



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Evaluación de caldo sulfo-cálcico para Control de *Leptophobia aripa* en el Cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*)

Guaña Logacho, Flor Stephanie

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Urbano Salazar, Ruth Elizabeth. Ph. D.

23 de enero del 2023



Introducción

Uso y elaboración de caldos minerales



Empresas y personas dedicadas a la agricultura hacen el uso inadecuado de los agroquímicos

Se considera de mucha importancia la elaboración de los caldos minerales; uno de ellos el caldo sulfo-cálcico ya que puede ser preparado por los agricultores que se dedican a la producción de hortalizas en el cantón Rumiñahui.

Es importante utilizar productos que no afecten la naturaleza, su entorno y que a su vez también ayuden a mantener y restablecer las propiedades del suelo

Justificación

Cultivo de hortalizas con pocos recursos económicos y una cantidad mínima de espacio



Elaboran varios caldos minerales considerados orgánicos entre ellos el caldo sulfo-cálcico

Desconocen el efecto de las aplicaciones debido a que no existen muchos estudios sobre el tema.

Lograr el manejo adecuado de plagas y enfermedades



Ocasionan las pérdidas y/o baja producción de hortalizas

La falta de información que tienen los agricultores, recurren al uso de químicos



Los productores se ven en la necesidad de usar los caldos minerales; es por ello que el caldo sulfo-cálcico es uno de ellos:

- Ayudan a repeler insectos
- Prevención de enfermedades
- Fácil disolución

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de caldo sulfo-cálcico en el control de *Leptophobia aripa* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. *itálica*.

Objetivos específicos

- Analizar tres dosis de caldo sulfo-cálcico en la incidencia y severidad de *Leptophobia aripa* en el cultivo de Brócoli.
- Determinar la eficacia del caldo sulfo-cálcico en el control de *Leptophobia aripa*.
- Analizar la relación entre rendimiento del cultivo, área foliar, diámetro y peso de la pella.
- Determinar el tratamiento más económico mediante un análisis de presupuesto parcial.

Revisión de Literatura

CALDOS MINERALES

La agricultura orgánica usa este nombre para referirse a los caldos minerales, ya que es la forma de diluir en agua elementos minerales.

- Manejo de enfermedades y control de plagas.
- Repelente para los insectos.
- Visosa, bórdeles, sulfo-cálcico y ceniza.

Fuente: Claros *et al.*, (2010)



PLAGAS O ENFERMEDADES QUE PUEDE CONTROLAR O REPELER

- Trips y ácaros
- Tizón negro (Tizón tardío de la papa)
- Tizón amarillo (Tizón temprano de la papa y del maíz)
- Controla algunos de lepidópteros como es el caso del gusano cogollero del maíz, mariposa (Triadani, 2019)



CALDO SULFOCÁLCICO

- Caldo preventivo aprobado orgánicamente
- Elaborado a base de minerales como el azufre y la cal
- Previene enfermedades fungosas
- Repelente de insectos dañinos para los cultivo
- Sirve como un buen nutriente foliar



Azufre

- Considerado un macronutriente
- Sirve como fungicida contra oidio y royas así también como un excelente acaricida
- Actúa por contacto con un efecto protectante y curativo. (Cachay, 2022)



Cal

- La cal daña la capa cerosa que tienen los insectos
- Afecta la eclosión de los huevos.
- La cal ayuda a impedir la germinación de las esporas. (Argenpapa, 2015)



Importancia del cultivo de brócoli en Ecuador

Entre los años 2017 y 2019, se sembró en promedio más de 9.000 hectáreas en el Ecuador, obteniendo una cosecha equivalente al 99.79% de la siembra.

Destino de las exportaciones ecuatorianas:

- Japón
- Estados Unidos
- La Unión Europea
- Canadá
- Guatemala. Sánchez *et al.*, (2019).



Brócoli (*Brassica oleracea*)

Es una hortaliza de invierno donde la parte comestible es la inflorescencia inmadura.

La cosecha del brócoli debe realizarse cuando la inflorescencia alcanza el tamaño deseado.



Escoger:

- Cabezas compactas, firmes con floretes cerrados.
- Cabezas de color verde.
- Pedicelos no muy gruesos y fibrosos.



Producción del grupo Alpañan Fajardo

Productores locales (Fajardo-Rumiñahui) comercializan productos en bio-ferias con asistencia agrícola por MISIÓN SOCIAL RUMIÑAHUI



Leptophobia aripa

Huevos: Son de un color amarillo, presentan la forma de una bala



Larvas: Cuando estas emergen empiezan a roer las hojas sin perforarlas. En principio viven en colonias, luego se esparcen sobre su huésped.



Pupas: Las pupas son verdes y miden en promedio 22 mm de largo.



Adultos: Es una mariposa de color blanco cremoso.



Daños causados

- Daños de gran importancia económica
- Hacen huevos en el área foliar capaces de acabar con el cultivo
- Reduce la producción
- Daños indirectos (excrementos)

