inferior es más largo y tiene el lóbulo central dividido (Morales 2014, p. 2).

### **1.6.3. Requerimientos del cultivo**

#### *1.6.3.1. Temperatura*

*Molucella laevis* es una especie de origen irano-turánico, de gran uso ornamental, se ha naturalizado en ambientes antropizados de diversas regiones tanto en climas cálidos y secos del planeta, es una planta de clima templado ya que puede tolerar altas y bajas temperaturas. El cultivo requiere de luz para poder germinar, además, se recomienda mantener de 18-21 °C y la germinación es en 14-28 días (Medina et al. 2019, p. 65).

#### *1.6.3.2. pH*

Se recomienda plantar en suelos o sustratos bien drenados, con un pH que oscile entre 6,0 y 6,5 (Fernández, M, 2015, p. 2).

### 1.6.3.3. Fertilización

Esta planta no es exigente en requerimientos nutricionales, niveles altos de nitrógeno pueden causar un crecimiento excesivo en *Molucella laevis*, disminuyendo la calidad en poscosecha. (Wicky et al; 2000, p. 3).

Requerimientos nutricionales: Dentro de los requerimientos nutricionales se recomienda el uso de abonos orgánicos ya que mejoran la fertilidad del suelo, la producción y la calidad de los cultivos. Según un estudio de (Remache 2015, p. 17), el cultivo de *Molucella laevis*, requiere fertilizar el suelo principalmente con estiércol bovino y gallinaza, para aportar los nutrientes necesarios al suelo, ya que la gallinaza contiene un porcentaje adecuado de nitrógeno que permite un crecimiento rápido y vigoroso de la plata y además, interviene en la coloración y producción de las hojas.

### 1.6.3.4. Riego

El riego tiene que ser moderado y se debe intensificar en días más calurosos, se recomienda el riego por goteo, utilizando cintas de riego (Remache 2015, p. 10).

### 1.6.3.5. Siembra y trasplante

Se recomienda plantar primero en bandejas las semillas durante un mes o hasta que la planta tenga dos o tres hojas verdaderas, antes de realizar el trasplante debemos nivelar el suelo para evitar encharcamientos, y posible ataque de enfermedades, su distancia de trasplante entre plantas e hileras 12,5 (Mata 2015, p. 8).

## 1.6.4. Labores culturales

**Tabla 6-1:** Labores del cultivo de *Molucella laevis*

Proceso	Definición
Preparación de suelo	Las campanas de Irlanda pueden crecer en cualquier tipo de suelo, la única condición es que sean suelos fértiles, con un adecuado drenaje y cuyo pH oscile entre 6,0-6.5.
Deshoje	En la semana 9 después de siembra se quitan las hojas desde la mitad inferior del tallo.
Desbrote	En semana 10 una vez que se ha sembrado, se retiran los brotes laterales.
Riego	Tras la primera semana después de siembra, se hace el riego por aspersión y después se cambia el riego por goteo complementado con ducha y luego por goteo.

Cosecha	El momento de la cosecha está determinado por la longitud de la espiga, incluso más que por la apertura de las flores. Es decir, a medida que las flores se desarrollan, el tallo también continúa alargándose, por lo cual, se cosecha cuando tenga la longitud deseada.
Poscosecha	Para este proceso se debe hidratar los tallos en una solución con algún bactericida durante 12 horas y en un cuarto frío. El agua de hidratación deberá tratarse con ácido cítrico, para bajar el pH a 4, antes de incorporar el producto

**Fuente:** Ballhort. Molucella. 2016

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

### 1.6.5. Plagas en *Molucella laevis*

Las principales plagas que atacan al cultivo de *Molucella laevis* son las que se detallan en la tabla 7-1.

**Tabla 7-1:** Plagas en el cultivo de *Molucella laevis*

Plaga	Características	Daños
Pulgones ( <i>Myzus persicae</i> )	Son insectos pequeños, chupadores, que succionan la savia de las plantas. Por lo general, viven en el envés de las hojas, brotes jóvenes y tallos, forman grandes colonias.	Las infestaciones grandes pueden producir un residuo pegajoso, azucarado, conocido como melaza sobre se desarrolla el hongo conocido como fumagina que causa el ennegrecimiento de las hojas.
Ácaros ( <i>Tetranychus sp</i> )	Este artrópodo pertenece al orden Acarina, los huevos tienen forma elíptica, son blanquecinos y están ordenados en filas longitudinales.	Se alimentan en el envés de las hojas que se van desarrollando y extraen el contenido de las células, provocando un corrugamiento y formación de un tejido un tanto corchoso pardo.
Trips ( <i>Frankliniella occidentalis</i> )	Es un insecto fitófago que se alimenta de la savia de las plantas, el adulto suele ser delgado, de tono amarillo-dorado o naranja, de 1 mm de largo, con alas plumosas, el cual, salta y vuela cuando lo molestan.	Causan decoloración, caída prematura de las hojas, un acortamiento de los entrenudos, enrojecimiento e incluso distorsión de pecíolos y tallos. Se considera que, un ataque severo mata las yemas retardando el crecimiento.
Cochinilla ( <i>Icerya purchasi</i> )	Se adhiere a las ramas y ramillas, mediante una secreción cerosa. Genera un saco asurcado, con forma similar a una bola de algodón.	Parásito de difícil control, que se alimenta de la savia, además, secreta una sustancia azucarada y pegajosa conocido como melaza que facilita la proliferación de hongos, que causa que las plantas se recubran de una capa negruzca, pudiendo causar la muerte.
Cogollero ( <i>Helicoverpa armigera</i> )	Este insecto presenta una metamorfosis completa: huevo, larva, pupa y adulto	Cuando las larvas son pequeñas, el insecto se alimenta de la superficie interior de las hojas tiernas del cogollo, causando agujeros característicos en forma de ventana y el llamado corazón muerto.

**Fuente:** Jiménez, E. Plagas de cultivos. 2016

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

### 1.6.6. Enfermedades en *Molucella laevis*.

Las enfermedades en el cultivo son provocadas por agentes bióticos que alteran las funciones de la planta, reduciendo su rendimiento y provocando incluso la muerte. Dentro de los principales patógenos se encuentran: hongos, virus, nematodos, bacterias y fitoplasmas (Tabla 8-1) (Zamorano 2009, p. 30).

Para controlar las enfermedades, es necesario hacer un programa donde se considere integrar todas las posibilidades de control, teniendo un uso racional de los productos fitosanitarios, que causen un mínimo impacto ambiental, económico y sobre todo que los productos cosechados sean inocuos y de calidad (FAO 2003, p. 44).

**Tabla 8-1:** Enfermedades en el cultivo de *Molucella laevis*

Enfermedad	Características	Efectos
Botrytis ( <i>Botrytis cinerea</i> )	Las altas densidades de siembra, las continuas lluvias, alta humedad relativa y temperaturas entre 15° y 22° C favorecen el desarrollo del moho gris.	En las hojas, el hongo produce lesiones de tono café oscuro que se localizan en el ápice y también en los pecíolos.
Mancha foliar ( <i>Cercospora sp.</i> )	Es causada por la bacteria <i>Pseudomonas syringae</i> . Es una enfermedad que afecta la mayoría de las plantas.	Los síntomas comunes son pequeñas lesiones acuosas, irregulares, que presentan o no un halo clorótico. Cuando la lesión aumenta de tamaño, se observan manchas de tono marrón porque hay limitación de las venas de las hojas en el crecimiento del agente patógeno.
Roya ( <i>Puccinia sp</i> )	La roya es una enfermedad que se presenta de forma anual, con diferentes niveles de severidad según el híbrido, los biotipos del patógeno y según las condiciones ambientales del ciclo del cultivo.	Los síntomas en cualquier tejido verde de la planta, suelen ser pústulas uredinosóricas en el envés y el haz de las hojas, de color rojo oscuro con ciertos restos de tejidos epidérmicos, ubicadas en bandas en el centro de las hojas.
<i>Fusarium oxysporum</i>	Los hongos de este género son ascomicetos filamentosos y cosmopolitas, poseen un micelio bien desarrollado, algunas especies tienen un talo unicelular, causan varios daños en el cultivo.	Producen metabolitos muy tóxicos, que ponen en riesgo la salud de los seres humanos y animales. También ocasiona varios daños en plantas caracterizadas por marchitez, tizones, o incluso pudriciones en cultivos ornamentales y forestales.

Fuente: FAO. Manejo integrado de enfermedades 2003

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Lugar de investigación

La presente investigación se realizó en el invernadero del departamento de horticultura de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Ubicado en la parroquia Licán, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

Ubicación geográfica:

Latitud: 9816945 UTM

Longitud: 758141 UTM

Altitud: 2834 msnm

Clasificación ecológica:

Según Holdridge (1992), la zona de vida corresponde a estepa espinosa Montano Bajo (MB).

#### 2.2. Materiales y equipos

##### 2.2.1. *Material experimental*

En la investigación se utilizó los siguientes materiales:

Un cultivar de *Molucella*

Dos sustratos: Pomina y Cascarilla de arroz.

##### 2.2.2. *Material de campo*

Invernadero, GPS, fundas plásticas, flexómetro, azadones, rastrillo equipo de protección, balde de 20 litros, bomba de fumigar, cinta, fertilizantes, balanza digital, rótulos, higro termómetro, piola para tutorar, alambre de amarre, tijera, cámara digital.

##### 2.2.3. *Material de oficina*

Libreta de apuntes, esferográficos, Flash memory, computadora, calculadora, impresiones.