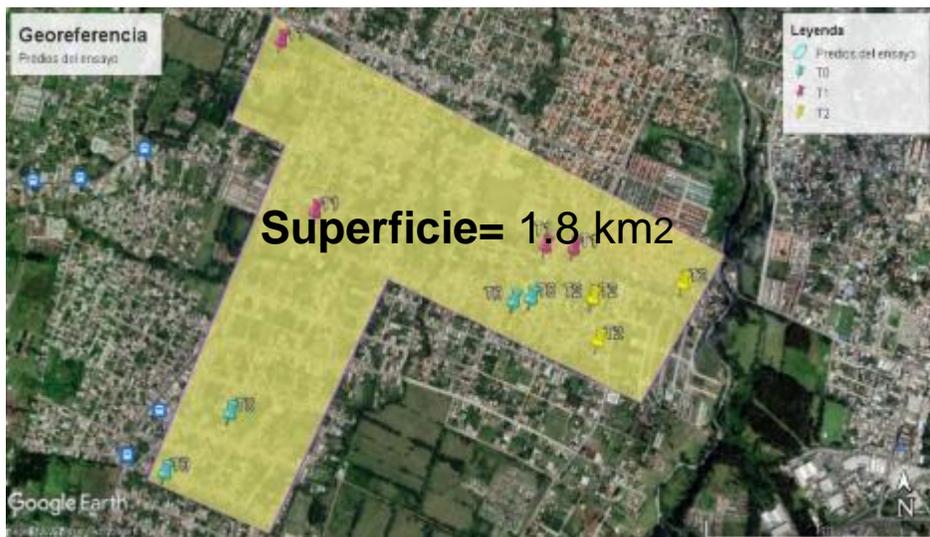


Metodología de Investigación

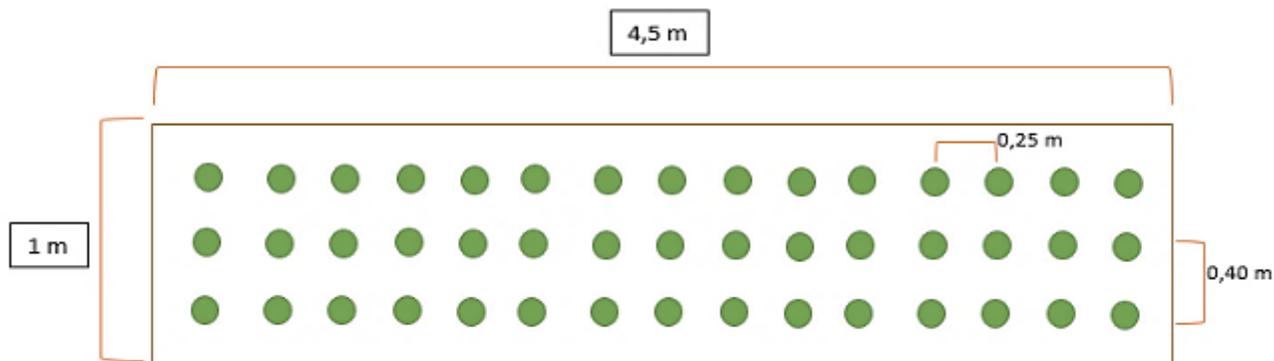
El cultivo se realizó en 12 predios de la parroquia de Fajardo – Rumiñahui.
De la misma manera elaboración del caldo sulfo-cálcico, fue en la misma localización.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño Completamente al Azar (DCA) con Cuatro repeticiones



Croquis Experimental



$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde,

Y_{ij} = Efecto del Caldo sulfo-cálcico

μ = media global

T_i = efecto de la i esima dosis del caldo sulfo-cálcico

ϵ_{ij} = error aleatorio

| Tratamiento | Descripción | Código |
|-------------|--|---------|
| 1 | Control | Control |
| 2 | 25mL de Caldo sulfo-cálcico en L de agua | 25mL/L |
| 3 | 50mL de Caldo sulfo-cálcico en L de agua | 50mL/L |

Elaboración del Caldo sulfocálcico

1



Flor de Azufre

Adquisición de los minerales

- 1 kg Cal
- 1 kg Flor de azufre

2



Hervir 20 litros de agua en un recipiente metálico

3



Primero se coloca la cal, se mezcla y a continuación se coloca el azufre y finalmente se mezcla constantemente con un palo de madera, hasta que llegue a punto de ebullición.



Adecuación de camas y Dosificación



- Camas de 4,5 m x 1m
- Enmiendas realizadas por igual
- Labores culturales uniformes

- Marco de plantación 0.25m x 0.4m
- 9 plantas/ m²
- 50 plantas / unidad experimental

Aplicaciones:

- 15 días después del trasplante
- 30 días después del trasplante
- 45 días después del trasplante
- 60 días después del trasplante

| Tratamiento | Concentración |
|-------------|--|
| T0 | Control |
| T1 | 25mL de Caldo sulfo-cálcico en L de agua |
| T2 | 50mL de Caldo sulfo-cálcico en L de agua |



Eficacia del caldo sulfo-cálcico



Caldo sulfo-cálcico en t días después de las aplicaciones

En el control (sin aplicación de caldo sulfo-cálcico) inmediatamente antes de las aplicaciones.

$$PE_{HT} = \left(1 - \frac{N_t * N'_0}{N_0 * N_t}\right) * 100$$

Caldo sulfo-cálcico antes de las aplicaciones

En el control (sin aplicación de caldo sulfo-cálcico) el día t después de las aplicaciones

Fórmula de Henderson-Tilton. (Andujar *et al.* 1977)

Incidencia de *Leptophobia aripa*

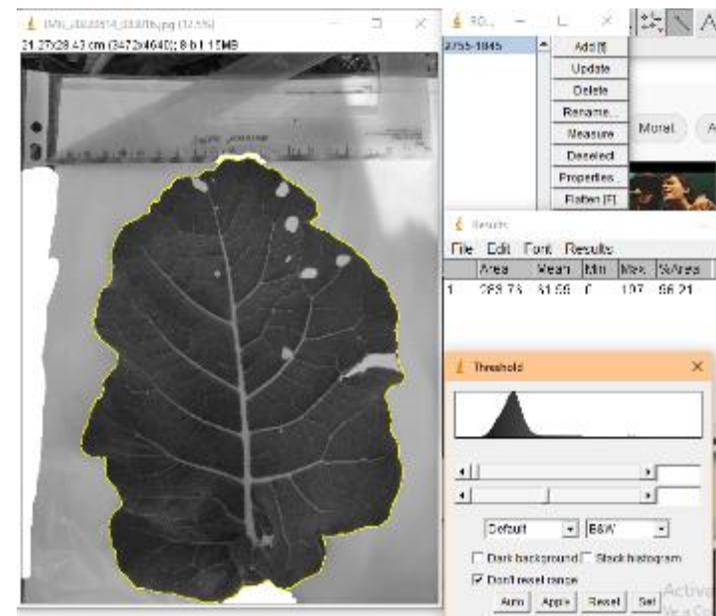
$$I(\%) = \frac{\text{No. Plantas con daños}}{\text{No. Plantas Totales}} * 100$$