## 2.3. Métodos

### 2.3.1. *Diseño experimental*

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar.

### 2.3.2. *Factores de estudio*

Factor en estudio fue: Un cultivar de Molucella

Dos sustratos: Pomina y Cascarilla de arroz

### 2.3.3. *Tratamientos de estudio*

Factor A (Sustratos)

A1: Pomina

A2: Cascarilla de arroz

### 2.3.4. *Especificaciones del campo experimental*

Número de tratamientos	2
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	6

#### *Área de investigación*

Forma	Rectangular
Longitud	13 m
Ancho	0.30 m
Área total del tratamiento	3.67 m <sup>2</sup>
Número de fundas por tratamiento	3

#### *Densidad de trasplante*

Entre fundas (Hileras):	0.50 m
Entre planta:	0.25m
Número total de plantas en el ensayo:	600
Número total de plantas a evaluarse:	60
Número de plantas por tratamiento:	100
Número de plantas evaluadas por tratamiento:	10
Área total del ensayo:	70 m <sup>2</sup>

### 2.3.5. Esquema de análisis de varianza

**Tabla 1-2:** El esquema de análisis de varianza para cada tratamiento. Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de variación	Fórmulas	Gl
Repeticiones	(R - 1)	2
Sustratos	(S - 1)	1
Error	(R - 1)* (S - 1)	2
Total	(S*R*)-1	5

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

### 2.3.6. Análisis funcional

Se determinó el Coeficiente de Variación y se lo expresó en porcentaje. Cuando existió diferencias significativas entre sustratos para separar medias se utilizó la prueba DMS al 5%.

El análisis económico se realizó mediante la relación beneficio costo.

## 2.4. Métodos de evaluación y datos registrados

Para las evaluaciones se seleccionó 10 plantas al azar dentro de la parcela neta.

### 2.4.1. Porcentaje de prendimiento

Transcurrido 12 días después del trasplante se procedió a registrar el número de plantas prendidas por tratamiento, y se lo expresó en porcentaje utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ prendimiento} = \frac{\text{Número de plantas prendidas}}{\text{Número de plantas trasplantadas}} \times 10 \quad (\text{Ec. 1})$$

### 2.4.2. Altura de la planta

La altura de la planta se registró a los 25, 50 y 75 días después del trasplante y a la cosecha, para ello se utilizó un flexómetro y se midió desde la base hasta la yema terminal de las 10 plantas marcadas para su seguimiento de los tratamientos en estudio y se expresó en cm.

#### **2.4.3. *Diámetro del tallo***

Utilizando un calibrador digital se midió el diámetro del tallo en la base de la planta, a los 25, 50 y 75 días después del trasplante y a la cosecha de las 10 plantas marcadas para su seguimiento de los tratamientos en estudio y se expresó en mm.

#### **2.4.4. *Días a la floración***

Se contabilizó el número de días transcurridos desde el trasplante hasta que el 50 % de las plantas presentaron flores abiertas.

#### **2.4.5. *Número de campanas por tallo***

Se contabilizó el número de campanas por tallo a la cosecha de las 10 plantas marcadas para su seguimiento de los tratamientos en estudio

#### **2.4.6. *Longitud del tallo floral a la cosecha***

Al momento de la cosecha se midió la longitud de los tallos florales de las 10 plantas marcadas para su seguimiento de los tratamientos en estudio y se expresó en cm.

#### **2.4.7. *Rendimiento por hectárea***

Se contabilizó el número de tallos producido por parcela neta y se proyectó a hectárea.

#### **2.4.8. *Beneficio-costo***

Se realizó el análisis económico de los tratamientos utilizando la relación beneficio costo, para lo cual se consideró los ingresos y costos totales.

### **2.5. Manejo del ensayo**

#### **2.5.1. *Labores pre culturales***

- Desinfección del sustrato

La desinfección de los sustratos fue de tipo térmica, para la pomina, en 20 litros de agua hirviendo se colocó medio saco de pomina durante 10 minutos para posteriormente dejar

enfriar; la cascarilla de arroz fue sometida a un proceso de quemado, una vez fría se mezcló con cascarilla sin quemar en una proporción 75:25.

- Preparación de fundas para el trasplante

Una vez que se desinfectó los sustratos, se procedió a llenar las fundas plásticas, con pomina o con cascarilla de arroz dependiendo del tratamiento, posteriormente se realizó el hoyado de las fundas y se colocó el sistema de riego.

- Distribución de los tratamientos

Se delimitó las 6 unidades experimentales comprendidas por 2 tratamientos y 3 repeticiones.

### **2.5.2. *Labores culturales***

- Trasplante

El trasplante se realizó a 12.5 cm entre planta e hilera, previa a la desinfección de los sustratos.

- Tutorado

El tutorado se realizó después del trasplante para obtener tallos rectos.

- Deshoje

En la semana 9 después del trasplante se retiró las hojas de la mitad inferior del tallo, del brote lateral.

- Riegos

El riego se proporcionó mediante un sistema de goteo con un caudal de 2.2 l/hora/gotero, con una frecuencia de 2 días durante 2 minutos, con la finalidad de mantener húmedo el sustrato.

- Fertilización

La fertilización se realizó en base a los requerimientos nutricionales del cultivo, aplicando de manera fraccionada, tres veces por semana, mediante fertirriego.

- Control de plagas y enfermedades

Mediante monitoreo cuando el caso lo requería se determinó la aplicación de plaguicida para el control de plagas y enfermedades en el cultivo.

- Cosecha

La cosecha se realizó cuando los tallos alcanzaron la longitud deseada.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

#### 3.1. Porcentaje de prendimiento

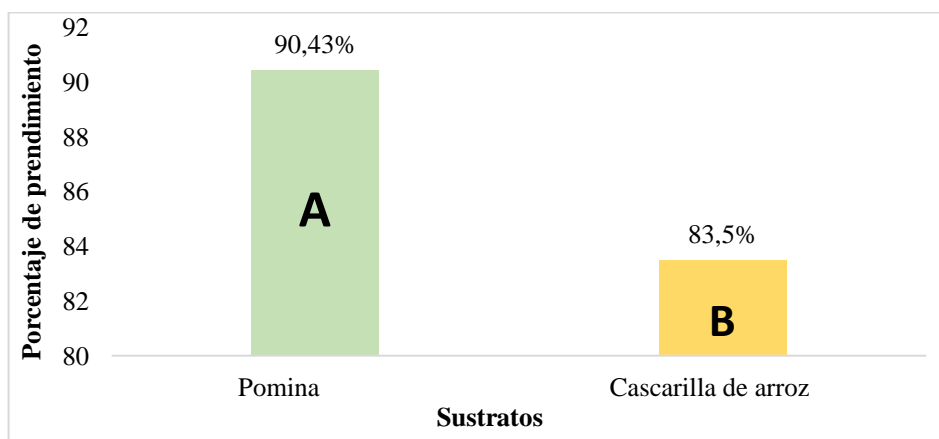
En el análisis de varianza para porcentaje de prendimiento a los 12 días después del trasplante, se encontró diferencias significativas para sustratos, con un coeficiente de variación de 2,13% (tabla 1-3).

**Tabla 1-3:** Análisis de la varianza para porcentaje de prendimiento a los 12 días después del trasplante

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	98,34	2	49,17	14,33	0,0652	ns
Sustratos	72,04	1	72,04	21,00	0,0445	*
Error	6,86	2	3,43			
Total	177,23	5				
C.V	2,13%					
<b>Nota:</b>						
p-valor > 0,05 y > 0,01 ns						
p-valor < 0,05 y > 0,01 *						
p-valor < 0,05 y < 0,01 **						

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para porcentaje de prendimiento a los 12 días después del trasplante, se presentó dos grupos, en el grupo “A” la pomina (T1) con 90,43%, y en el grupo “B” la cascarilla de arroz (T2) con 83,50%.



**Gráfico 1-3.** Porcentaje de prendimiento a los 12 días después del trasplante

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

La diferencia en el porcentaje de prendimiento en los tratamientos, puede deberse a la naturaleza de los sustratos, al tener la pomina una retención adecuada de agua y una buena aireación facilitó el crecimiento de sus raíces, en comparación a la cascarilla de arroz que tiene un menor porcentaje de retención de humedad, lo cual influyó en el arraigamiento de la planta (López 2019, p. 32).

Además, el porcentaje de prendimiento depende de las condiciones del trasplante, como la humedad que presente el sustrato y la edad de la planta, también se considera que, el uso de sustratos mejora la capacidad de absorción de nutrientes y las condiciones del cultivo (Martínez y Roca 2011, p. 38).

### 3.2. Altura de la planta

#### 3.2.1. Altura a los 25 días

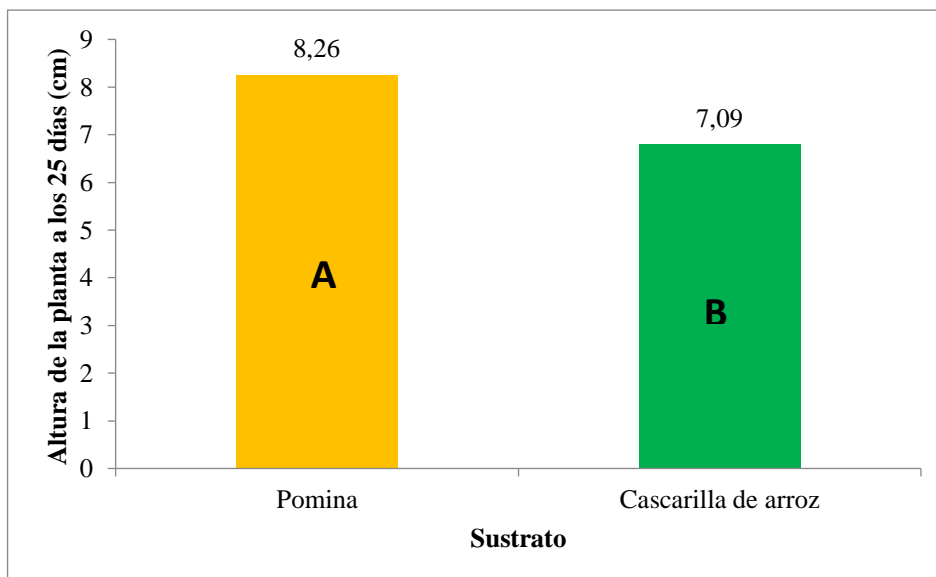
El análisis de varianza para altura de la planta a los 25 días después del trasplante, presentó diferencias significativas para sustratos, con un coeficiente de variación de 2,23% (tabla 2-3).

**Tabla 2-3:** Análisis de la varianza para altura de la planta a los 25 días después del trasplante

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,01	2	0,01	0,25	0,7989	ns
Sustratos	2,05	1	2,05	69,84	0,0140	*
Error	0,06	2	0,03			
Total	2,13	5				
C.V	2,23%					
<b>Nota:</b>						
p-valor >0,05 y > 0,01 ns						
p-valor <0,05 y > 0,01 *						
p-valor <0,05 y < 0,01 **						

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para altura de la planta a los 25 días después del trasplante, se presentó dos grupos, en el grupo “A” la pomina (T1) con 8,26 cm, y en el grupo “B” se encuentra la cascarilla de arroz (T2) con 7,09 cm (Gráfico 2-3).



**Gráfico 2-3.** Altura de la planta a los 25 días después del trasplante

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

### 3.2.2. *Altura a los 50 días*

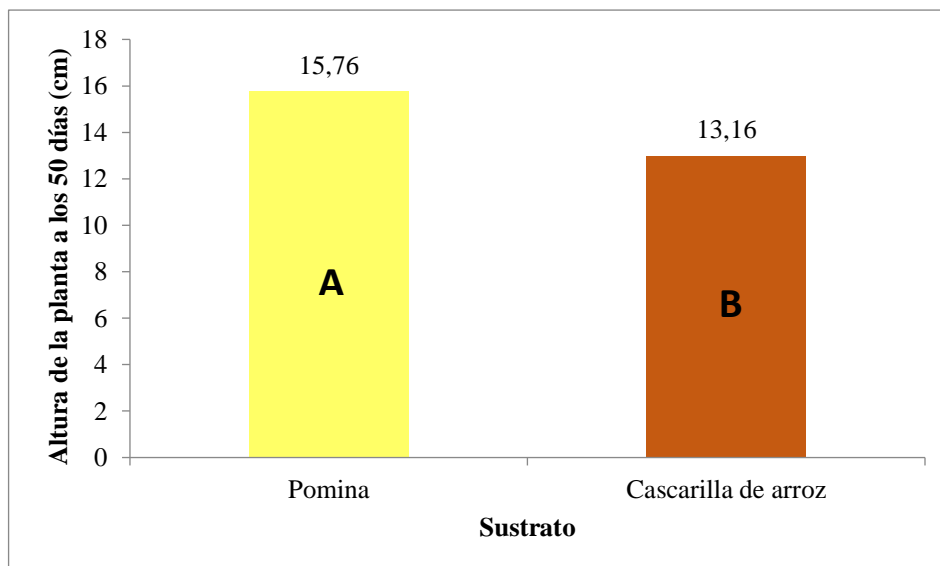
El análisis de varianza para la altura de la planta a los 50 días después del trasplante, presentó diferencias significativas para sustratos, con un coeficiente de variación de 3,78% (tabla 3-3).

**Tabla 3-3:** Análisis de la varianza para la altura de la planta a los 50 días después del trasplante

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	1,21	2	0,61	2,02	0,3307	ns
Sustratos	10,14	1	10,14	33,94	0,0282	*
Error	0,60	2	0,30			
Total	11,95	5				
C.V	3,78%					
<b>Nota:</b>						
p-valor >0,05 y > 0,01 ns						
p-valor <0,05 y > 0,01 *						
p-valor <0,05 y < 0,01 **						

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para altura de la planta a los 50 días después del trasplante, se presentó dos grupos, en el grupo “A” la pomina (T1) con 15,76 cm y en el grupo “B” se encontró la cascarilla de arroz (T2) con 13,16 cm (Gráfico 3-3).



**Gráfico 3-3.** Altura de la planta a los 50 días después del trasplante

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

### 3.2.3. *Altura a los 75 días*

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 75 días después del trasplante, presentó diferencias altamente significativas para sustratos, con un coeficiente de variación de 2,83% (tabla 4-3).

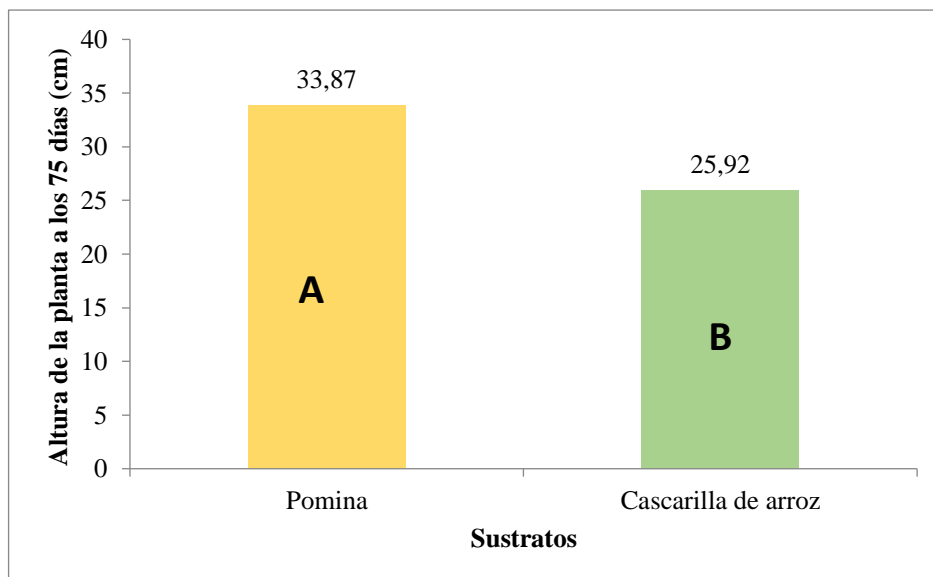
**Tabla 4-3:** Análisis de la varianza para la altura de la planta a los 75 días después del trasplante

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	4,13	2	2,07	2,89	0,2572	ns
Sustratos	94,80	1	94,80	132,52	0,0075	**
Error	1,43	2	0,72			
Total	100,37	5				
C.V	2,83%					
<b>Nota:</b>						
p-valor >0,05 y > 0,01 ns						
p-valor <0,05 y > 0,01 *						
p-valor <0,05 y < 0,01 **						

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para altura de la planta a los 75 días después del trasplante, se presentó dos grupos, en el grupo “A” se encuentra la pomina (T1) con 33,87 cm y en el grupo “B” la cascarilla (T2) con 25,92 cm (Gráfico 4-3).





**Gráfico 4-3.** Altura de la planta a los 75 días después del trasplante

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

#### 3.2.4. *Altura a la cosecha*

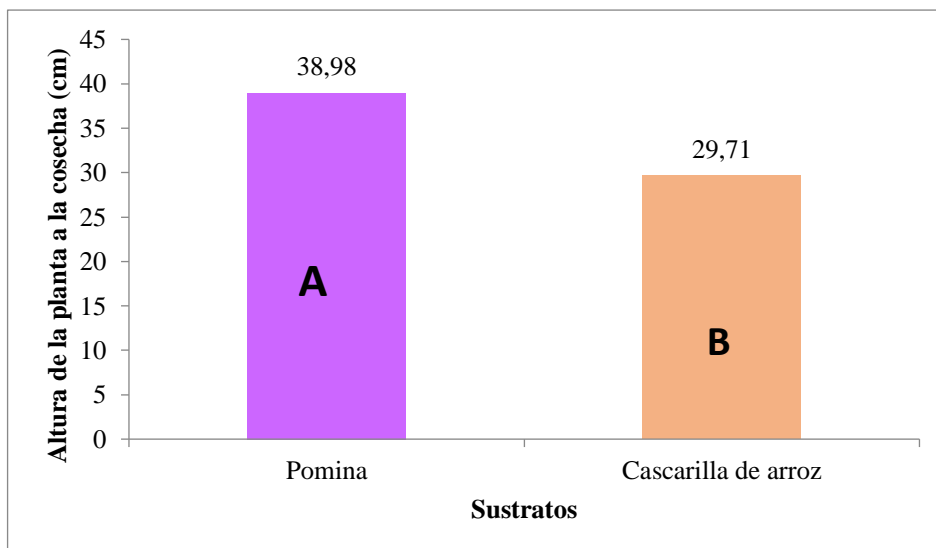
El análisis de varianza para la altura de la planta a la cosecha, presentó diferencias significativas para sustratos, con un coeficiente de variación de 4,74% (tabla 5-3).