Severidad de *Leptophobia aripa*

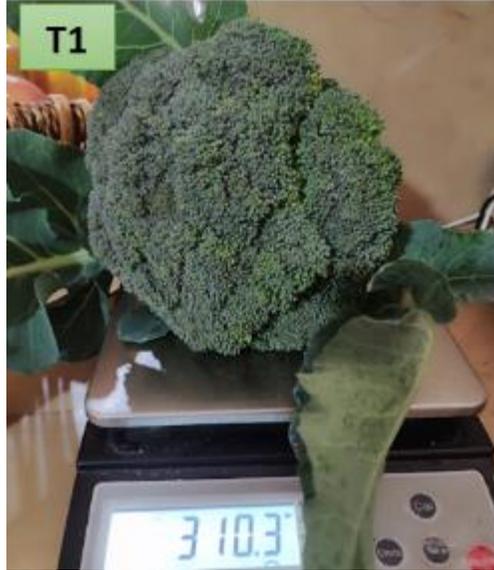
Calibración en el software Image J para medir el área foliar

$$\text{Severidad (cm}^2\text{)} = \left(\frac{\text{area afectada}}{\text{area foliar total}} \right) \times 100$$



Parámetros productivos

Peso

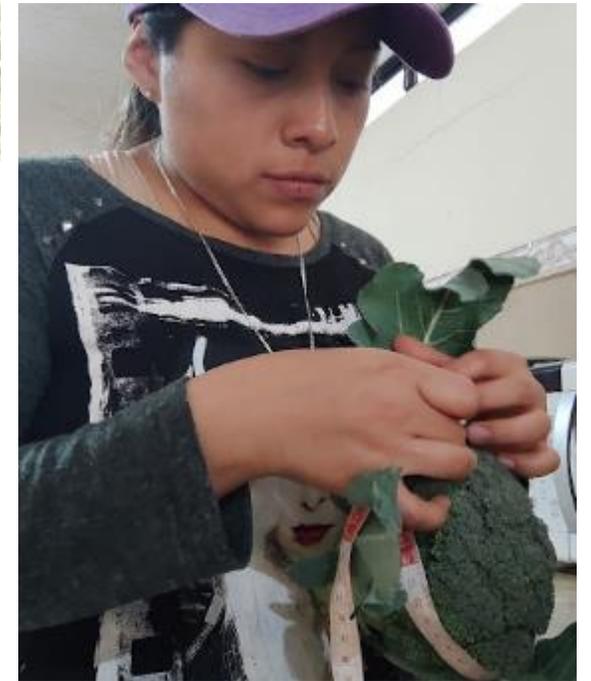


Se cortó 5 plantas de cada unidad experimental, se cortó hojas y parte del tallo. Se procedió a pesar la pella con una balanza en g.

Diámetro



Para medir el diámetro se cortó 5 plantas de cada una de las unidades experimentales y con una cinta métrica se midió el diámetro de la pella en cm