**Tabla 5-3:** Análisis de la varianza para la altura a la cosecha

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	18,41	2	9,21	3,48	0,2234	ns
Sustratos	128,99	1	128,99	48,71	0,0199	*
Error	5,20	2	2,65			
Total	152,70	5				
C.V	4,74%					
<b>Nota:</b>						
p-valor >0,05 y > 0,01 ns						
p-valor <0,05 y > 0,01 *						
p-valor <0,05 y < 0,01 **						

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para altura a la cosecha, se estableció dos grupos, en el grupo “A” la pomina (T1) con 38,98 cm y en el grupo “B” la cascarilla (T2) con 29,71 cm (Gráfico 5-3).



**Gráfico 5-3.** Altura de la planta a la cosecha

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

La mayor altura de planta a los 25, 50, 75 días después del trasplante y a la cosecha, con 8,26, 15,76, 33,87 y 38,98 cm respectivamente, se presentó en el sustrato pomina, esto puede deberse a que las propiedades físicas de este sustrato junto al fertirriego logró una adecuada distribución de la solución nutritiva, evitando el encharcamiento en el sustrato, y esto a la vez facilitó la disponibilidad de los nutrientes.

Coincidiendo con (López 2019, p. 29), quienes indican que: la estabilidad de este material es una de las principales ventajas agronómicas como medio de cultivo. Mientras que (Calderón 2001, p. 1), manifiestan que el principal inconveniente que presenta la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de humedad y lo complicado que es lograr el reparto homogéneo de la misma, cuando se usa como sustrato.

### 3.3. Diámetro del tallo

#### 3.3.1. Diámetro del tallo a los 25 días

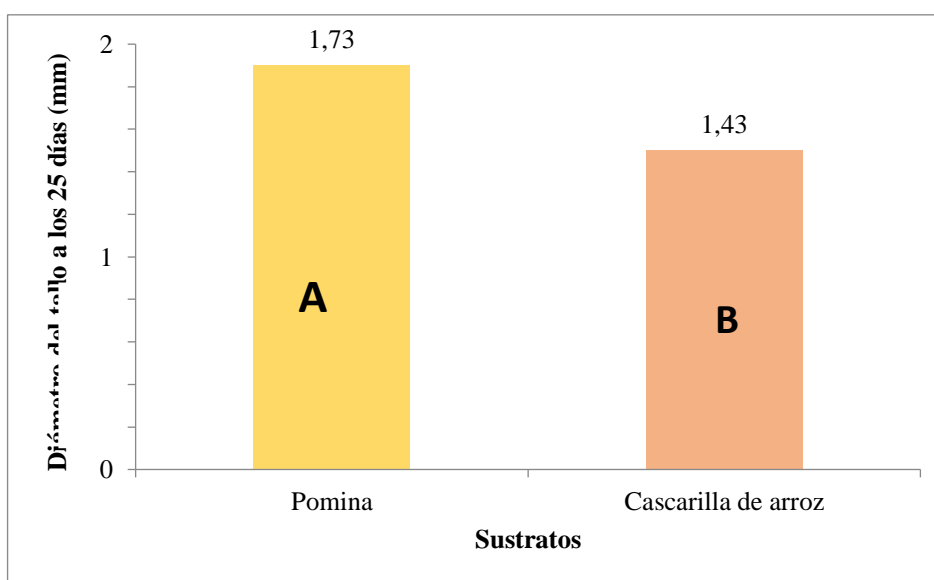
El análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 25 días después del trasplante, presentó diferencias significativas para sustratos, con un coeficiente de variación de 5,08% (tabla 6-3).

**Tabla 6-3:** Análisis de la varianza para el diámetro del tallo a los 25 días después del trasplante

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,04	2	0,02	3,12	0,2425	ns
Sustratos	0,14	1	0,14	20,93	0,0446	*
Error	0,01	2	0,01			
Total	0,19	5				
C.V	5,08%					
<b>Nota:</b>						
p-valor >0,05 y > 0,01 ns						
p-valor <0,05 y > 0,01 *						
p-valor <0,05 y < 0,01 **						

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para diámetro del tallo a los 25 días del trasplante, se presentó dos grupos, en el grupo “A” se encuentra la pomina (T1) con 1,73 mm y en el grupo “B” la cascarilla (T2) con 1,43 mm (Gráfico 6-3).



**Gráfico 6-3.** Diámetro del tallo a los 25 días después del trasplante

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

### 3.3.2. Diámetro del tallo a los 50 días

El análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 50 días después del trasplante, presentó diferencias significativas para sustratos, con un coeficiente de variación de 8,30% (tabla 7-3).

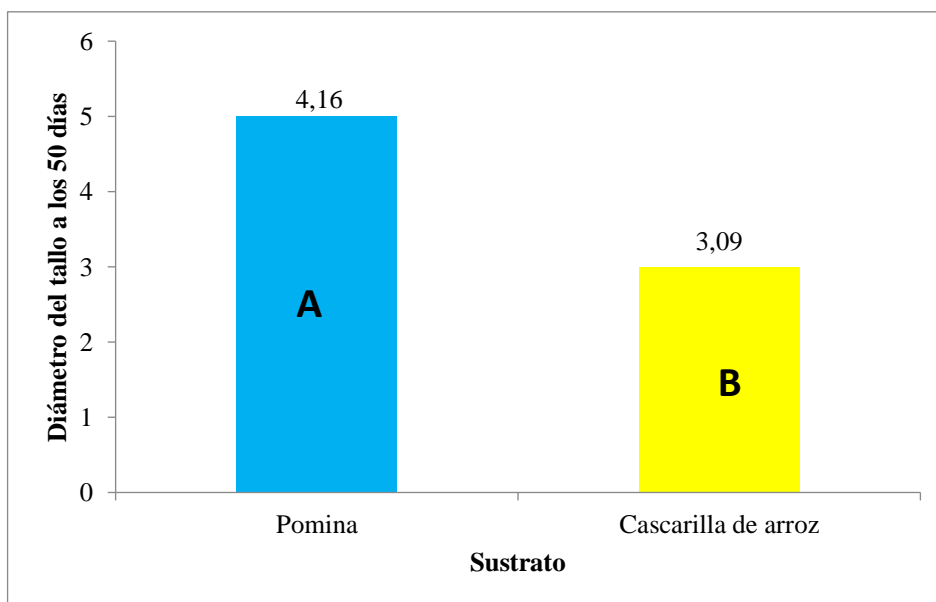
**Tabla 7-3:** Análisis de la varianza para el diámetro del tallo a los 50 días

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,30	2	0,15	1,64	0,3787	ns
Sustratos	1,71	1	1,71	18,85	0,0492	*
Error	0,18	2	0,09			
Total	2,18	5				
C.V	8,30%					

**Nota:**  
p-valor >0,05 y > 0,01 ns  
p-valor <0,05 y > 0,01 \*  
p-valor <0,05 y < 0,01 \*\*

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para diámetro del tallo a los 50 días del trasplante, se encontraron dos grupos, en el grupo “A” se ubicó la pomina (T1) con 4,16 mm y en el grupo “B” se encontró la cascarilla (T2) con 3,09 mm (Gráfico 7-3).



**Gráfico 7-3.** Diámetro del tallo a los 50 días después del trasplante

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

### 3.3.3. Diámetro del tallo a los 75 días

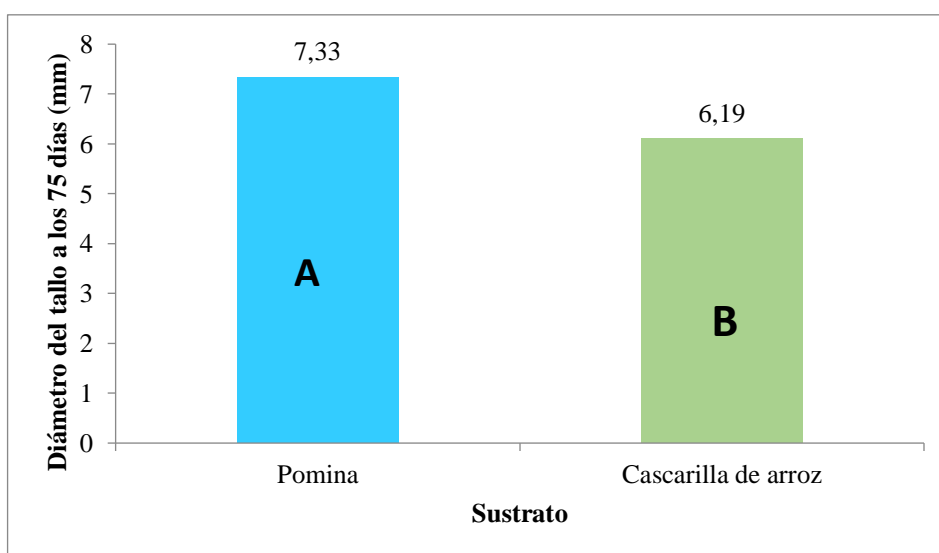
El análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 75 días después del trasplante, presentó diferencias significativas para sustratos, con un coeficiente de variación de 4,76% (tabla 8-3).

**Tabla 8-3:** Análisis de la varianza para el diámetro del tallo a los 75 días

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,16	2	0,08	0,76	0,5678	ns
Sustratos	1,95	1	1,95	18,83	0,0492	*
Error	0,21	2	0,10			
Total	2,31	5				
C.V	4,76%					
<b>Nota:</b>						
p-valor >0,05 y > 0,01 ns						
p-valor <0,05 y > 0,01 *						
p-valor <0,05 y < 0,01 **						

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para diámetro del tallo a los 75 días del trasplante, se establece dos grupos, en el grupo “A” se ubica la pomina (T1) con 7,33 mm y en el grupo “B” la cascarilla (T2) con 6,19 mm (Gráfico 8-3).



**Gráfico 8-3.** Diámetro del tallo a los 75 días después del trasplante

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

### 3.3.4. Diámetro del tallo a la cosecha

El análisis de varianza para diámetro del tallo a la cosecha presentó diferencias significativas para los sustratos, con un coeficiente de variación de 4,16%. (Tabla 9-3)

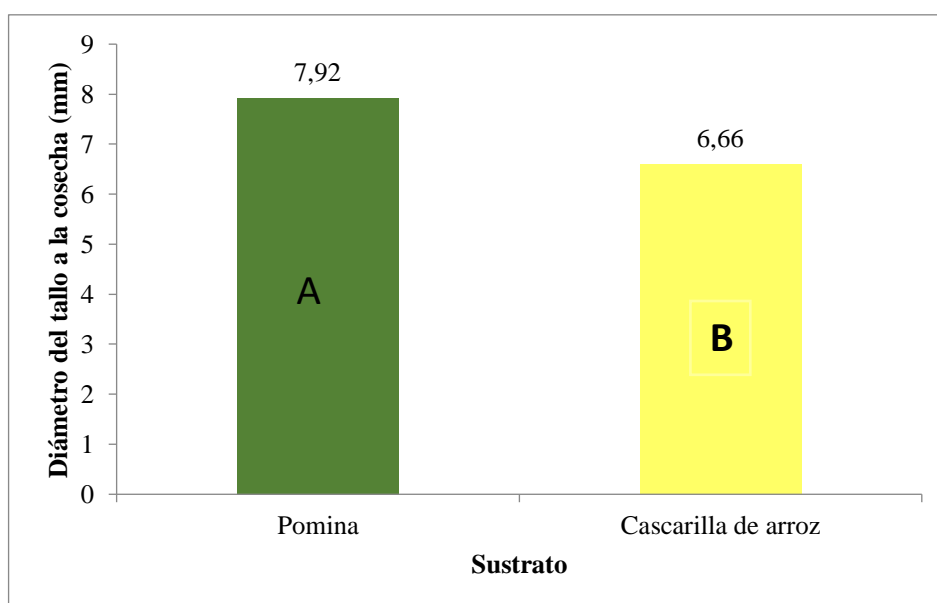
**Tabla 9-3:** Análisis de la varianza para diámetro del tallo a la cosecha

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	0,21	2	0,11	1,15	0,4650	ns
Sustratos	2,41	1	2,41	26,21	0,0361	*
Error	0,18	2	0,09			
Total	2,80	5				
C.V	4,16%					

**Nota:**  
p-valor >0,05 y > 0,01 ns  
p-valor <0,05 y > 0,01 \*  
p-valor <0,05 y < 0,01 \*\*

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para diámetro del tallo a la cosecha, se encontraron dos grupos, en el grupo “A” se encontró la pomina (T1) con 7,92 mm y en el grupo “B” la cascarilla (T2) con 6,66 mm (Gráfico 9-3).



**Gráfico 9-3.** Diámetro del tallo a la cosecha

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

El mayor diámetro de tallo a los 25, 50, 75 días después del trasplante y a la cosecha, registró el sustrato pomina con 1,73, 4,16, 7,33 y 7,92 mm respectivamente, esta diferencia en diámetro pudo deberse a que la pomina permitió un mejor reparto del agua, con una mayor disponibilidad de los nutrientes, facilitando un buen diámetro de tallos, lo cual concuerda con (Calderón 2001, p. 1), quien manifiesta que la retención de humedad por el sustrato, en cantidades adecuadas y en forma homogénea, determina la posibilidad a la planta, de usar el agua como vehículo para el transporte de nutrientes dentro de la misma.

Es importante que el cultivo aproveche de forma adecuada los nutrientes así como el agua de riego y se ha evidenciado que estos dos factores se ven favorecidos con el uso de la pomina como sustrato (Allende 2016, p. 1-5)

### 3.4. Días a la floración

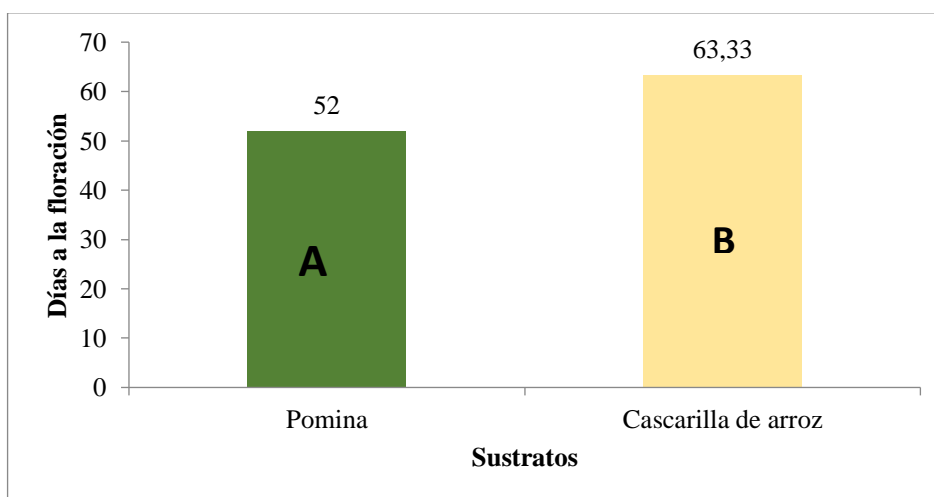
En el análisis de varianza para el número de días transcurridos desde el trasplante hasta que el 50% del total de las plantas evaluadas presentaron inflorescencias, se observó diferencias altamente significativas para sustratos, con un coeficiente de variación de 1,87% (tabla 10-3).

**Tabla 10-3:** Análisis de la varianza para días a la floración

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	2,33	2	1,17	1,00	0,5000	ns
Sustratos	192,67	1	192,67	165,14	0,0060	**
Error	2,33	2	1,17			
Total	197,33	5				
C.V	1,87%					
<b>Nota:</b>						
p-valor >0,05 y > 0,01 ns						
p-valor <0,05 y > 0,01 *						
p-valor <0,05 y < 0,01 **						

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para días a la floración desde el trasplante, se localizaron dos grupos, en el grupo “A” se ubicó la pomina (T1) con 52 y en el grupo “B” se encontró la cascarilla (T2) con 63,33 (Gráfico 10-3).



**Gráfico 10-3.** Días a la floración

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

El menor número de días transcurridos desde el trasplante hasta que el 50% de plantas presentaron inflorescencia fue en el sustrato pomina con 52 días, esta diferencia puede deberse a la naturaleza de los sustratos coincidiendo con (López 2019, p. 35) quien señala que al utilizar un sustrato con una adecuada retención de humedad permite una mejor disponibilidad de nutrientes facilitando sus funciones metabólicas.

De acuerdo a Bravo et al. (2013, p. 261-267) se considera que, la mayor asimilación de nutrientes ocurre en los sustratos inorgánicos facilitando así el proceso de floración.

Según Vargas et al. (1985, p. 6) en los días a la floración influyen las características genéticas de los cultivos, debido a que están relacionados con la especie y género de la planta. Un estudio realizado por (Remache 2015, p. 75) determinó de 70 a 113 días a la floración en el cultivo de *Molucella laevis* y además, se menciona que la variabilidad de la floración depende de la estación del año de la siembra y de la variedad genética.

### 3.5. Número de campanas por tallo

El análisis de varianza para el número de campanas por tallo, presentó diferencias significativas para sustratos, con un coeficiente de variación de 4,03% (tabla 11-3).

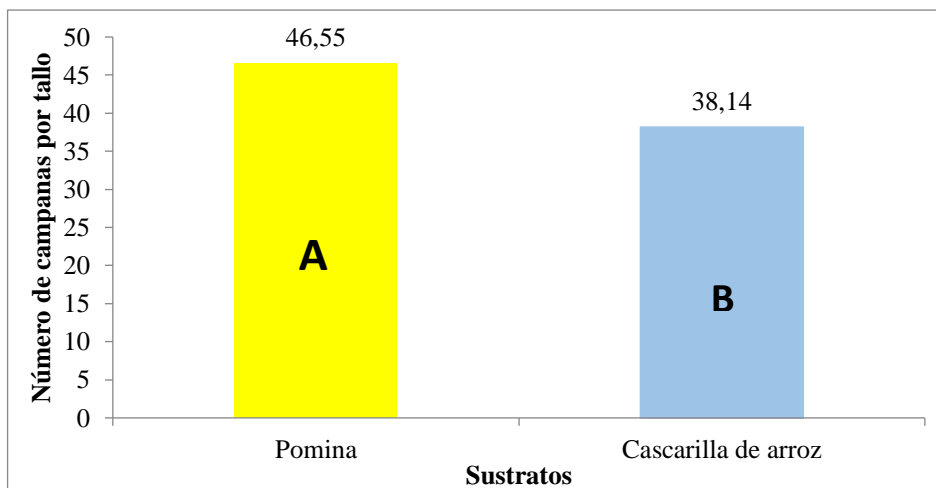
**Tabla 11-3:** Análisis de la varianza para el número de campanas por tallo

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	6,53	2	3,27	1,12	0,4715	ns
Sustratos	106,26	1	106,26	36,46	0,0263	*
Error	5,83	2	2,91			
Total	118,62	5				
C.V	4,03%					
<b>Nota:</b>						
p-valor >0,05 y > 0,01 ns						
p-valor <0,05 y > 0,01 *						
p-valor <0,05 y < 0,01 **						

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para el número de campanas por tallo, se presentó dos grupos, en el grupo “A” se encontró la pomina (T1) con 46,55 y en el grupo “B” la cascarilla (T2) con 38,14 (Gráfico 11-3).