Resultados y Discusión

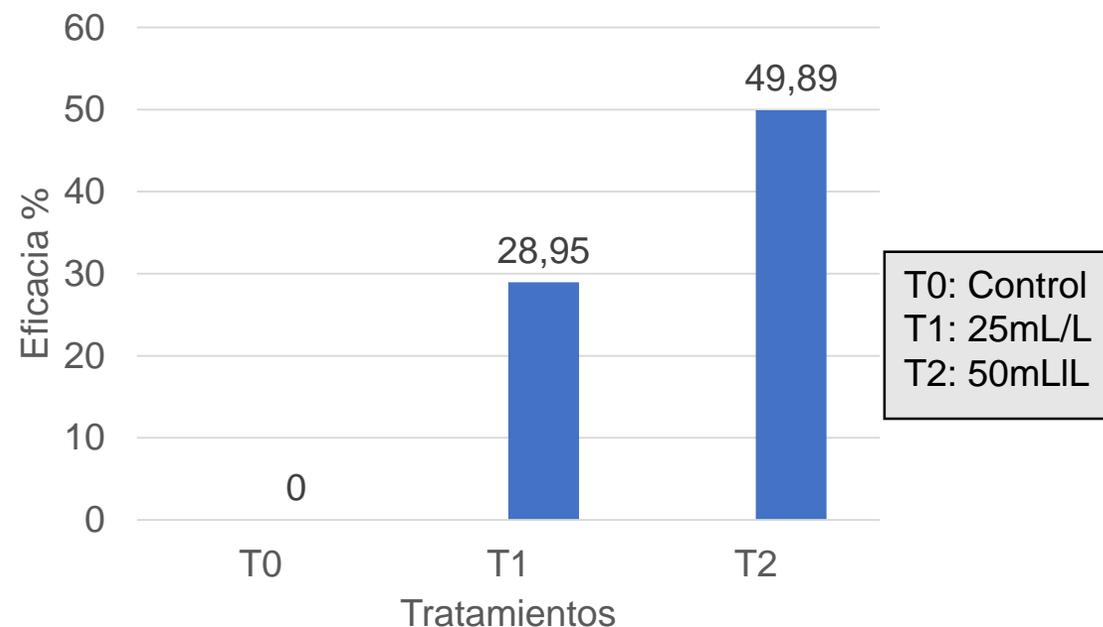
Eficacia caldo sulfo-cálcico

Anova eficacia del caldo sulfacálcico para el control de *Leptophobia aripa*

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|----------|--------|----------|
| Modelo | 20224,75 | 5 | 4044,95 | 285,17 | < 0,0001 |
| Tratamiento | 20083,98 | 2 | 10041,99 | 707,97 | < 0,0001 |
| Repetición | 140,77 | 3 | 46,92 | 3,31 | 0,03 |
| Error | 595,73 | 42 | 14,18 | | |
| Total | 20820 | 47 | | | |

Nota. Análisis de la varianza se acepta con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo.

T2 presenta mayores valores lo largo del ciclo del cultivo fue el tratamiento con mayor porcentaje de eficacia desde la semana 2 del ciclo del cultivo hasta el final.



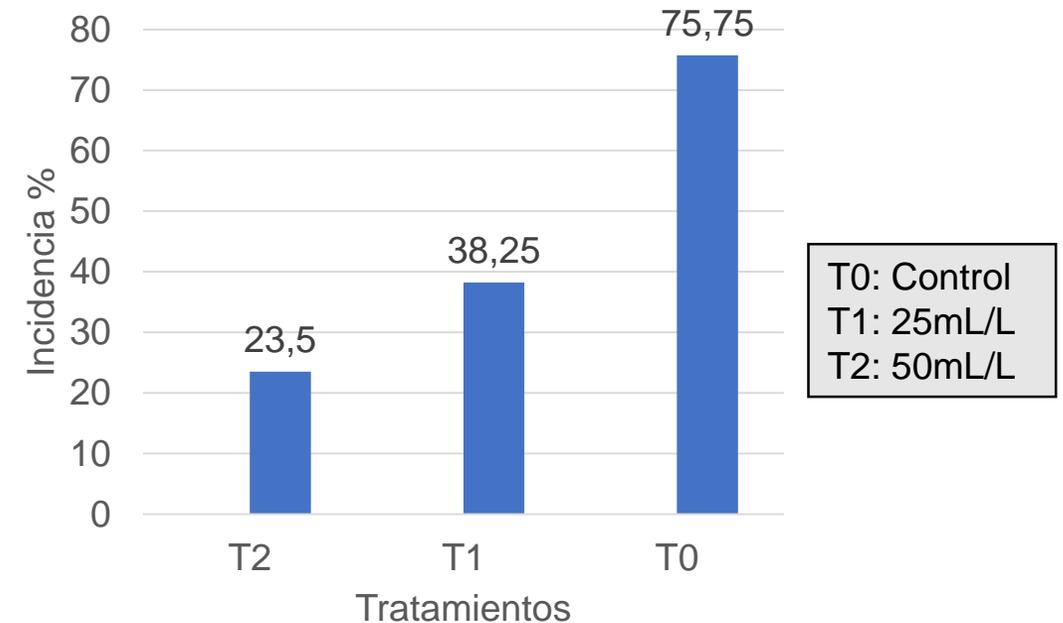
Perera (2009) muestra en su estudio que la mayor eficacia para el control de la plaga fue 58,82% al comparar la aplicación del caldo sulfo-cálcico son resultados similares.

Incidencia *Leptophobia aripa*

Anova Incidencia *Leptophobia aripa* en el cultivo de brócoli

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|----------|--------|----------|
| Modelo | 23420 | 5 | 4684 | 134,87 | < 0,0001 |
| Tratamiento | 23220,67 | 2 | 11610,33 | 334,3 | < 0,0001 |
| Repetición | 199,33 | 3 | 66,44 | 1,91 | 0,14 |
| Error | 1458,67 | 42 | 34,73 | | |
| Total | 24878,67 | 47 | | | |

Nota. Análisis de la varianza se acepta con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo.

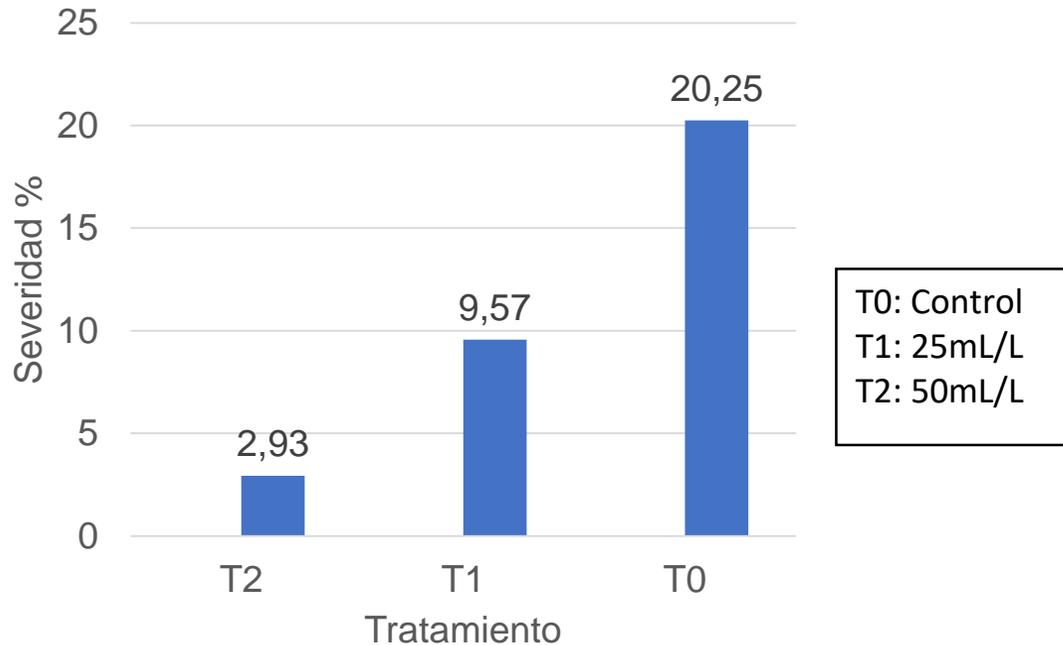


T2 Presenta menores valores de incidencia de *Leptophobia aripa* durante el ciclo de cultivo a diferencia de **T1** y **T0**.

González (2014), reporta en su investigación que a dosis más altas (500 y 350 mL) obtuvo un menor porcentaje de incidencia siendo esta la más adecuada para reducir los ataques de plagas

Severidad de *Leptophobia aripa*

Anova severidad de *Leptophobia aripa* en el cultivo de brócoli



| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|----|---------|--------|----------|
| Modelo | 2449,83 | 5 | 489,97 | 249,51 | < 0,0001 |
| Tratamiento | 2442,74 | 2 | 1221,37 | 621,97 | < 0,0001 |
| Repeticion | 7,09 | 3 | 2,36 | 1,2 | 0,32 |
| Error | 82,48 | 42 | 1,96 | | |
| Total | 2532,31 | 47 | | | |

Nota. Análisis de la varianza se acepta con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo.

T2 presenta porcentajes bajos a lo largo del ciclo del cultivo ya que fue la dosis que logró el control de *Leptophobia aripa*

Osnayo & Romero (2015), reportan en su investigación que la aplicación con altas dosis de caldo sulfo-cálcico reduce el porcentaje de severidad.

Peso de pella

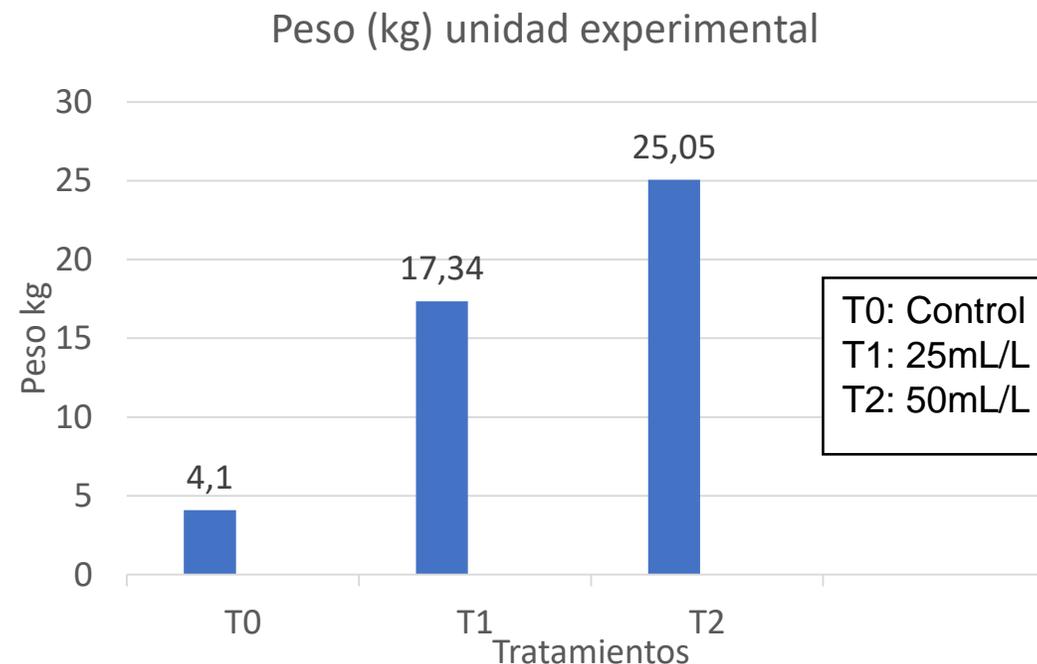
Anova peso de pella.

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|--------|--------|----------|
| Modelo | 901,09 | 5 | 180,22 | 179,21 | < 0,0001 |
| Tratamiento | 898,65 | 2 | 449,32 | 446,81 | < 0,0001 |
| Repeticion | 2,44 | 3 | 0,81 | 0,81 | 0,53 |
| Error | 6,03 | 6 | 1,01 | | |
| Total | 907,13 | 11 | | | |

Nota. Análisis de la varianza aceptable con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo. Autoría propia

T2 presentó mayores pesos de pella con promedio de 25,05 kg

Mamani (2020), reporta en sus resultados de investigación que obtuvo pesos similares con aplicaciones de caldo sulfo-cálcico.