**Gráfico 11-3. Número de campanas por tallo**

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

El mayor número 46,55 de campanas por tallo, alcanzó la pomina esto puede deberse a que las propiedades física de este sustrato permitió una mejor asimilación de los nutrientes, coincidiendo con (López 2019, p. 35) quien señala que al utilizar un sustrato con una adecuada retención de humedad permite una mejor disponibilidad de nutrientes facilitando sus funciones metabólicas y también con (Bravo, Montoya y Menjivar 2013) quienes mencionan que la mayor asimilación de nutrientes ocurre en sustratos inorgánicos facilitando el proceso de floración.

### 3.6. Longitud del tallo

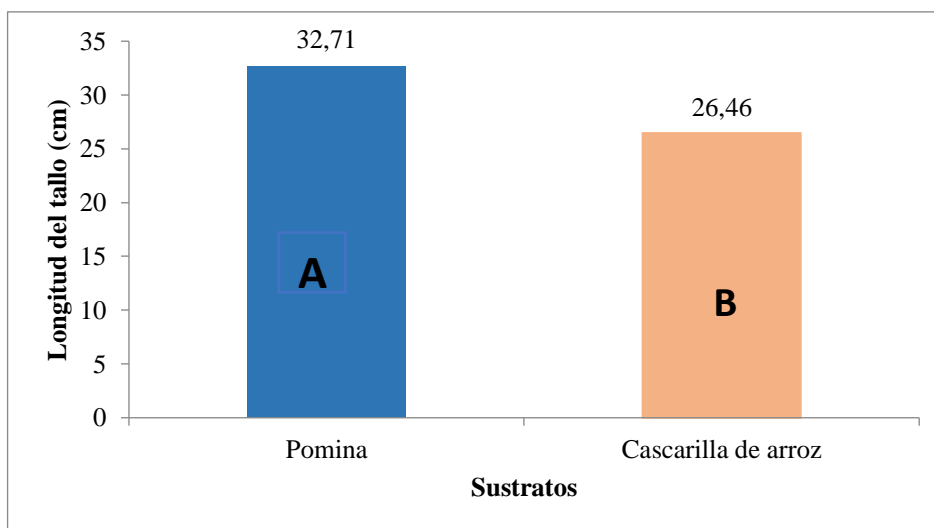
El análisis de varianza para la longitud del tallo presentó diferencias significativas para los sustratos, con un coeficiente de variación de 2,62% (tabla 12-3).

**Tabla 12-3:** Análisis de la varianza para la longitud del tallo

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	Sig.
Repetición	11,12	2	5,56	9,23	0,0978	ns
Tratamientos	58,59	1	58,59	97,24	0,0101	*
Error	1,21	2	0,60			
Total	70,92	5				
C.V	2,62%					
Nota:						
p-valor > 0,05 y > 0,01 ns						
p-valor < 0,05 y > 0,01 *						
p-valor < 0,05 y < 0,01 **						

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para la longitud del tallo, se presentó dos grupos, en el grupo “A” se encontró la pomina (T1) con 32,71 cm y en “B” la cascarilla (T2) con 26,46 cm (Gráfico 12-3).



**Gráfico 12-3.** Longitud del tallo

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

Se observó una mayor longitud de los tallos en pomina con 32,71 cm, esto puede deberse a que las propiedades físicas del sustrato como la porosidad permitió que los elementos minerales aplicados por medio de la fertilización estén disponibles para la nutrición de la planta permitiendo su mejor desarrollo, coincidiendo con (Remache 2015, p. 10) quien manifiesta que *Molucella laevis* se adapta bien a sustratos con un alto porcentaje de porosidad.

Según (INTA, 2003) manifiesta que la cascarilla sobre carbonizada (quemada) produce ceniza que puede convertir el material demasiado alcalino presentando deficiencia de hierro, por lo que esto podría afectar el rendimiento del cultivo.

### **3.7. Número de tallos por hectárea**

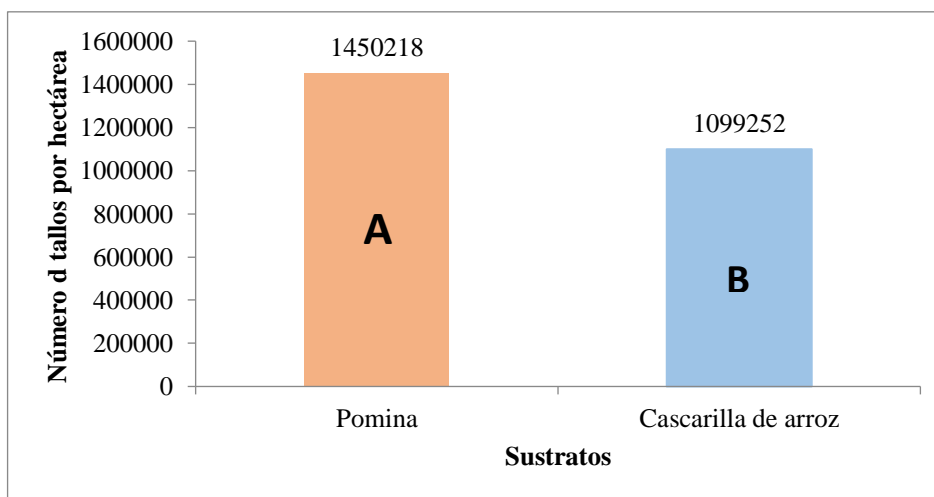
El análisis de varianza para el número de tallos por hectárea, presentó diferencias significativas para sustratos, con un coeficiente de variación de 5,09% (tabla 13-3).

**Tabla 13-3:** Análisis de la varianza para el número de tallos por hectárea

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	Sig
Repetición	3683474256,00	2	1841737128,00	0,44	0,6957	ns
Sustratos	184765699734,00	1	184765699734,00	43,89	0,220	*
Error	8419369728,00	2	4209684864,00			
Total	196868543718,00	5				
C.V	5,09%					
<b>Nota:</b>						
p-valor >0,05 y > 0,01 ns						
p-valor <0,05 y > 0,01 *						
p-valor <0,05 y < 0,01 **						

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022.

En la prueba DMS al 5% para el número de tallos por hectárea, se localizaron dos grupos, en el grupo “A” se ubicó la pomina (T1) con 1450218,00 y en el grupo “B” se encontró la cascarilla (T2) con 1.099.252,00 (Gráfico 13-3).



**Gráfico 13-3.** Número de tallos por hectárea

**Realizado por:** Chisaguano, Myriam, 2022. .

Al evaluar el número de tallos por hectárea se determinó el rendimiento. El mayor número de tallos por hectárea se registró en el sustrato pomina con 1450218 tallos, esto puede deberse a las características físicas del sustrato, como la porosidad y retención de agua lo que permitió una mejor absorción de nutrientes por lo que esto pudo haber favorecido un mayor número de tallos, coincidiendo con Salisbury et al. (1992, p. 1) quienes indican que la deficiencia de nutrientes en el cultivo de flores puede provocar un menor desarrollo de tallos florales.

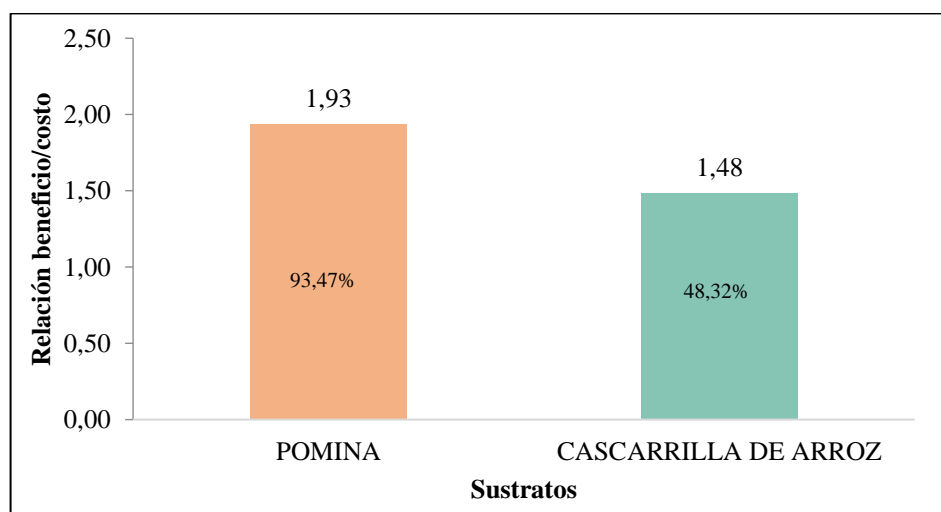
Se considera también que, el número de tallos por hectárea puede deberse a dos factores, la correcta fertilización del cultivo y las características genéticas del mismo (Medrano 2017, p. 1-11)

### 3.8. Análisis económico

**Tabla 14-3:** Análisis económico mediante la relación beneficio/costo

CODIGO	TRATAMIENTO	B/C	% RENT.
T1	Pomina	1,93	93,47
T1	Cascarrilla de arroz	1,48	48,32

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.



**Gráfico 14-3.** Relación beneficio/costo de los tratamientos de *Molucella*

Realizado por: Chisaguano, Myriam, 2022.

Una mejor relación beneficio/costo alcanzó el tratamiento con el sustrato pomina (T1) con 1.93 dólares, es decir se recuperó el dólar invertido y se obtuvo una ganancia de 0.93 dólares, con una rentabilidad de 93.47%; la menor relación beneficio/costo presentó el tratamiento con el sustrato cascarrilla de arroz (T2) con 1.48 dólares, recuperando el dólar invertido y obteniendo una ganancia de 0.48 dólares con una rentabilidad del 48.84% (Tabla 14-3).

## CONCLUSIONES

- La mayor altura de planta a los 25, 50, 75 días y a la cosecha, registró las plantas evaluadas en el sustrato pomina con: 8,26, 15,76, 33,87 y 38,98 cm respectivamente.
- El mayor diámetro de tallo a los 25, 50, 75 días y a la cosecha, registró las plantas evaluadas en el sustrato pomina con: 1,73; 4,16; 7,33 y 7,92 mm respectivamente.
- El menor número de días a la floración registró las plantas evaluadas en el sustrato pomina con 52,0 días
- El mayor número de campana por tallo registró las plantas evaluadas en el sustrato pomina con 46,55
- La mayor longitud del tallo se alcanzó con la pomina con 32,71 cm.
- El mayor número de tallos por hectáreas registró las plantas evaluadas en el sustrato pomina con 1450218 tallos.
- El tratamiento con sustrato pomina registró la mayor relación beneficio/costo con 1.93 dólares, lo que corresponde al 93,47% de rentabilidad.

## RECOMENDACIONES

- Para lograr las mejores características morfológicas en el cultivo de campanas de Irlanda (*Molucella laevis*), se sugiere utilizar pomina como sustrato.
- Desde el punto de vista agronómico se recomienda cultivar en el sustrato pomina ya que se obtuvo un mayor número de tallos por hectárea.
- Cultivar las campanas de Irlanda (*Molucella laevis*) en el sustrato pomina ya que genera la mayor relación beneficio/costo y rentabilidad.
- Realizar estudios de las campanas de Irlanda (*Molucella laevis*) en mezcla de sustratos orgánicos e inorgánicos.
- Realizar estudios para determinar el coeficiente de cultivo (Kc) en las campanas de Irlanda (*Molucella laevis*).

## GLOSARIO

**Abono orgánico:** es el material obtenido de la descomposición de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos, resultando un producto que protege el suelo y le aporta nutrientes para su crecimiento (Mosquera 2010, p. 3).

**Biotipo:** es aquella forma típica de una planta que es considerada como un modelo dentro de su especie o variedad (Zerón 2011, p. 22).

**Cultivo agrícola:** hace referencia a la práctica de sembrar semillas de una planta en la tierra, donde se realizan diversas actividades para lograr su germinación y crecimiento de acuerdo a su estructura vegetal (FAO 2014, p. 3).

**Desbrote:** consiste en eliminar brotes nacidos de yemas que sean diferentes de las obtenidas en la poda, es decir, brotes dobles y brotes mal ubicado en la zona del tronco (Pugliese 2009, p. 28).

**Deshoje:** consiste en eliminar todas las hojas que impidan que ingre el 100% de la luz a los racimos de la planta (Pugliese 2009, p. 26).

**Fertilización:** es la práctica que permite aportar los nutrientes necesarios a la planta (fertilizante sólido o líquido), mejorando la calidad a nivel nutricional y a la vez estimulando el crecimiento del vegetal (IFA 1993, p. 1).

**Herbolaria:** consiste en aplicar la botánica al campo de la medicina, es decir, utilizar plantas para el tratamiento de diversas enfermedades en el ser humano (Escamilla y Moreno 2015, p. 3).

**Híbrido:** en la obtención de híbridos se da el cruce de dos líneas parentales distintas, dando como resultado una planta más fructífera, grande y resistente (Gaviola 2016, p. 27).

**Inflorescencias:** se refiere a la disposición de las flores en las ramas o extremidades del tallo y generalmente presentan una sola flor. Es una rama florífera desarrollada a partir de yemas axilares o terminales y generalmente donde se desarrolla una inflorescencia no se reactiva el crecimiento del vegetal (Morales 2019, p. 26).

**pH:** es una medida referente a la acidez o la alcalinidad que tiene el agua, está definida como la concentración de los iones de hidrógeno en agua y su escala va de 0 a 14 (Vásquez 2016, p. 3).

**Porosidad:** se refiere al porcentaje del volumen total que no se ocupa de sólidos, sino de agua y aire. Una adecuada porosidad asegura la conservación de agua, permite un mejor arraigamiento y permite una adecuada difusión de aire y agua entre la planta y el suelo (González y González 2012, p. 21).

**Sustrato:** es un medio que permite cultivar las plantas en contenedores, es cualquier material ya sea natural, orgánico, mineral o residual que facilita el anclaje del sistema radicular del vegetal, es decir, sirve de soporte para la planta (Burés 2015, p. 2).



## **BIBLIOGRAFÍA**

**ALONSO, M. et al.** *Características de sustratos orgánicos acondicionados con biocarbón.: Influencia en la calidad de plantas de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell cultivada en tubetes. Revista Cubana de Ciencias Forestales*, vol. 3, no. 1, 2015, pp. 1-12.

**BRAVO, I. et al.** *Retención y disponibilidad de fósforo asociado a la materia orgánica en un typic melanudands del departamento del cauca, Colombia. Acta Agronómica*, vol. 62, no. 3, 2013, pp. 261-267.

**BUECHEL, T.** *Aireación: ¿Qué es y cuán importante es?*. 2019, pp. 3. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/media/3454/aireacion-que-es-y-cuan-important-es.pdf>

**BURÉS, S.** *Manejo de sustratos*. 2015. S.l.: s.n.

**CALDERON, F.** *Los sustratos* 2001. Consultado 30 de marzo de 2022. Disponible en: [http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los\\_Sustratos.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm)

**DANA, E. et al.** *Nuevas localidades de *Molucella laevis* L .* 2015, pp. 27-30.

**ESCAMILLA, B. y MORENO, P.** *Plantas medicinales*. 2015.

**FAO.** *Manejo integrado de enfermedades. Fao* 2003, [en línea], pp. 44-70. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a1374s/a1374s05.pdf>.

**FAO.** *Bioenergía y seguridad alimentaria evaluación rápida (befs ra) manual de usuario producción de cultivos*. 2014, pp. 39.

**GAVIOLA, J..** *Manual de producción de semillas hortícolas* 2016, [en línea]. 2016. S.l.: s.n. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/manual-de-produccion-de-semillas-hortícolas.-tomate>.

**GONZÁLEZ, J. y GONZÁLEZ, G.** *Porosidad del suelo en tres superficies típicas de la cuenca alta del río Nazas. Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. 3, no. 1, 2012, pp. 21-32.

**GUTIÉRREZ, M.** *Aspectos básicos de la nutrición mineral de las plantas absorción foliar de sustancias útiles en la aplicación de agroquímicos al follaje. Fertilización foliar: principios y*

aplicaciones. S.l.: s.n.,2002, pp. 1-6.

**IFA.** *Los fertilizantes y su uso. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, vol. 20, no. 12, 1993, pp. 801-808.

**IGME.** *Piedra pómez.* , vol. 2001, 2003, pp. 1-5.

**IMPOPLAS.** *Mangas de polietileno.* 2016. S.l.: s.n.

**INA.** *Sustrato para uso en la preparación del semillero de hortalizas.* 2000.

**INTA.** (2003). Producción de plántulas en cascarilla de arroz carbonizada, Disponible en: [http://www.funica.org/ni/docs/man\\_inte\\_plags\\_18.pdf](http://www.funica.org/ni/docs/man_inte_plags_18.pdf)

**LÓPEZ, E.** *Evaluación de dos sustratos para la producción de tres cultivares de tomate cherry (lycopersicum esculentum mill) var. cerasiforme (dunal) en invernadero.* 2019, [en línea], vol. 11, no. 1, pp. 1-14. Disponible en: <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017>.

**LOZANO, C.** *Alternativa de usos de la cascarilla de arroz (Oriza sativa) en Colombia para el mejoramiento del sector productivo y la industria. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD* 2020, [en línea], pp. 67. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/33698/cllozanor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**MARTÍNEZ, P.-F. y ROCA, D.** *Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo*, no. December 2011, 2011, pp. 37-77.

**MAYALICA, C.** *Valoración de la aplicación de cinco dosis de ácido giberélico en el rendimiento del cultivo de Solidago (Solidago sp. golden amazone).* Tumbaco, Pichincha. 2014, [en línea], pp. 112. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2489/1/T-UCE-0004-62.pdf>.

**MEDINA, J. et al.** *¿Es Molucella laevis L. (Lamiaceae) una planta exótica recientemente naturalizada en andalucía occidental?]. Flora Montiberica*, 2019, [en línea], vol. 74, pp. 65-69. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85069043163&partnerID=40&md5=4e7b8d694aca4b6bf784c5007cf86b53.

**MEDRANO, N.** *Cultivo de clavelina híbrida al aire libre aire libre*. 2017, pp. 1-11.

**MORALES, C.** *Flores e inflorescencias*. Ucr, 2019, pp. 1-60.

**MORALES, E. y CASANOVA, F.** *Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula y proporción*. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 26, no. 2, 2015, pp. 365.

**MORALES, R.** *Molucella L.* 2014,

**MOSQUERA, B.** *Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana*. *Fonag* 2010, [en línea], pp. 25. Disponible en: [www.fonag.org.ec](http://www.fonag.org.ec).

**PASTOR, J.** *Utilización de sustratos en viveros*. *Terra Latinoamericana* 1999, [en línea], vol. 17, no. 3, pp. 231-235. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>.

**PATRÓN, J.** *Sustratos orgánicos:2010* ,

**PRADA, A. y CORTÉS, C.** *La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: Una alternativa de aprovechamiento integral*. *Orinoquía*, vol. 14, no. 2, 2010, pp. 155-170.

**PUGLIESE, M.** *Influencia del deshoje y despunte en el desarrollo del color y otras variables de calidad en la cultivar red globe bajo malla antigranizo*. 2009, [en línea], vol. 2, no. 5, pp. 255.

**REA, L.** *Análisis del rendimiento de la fresa (*Fragaria chiloensis* L. Duch) sometida a diferentes tipos de sustratos dentro de un cultivo semihidropónico en la parroquia Salinas provincia del Imbabura*. 2012, pp. 48.

**REMACHE, A.** *Evaluación de dos abonos orgánicos y químicos a tres niveles en campanas de Irlanda de corte en el cantón-saquisilí*. 2015,

**SAAVEDRA, M. y PEREA, F.** *Molucella laevis*. 2011, pp. 71-74.

**SEPÚLVEDA, R. y ALLENDE, M.** *Consideraciones generales para la fertirrigación*, 2016.

**SILVA, S. y CORREA, F.** *Análisis de la contaminación del suelo: Revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. Semestre Económico* 2004, [en línea], vol. 12, no. 23, pp. 13-34. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v12n23/v12n23a2>.

**TAMARGO, F.** *Sustratos. Compendios de Horicultura*, 2012.

**TELENCHANA, J.** *Evaluación de Sustratos Alternativos a Base de Cascarilla de Arroz y Compost en Plastulas de Pimiento*. 2018, [en línea], pp. 77. Disponible en: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis-188 Ingeniería Agronómica - CD 557.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis-188%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20CD%20557.pdf).

**VARGAS, J. et al.** *Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplica.*, vol. 23, no. 1.2013.

**VÁSQUEZ, E.** *pH*. 2017.

**WICKY, M. et al.** *Guía técnica para el cultivo de Molucella*. 2000.

**ZAMORANO, A.** *Patógenos que atacan los cultivos. Enfermedades De Los Cultivos Por Agentes Bioticos Que Alteran Las Funciones Fisiologicas* 2009, [en línea], vol. 5, pp. 5-10. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1354/2/02.pdf>.

**ZENNER, I. y PEÑA, F.** *Plásticos en la agricultura: beneficio y costo ambiental: una revisión. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 16, no. 1, 2013.

**ZERÓN, A.** *Biotipos, fenotipos y genotipos ¿Qué biotipo tenemos? (Segunda parte). Revista Mexicana de Periodontología*, 2011, [en línea], vol. 2, no. 1, pp. 22-33. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/periodontologia/mp-2011/mp111g.pdf>.

  
D.B.R.A.I.  
Ing. Cristhian Castillo



## ANEXOS

### ANEXO A: LIMPIEZA ALREDEDOR DEL INVERNADERO



## ANEXO B: PREPARACIÓN DEL INVERNADERO



## ANEXO C: DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO POMINA



**ANEXO D: DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO CASCARILLA DE ARROZ**





**ANEXO E: PREPARACIÓN DE LAS FUNDAS PARA EL TRASPLANTE**



## ANEXO F: TRASPLANTE DE LOS CULTIVARES



## ANEXO G: APLICACIÓN DE FUNGICIDA



## ANEXO H: MEDICIÓN DE LA ALTURA DE LA PLANTA



**ANEXO I: MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DEL TALLO**



**ANEXO J: COSECHA DE LAS CAMPANAS DE IRLANDA**





ANEXO K: DATOS DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE *MOLUCELLA LAEVIS*

COSTOS T1 (POMINA)					
RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)	%
<b>Invernadero</b>					
Estructura metalica	Invenadero m2	10000	5,50	4583,33	
Plástico	kg	5341	4,69	6255,65	
Sistema de Riego	Sistema	1	5600,00	1400,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>12238,98</b>	14,84
<b>Preparación del suelo</b>					
Pomina	sacos	20000	1,5	7500,00	
Nivelada	Jornal	20	15	300,00	
Fundas	kg	1000	4	4000,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>11800,00</b>	14,31
<b>Fertilizantes</b>					
10-52-10	kg	59,24	9,20	544,99	
Super k	kg	64,43	10,25	660,39	
Nitro plus	kg	35,86	6,55	234,86	
Agronutri Total	kg	70,29	0,66	46,44	
Nitrato de calcio	kg	43,86	0,66	28,98	
Sulfato de Mg	kg	70,29	1,50	105,43	
Kelatex Zn	kg	3,00	13,5	40,50	
Kelatex Fe	kg	3,00	13,5	40,50	
Mano de obra	Jornal	15,00	15,00	225,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1927,10</b>	2,34
<b>Trasplante</b>					
Plantula	Plantula	1450218	0,03	43506,54	
Transporte	Carro	1	80,00	80,00	
Mano de obra	Jornal	50	15,00	750,00	
Enraizante	Litro	3,57	8,00	28,57	
Fungicida	Litro	2	25,00	50,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>44415,11</b>	53,87
<b>Controles Fitosanitarios</b>					
Previcur	Litro	1	40	40,00	
Engeo	Litro	1	36	36,00	
Lorsban	Litro	1	10	10,00	
Poliverdol	Litro	1	15	15,00	
Mano de obra	Jornal	6	15	90,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>191,00</b>	0,23
<b>Labores culturales</b>					
Tutorado	Jornal	20	15	300,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>300,00</b>	0,36
<b>Cosecha</b>					
Mano de obra	Jornal	40	15,000	600,00	
Ligas	Ligas	120852	0,008	966,82	
Transporte	Bounch	120852	0,021	2518,56	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>4085,37</b>	4,95
<b>TOTAL</b>				<b>74957,56</b>	
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>7495,76</b>	9,09
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>82453,32</b>	100,00
<b>NUMERO DE TALLOS</b>	1450218	159523,98			
<b>TOTAL INGRESO BRUTO</b>		<b>159523,98</b>			
<b>BENEFICIO COSTO</b>					
<b>INGRESO TOTAL</b>		<b>159.523,98</b>			
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>82.453,32</b>			
<b>BENEFICIO/COSTO</b>		<b>1,93</b>			
<b>RENTABILIDAD</b>	<b>93,47</b>	<b>%</b>			

**COSTOS T2 (CASCARRILLA DE ARROZ 75% QUEMA Y 25% SIN QUEMAR)**

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)	%
<b>Invernadero</b>					
Estructura metalica	Invenadero m2	10000	5,50	4583,33	
Plástico	kg	5341	4,69	6255,65	
Sistema de Riego	Sistema	1	5600,00	1400,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>12238,98</b>	15,01
<b>Preparación del suelo</b>					
Pomina	sacos	20000	1,5	7500,00	
Nivelada	Jornal	20	15	300,00	
Fundas	kg	1000	4	4000,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>11800,00</b>	14,47
<b>Fertilizantes</b>					
10-52-10	kg	59,24	9,20	544,99	
Super k	kg	64,43	10,25	660,39	
Nitro plus	kg	35,86	6,55	234,86	
Agronutri Total	kg	70,29	0,66	46,44	
Nitrato de calcio	kg	43,86	0,66	28,98	
Sulfato de Mg	kg	70,29	1,50	105,43	
Kelatex Zn	kg	3,00	13,5	40,50	
Kelatex Fe	kg	3,00	13,5	40,50	
Mano de obra	Jornal	15,00	15,00	225,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1927,10</b>	2,36
<b>Trasplante</b>					
Plantula	Plantula	1450218	0,03	43506,54	
Transporte	Carro	1	80,00	80,00	
Mano de obra	Jornal	50	15,00	750,00	
Enraizante	Litro	3,57	8,00	28,57	
Fungicida	Litro	2	25,00	50,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>44415,11</b>	54,48
<b>Controles Fitosanitarios</b>					
Previcur	Litro	1	40	40,00	
Engeo	Litro	1	36	36,00	
Lorsban	Litro	1	10	10,00	
Poliverdol	Litro	1	15	15,00	
Mano de obra	Jornal	6	15	90,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>191,00</b>	0,23
<b>Labores culturales</b>					
Tutorado	Jornal	20	15	300,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>300,00</b>	0,37
<b>Cosecha</b>					
Mano de obra	Jornal	40	15,000	600,00	
Ligas	Ligas	91604	0,008	732,83	
Transporte	Bounch	91604	0,021	1909,03	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>3241,86</b>	3,98
<b>TOTAL</b>				<b>74114,05</b>	
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>7411,41</b>	9,09
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>81525,46</b>	100,00
<b>NUMERO DE TALLOS</b>	1099252	120917,72			
<b>TOTAL INGRESO BRUTO</b>		<b>120917,72</b>			
<b>BENEFICIO COSTO</b>					
<b>INGRESO TOTAL</b>		<b>120.917,72</b>			
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>81.525,46</b>			
<b>BENEFICIO/COSTO</b>		<b>1,48</b>			
<b>RENTABILIDAD</b>		<b>48,32 %</b>			





epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 24/ 06 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Myriam Alexandra Chisaguano Chicaiza
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Agronomía
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Agrónoma
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

  
D.B.R.A.J.  
Ing. Cristhian Castillo



0846-DBRA-UTP-2022