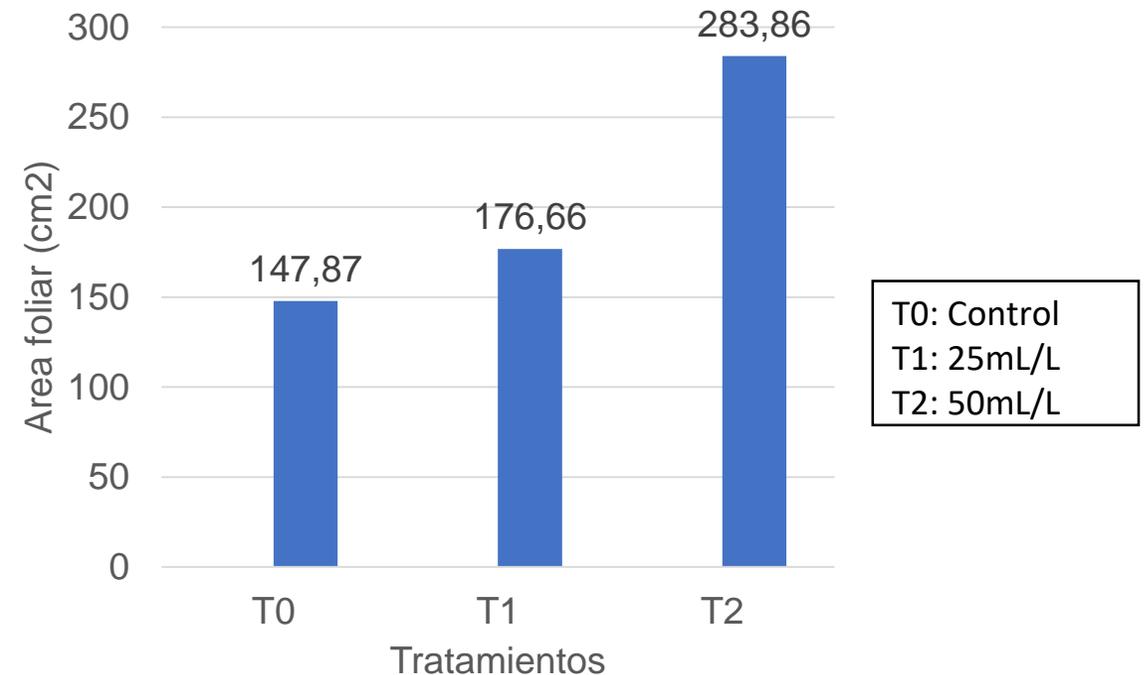
Área foliar

Anova área foliar (cm²)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|----------|-------|----------|
| Modelo | 41519,52 | 5 | 20542,63 | 67,36 | < 0,0001 |
| Tratamiento | 41085,26 | 2 | 20542,63 | 67,36 | < 0,0001 |
| Repetición | 434,26 | 3 | 144,75 | 0,38 | 0,77 |
| Error | 2310,37 | 6 | 385,06 | | |
| Total | 43829,90 | 11 | | | |

Nota. Análisis de la varianza aceptable con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo. Autoría propia

T2 presentó mayor área foliar con 283,86 cm² en comparación a **T1** y **T0**



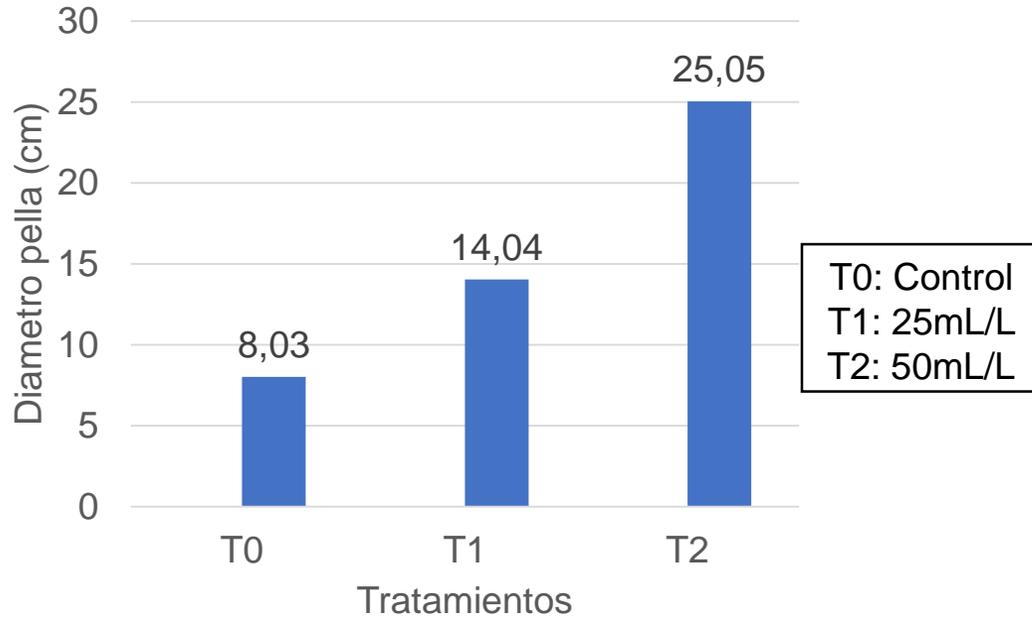
Mamani (2020), reporta en sus resultados con respecto al área foliar en T2

Diámetro de pella

Anova diámetro de pella (cm)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|--------|---------|----------|
| Modelo | 598,15 | 5 | 119,63 | 424,41 | < 0,0001 |
| Tratamiento | 596,4 | 2 | 298,2 | 1057,91 | < 0,0001 |
| Repetición | 1,75 | 3 | 0,58 | 2,07 | 0,21 |
| Error | 1,69 | 6 | 0,28 | | |
| Total | 599,84 | 11 | | | |

Nota. Análisis de la varianza aceptable con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo. Autoría propia



Salazar (2021) el caldo sulfo-cálcico cambia la medida de diámetro al aplicarse en distintas dosis debido a que reduce el ataque de la plaga

T2 presentó mayores valores de diámetro de pella con promedio de 25,05 cm

Rendimiento

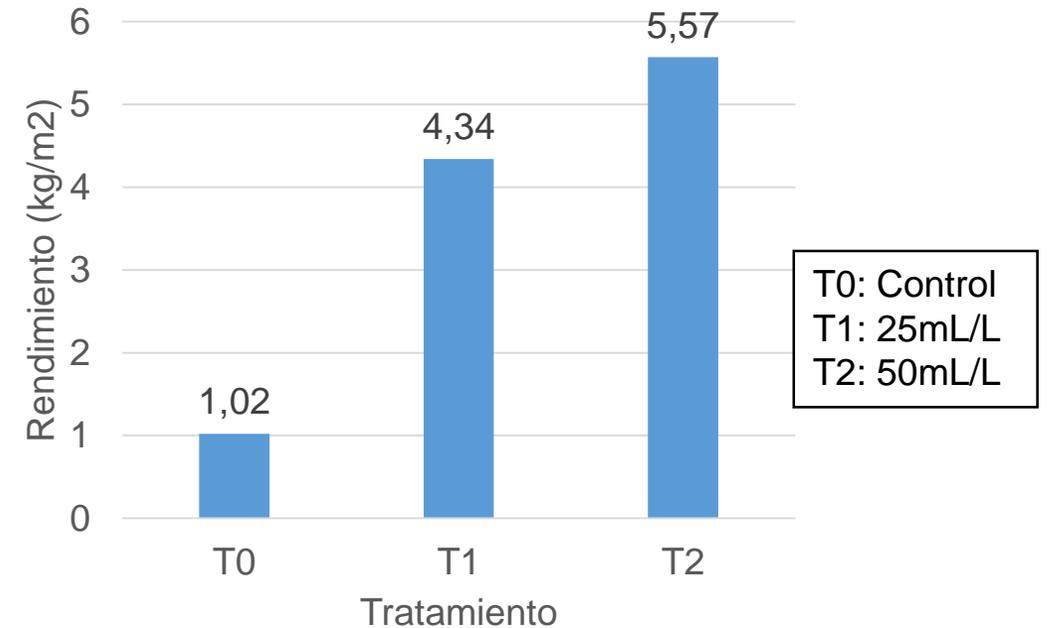
Anova rendimiento (kg/m²)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|-------|--------|----------|
| Modelo | 56,39 | 5 | 11,28 | 199,77 | < 0,0001 |
| Tratamiento | 56,25 | 2 | 28,13 | 498,16 | < 0,0001 |
| Repetición | 0,14 | 3 | 0,05 | 0,85 | 0,52 |
| Error | 0,34 | 6 | 0,06 | | |
| Total | 56,73 | 11 | | | |

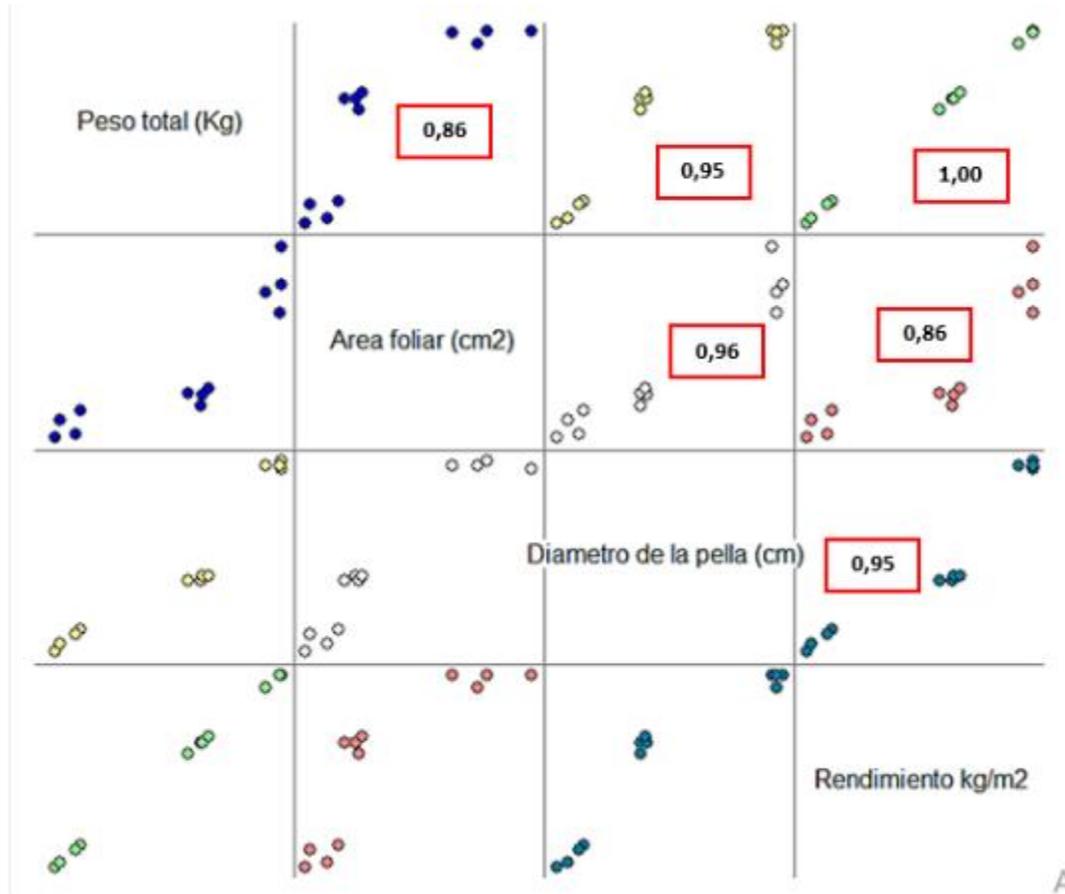
Nota. Análisis de la varianza aceptable con un p-valor <0.0001 en el caso de modelo. Autoría propia

T2 presentó mayor rendimiento con un valor de 5,57 kg/m² en comparación a **T1** y **T0**

Según Salazar (2021), el caldo sulfocálcico dio mejores resultados en el rendimiento en comparación con los productos convencionales



Correlación de Pearson de las variables agronómicas

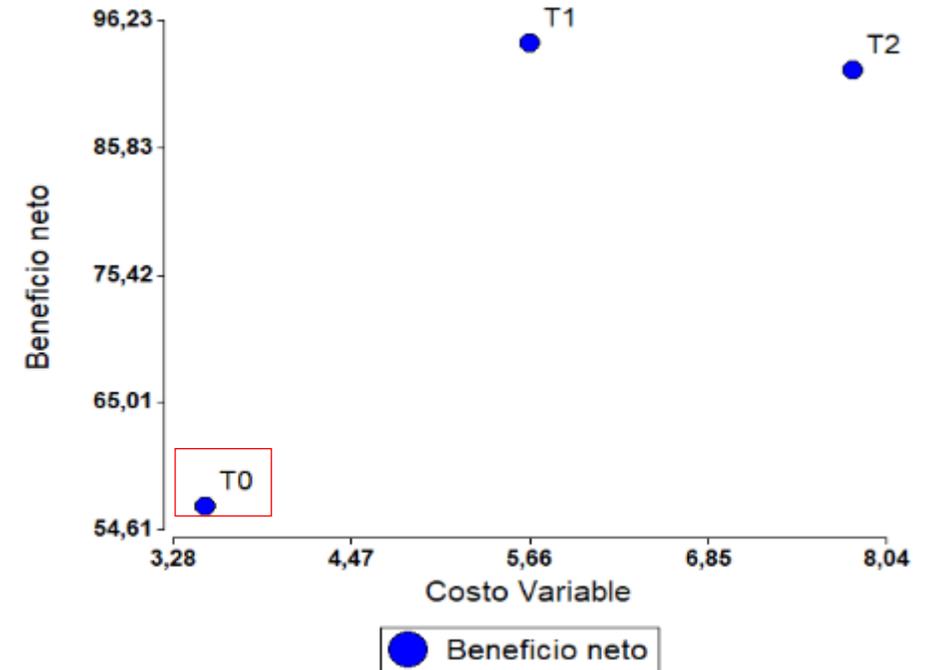


Existió una alta correlación en la variable del peso y el rendimiento ya que es completamente lineal con un valor de 1 seguido del diámetro de pella que está altamente correlacionada con el rendimiento

Nota. Con la correlación de Pearson se logró calcular si hay asociación alta o baja. Autoría propia

Análisis de presupuesto parcial

| Variable | Tratamiento | | |
|--------------------------------------|-------------|--------|--------|
| | Control | 25mL/L | 50mL/L |
| Rendimiento(Unidades) | 200 | 200 | 200 |
| Rendimiento ajustado(unidades) | 192 | 185 | 190 |
| Utilidad bruta | 60 | 100 | 100 |
| Costo T0(\$/tratamiento) | 3,5 | 0 | 0 |
| Costo T1(\$/tratamiento) | 0 | 5,66 | 0 |
| Costo T2(\$/tratamiento) | 0 | 0 | 7,82 |
| Total costo variable(\$/tratamiento) | 3,5 | 5,66 | 7,82 |
| Beneficio neto | 56,5 | 94,34 | 92,18 |



T0 tratamiento más económico

T0 tratamiento con menor Beneficio Neto

T1 tuvo un **mayor** Beneficio Neto

En el caso de T2 el beneficio neto fue de (94.34 USD)

| Relación | Tratamiento | | |
|-----------------|-------------|--------|--------|
| | Control | 25mL/L | 50mL/L |
| Costo/Beneficio | 3,05 | 4,57 | 4,04 |

T0 tratamiento dominado

Costos variable más bajo de \$3,50 y un beneficio neto menor

C/B > 1: valor de ingresos mayor al de los costos, por lo tanto la ejecución de un proyecto si es conveniente

Todos los tratamientos fueron rentables

Conclusiones

- T2 (50mL/L), es la mejor dosis de caldo sulfo-cálcico para el control de *Leptophobia aripa* con una eficacia de 49,89%, incidencia con un 23,5% y severidad de 2,93% .
- El tratamiento con mejor rendimiento fue T2 (50mL/L) con 5,57 kg/m², los resultados también mostraron que existe correlación entre diámetro y peso de la pella.
- El uso del caldo sulfo-cálcico es eficiente a una dosificación de 50mL/L cada 15 días después del trasplante en vista que tienen mayor beneficio neto con \$94,34.
- Con respecto a los costos el tratamiento más económico fue el T0 sin aplicación con un costo de 3,50, y observando el resultado después del análisis económico de Perrín T1 (25mL/L, cada 15 días a partir del trasplante) con 4 aplicaciones fue el tratamiento más barato con un costo de \$5,66.

Recomendaciones

- El caldo sulfo-cálcico es un producto orgánico que ayuda al control de insectos por lo que debe ser utilizado, siendo una alternativa para los pequeños productores, necesita la capacitación para su preparación y aplicación en distintos cultivos.
- Es recomendable la búsqueda de mercados selectivos donde exista un mejor pago por el tamaño de pella represente un mayor ingreso de manera que el uso de caldo sulfo-cálcico a una dosis alta genere mejor relación costo beneficio.
- Continuar estudios con dosis más altas de caldo sulfo-cálcico y comparando con un tratamiento químico como testigo para saber si se obtienen resultados similares entre ambos productos.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Dra. Elizabeth Urbano PhD
Dr. Cesar Falconí PhD
Ing. Juan Tigrero



Ing. Mercedes Tamayo

Productores del grupo Alpañan Fajardo

Agradecimientos



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA