

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE LA
MANCHA AUREOLADA (*Thanatephorus cucumeris* (Frank.) Donk.) EN NARANJA
(*Citrus sinensis*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SAPECHO**

PRESENTADO POR:

CARLOS ANGEL PARDO MENDOZA

La Paz – Bolivia

2021

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE LA
MANCHA AUREOLADA (*Thanatephorus cucumeris* (Frank.) Donk.) EN
NARANJA (*Citrus sinensis*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SAPECHO**

*Tesis de grado
Presentado como requisito
para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo
Tropical*

CARLOS ANGEL PARDO MENDOZA

Asesores:

Ing. M. Sc. Felix Fernando Manzaneda Delgado _____

Ing. Celso Ticona Quispe _____

Tribunal Examinador:

Ing. Freddy Antonio Cadena Miranda _____

Ing. Marco Antonio Echenique Quezada _____

Ing. Casto Maldonado Fuentes _____

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador: _____

Dedicatoria.

A nuestro único Medio Ambiente que es la tierra y a cada uno de las especies que la habitamos.

A productores agrícolas de Bolivia.

A la Universidad Mayor de San Andrés y a los que la componemos para mantenerla viva.

Y a ti señor (a) o señorita, lector de este documento.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, hermanos (as) y en especial a mi hermana Delia y familiares que me brindaron colaboración.

A mis asesores Ing. M. Sc. Fernando Manzaneda Delgado, Ing. Johnny Ticona Aliaga e Ing. Celso Ticona Quispe.

También a los revisores de tesis Ing. Freddy Antonio Cadena Miranda, Ing. Marco Antonio Echenique Quezada e Ing. Casto Maldonado Fuentes.

A Ing. Erland Molina.

A los docentes y compañeros de clase que aportaron capacidad y conocimiento.

Al numeroso equipo de tesis de ese entonces.

A todos los integrantes de la Estación Experimental Sapecho.

Y agradezco a esta maravillosa existencia de la vida.

CONTENIDO GENERAL

	Pág.
Índice general.....	I
Contenido de cuadros.....	V
Contenido de figuras.....	VI
Contenido de gráficos.....	VI
Resumen.....	VII
Summary.....	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
2.3. Hipótesis.....	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1. Origen de la naranja	3
3.2. Taxonomía de la naranja.....	3
3.3. Importancia de la naranja en la alimentación.....	4
3.4. Descripción morfológica de la naranja	5
3.4.1. Raíz	5
3.4.2. Hoja	6
3.4.3. Flor.....	6
3.4.4. Fruto.	6
3.4.5. Tallo.....	7

3.5. Producción mundial de la naranja	7
3.6. Cultivo de cítricos en Bolivia	8
3.6.1. Bolivia: Superficie cultivada de cítricos, 2013 (En hectáreas)	9
3.7. Producción del cultivo de la naranja.....	9
3.8. Requerimientos edafoclimáticos de la naranja	10
3.8.1. Temperatura.....	10
3.8.2. Suelo	10
3.8.3. Humedad relativa.....	11
3.8.4. Luz.....	11
3.9. Enfermedades más comunes en el cultivo naranja	11
3.10. Mancha aureolada de la hoja (<i>Thanatephorus cucumeris</i> (Frank), Donk.)	13
3.10.1. Distribución geográfica.....	15
3.10.2. Ciclo biológico del hongo	15
3.10.2.1. El ciclo primario	15
3.10.2.2. Ciclo secundario	15
3.10.3. Diseminación	16
3.10.4. Condiciones para el desarrollo de las enfermedades	17
3.11. Extractos vegetales	17
3.11.1. Plantas que se pueden utilizar para la elaboración de extractos naturales	20
3.11.2. Métodos de extracción	20
3.11.3. Ventajas y desventajas de los extractos vegetales	21
3.11.4. Coadyuvantes	23
3.12. <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze. (Jequitiba o Colomero)	23
3.13. <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan. (curupaú o Villca).....	25

3.14. Caldo sulfocálcico (Polisulfuro de calcio CaSx)	26
3.14.1. Cal	27
3.14.2. Azufre	27
3.15. Incidencia y severidad de enfermedades	27
3.15.1. Incidencia	27
3.15.2. Severidad	28
3.16. Producción orgánica.....	28
4. MATERIALES Y MÉTODOS	31
4.1. Localización.....	31
4.1.1. Ubicación geográfica	31
4.1.2. Características edafoclimáticas	32
4.1.2.1. Precipitación	32
4.1.2.2. Suelo	32
4.1.3. Vegetación	32
4.1.4. Fauna	33
4.2. Materiales	33
4.2.1. Material vegetal.....	33
4.2.2. Insumos.....	33
4.2.3. Material de campo	33
4.2.4. Equipo de campo	33
4.2.5. Material de escritorio	33
4.2.6. Programas informáticos	34
4.3. Metodología.....	34
4.3.1. Procedimiento experimental.....	34
4.3.2. Procesamiento de datos.....	36

4.3.3. Diseño experimental	36
4.3.4. Croquis experimental.....	37
4.3.5. Variables de Estudio.....	38
4.3.5.1. Porcentaje de incidencia de la enfermedad sin la aplicación de los productos orgánicos.....	38
4.3.5.2. Porcentaje de incidencia de la enfermedad mancha aureolada con aplicación.....	38
4.3.5.3. Porcentaje de severidad de la mancha aureolada	38
4.3.5.4. Número de hojas defoliadas	39
4.3.5.5. Porcentaje de eficiencia	39
4.3.5.6. Número de infestaciones foliares	39
4.3.5.7. Análisis de costos parciales de los productos	40
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	41
5.1. Porcentaje de incidencia de la enfermedad sin la aplicación de los productos orgánicos.....	41
5.2. Porcentaje de incidencia de la enfermedad mancha aureolada con aplicación.....	42
5.3. Porcentaje de severidad de la enfermedad mancha aureolada	44
5.4. Número de hojas defoliadas	45
5.5. Porcentaje de eficiencia	47
5.6. Número de infestaciones foliares.....	48
5.7. Análisis de costos parciales de los productos.....	50
6. CONCLUSIONES.	52
7. RECOMENDACIONES.	53
8. BIBLIOGRAFÍA.....	54
9. ANEXOS.....	64

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Clasificación taxonómica de la naranja.	3
Cuadro 2: Composición nutricional de la naranja por 100 g de porción comestible.	4
Cuadro 3: Producción mundial de la naranja.	7
Cuadro 4: Clasificación Taxonómica de la mancha aureolada.....	13
Cuadro 5: Clasificación taxonómica de <i>Cariniana estrellensis</i>	24
Cuadro 6: Clasificación taxonómica de <i>Anadenanthera colubrina</i>	25
Cuadro 7: Ingredientes para la elaboración del caldo sulfocálcico	26
Cuadro 8: Análisis de varianza para incidencia de la mancha aureolada.....	42
Cuadro 9: Prueba de tukey para porcentaje de incidencia	42
Cuadro 10: Análisis de varianza para severidad de la mancha aureolada	44
Cuadro 11: Prueba de tukey al 5% porcentaje de severidad	44
Cuadro 12: Análisis de varianza para número de hojas defoliadas	45
Cuadro 13: Prueba de tukey al 5% número de hojas defoliadas	46
Cuadro 14: Análisis de varianza para eficiencia de los productos orgánicos	47
Cuadro 15: Prueba de tukey para porcentaje de eficiencia	47
Cuadro 16: Análisis de varianza para número de infestaciones foliares	48
Cuadro 17: Costos de los productos	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cultivo de cítricos en Bolivia (En toneladas métricas).	8
Figura 2: Superficie cultivada de cítricos en Bolivia.....	9
Figura 3: Mancha aureolada de la hoja	14
Figura 4: Ciclo biológico de (<i>Thanatephorus cucumeris</i>).....	16
Figura 5: Factores que afectan el desarrollo de la enfermedad.....	17
Figura 6: Ubicación del área de estudio	31
Figura 7: Croquis experimental	37

INDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Incidencia previa a la aplicación de los productos.....	41
Grafico 2: Numero de infestaciones foliares.....	49
Grafico 3: Costos de los productos	51

RESUMEN

La naranja es un cultivo frutícola de gran importancia económica en Bolivia, entre los potenciales en su producción son las zonas tropicales del departamento La Paz y Cochabamba. En la investigación se evaluó los efectos del extracto vegetal de Colomero (*Cariniana estrellensis*) y extracto de Villca (*Anadenanthera colubrina*), caldo sulfocálcico y utilizando como testigo un fungicida comercial Ram-Caf para el control de la mancha aureolada *Thanatephorus cucumeris* en plantas de naranja en desarrollo, ubicado en la Estación Experimental Sapecho municipio de Palos Blancos departamento La Paz; para este estudio se trabajó bajo un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones, donde se evaluó las variables: incidencia de la mancha aureolada antes y después de la aplicación de los productos, porcentaje de eficiencia, porcentaje de severidad, número de hojas defoliadas, número de infestaciones foliares y el análisis de costos parciales de los productos durante las cinco aplicaciones realizadas cada 15 días. La preparación de los dos extractos se realizó bajo el método de maceración hidroalcohólica, la preparación del caldo sulfocálcico se realizó mediante la ebullición durante 45 minutos en 4 litros de agua, todos estos productos se aplicó pulverizando con motofumigadora aproximadamente con 312 mililitros por planta. Los resultados muestran 98% de incidencia previa a las aplicaciones, y la incidencia con tratamientos caldo sulfocálcico y extracto de *C. estrellensis* con 52% y 60% seguido del testigo y extracto de *A. colubrina* con 81% y 85%. Para porcentaje de severidad el extracto de *C. estrellensis*, testigo, caldo sulfocálcico y *A. colubrina* muestra con 2,27% 2,42% 2,74%, y 3,54%. En número de hojas defoliadas, el caldo sulfocálcico, extracto de *C. estrellensis*, testigo y extracto de *A. colubrina* muestran 50, 65, 68 y 77 defoliaciones. Para porcentaje de eficiencia, el caldo sulfocálcico, extracto de *C. estrellensis*, testigo, y extracto *A. colubrina* muestran 44,47% 36,27%, 15,01% y 10,75% de eficiencia de control. En número de infestaciones foliares, los tratamientos con extracto de *C. estrellensis*, testigo, caldo sulfocálcico y extracto de *A. colubrina* muestran 1,72 1,76 1,84 y 2 por lamina foliar. Los costos parciales de cada extracto son de Bs 346,5, para caldo sulfocálcico Bs 255,5 y el testigo muestra Bs 264.

SUMMARY

Orange is a fruit crop of great economic importance in Bolivia, among the potential in its production are the tropical areas of the Department La Paz and Cochabamba. The research assessed the effects of plant extract Colomero (*Cariniana strellensis*) and extract Villca (*Anadenanthera colubrina*), sulfocálcico broth and using as a witness a commercial fungicide Ram-Caf for the control of the halon stain *Thanatephorus cucumeris* in developing orange plants, located in the Sapecho Experimental Station municipality of Palos Blancos department La Paz; for this study, it was worked under a completely random design (DCA) with four treatments and three repetitions, where the variables were evaluated: incidence of the halon spot before and after application of the products, percentage of efficiency, percentage of severity, number of defoliated leaves, number of foliar infestations and analysis of partial costs of the products during the five applications performed every 15 days. The preparation of the two extracts was carried out under the hydroalcoholic maceration method, the preparation of the sulfocálcico broth was done by boiling for 45 minutes in 4 liters of water, all these products were applied by spraying with motor sprayer approximately with 312 milliliters per plant. The results show 98% pre-application incidence, and incidence with sulfocálcico broth and *C. estrellensis* extract treatments with 52% and 60% followed by witness and extract of *A. colubrina* with 81% and 85%. For severity percentage the extract of *C. estrellensis*, witness, sulfocálcico broth and *A. colubrina* shows with 2.27% 2.42% 2.74%, and 3.54%. In number of defoliated leaves, sulfocálcico broth, *C. estrellensis* extract, witness and *A. colubrina* extract show 50, 65, 68 and 77 defoliations. For efficiency percentage, sulfocálcico broth, *C. estrellensis* extract, witness, and extract *A. colubrina* show 44.47% 36.27%, 15.01% and 10.75% control efficiency. In number of foliar infestations, treatments with *C. estrellensis* extract, witness, sulfocálcico broth and extract *A. colubrina* show 1.72 1.76 1.84 and 2 per foliar lamina. The partial costs of each extract are Bs 346.5, for Bs 255.5 sulfocálcico broth and the witness shows Bs 264.

1. INTRODUCCIÓN

La naranja es un fruto muy popular que proviene del naranjo dulce (*Citrus sinensis*), originario de Asia Oriental pero que está ampliamente distribuido en el mundo. Este último es un árbol perteneciente a la familia de las Rutáceas, en la que se incluyen más de 1600 especies (Zambrano 2018).

Uno de los principales problemas que enfrentan los productores agrícolas son las enfermedades, las cuales causan pérdidas de los cultivos, la consecuente disminución de la producción y al mismo tiempo pérdidas económicas debido a la gran inversión que implica la compra de agroquímicos para el control de las mismas (Álvarez y Angoa 2011).

La implementación de estrategias de control con menor impacto ambiental y la salud humana es necesaria, tal como el uso de fungicidas orgánicos. Su uso podría contribuir a disminuir efectos negativos ocasionados por productos sintéticos, como resistencia y contaminación ambiental, estos compuestos naturales pueden ser efectivos, biodegradables y menos tóxicos.

En varios países latinoamericanos se incentiva la aplicación de extractos obtenidos en forma directa de las plantas, dada su efectividad, bajo costo de preparación, fácil obtención y degradación (Balderrama, citado por Villazante 2015).

La presente investigación se realizó con el objetivo de aumentar el uso de productos orgánicos para el control de enfermedades, ya que el uso de agroquímicos causa contaminación de nuestro medio ambiente.

La mancha aureolada de la hoja causa severa defoliación o pérdida de hojas en los cítricos, retrasos en su desarrollo, muerte de tejido en las hojas y reducción de la productividad, de esta forma se plantea controlar con productos orgánicos y brindar información al productor para que pueda mejorar su producción agrícola. Los extractos vegetales serían un método alternativo para controlar esta enfermedad.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar tres productos orgánicos para el control de la “mancha aureolada” (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.) en el cultivo de la naranja (*Citrus sinensis*) en la Estación Experimental de Sapecho.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la incidencia de la enfermedad mancha aureolada con y sin aplicación de dos extractos vegetales y caldo sulfocálcico en el cultivo de la naranja.
- Evaluar la eficiencia de los productos orgánicos para el control de la mancha aureolada en el cultivo de la naranja.
- Realizar los costos parciales de cada uno de los tratamientos utilizados.

2.3. Hipótesis

- Ho: No existen diferencias significativas entre los tratamientos para el control de la mancha aureolada de la hoja en naranja.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Origen de la naranja

Desde hace miles de años, en el sur de China se practica el cultivo del naranjo y posteriormente se expandió por todo el sudeste asiático. Fueron los árabes quienes a través del sur de España introdujeron la naranja en toda Europa. La naranja, en algunos países, fue utilizada en un principio con fines decorativos debido a su sabor amargo, pero más tarde se consiguieron variedades más dulces fue en Bahía Brasil, donde se originó una naranja dulce y jugosa (Febles 2017).

La naranja es la hija de una mandarina, y pomelo. El origen de esta unión la encontramos el sureste de China y Malasia, y una vez extendido su consumo por Oriente, se propagó a los demás territorios. Existen otras teorías sobre el origen de la naranja y su expansión por el mundo como La India y Libia también son dos lugares a los que se atribuye su origen (Salles 2016).

La lengua árabe es la primera en diferenciar el nombre el árbol del naranjo y el fruto del mismo utilizan la palabra "naranja" para hacer referencia al árbol y la palabra "naranjah" para hacer referencia al fruto. La lengua española toma estos términos directamente de la lengua árabe y denomina naranjo al árbol y naranja a la fruta (Lopez 2017).

3.2. Taxonomía de la naranja

Según Morín (1985) la naranja se clasifica en:

Cuadro 1: Clasificación taxonómica de la naranja.

Nombre común:	Naranjo
Nombre científico:	<i>Citrus sinensis</i>
Reino:	Vegetal
Orden:	Geraniales
Familia:	Rutáceas
Género:	Citrus

3.3. Importancia de la naranja en la alimentación.

Las naranjas frescas son bajas en calorías. Pero son una gran fuente de aminoácidos, potasio, calcio, hierro y sodio. Una naranja reúne alrededor de 170 nutrientes que han probado tener propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias y antioxidantes. Una sola naranja brinda el 100% de vitamina C requerido diariamente (Valentina 2018).

Su alta concentración en calcio, fósforo y potasio, así como su elevado contenido en beta caroteno y vitaminas del grupo B, A y C, la convierten en una opción muy saludable y eficaz contra los resfriados. Además, esta fruta es rica en agua y fibra alimentaria, por lo que tiene una gran eficacia saciante, su bajo contenido de calorías la convierte en un buen aliado para aquellos que quieren bajar de peso (Rodríguez 2017).

Su contenido de vitaminas y minerales contribuye a la calma de estrés y depresión. Esta razón hace que sea ideal para reparar tejidos lesionados, cuida la salud de nuestra piel y evita la aparición temprana de arrugas (Castro 2019).

Cuadro 2: Composición nutricional de la naranja por 100 g de porción comestible.

Naranja	
Energía (Kcal)	42
Proteína (g)	0,8
Hidratos de carbono (g)	8,6
Fibra (g)	2
Calcio (mg)	36
Hierro (mg)	0,3
Yodo (µg)	2
Magnesio (mg)	12
Zinc (mg)	0,18
Sodio (mg)	3
Potasio (mg)	200
Fosforo (mg)	28
Selenio (µg)	1
Tiamina (mg)	0,1
Riboflavina (mg)	0,03
Vitamina B6 (µg)	0,06
Folato (µg)	37
Vitamina C (mg)	50

Fuente: (Pozo *et al.* 2010).

La naranja es conocida por sus múltiples beneficios para la salud humana gracias a sus vitaminas y minerales, como fortalecimiento del sistema inmunológico, buen funcionamiento de la visión, mejora del estado de la piel, formación de glóbulos rojos y blancos, etc. Además, la naranja tiene propiedades depurativas y microbicidas. Limpia la sangre y tonifica los músculos, combate la grasa y la obesidad, limpia el cutis, contribuye a regularizar el ritmo cardiaco, ayuda a aliviar dolores de cabeza, previene el mareo y náuseas (Zambrano 2018).

El naranjo según (Sánchez 2016) tiene varios usos por sus interesantes propiedades medicinales, que son:

- Ayuda a calmar los nervios, y a reducir el estrés.
- Baja la tensión.
- Combate el insomnio.
- Combate y previene la gripe y los problemas respiratorios, como el dolor de garganta.
- Fortalece el sistema inmunológico.

3.4. Descripción morfológica de la naranja

El naranjo dulce común, (*C. sinensis*), capaz de producir excelente calidad de fruta, con plantas de gran crecimiento, y amplio desarrollo radicular. Es algo tardío en comenzar a producir y además no tolera periodos secos. La variedad valencia es más tolerante, las tangerinas y sus híbridos más tolerantes que la naranja valencia. También el porte de las especies de este género son árboles o arbustos, por lo general es de 6 a 10 metros con ramas poco vigorosas, algunas variedades casi tocan el suelo y de tronco corto conformada por las siguientes partes (Guzmán 2003).

3.4.1. Raíz

La raíz es la parte subterránea de la planta, especializada como órgano de sostén y absorción de sustancias, es el órgano de la planta que típicamente está debajo del suelo y pueden ser raíces primarias y raíces secundarias. Las raíces sujetan

sólidamente el árbol al suelo desarrollándose hasta una profundidad 2 o 3 metros, sin embargo mayor porcentaje del sistema radicular es superficial (Cerezo 2014).

3.4.2. Hoja

Las hojas tienen una duración determinada y se van renovando a lo largo del tiempo. Su vida media es de unos quince meses para las hojas situadas en ramas de producción, mientras que puede llegar hasta los cuatro años en aquellas que se sitúan en brotes verticales vigorosos (Ancillo y Medina 2014)

3.4.3. Flor

Sus flores son hermafroditas, solitarias o en racimos en las axilas de las hojas, cáliz color blanco verdoso dentado, ovario globoso, velludo y auto fecundación (Pineda 2019).

Las flores de todas las especies cultivadas presentan un aroma agradable muy característico. Se presentan aisladas o agrupadas en racimos de 5 pétalos en forma de copa, que pueden ser terminales o desarrollarse en las axilas de las hojas (Cerezo 2014).

3.4.4. Fruto.

El fruto de naranja dividido en varias secciones o segmentos, cada uno de ellos envuelto por una membrana. Surge como consecuencia del crecimiento del ovario y se caracteriza por tener alrededor de diez unidades carpelares carnosas (gajos) unidas alrededor de un eje central, donde se sitúan las semillas dispuestas en forma radial en el centro del fruto (Ancillo y Medina 2014).

Las vesículas de jugo están compuestas de un cuerpo grueso y un pedúnculo filamentosos, cuya longitud depende de la posición de la vesícula, que la une a la pared del segmento (Cerezo 2014).

3.4.5. Tallo

El tallo es la parte intermedia del árbol, le da robustez y le permite transportar los nutrientes y agua del suelo a la parte superior y hojas. Las plantas tienen un solo tronco con ramificación variable. Los tallos jóvenes en formación son verdes y tiernos. Se pueden distinguir por lo tanto dos tipos de crecimiento, el longitudinal y el crecimiento en grosor (Ancillo y Medina 2014).

3.5. Producción mundial de la naranja

Las naranjas son uno de los productos que más se consumen en todo el mundo y suelen rondar la quinta posición en las listas de productos agrícolas más producidos o más exportados (Fruit and Vegetable Facts, 2017).

Cuadro 3: Producción mundial de la naranja.

Rango	País	Producción de naranja, 2013 (en millones de toneladas)
1	Brasil	35,6
2	Estados Unidos	15,7
3	China	14,4
4	India	10,8
5	México	8,1
6	España	3,4
7	Egipto	2,9
8	Turquía	1,8
9	Italia	1,7
10	Sudáfrica	1,7

Fuente: (RIPLEYBELIEVES 2013)

Brasil es el principal productor de naranjas en el mundo que produce aproximadamente el 30% de la producción mundial 94% de la producción de naranja del país se concentra en el estado de Sao Paulo. Brasil también es el principal exportador de frutas de naranja y jugo de naranja (RIPLEYBELIEVES 2013).

Los mayores productores de naranja en el mundo son Brasil, Estados Unidos y México. São Paulo (Brasil) y Florida (Estados Unidos) seguirán siendo las dos principales regiones de producción de naranjas elaboradas de todo el mundo. También se prevé que China incrementará su producción y consumo de naranjas y otros países latinoamericanos productores, como Argentina, México, Cuba, Belice y Costa Rica, seguirán aumentando su producción, pero a un ritmo más lento (Elizondo 2005).

3.6. Cultivo de cítricos en Bolivia

La producción de cítricos a nivel nacional llega a 220.738 toneladas métricas, de las cuales 125.989 toneladas métricas que representa 57,1% corresponden a la naranja, de acuerdo con los resultados del Censo Agropecuario 2013, realizado por el Instituto Nacional de Estadística.



Figura 1: Cultivo de cítricos en Bolivia (En toneladas métricas).
Fuente: (INE 2015)

Según datos del Censo Agropecuario 2013, en el país se contabilizaron 3.158.246 árboles dispersos de cítricos: 1.218.460 corresponden a naranjas; 1.148.316 a mandarinas; 302.643 a limones; 280.174 a toronjas y 208.653 a limas. En Bolivia existen 43.568 unidades productivas agropecuarias (UPA) que cuentan con al menos un cultivo de cítrico, Cochabamba es el departamento con mayor número de unidades, con 17.727; le sigue La Paz con 13.809 y Santa Cruz con 6.684 (INE 2016).

3.6.1. Bolivia: Superficie cultivada de cítricos, 2013 (En hectáreas)

El país cuenta con una superficie de 51.211 hectáreas de cultivos de cítricos, de las cuales 48,7% son mandarina, le siguen la naranja con 42,2%, limón con 6,5%, las de lima con 1,8% y toronja con 0,8% (INE 2015).

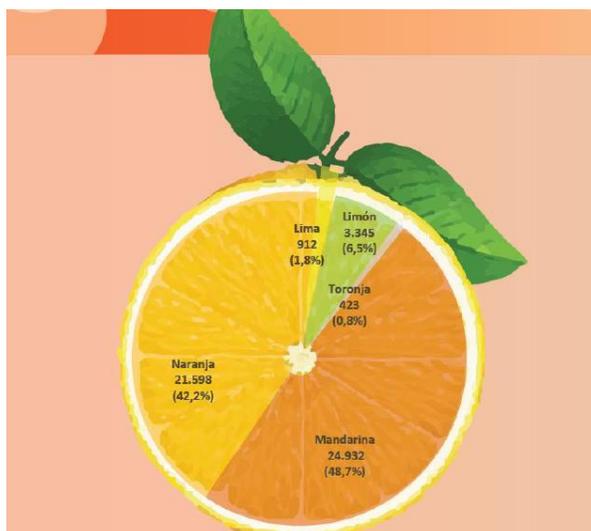


Figura 2: Superficie cultivada de cítricos en Bolivia.
Fuente: (INE 2015)

La macro región con mayor producción de cítricos es Yungas y Chapare, que representa 66,3% del total nacional (INE 2015).

3.7. Producción del cultivo de la naranja en Bolivia

En el país se cultivan cinco tipos de cítricos: naranja, mandarina, limón, lima y toronja/pomelo, y remarcó que el año agrícola 2015-2016 se produjeron 446.258 toneladas métricas de esos productos (INE 2016).

Respecto a la producción por regiones, la macro región con mayor producción de cítricos está conformada por Yungas y el Chapare, que representan juntas 66,3 por ciento del total nacional, lo que equivale a 146.331 toneladas métricas; le sigue la macro región Chiquitanía y Pantanal con 25,7 por ciento, equivalente a 56.682 toneladas métricas (INE 2015).

Asimismo al respecto a las exportaciones de productos cítricos alcanzaron a 13,2 millones de dólares en 2016 y puntualizó que el producto más exportado fue el limón con 3.896 toneladas, por un valor de 3,1 millones de dólares; seguido de la exportación de 2.168 toneladas de jugo de limón por un monto de 6,1 millones, además de 127 toneladas de aceites esenciales de agrios de limón por un valor de 4,1 millones de dólares (INE 2015).

3.8. Requerimientos edafoclimáticos de la naranja

3.8.1. Temperatura

La temperatura es el componente del clima más importante para el desarrollo vegetativo de la floración, del cuajado y de la calidad de los frutos. La temperatura entre 25 °C a 30 °C se consideran óptimas para la actividad fotosintética de las plantas (Cerezo 2014).

No debe ser baja, ya que afectaría el desarrollo del cultivo, es decir 13 °C y 30 °C, la más óptima es de 23 °C. Con una temperatura menor a 8°C, produce obstrucción de la planta y con una mayor a 36 °C. Se deteriora el fruto, temperaturas de 0 °C – 12 °C, determina la coloración verde del fruto debido al equilibrio de acidez y azúcares (clima templado). La temperatura interviene en el ritmo de las floraciones y el crecimiento, los árboles en invierno se mantienen latentes y crecen y florecen en el transcurso del verano (Pineda 2019).

3.8.2. Suelo

Los requerimientos de suelo para un buen desarrollo del cultivo de los cítricos son: texturas franco arenosos, franco y franco arcillosos, fértiles, con una profundidad no inferior a 120 cm, bien drenados, ya que los cítricos no toleran el encharcamiento. El pH recomendado es de 6 a 7, medianamente tolerante a la salinidad y poco tolerante a la acidez (Cerezo 2014).

Los cítricos se adaptan a una amplia variación de suelos. Sin embargo, su sistema radicular es muy superficial, y su capacidad de absorción de nutrimentos es baja debido al limitado número de pelos radicales que poseen. Por este motivo las características

físicas de los suelos son de gran importancia para el cultivo. Los cítricos prefieren los suelos ligeros, de texturas franco arenoso, francas o franco arcillosos y con buena aireación (Molina 2005).

3.8.3. Humedad relativa

Los cítricos se adaptan a un amplio rango de valores y pueden desarrollarse bien tanto en regiones desérticas subtropicales con HR próximas a cero como en regiones tropicales con HR hasta el 70% durante el día y con saturación nocturna (Ancillo y Medina 2014).

Bajo condiciones alta humedad relativa, el fruto es esférico, de corteza delgada, suave, jugoso y es de mejor calidad. Con baja humedad relativa presenta caída de los frutos y los que se forman son alargados y de menor calidad (Ciro *et al.* 2014).

3.8.4. Luz

La luminosidad es muy importante para la actividad fotosintética de la planta, que permite disminuir la acidez, afectando su relación con azúcares y temperaturas medias que promueven mayor síntesis de carbohidratos (Cerezo 2014).

3.9. Enfermedades más comunes en el cultivo naranja

- **Fumagina (*Capnodium citri*)**

La fumagina se debe a hongos que crecen superficialmente sobre hojas, tallos y frutos. Estos hongos colonizan sobre las secreciones producidas por varios insectos tales como áfidos y escamas blandas, entre otros. El hongo cubre la superficie de la hoja con el micelio y las esporas reduciendo la fotosíntesis en la planta (Cerezo 2014).

Forma una especie de película de color negro. Este crecimiento puede llegar a cubrir completamente el follaje, dando un aspecto desagradable. La fumagina se maneja en forma preventiva, con adecuado control de áfidos, poda de mantenimiento, especialmente en zonas y épocas de mayor humedad relativa (Vásquez 2012).

- **Gomosis (*Phytophthora citrophthora*) Smith y Smith.**

Causada por un hongo, cuya sintomatología se manifiesta en la base del tronco y la raíz principal. Se observan zonas muertas de la corteza con agrietamientos y exudado gomoso. La gomosis de los cítricos, denominada también pudrición del pie, es una enfermedad fungosa muy común en los cítricos. La poca atención de algunos citricultores a la enfermedad, ha permitido que dicha enfermedad cause día a día pérdidas importantes en la producción. Los hongos responsables de este problema pueden atacar la planta en cualquier estado de desarrollo (Castro *et al.* 2000).

- **Volcamiento o “Damping-off”**

El volcamiento es frecuentemente ocasionado por los hongos *Rhizoctonia solani* Kühn, *Phytophthora spp.* y *Pythium spp.* *R. solani* pertenece la clase Deuteromycetes. Estos hongos pueden atacar directamente a la semilla del cítrico en el suelo, en cuyo caso la plántula no emerge. Los patógenos afectan más comúnmente el cuello de las plántulas recién germinadas, causando necrosis al nivel del suelo y la caída o volcamiento de las plántulas. (Castro *et al.* 2000).

El mayor daño es causado a las semillas en la germinación y en la emergencia de las plántulas. Las plántulas que ya han emergido son usualmente atacadas al nivel del suelo o debajo. Para su control esterilice el suelo del semillero mediante calor o tratamiento químico y use semilla sana y tratada con fungicidas (Castaño y Mendoza 1994).

- **Tristeza (*Citrus tristeza closterovirus*, CTV).**

Estos síntomas van acompañados de reducción en área foliar, clorosis que semeja deficiencias de zinc, manganeso u otros nutrientes. También inducen frutos pequeños y con deformaciones. La tristeza puede ser transmitido mecánicamente a través de heridas, por injerto, por plantas parásitas y por diferentes especies de áfidos que portan el virus en forma semipersistente (Castro *et al.* 2000). En forma natural se transmite a través de pulgones negros actuando como vectores, como también mediante cortes con navajas infectadas.

- **El secamiento de los cítricos (*Ceratocystis fimbriata* (Ell. & Halst.))**

Es ocasionada por el hongo *Ceratocystis fimbriata* que causa la muerte basal” o “muerte súbita”; los síntomas son la pérdida de brillo en las hojas de una o varias ramas del árbol. Posteriormente ocurre amarilleamiento de hojas, doblamiento de bordes hacia arriba (epinastia) y posterior defoliación. Luego las ramas se secan y muere la copa del árbol. En algunos casos hay abundante proliferación de chupones en el patrón (Castro *et al.* 2000).

Las plantas afectadas presentan una necrosis en el punto de unión del patrón y el injerto, por donde penetran las hifas del hongo produciendo una secreción gomosa. La penetración de la hifa a través del floema y el cambium, ocurre de célula a célula hasta llegar al xilema. Al colonizar el xilema produce un estrés hídrico en la planta, a consecuencia las hojas se marchitan (Luis *et al.* 2010).

3.10. Mancha aureolada de la hoja (*Thanatephorus cucumeris* (Frank), Donk.)

Según EPPO, (2015) la mancha aureolada se clasifica en:

Cuadro 4: Clasificación Taxonómica de la mancha aureolada

Reino:	Fungi
División:	Basidiomycota
Clase:	Agarycomycetes
Subclase:	Agarycomycotina
Orden:	Ceratobasidiales
Familia:	Ceratobasidiaceae
Género:	Thanatephorus
Especie:	T. cucumeris

El agente causal de la mancha aureolada (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.), anteriormente llamado *Pellicularia filamentosa* (Pat.) Rogers, en su fase asexual corresponde a *Rhizoctonia solani* Kuhn. Esta enfermedad a pesar de ser conocida hace mucho tiempo, solo algunos años que pasó a ser considerada importante. Los mayores perjuicios son verificados en plantas jóvenes, reflejando principalmente en el

desenvolvimiento vegetativo, ocurren ataques severos en plantas definitivas y viveros, han sido verificados alta incidencia, causando severo defoliamiento (Tanaka y Coqueiro 1981).

Actualmente se sabe que *Rhizoctonia solani* produce basidiosporas que hacen que esta especie sea un basidiomiceto al que se le denominó *Thanatephorus cucumeris*. El anamorfo es denominado *Rhizoctonia solani* y su teleomorfo *Thanatephorus cucumeris*, es un basidiomiceto no productor de esporas sexuales (conidios) y productor ocasional de basidiosporas (esporas sexuales). En la naturaleza se reproduce asexualmente y se encuentra en forma de micelio vegetativo y/o esclerocios (Agris, citado por Tovar 2008).

Ocurre en la citricultura generalmente en periodos de lluvias. Causando defoliamiento en las plantas, tiene mayor importancia cuando su ataque se da en viveros descubiertos. El patógeno se registra en cítricos de América de Sur (Brito y Tabosa 2007).



Figura 3: Mancha aureolada de la hoja
Fuente: (Brito y Tabosa 2007)

El estado esclerocial o asexual del basidiomiceto *Thanatephorus cucumeris* (Frank), Donk Está ampliamente distribuido en todo el mundo. Tanto su estado esclerocial como basidial pueden iniciar la enfermedad, aunque los síntomas son diferentes; en la mayoría de los lugares de América Latina donde la enfermedad se presenta, el estado esclerocial es importante para la iniciación y la diseminación (Rodríguez y González 1997).

El hongo sobrevive en el suelo como esclerocios y como micelio en residuos de plantas en el suelo y sobre malezas y otros cultivos. Los esclerocios pueden perder su viabilidad en suelos secos después de 20 meses. La enfermedad generalmente se observa después de que las plantas han alcanzado el estado de máximo macollamiento, estado en el cual la humedad relativa tiende a conservarse mejor entre las plantas. (Castaño y Mendoza 1994).

3.10.1. Distribución geográfica

Al pesar que es una enfermedad conocida hace bastante tiempo, ella solo comenzó a causar daños comerciales alrededor de 1970. La enfermedad ha sido señalada, en Bolivia, Brasil, Colombia y Guyana Francesa (Leal 1999).

3.10.2. Ciclo biológico del hongo

T. cucumeris produce esclerocios, micelio y basidiosporas, las cuales son estructuradas y pueden servir como fuente de inóculo. El ciclo biológico de *T. cucumeris* presente dos fases: el ciclo primario y el ciclo secundario.

3.10.2.1. El ciclo primario

El ciclo primario del patógeno comienza en los estados iniciales del cultivo cuando, por efecto de las lluvias, el suelo infestado de micelio o esclerocios del hongo es salpicado hacia los tejidos de la planta, o cuando por efecto del viento especialmente las basidiosporas son depositadas en el follaje. Sobre las partículas del suelo se desarrollan hifas que pueden alcanzar el tejido del hospedante; de esta manera se desarrolla un cojín de infección y las hifas penetran directamente en el tejido o algunas veces por los estomas. Las hifas van avanzando a través de las células o por los espacios intercelulares de esa forma se desarrollan las primeras lesiones en las hojas (Galvez 1982).

3.10.2.2. Ciclo secundario

Desarrolla un gran número de esclerocios sobre el tejido afectado. Algunos de estos caen al suelo iniciando así el ciclo secundario. Estos esclerocios son de nuevo

salpicados a la planta y causan nuevas infecciones. También pueden ser diseminados por el viento y otros agentes físicos. Durante el mismo ciclo del cultivo se originan nuevos sitios de infección a partir del micelio que crece en otros órganos infectados. En condiciones adecuadas pueden permanecer viables por uno o más años, como también puede sobrevivir como micelio (Galvez *et al.* 1982).

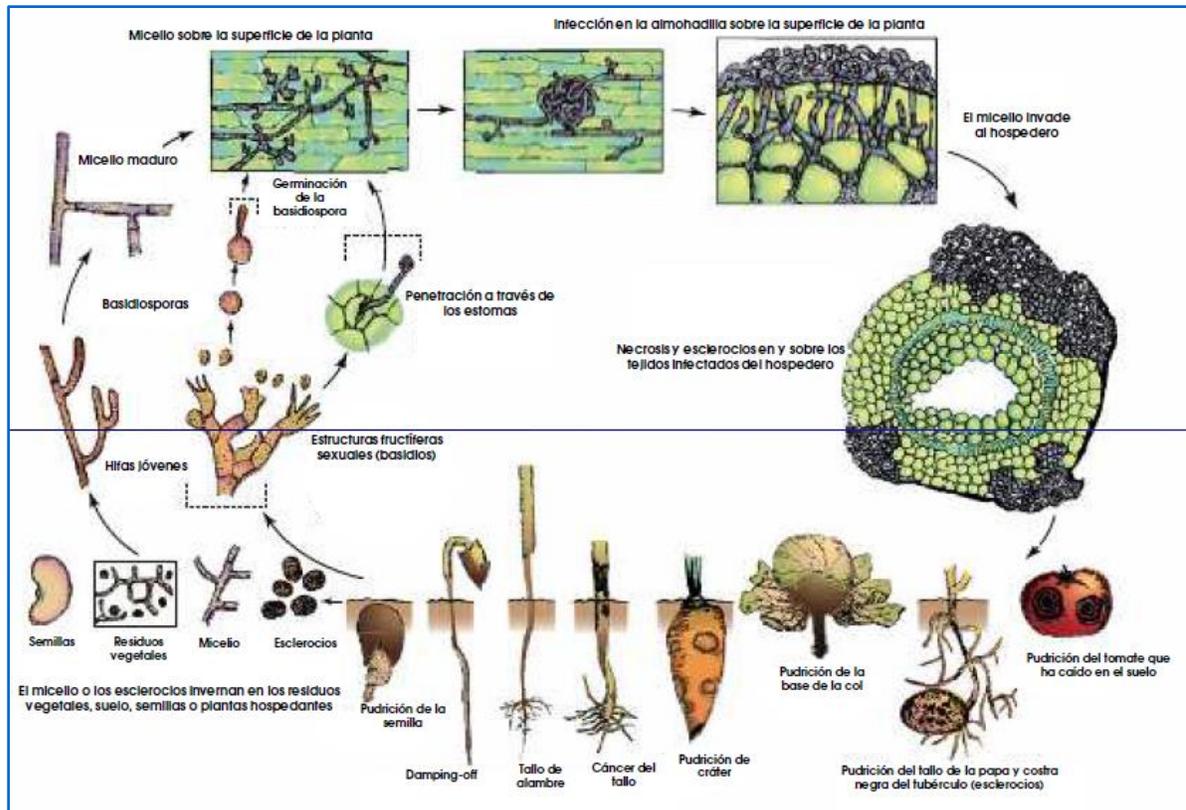


Figura 4: Ciclo biológico de (*Thanatephorus cucumeris*)
Fuente: (Pérez 2010)

3.10.3. Diseminación

La presencia de agua sobre el tejido foliar también favorece la infección inicial y su desarrollo. Por el contrario, durante los periodos secos se restringe considerablemente la incidencia y el desarrollo posterior de la enfermedad (Galvez *et al.* 1982).

El mismo autor menciona que los esclerocios generalmente constituyen el inoculo primario, se diseminan localmente por el viento, la lluvia, la escorrentía, el movimiento de las personas, animales y equipos agrícolas dentro del cultivo. A largas distancias,

la diseminación ocurre principalmente en forma de basidiosporas. En las condiciones del trópico, en áreas con periodos prolongados de alta humedad y temperaturas por encima de 23° C se observa una mayor incidencia y severidad. Las lluvias prolongadas proveen las condiciones de humedad y son la causa del salpicado del inoculo del suelo al follaje.

Los basidiosporos son transportados por el viento e insectos. La alta humedad y temperaturas de 20 a 25 °C favorecen a la enfermedad. En el periodo de menor (pluviosidad) la enfermedad tiende a desaparecer en tanto al periodo lluvioso; ocurre una incidencia, donde los daños en las hojas crecen rápidamente (Brito y Tabosa 2007).

3.10.4. Condiciones para el desarrollo de las enfermedades



Figura 5: Factores que afectan el desarrollo de la enfermedad
Fuente: (Ploper 2006)

3.11. Extractos vegetales

Los extractos son preparados concentrados de consistencia sólida líquida o intermedia, derivados generalmente de material vegetal desecado, se obtiene al evaporar parcial o totalmente el disolvente o líquido extractivo (Carrión y García 2010).

Tradicionalmente los tratamientos a los cultivos se han realizado con distintos tipos de extractos de productos vegetales que poseían sustancias tóxicas para el patógeno o el insecto que queríamos controlar. Otros extractos vegetales se han utilizado por su capacidad de repelencia, por su capacidad de reforzar la cutícula de las hojas o por su

capacidad de estimular los mecanismos naturales de defensa de las plantas (Coto 2011).

Una de las sustancias presentes en los extractos son los alcaloides. Estos son principios activos en general muy tóxicos para los insectos y se pueden extraer de plantas como por ejemplo el tabaco (Abad y Piedra 2011).

El mismo autor menciona que los extractos vegetales los componen múltiples ingredientes activos de origen natural y actúan bajo diversos modos de acción cuando son usados para el manejo de plagas y enfermedades. Dentro de sus modos de acción se incluyen efectos repelentes, antialimentarios, antiovipositorios, atrayentes, alelopáticos, insecticidas, fungicidas, bactericidas, antitranspirantes, cosméticos, fertilizantes, entre otros.

El empleo de extractos vegetales para el control de plagas, enfermedades y en el marco de una agricultura sostenible constituye una alternativa promisorio, debido a su efectividad, bajo costo y no ser contaminantes del ambiente. Los extractos de origen vegetal se caracterizan por la presencia de determinados metabolitos secundarios los cuales forman parte de las estrategias defensivas de las plantas (Celis *et al.* 2009).

En una investigación con la aplicación de extractos evaluaron la actividad antifúngica usando más de 100 especies, se obtuvo como los extractos más prometedores de *Anadenanthera colubrina*, que redujo la enfermedad en cítricos como tangor Murcott a los niveles obtenidos con fungicidas comerciales. *Artemisia annua*, *Cariniana estrellensis*, *Ficus carica* y *Ruta graveolens* presentaron moderada actividad antifúngica *in vitro* (Carvalho *et al.* 2011).

Los plaguicidas naturales evitan dañar las cosechas y hacen menos daño a la gente y el medio ambiente que el rociado de productos químicos. Son fáciles de preparar y cuestan menos que los plaguicidas químicos. Pero incluso los plaguicidas naturales deben aplicarse con cuidado. Es posible que un plaguicida natural dé buenos resultados bajo ciertas condiciones, pero bajo otras no. Si un tipo de plaguicida no le da resultados, ensaye otro (Guides 2017).

En los últimos años se han realizado estudios a partir de extractos de plantas de arroz, los cuales presentan actividad antimicrobiana de igual manera extractos de guamúchil, ajo, cebolla, guayaba, eucalipto, peral, sábila, papaya, chile, entre otros, tienen efectos antimicrobianos contra hongos que causan enfermedades como la podredumbre gris, pudrición blanda de la fruta, la podredumbre azul del manzano, la mancha de la fruta y la marchitez del tomate (Álvarez y Angoa 2011).

Los problemas anteriormente citados y el aumento en el costo de los productos químicos, provocan una tendencia global a reducir su uso. Esto ha intensificado la búsqueda de alternativas de origen natural que sean económicas, efectivas y menos dañinas al ambiente y a la salud humana, de manera que se han reportado estudios que demuestran los efectos antifúngicos, antibacteriales, nematocidas e insecticidas de extractos de diversas plantas (Quintana 2009).

Por otro lado, es importante mencionar que el uso inadecuado de estos agroquímicos ha ocasionado contaminación, erosión de nuestros suelos, pérdida de biodiversidad, además de generar organismos resistentes a los productos químicos empleados para su control, lo que ha traído como consecuencia la necesidad de aplicación de productos más tóxicos, los cuales no sólo afectan a los organismos causantes de enfermedades, sino también a las personas que los aplican y al consumidor mismo (Álvarez y Angoa 2011).

Como ha podido comprobarse, el uso de extractos de plantas se ha convertido en una opción para el control de organismos causantes de plagas y enfermedades, además de una alternativa viable en la agricultura, ya que estos extractos contienen compuestos naturales, los cuales resultan ser menos tóxicos y perjudiciales tanto para el medio ambiente como para el ser humano, además de que su aplicación tiene gran potencial para ser utilizado en tratamientos pos cosecha (Álvarez y Angoa 2011).

3.11.1. Plantas que se pueden utilizar para la elaboración de extractos naturales

Según IESN, mencionado por Villazante (2015) es conveniente no utilizar plantas que estén en vías de extinción y difíciles de encontrar. Las características que debe tener la planta bioplaguicida ideal son:

- Ser perenne.
- Estar ampliamente distribuida y en grandes cantidades en la naturaleza, o bien que se pueda cultivar.
- El órgano aprovechable de la planta debe ser renovable, como hojas, flores o frutos.
- No ser destruida cada vez que se necesite recolectar (evitar el uso de raíces y cortezas).
- Requerir poco espacio, manejo, agua y fertilización.
- No debe tener un alto valor económico.

3.11.2. Métodos de extracción

En el Centro Nacional de Agricultura Orgánica del Perú (CNAP), se ejecutó un proyecto de investigación y capacitación en elaboración de extractos, basados en el uso de técnicas simples y fácilmente reproducibles, por los productos. Entre estos se citan los métodos de: Infusión, extracción con alcohol, extracción con melaza y fermentación en agua.

Los extractos vegetales son productos obtenidos mediante procesos de fermentación, cocción, maceración e infusión. Son utilizados para el manejo de plagas en los cultivos (Abad y Piedra 2011).

Los métodos de extracción según (Carrión y García 2010) son:

- **Percolación**

Es un método que consiste en que el menstruo (generalmente alcohólico o mezcla hidroalcohólica). Este tipo de extracción se realiza en recipientes (percoladores)

cilíndricos o cónicos que poseen dispositivos de carga y descarga lográndose una extracción total de los principios activos.

- **Maceración**

Se entiende por maceración al contacto prolongado durante cierto tiempo de la muestra con el líquido extractivo (alcohol o mezcla hidroalcohólica) en el cual actúa sobre todas las direcciones y sentidos disolviendo sus principios activos. Es el procedimiento de extracción más simple, debe agitarse continuamente (tres veces por día aproximadamente); el tiempo de maceración es diverso, las distintas Farmacopeas proscriben tiempos que oscilan entre cuatro y diez días.

- **Decocción**

También llamada cocimiento consiste llevar la mezcla de muestra vegetal más líquido extractivo a la temperatura de ebullición del agua manteniendo durante 15 a 20 minutos.

- **Infusión**

Es el proceso en cual se somete el material vegetal previamente humedecida al contacto con el solvente a una temperatura igual a la de ebullición del agua por cinco minutos y se deja enfriar hasta temperatura ambiente.

- **Digestión**

Es una maceración realizada a una temperatura suave que varía de 50 a 60° C, al aumentar medianamente la temperatura se consigue un mayor rendimiento de la extracción, reduce la viscosidad del solvente lo que permite ingresar más rápidamente al interior de las células y así extraer los principios activos.

3.11.3. Ventajas y desventajas de los extractos vegetales

Según Price (2010) la utilización de extractos naturales tiene las siguientes ventajas y desventajas:

a) Principales ventajas

- Pueden ser preparados por los propios agricultores disminuyendo la dependencia de los técnicos y las empresas.
- Los recursos se encuentran disponibles en las comunidades, constituyendo en una alternativa de bajo costo para el control de plagas y enfermedades.
- Casi no requieren de energía a base de combustibles fósiles para su elaboración.
- Suponen un menor riesgo de contaminación al ambiente, ya que se fabrican con sustancias biodegradables y de baja o nula toxicidad.
- Su rápida degradación disminuye el riesgo de residuos en los alimentos, incluso algunos pueden ser utilizados poco tiempo antes de la cosecha.
- Varios actúan rápidamente inhibiendo la alimentación del insecto aunque a la larga no causen la muerte del mismo.
- Desarrollan lentamente la resistencia a los productos sintéticos.

b) Principales desventajas

- Para su elaboración requieren de algunos conocimientos técnicos.
- El proceso de elaboración puede demandar cierto tiempo y muchas veces, los ingredientes necesarios no se encuentran disponibles todo el año, por lo que su preparación debe ser planificada.
- No siempre pueden almacenarse para un uso posterior.
- Se degradan rápidamente por los rayos ultravioleta por lo que su efecto residual es bajo, aunque en muchos casos, no se han determinado con exactitud los límites máximos de residuos.
- Algunos como el tabaco, barbasco, etc. demandan mucho cuidado en su preparación debido a su toxicidad.
- En muchos casos no han sido validados con rigor científico, en especial en lo que refiere a las dosis y los momentos de aplicación.
- Su manejo requiere de cuidados para evitar la ingestión y el contacto con la piel (uso de guantes) de altas concentraciones de algunos de ellos.

3.11.4. Coadyuvantes

Son materiales o sustancias químicas que presentan una o más propiedades adherentes-humectantes (surfactantes), correctoras de pH, potenciadoras de plaguicidas, antiespumantes, secuestrantes. Algunos de ellos cumplen simultáneamente varias de estas funciones y son compatibles con los diferentes tipos de plaguicidas (Martens 2012).

Algunos productos como los coadyuvantes ayudan a mejorar la efectividad o eficiencia de aplicación de herbicidas, insecticidas, funguicidas, fertilizantes foliares, hormonas, etc. Algunas de las funciones de los coadyuvantes según (QUIMINET 2007) son:

- Reducir la tensión superficial, ya que al disminuirla aumenta el efecto mojante de cada gota pulverizada.
- Actuar como humectante, ya que al actuar sobre las superficies vegetales establece una película continua y homogénea del pulverizado, aumentando así el área específica de contacto.
- Actuar como emulsionante, estabilizando la mezcla de sustancias inmiscibles
- Actuar como dispersante, favoreciendo la correcta dispersión del producto en la aplicación.
- Como adherente, aumentando la adherencia de los productos, moderando la acción de lavado por lluvia o riego.

3.12. *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze. (Jequitiba o Colomero)

Según Kuntze (1898) su clasificación taxonómica es de la siguiente manera:

Cuadro 5: Clasificación taxonómica de *Cariniana estrellensis*

Nombre	<i>Cariniana estrellensis</i>
Científico:	(Raddi) Kuntze
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Ericales
Familia:	Lecythidaceae
Subfamilia:	Lecythidoideae
Género:	Cariniana
Especie:	<i>Cariniana estrellensis</i>

- **Importancia y usos de la especie**

Posee compuestos como el tanino, su madera tiene un valor económico y usos medicinales (Fernandes *et al.* 2012).

Las utilidades de la *Cariniana estrellensis* de uso terapéutico son numerosos, incluyendo en la medicina popular en forma de té, es un poderoso astringente gran poder desinfectante desinfectante y por lo tanto se recomienda para las inflamaciones. Ramalho, citado por (Bardales y Suárez 2015).

En la extracción fitoquímica de la corteza del género *Cariniana*, evidencio la presencia de los siguientes metabolitos secundarios: alcaloides, cumarinas, azúcares reductores, saponinas, fenoles, taninos, flavonoides, principios amargos y astringentes, además de glicósidos (Nina, citado por Bardales y Suárez 2015).

- **Descripción**

Árbol de 15 a 38 m de alto y de 20 a 250 cm de diámetro, fuste recto cilíndrico y grueso con aletas en la base, copa aplanada, ancha y algo alargada, con ramas gruesas y ascendente. La corteza es de color gris, ásperas, semi-corchosa y con muchas grietas

finas irregulares Sus hojas son simples, alternas, de 5 a 15 cm de largo y de 1.5 a 6 cm de ancho; lámina oblongo-elíptica a lanceolada, con el borde finamente aserrado. Pecíolo corto de 5 a 13 mm de largo. Los frutos son cilíndricos-oblongos, duros, leñosos de 6 a 11 cm de largo, y de 3 a 4 cm de ancho, de color marrón (Carl 2018).

- **Distribución y hábitat**

Esta distribuido en bosque muy húmedo a húmedo subtropical, departamentos de Santa Cruz, Beni, Cochabamba, La Paz, Pando (Rodríguez 2014).

3.13. *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. (curupaú o Villca)

Según Brenan (1955) se clasifica en lo siguiente:

Cuadro 6: Clasificación taxonómica de *Anadenanthera colubrina*

Reino:	Plantae
Subreino:	Eukaryota
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Mimosoideae
Tribu:	Mimoseae
Género:	<i>Anadenanthera</i>
Especie:	<i>A. colubrina</i>

- **Importancia y usos de la especie**

Es un fijador de nitrógeno, posee taninos en todo sus órganos el cual se extrae para curtir cueros, también se elaboran carbón vegetal, legía y jabón natural además de extraer la madera (Justiniano y Fredericksen 1998).

- **Descripción**

El curupaú llega hasta alturas de 25 m, la corteza presenta erupciones la parte interna es de color anaranjada, Hojas compuestas dispersas en espiral, bipinadas de 10-12 cm

de largo con aspecto de plumas, El fruto es una vaina larga de 10 – 24 cm con semillas dehiscentes aplanadas con diámetro de 1.5-2.2 cm (Justiniano y Fredericksen 1998).

- **Distribución y hábitat**

Es una especie forestal nativa de América del Sur. Presenta una distribución amplia y que se corresponde con la distribución de los Bosques Tropicales (Solís *et al.* 2014).

Posee un área de distribución restringida que abarca las zonas de los yungas y pie de monte del norte de La Paz, que comprende los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca, Beni y Tarija (Justiniano y Fredericksen 1998).

3.14. Caldo sulfocálcico (Polisulfuro de calcio CaSx)

Este caldo consiste en una mezcla de azufre en polvo (20 kilos) y cal (10 kilos), en 100 litros de agua que se pone a hervir en agua durante 45 a 60 minutos, formando así una combinación química denominada “polisulfuro de calcio”. Esta fórmula para preparar 100 litros de caldo sulfocálcico (Inventado en 1902 y continúa usándose hasta hoy) (Huamanchay 2013).

Durante muchos años, el polisulfuro de calcio ha sido usado ampliamente como fungicida e insecticida en los huertos frutales. Como fungicida figura en primera línea (Restrepo 2007).

Su obtención del polisulfuro de calcio proviene de la reacción del azufre en polvo con cal viva. Es muy corrosivo incluso en dilución, atacando al hierro, al cobre e incluso después al caucho por lo que los aparatos deben de lavarse muy bien inmediatamente después de su uso (Coto 2011).

Cuadro 7: Ingredientes para la elaboración del caldo sulfocálcico

Ingredientes	Cantidad
Azufre en polvo.	20 kilos
Cal viva o apagada.	10 kilos
Agua.	100 litros

3.14.1. Cal

Para obtener los mejores resultados es indispensable usar cal viva (CaO) de la mejor calidad, que tenga por lo menos un 90% de óxido de calcio y no con más del 5% de contenido de magnesio, porque éste forma compuestos insolubles que aumentan la cantidad de sedimento formado (Huamanchay 2013).

Cuando no es fácil conseguir cal viva (óxido de calcio), como ocurre entre nosotros, se puede usar cal apagada, o de construcción, pero ésta tiene que ser de la mejor calidad y la cal vieja, que ha sido apagada al aire, no debe usarse puesto que por la absorción de CO₂ se ha convertido en carbonato de calcio (CaCO₃) (Restrepo 2007).

3.14.2. Azufre

El azufre tiene efecto de contacto contra hongos patógenos, es excelente contra las arañas y el control de los insectos. Lo usamos también para el control de enfermedades fungosas en hortalizas. Es apreciado por su bajo poder residual (planta y suelo) y su poca toxicidad para los insectos benéficos (Restrepo 2007).

3.15. Incidencia y severidad de enfermedades

3.15.1. Incidencia

La incidencia es la cantidad de individuos o partes contables de un individuo, afectados por una determinada enfermedad respecto al total analizado expresado en porcentaje (Gomez 2015).

Se considera que el grado de incidencia de una enfermedad es el factor de mayor importancia en evaluación de pérdidas, que permite cuantificar el progreso de la enfermedad foliar (Agrios, citado por Condori 2004).

El mismo autor establece que la incidencia de la enfermedad, es el número o proporción de plantas enfermas (el número o proporción de plantas y hojas, tallos y frutos que muestran cualquier tipo de síntomas)

La incidencia es la relación porcentual de plantas enfermas sobre el total de plantas (plantas enfermas + sanas), asimismo indica que la incidencia es una forma simple y rápida de cuantificar la enfermedad (Wallen y Jackson, citado por Castro 2001).

3.15.2. Severidad

La severidad se refiere al nivel promedio de enfermedad de una unidad. Se lo expresa como el área o volumen de tejido vegetal que está enfermo, usualmente en referencia al área o volumen total (en %). Es una medida cuantitativa. (Ploper 2006)

La severidad de la enfermedad se define como la relación porcentual de la superficie de tejido enfermo sobre la superficie total (Wallen y Jackson, citado por Castro 2001).

El análisis de imágenes digitales permite evaluar la severidad de enfermedades en forma objetiva, además de que el proceso puede ser automatizado con programas de dominio público para el análisis de imágenes, como es el programa ImageJ cuyo uso ha aumentado en varias disciplinas (Sauceda *et al.* 2015). Además permite obtener resultados consistentes, precisos y sin necesidad de usar técnicas destructivas.

Según el mismo autor, la cuantificación confiable y exacta de la superficie de un órgano vegetal dañado por una enfermedad es fundamental en la prevención y control oportuno de las enfermedades, el análisis de los factores que afectan el desarrollo de una enfermedad, en los estudios de efectividad de fungicidas, y al definir el umbral en el cual se deba ejercer un método para combatir una enfermedad y reducir las pérdidas económicas.

3.16. Producción orgánica

La agricultura orgánica no es algo nuevo, se ha practicado desde la revolución neolítica de hace 10 mil años, hasta que surgió la producción agrícola industrializada en el curso de la segunda mitad del siglo XX con la revolución verde; los insumos orgánicos han sido paso a paso reemplazados por insumos industriales, primero la sustitución de abonos por fertilizantes, después la sustitución de insumos anti plagas naturales por insecticidas sintéticos (Salinas 2014).

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo, a minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana. La agricultura orgánica involucra mucho más que no usar agroquímicos. En Centroamérica se está produciendo una gran variedad de productos agrícolas orgánicos para exportación (FAO 2003).

El modelo de agricultura convencional adoptado desde la década de los cincuentas, se fundamenta en un sistema de producción de alta eficiencia, dependiente de un alto uso de insumos sintéticos, donde el manejo monocultivista se justifica como herramienta fundamental para lograr la mayor eficiencia del proceso productivo. Sin embargo este sistema de producción ha mostrado serios problemas de sostenibilidad en veinte o treinta años de uso intensivo, ha ocasionado la destrucción de los recursos naturales y del paisaje, sobre todo la desaparición de pequeños productores (FAO 2003).

Agricultura Orgánica no es simplemente dejar de aplicar plaguicidas al cultivo, o dejar de fertilizarlo. La agricultura orgánica busca prevenir los problemas antes que corregirlos. En el control de plagas, busca actuar sobre las causas de aparición de las plagas, también busca quebrar las condiciones ideales de alimentación, reproducción y crecimiento de las plagas (Soto 2003).

Los principales productos orgánicos certificados que se exportan en volúmenes atractivos desde Bolivia son la quinua, café, castaña y cacao, sin embargo, también se ha comenzado a exportar también la cebolla blanca, nueces, amaranto, maca, frijoles, frutas tropicales, sésamo, frutas deshidratadas y grano de soya (Peñaloza 2010).

Por otra parte consumir alimentos orgánicos posee un elevado Valor Nutricional, ya que son cultivados en suelos equilibrados por fertilizantes naturales, los alimentos orgánicos son de mejor calidad por su contenido en vitaminas, minerales, hidratos de carbono y proteínas, por lo tanto son una garantía de salud. En el mundo actual, global, es muy difícil que se dejen de usar transgénicos y agroquímicos. Lo importante, es que la

población, dentro de sus posibilidades, pueda elegir la calidad de los alimentos que consume. La discusión no pasa por “orgánico versus convencional” (Peñaloza 2010).

Bolivia tiene la capacidad para competir en el mercado internacional con productos orgánicos que se cultivan en diferentes regiones en una extensión de más de un millón de hectáreas certificadas y miles de productores orgánicos nuestro país, afirma el mismo autor.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

El trabajo de investigación fue realizado en la Estación Experimental Sapecho (EES) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés ubicado en el norte del departamento La Paz, Alto Beni.

4.1.1. Ubicación geográfica

Se encuentra situada en la Estación Experimental Sapecho parcela 29 provincia Sud Yungas municipio de Palos Blancos, a 260 km de la ciudad de La Paz, a una altura de 410 msnm a una distancia de 2 km del poblado de Sapecho a 15° 33' 56" Latitud Sud y 67° 19' 30" Longitud Oeste.

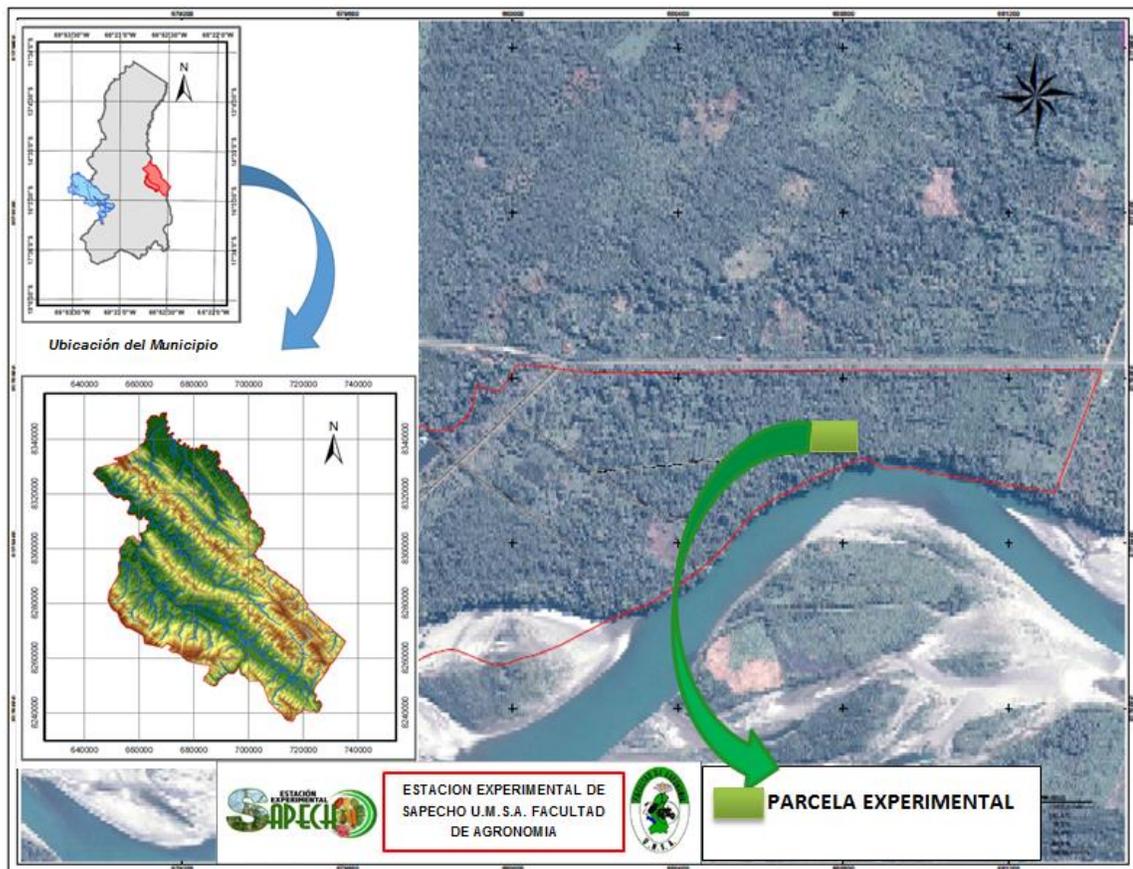


Figura 6: Ubicación del área de estudio
Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Características edafoclimáticas

La temperatura media anual es de 25,4 °C, con una humedad relativa promedio de 82,7%, y una velocidad del viento de 3,36 kilómetros por hora (ver anexo 2 y 3).

4.1.2.1. Precipitación

La precipitación pluvial promedio alcanza a 1344 mm/año. Los meses con mayor presencia de lluvias son entre diciembre a marzo, donde se distribuye el 55% de las precipitaciones anuales y es el tiempo donde los cultivos se benefician por la mayor presencia de humedad (ver anexo 4).

4.1.2.2. Suelo

La textura es Franco arcillo, franco y franco arcillo limoso en los horizontes superiores; con arcilloso, franco arcilloso, arcillo arenoso, en algunos sectores con franco, franco arenoso y arenoso franco en los horizontes inferiores (GAMPB 2016-2020).

Al existir una variada gradiente altitudinal, se presentan diferentes relieves topográficos y pendientes variables. La ubicación de la región correspondiente al área de transición entre los yungas y el trópico genera características propias entre ambas. La primera caracterizada por la presencia constante de serranías, laderas frecuentes a lo largo de su faja y ríos en quebradas profundas. En el segundo caso áreas con predominancia de pequeñas colinas y llanuras aluviales relativamente extensas (GAMPB 2008-2012).

4.1.3. Vegetación

Los Yungas de Bolivia se definen como la región de bosques tropicales mayormente húmedos de la cordillera oriental y el Sub Andino. En el transcurso de los últimos años la presión humana se ha incrementado, afectando gradualmente las características de la cobertura vegetal (GAMPB 2016-2020).

4.1.4. Fauna

Existe una diversidad importante de especies correspondientes al recurso fauna que forman parte importante del ecosistema local de la región. Como una fuente importante de albergue de la biodiversidad se tiene la Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas ubicado al noroeste del municipio y al sureste con el Parque Nacional Isiboro Secure, perteneciente al departamento de Cochabamba (GAMPB 2008-2012).

4.2. Materiales

Para realizar con la investigación fueron empleados los siguientes materiales:

4.2.1. Material vegetal

En la investigación se utilizó las siguientes especies vegetales para realizar el extracto:

- Extracto de Colomero o Jequitiba (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze)
- Extracto de Villca o Curupau (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan)

4.2.2. Insumos.

1 kg de azufre, 1 kg de cal viva, Ram-Caf 88WP, adherente gomax, Alcohol 96° G.L. y agua

4.2.3. Material de campo

Un machete, cintas de colores 4 rollos, jalones de madera, cinta métrica, overol, barbijo, guantes, lentes, sombrero, turriles y tablero.

4.2.4. Equipo de campo

Motofumigadora y Motodeshierbadora

4.2.5. Material de escritorio

Equipo de computación, hojas bond tamaño carta, bolígrafos, marcadores acrílicos, traza línea, vidrio de 40 cm por 50 cm y cámara fotográfica.

4.2.6. Programas informáticos

- Image j
- InfoStat

4.3. Metodología

4.3.1. Procedimiento experimental

a) Diagnostico

Para iniciar con la investigación, se efectuó un previo diagnóstico de la presencia de la enfermedad y los porcentajes de daño (incidencia) de la mancha aureolada de la hoja (*Thanatephorus cucumeris*) en parcelas establecidas, donde se verificó la presencia y ataque considerable de este patógeno.

b) Delimitación y preparación del área de estudio

Luego de observar la presencia de la enfermedad en la parcela de cítrico se efectuó el poseado (anillado) seguidamente el desmalezado, posteriormente la delimitación del área de las 12 unidades experimentales con estacas de madera más cintas de plástico de distintos colores por tratamientos (ver anexo 7).

c) Análisis fitoquímico de los extractos vegetales

Se inició con la ubicación de las especies vegetales *Anadenanthera colubrina* y *Cariniana estrellensis* en su estado natural, donde fueron tomados las muestras de los materiales vegetales (hojas), posteriormente llevados al laboratorio para su análisis fitoquímico (ver anexo 6).

d) Preparación de los extractos vegetales.

El procedimiento para la elaboración de los dos extractos fueron las mismas, realizando la maceración en alcohol durante 7 días, iniciando con la recolección del material vegetal (hojas) para la obtención de extractos, posteriormente se realizó el picado de las hojas para añadir en recipientes con agua y alcohol mezcla al 50%, con un peso de

2 Kg de hojas picadas para 10 litros de la solución, finalmente se realizó el filtrado, llegando a obtener en este tiempo los principios activos del vegetal (ver anexo 8).

e) Preparación del Caldo sulfocálcico

El procedimiento empleado para la preparación del caldo sulfocálcico es la siguiente: (ver anexo 9).

- Se procedió a hervir 4 litros de agua en un recipiente metálico
- Una vez hirviendo el agua, se agregó el azufre con un peso de 800 gr, seguido de la cal viva con 400 gr de peso. Removiendo constantemente hasta finalizar la preparación y adicionando agua para mantener el volumen deseado.
- Con la ayuda de una paleta de madera se removió constantemente la mezcla, manteniendo el fuego al máximo para obtener un mejor preparado del caldo sulfocálcico hasta aproximadamente 45 a 60 minutos.
- Finalizó la preparación cuando se tornó color a ladrillo, se deja reposar y enfriar, para luego realizar el envasado en recipientes para su conservación.

f) Fungicida Ram-Caf

Es un fungicida utilizado para controlar diferentes enfermedades, su formulación es en polvo mojable, pertenece al grupo químico inorgánico cuyo ingrediente activo es el oxiclورو de cobre. Por su contenido de cobre puede corregir las deficiencias de este elemento, sobre todo en frutales.

g) Aplicación de los productos y dosificación

Para la aplicación de los productos orgánicos se utilizó una motofumigadora realizando la aplicación cada 15 días, con un volumen de 10 litros por tratamiento, el volumen aplicado fue de 312 mililitros aproximadamente por planta en una aplicación, llegando a un total de 5 aplicaciones en todo el proceso de investigación (ver anexo 10).

- En cuanto a los extractos vegetales fueron aplicados al 100% (sin la mezcla con agua), introduciendo a la motofumigadora 10 litros de extracto para la aplicación, adicionando 10 ml de adherente gomax y mezclando con la ayuda de una barra.
- Para la aplicación del caldo sulfocálcico la dosis utilizada fue de 200 ml del producto para 10 litros de agua, realizando la mezcla con la ayuda de una barra de madera.
- Para la aplicación del testigo se aplicó 10 ml de adherente gomax y 40 gramos del producto en 10 litros de agua mezclado hasta diluir completamente, posteriormente pulverizado en las plantas con la ayuda de una motofumigadora.

4.3.2. Procesamiento de datos

Para el procesamiento de los datos obtenidos en la investigación de las variables: porcentaje de incidencia con aplicación, porcentaje de severidad, porcentaje de eficiencia y número de hojas defoliadas, se realizó la transformación logarítmica de datos, usando la formula $\text{Log}(X)$ recomendada por Little y Hills (1991), para reducir el coeficiente de variación, debido a que no poseían una distribución normal por motivos de factores de naturales (ver anexo 15).

4.3.3. Diseño experimental

La investigación se realizó bajo el diseño completamente al azar (DCA) debido a que la parcela de cítrico tenía condiciones homogéneas, obteniendo cuatro tratamientos y tres repeticiones con un total de 12 unidades experimentales.

$$X_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

X_{ij} = Variables de respuesta de la ij-esima unidad experimental

μ = Media general

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento (producto orgánico)

E_{ij} = Error experimental en la ij-esima unidad experimental

(Vicente 2015)

TRATAMIENTOS

T1 = Extracto de Colomero (*Cariniana estrellensis*)

T2 = Extracto de Villca (*Anadenathera colubrina*)

T3 = Caldo sulfocálcico

T0 = Ram-Caf 88WP (fungicida sintético)

4.3.4. Croquis experimental

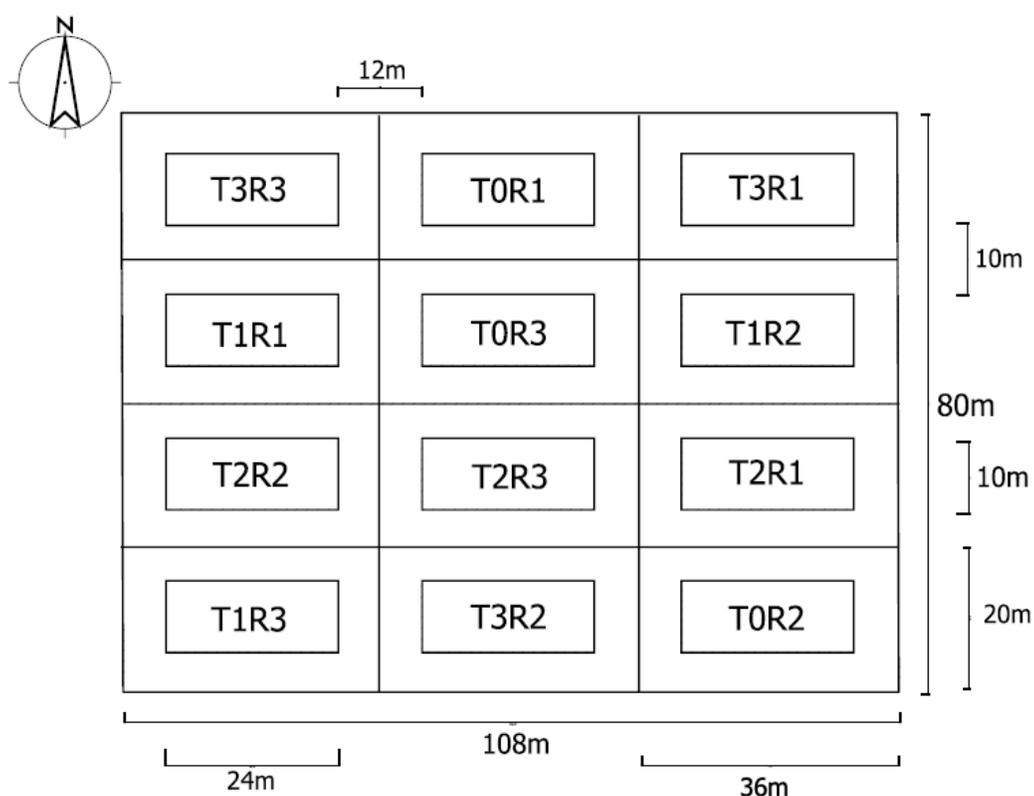


Figura 7: Croquis experimental

Fuente: Elaboración propia

Área por UE = 240 m²

Número de plantas por UE = 8

Área por tratamiento = 720 m²

Número de plantas por tratamientos = 24

Distancia de callejón horizontal = 10 m

Número total de plantas = 96

Distancia de callejón vertical = 12 m

Área total = 8640m²

- **Características de la parcela experimental.**

La parcela comprende la variedad lima naranja, cuyas densidades de plantación es de 5 metros por 6 metros (333 plantas/ha) suelo plano con edad de 4 años.

4.3.5. Variables de Estudio

4.3.5.1. Porcentaje de incidencia de la enfermedad sin la aplicación de los productos orgánicos

La evaluación del porcentaje de incidencia de la mancha aureolada de la hoja se realizó previa a las aplicaciones de los productos orgánicos en toda la parcela tomando datos de número de plantas enfermas y el total, con la siguiente formula.

$$\%I= (NPE/TPO)*100$$

Dónde:

%I= Porcentaje de Incidencia

NPE= Número de Plantas Enfermas

TPO= Total de Plantas Observadas (sanas + enfermas)

French y Herbert (1980)

4.3.5.2. Porcentaje de incidencia de la enfermedad mancha aureolada con aplicación

Para el cálculo de la incidencia de la enfermedad se aplicó la misma fórmula propuesta por French y Herbert (1980), evaluando cada una de las unidades experimentales, tomando datos de número de plantas afectadas y total de plantas, a los 14 días después de la aplicación del producto.

4.3.5.3. Porcentaje de severidad de la mancha aureolada

Para la determinación de la severidad se tomaron muestras de 20 hojas inmaduras de una de las ocho plantas que posee la unidad experimental, de la parte media de la planta a los 14 días, posteriormente fotografiados y llevados al programa image J,

donde se realizó la medición de la superficie dañada como el área total de la hoja, usando la siguiente fórmula.

$$\%S = (STE/ST) \times 100$$

%S= Porcentaje de Severidad

STE= Superficie de Tejido Enfermo

ST= Superficie Total

Wallen y Jackson (1975)

4.3.5.4. Número de hojas defoliadas

Para evaluar esta variable se realizó el conteo de las hojas que se desprendieron de la planta a consecuencia de la enfermedad sobre la superficie del suelo, posteriores a los 14 días de la fumigación en cada uno de las plantas de las unidades experimentales, debido a que esta enfermedad se caracteriza principalmente por causar la caída de las hojas inmaduras.

4.3.5.5. Porcentaje de eficiencia

Para determinar la eficiencia de los productos orgánicos, se evaluó usando los datos porcentuales de incidencia, utilizando la fórmula de (Abbot, citado por Quispe 2005).

$$PEB = \frac{PGITG - PGITR}{PGITG} \times 100$$

Dónde: PE = Porcentaje de eficiencia del biofungicida

PGITG = Porcentaje del grado de incidencia de la enfermedad (sin aplicación)

PGITR = Porcentaje del grado de incidencia de la enfermedad del tratamiento

4.3.5.6. Número de infestaciones foliares

El número de infestaciones foliares se evaluó al azar, tomando 20 hojas inmaduras de una planta por unidad experimental, donde se procedió a promediar las infestaciones causados por el hongo.

4.3.5.7. Análisis de costos parciales de los productos

Los costos parciales por cada tratamiento fueron evaluados en base a Mellado (2010), en caso de los extractos se consideraron la recolección, preparación y aplicación. Para el caldo sulfocálcico se consideró el costo de insumos, preparación y aplicación, para el testigo se tomó en cuenta el costo de insumo y aplicación. Incluyendo el costo de materiales dividido entre los 4 tratamientos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

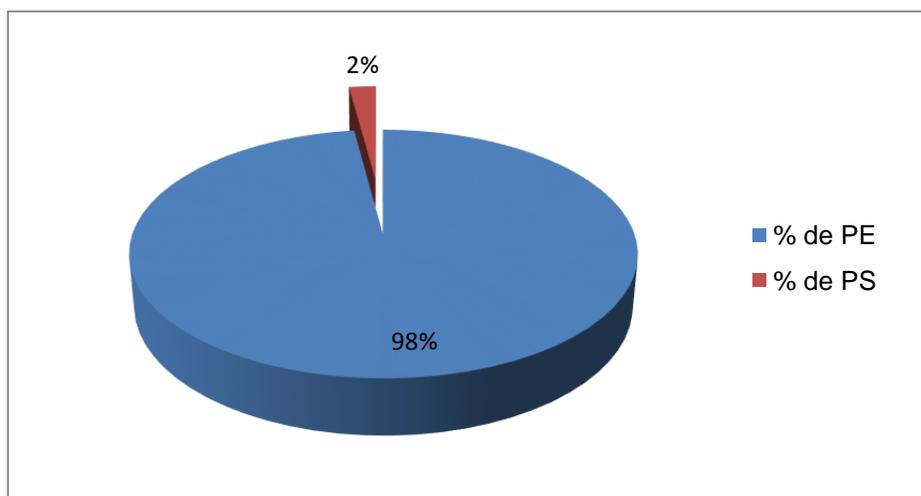
La investigación dio resultado posterior al trabajo de campo y luego de realizar el análisis, como también en gabinete, en los cuales se muestran a continuación.

5.1. Porcentaje de incidencia de la enfermedad sin la aplicación de los productos orgánicos.

Para el control de la enfermedad mancha aureolada *Thanatephorus cucumeris* fue realizado una previa evaluación sobre la incidencia de la enfermedad.

El análisis previo de la incidencia se realizó para identificar el estado de ataque y presencia del hongo en las 96 plantas de naranja, los datos se muestran a continuación en el grafico 1.

Grafico 1: Incidencia previa a la aplicación de los productos



%PE= Porcentaje de Plantas enfermas

%PS= Porcentaje de Plantas sanas

En el grafico 1, se muestra el grado incidencia en parcela previas a la aplicación de los tratamientos, donde el porcentaje de plantas enfermas fue de 98% (94 plantas) y el porcentaje de plantas sanas fue de 2% (2 plantas).

Brito y Tabosa (2007) mencionan que la alta humedad y temperaturas de 20 a 25 °C favorecen el desarrollo de la enfermedad, ocurriendo una alta incidencia en las hojas de

la planta. Dicha humedad y temperaturas además de las precipitaciones se cumplió en la zona, lo que provocó la elevada incidencia en el cultivo.

5.2. Porcentaje de incidencia de la enfermedad mancha aureolada con aplicación

La incidencia de la mancha aureolada luego de la aplicación de los productos se presenta a continuación:

Cuadro 8: Análisis de varianza para incidencia de la mancha aureolada

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	3884,16	3	1295	4,69	0,0156 *
Error	4418,63	16	276		
Total	8302,79	19			

NS= No Significativo * = Significativo ** = Altamente significativo

C.V.= 5,17%

De acuerdo al cuadro 8 el análisis de varianza se observa diferencias significativas entre los tratamientos en el control de la mancha aureolada obteniendo $p=0,0156$ menor a 0,05 y el coeficiente de variación es de 5,17% el cual nos indica que los datos son confiables al ser manejados adecuadamente.

Cuadro 9: Prueba de tukey para porcentaje de incidencia

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	Tukey al 5 %
T2 Extracto de Villca	85,5	5	7,43	A
T0 Testigo	81,33	5	7,43	A B
T1 Extracto de Colomero	60,5	5	7,43	A B
T3 Caldo sulfocálcico	52,17	5	7,43	B

Observando el cuadro 9, la prueba de tukey al 5% podemos observar que los tratamientos T2, T0 y T1 son iguales estadísticamente y distinto al tratamiento 3, los datos más elevados en porcentaje de incidencia de la mancha aureolada corresponde a T2 y T0 con 85,5%, 81,33%, los tratamientos con menor incidencia son el caldo sulfocálcico y extracto de colomero con 52,17%, 60,5% respectivamente, considerando como los más efectivos en el control de la mancha aureolada.

Respecto a incidencia Villazante (2015), afirma con la aplicación de extracto saponina en la mancha del chocolate en cultivo del haba reporta incidencia de 11,11% ante los demás tratamientos al 150% de dosis. De tal modo que el extracto de *Cariniana estrellensis* (T1) posee un abundante contenido de saponina el cual es toxica para los patógenos mostrando una incidencia de 60,5% el cual es mayor por razones de la elevada humedad relativa en la zona tropical.

Asimismo Silvestre (2013), resalta con la aplicación de caldos minerales, caldo sulfocálcico y caldo visosa en el control del hongo ojo de gallo en café, se observó la incidencia final que corresponde al testigo con un promedio de 73,6%, seguido del tratamiento 2 (Caldo sulfocálcico) con promedio de 40,03%, y el tratamiento 3 caldo visosa con un mejor promedio de incidencia final de 25% respectivamente. A comparación, tales porcentajes de incidencia aplicando caldo sulfocálcico dio un mayor resultado con 52% de incidencia de la mancha aureolada en el cultivo de naranja, esta mínima diferencia se debe a que la mancha aureolada mostro mayor agresividad que causo el aumento de incidencia.

La aplicación de extractos para el control del oídium en el cultivo de la arveja plana Condori (2004), evidenció efectos favorables con extracto de manzanilla registrando un mayor número de hojas con síntomas con 53,93% de incidencia, los extractos de papaya y ajo presentaron promedios menores con 31% y 33,53% lo que demostró que dieron mejores resultados en el control del Oídium. En cambio los datos obtenidos de incidencia con extracto de colomero 60% y extracto de villca 85%, indicando que los extractos en el control del oídium tuvieron mejor efecto debido a que usó mayor dosis, además en regiones tropicales el ataque de enfermedades se presenta con mayor incidencia.

5.3. Porcentaje de severidad de la enfermedad mancha aureolada

De acuerdo a los resultados obtenidos para la severidad, presentaron resultados eficaces en cuanto al control de la mancha aureolada que se observa en los siguientes cuadros.

Cuadro 10: Análisis de varianza para severidad de la mancha aureolada

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTOS	5,03	3	2	3	0,0414	*
Error	7,75	16	0			
Total	12,78	19				

NS= No Significativo * = Significativo ** = Altamente significativo

C.V.= 2,17%

Según el cuadro 10 los resultados de análisis de varianza para porcentajes de severidad de la mancha aureolada se observa que existen diferencias significativas entre tratamientos con relación a severidad al mostrar el valor de $p=0,0414$ el cual es menor a 0,05, además cuenta con un coeficiente de variación de 2,17% donde indica que los datos tuvieron un buen manejo porque se ubica en el rango aceptable menor a 30%.

Cuadro 11: Prueba de tukey al 5% porcentaje de severidad

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	Tukey al 5 %	
T2 Extracto de villca	3,57	5	0,31	A	
T3 Caldo sulfocálcico	2,74	5	0,31	A	B
T0 Testigo	2,42	5	0,31	A	B
T1 Extracto de colomero	2,27	5	0,31	B	

En la prueba de tukey al 5% en el cuadro 11 se obtiene diferencias significativas entre tratamientos T2, T3, T0 con T1, como al mejor tratamiento para el control de la mancha aureolada se tiene al extracto de colomero con 2,27% de severidad, muy distinto al extracto de villca con 3,57% en su actividad de control y la aplicación de caldo sulfocálcico y testigo con 2,74%, 2,42%. Significa que aplicando extracto de colomero las superficies foliares dañadas disminuyo en relación a demás tratamientos.

De tal manera Flores (2008), menciona que la severidad en la etapa de prefloración en el cultivo de haba realizando tratamientos con extracto de molle y caldo bordelés también mostraron efectos favorables con 12,84% y 12,15% de la mancha del chocolate. En cambio los resultados de severidad aplicando extracto de colomero y caldo sulfocálcico muestran 2,27% y 2,74% de severidad, los cuales son menores por motivos de que en el extracto existe presencia relativamente abundante de principios activos como saponina, taninos, triterpenos y fenólicos que posee capacidad antifúngica; en el caldo se utilizó cal viva con el cual se obtiene mejores resultados afirma Huamanchay (2018).

Sin embargo Carvalho (2011), con la actividad antifúngica de *Anadenanthera colubrina*, *Artemisia annua*, *Cariniana estrellensis* y *Ficus carica* frente al hongo *Alternaria alternata* que afecta los frutos de tangor murcott, con extractos de plantas a partir de hojas, cortezas, flores y tallos, in vitro e in vivo, los resultados obtenidos indicaron que el extracto más prometedor se obtuvo de *Anadenanthera colubrina*, que redujo la enfermedad en tangor, murcott a los niveles obtenidos con fungicidas comerciales. *Artemisia annua*, *Cariniana estrellensis* y *Ficus carica* presentaron moderada actividad antifúngica in vitro.

5.4. Número de hojas defoliadas

Para los resultados de número de hojas defoliadas, muestran efectos favorables al reducir el defoliamiento que se observa a continuación.

Cuadro 12: Análisis de varianza para número de hojas defoliadas

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTOS	2029,29	3	676	4,22	0,0222	*
Error	2562,04	16	160			
Total	4591,33	19				

NS= No Significativo * = Significativo ** = Altamente significativo

C.V.= 3,97 %

El análisis de varianza cuadro 12, muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos para número de hojas defoliadas porque p-valor= 0,0222 menor a 0,05, por

otro lado el coeficiente de variación es 3,97% indicando confiables a los datos obtenidos durante la investigación.

Cuadro 13: Prueba de tukey al 5% número de hojas defoliadas

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	Tukey 5 %	
T2 Extracto de Villca	77	5	5,66	A	
T0 testigo	68	5	5,66	A	B
T1 Extracto de Colomero	65	5	5,66	A	B
T3 Caldo sulfocálcico	50	5	5,66	B	

Según el cuadro 13 se observa que los tratamientos T2, T0 y T1 son iguales estadísticamente pero distinto al T3. El mejor tratamiento para combatir el defoliamiento de hojas es caldo sulfocálcico con 50 hojas defoliadas, seguido de extracto de colomero, testigo y extracto de villca con 65, 68 y 77 hojas de foliadas.

De la misma manera Silvestre (2013), con la aplicación de caldo visosa y caldo sulfocálcico en el ojo de gallo en café, el caldo sulfocálcico presento un promedio de defoliación de 58,06% y el caldo visosa 57.29%. Lo que indica que la aplicación del caldo mineral visosa tuvo efectos positivos al disminuir la caída de hojas de café. Por lo tanto significa que aplicando caldo sulfocálcico en cultivo de naranja para el control de la mancha aureolada es más efectivo, además posee abundante calcio el cual es factor del cambio en el pH.

Según Brito y Tabosa (2007) afirman que esta enfermedad causa el defoliamiento de la planta, generalmente en el periodo de lluvias en la citricultura y temperaturas de 20 °C y 25 °C favorecen su crecimiento poblacional. Tales temperaturas y lluvias en la región cumplen con el requerimiento condicional del patógeno.

Tambien Silvestre (2013), afirma sobre la defoliación, y llegó a observar que una sola mancha sobre la nervadura central de la hoja llega a producir una defoliación más rápida, ya que bloquea el paso de los nutrientes al resto de los órganos, porque las manchas foliares provocan una intensa defoliación del cultivo, alterando los diferentes procesos fisiológicos como la formación de clorofila, respiración, actividad fotosintética, transpiración, translocación de nutrientes y otros. Sin embargo la enfermedad no define

la defoliación, la que decide si una hoja se mantenga con vida o no, es la planta misma y ella vera si le conviene deshacerse del órgano afectado.

5.5. Porcentaje de eficiencia

La eficiencia de control con los productos orgánicos es la siguiente.

Cuadro 14: Análisis de varianza para eficiencia de los productos orgánicos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTOS	4044,78	3	1348	6	0,0046	**
Error	3351,51	16	209			
Total	7396,29	19				

NS= No Significativo * = Significativo ** = Altamente significativo

CV= 12,19%

Los resultados del análisis de varianza en el cuadro 14 se evidencia que existen diferencias altamente significativas entre los productos orgánicos al ser p-valor= 0,0046 menor que 0,05, el coeficiente de variación de 12,19% significa que hubo uniformidad en la edad de las plantas, en el terreno, en las condiciones climáticas e indican un manejo confiable de los datos.

Cuadro 15: Prueba de tukey para porcentaje de eficiencia

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	Tukey al 5%	
T3 Caldo sulfocálcico	44,77	5	6,47	A	
T1 Extracto de Colomero	36,27	5	6,47	A	B
T0 Testigo	15,01	5	6,47	B	
T2 Extracto de Villca	10,75	5	6,47	B	

Mediante la prueba de tukey en el cuadro 15 se distingue a los tratamientos T3 y T1 iguales estadísticamente, pero distintos a T0 y T2. Los más eficientes son caldo sulfocálcico y extracto de colomero con 44,77% y 36,27% se atribuye a que poseen mejores principios activos antifúngicos como la saponina y calcio, seguido de T2 y T0 con 10,75% y 15,01% de eficiencia en el control de la mancha aureolada.

Al respecto Flores (2008), evidencia que la eficiencia del caldo bordelés frente al extracto de molle en el control de la mancha del chocolate en la haba, el T3 caldo bordelés obtuvo 60% de eficiencia y el extracto de molle con 52%. Sin embargo se afirma que el caldo sulfocálcico y extracto de colomero a comparación no lleva mucha diferencia en el porcentaje de eficiencia en la mancha, debido a que la dosis usada en el caldo bordelés y extracto de molle fue al 100%, además de las altas precipitaciones presentadas durante la investigación.

De la misma forma Villazante (2015), con la aplicación de extracto de Khoa en etapa de prefloración en el cultivo de haba, obtuvo el mayor porcentaje de eficiencia con 93.3% en el control de la mancha del chocolate *Alternaria alternata*. Sin embargo aplicando extracto de colomero la eficiencia fue de 36,27%, la diferencia se debe a que aplicó una dosis de 150% y 100% mayor de extracto de Khoa en la mancha del chocolate lo que ocasiono una mayor eficiencia y también posee más principios activos.

5.6. Número de infestaciones foliares

Los resultados de número de infestaciones o número de manchas en las hojas se muestran a continuación.

Cuadro 16: Análisis de varianza para número de infestaciones foliares

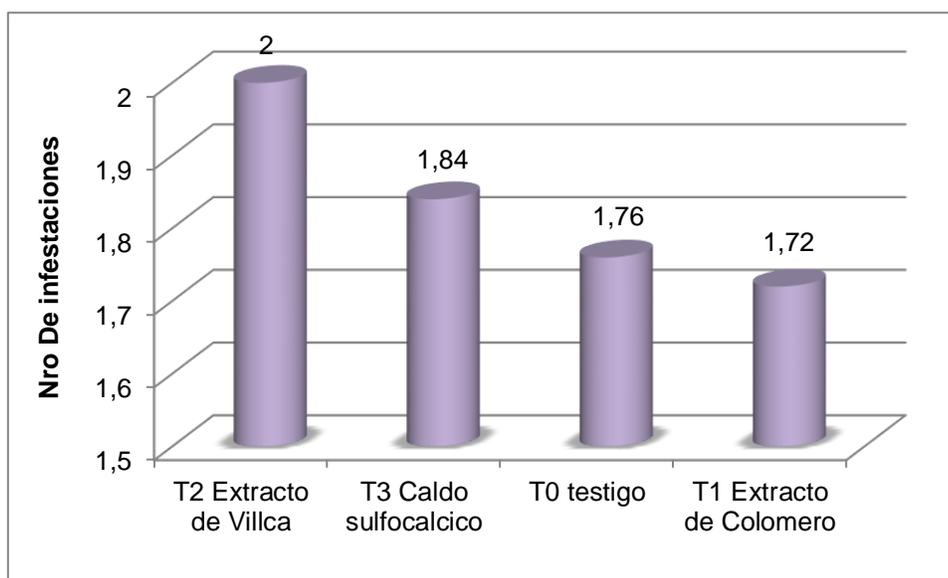
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTOS	0,23	3	0,08	0,41	0,748	NS
Error	2,99	16	0,08			
Total	3,22	19	0,19			

NS= No Significativo * = Significativo ** = Altamente significativo

C.V. = 23,63 %

Los datos obtenidos que presenta el análisis de varianza en el cuadro 16 se observa que no muestra diferencias significativas entre los tratamientos para combatir las infestaciones de la mancha aureolada, de esta manera se afirma que tuvieron el mismo efecto estadísticamente en el número de infestaciones en las hojas para cada tratamiento y el coeficiente de variación es 23,63%, se considera confiable los datos al ser menor al rango máximo de 30%.

Grafico 2: Numero de infestaciones foliares



Observando el grafico 2 se distingue al tratamiento 1 con el menor promedio de número de infestaciones foliares por hoja con 1,72, el tratamiento 0 con 1,76, seguido del T3 con 1,84 y extracto de villca con 2 infestaciones.

Silvestre (2013), obtiene resultados de 19,82% de lesiones en el área foliar con caldo sulfocálcico, con caldo visosa presento el mejor porcentaje con un promedio de 16,72% en el control del ojo de gallo del café. Por lo tanto el caldo sulfocálcico demuestra menor cantidad de infestaciones de la mancha aureolada con 1,84 lesiones por hoja, pero aún más el extracto de colomero, considerando que el ojo de gallo del café presenta varias lesiones foliares.

Nina, citado por Bardales y Suárez (2015), evidencia que en la extracción fitoquímica del género *Cariniana*, hay presencia de los siguientes metabolitos secundarios: alcaloides, cumarinas, azúcares reductores, saponinas, fenoles, taninos, flavonoides, principios amargos y astringentes, además de glicósidos. Tales principios activos se presentan en su mayoría en el extracto de colomero al pertenecer al mismo género *Cariniana* y una menor parte en el de villca, estos principios activos contienen propiedad antifungica por lo que causo combatir la infestación foliar.

5.7. Análisis de costos parciales de los productos

Cuadro 17: Costos de los productos

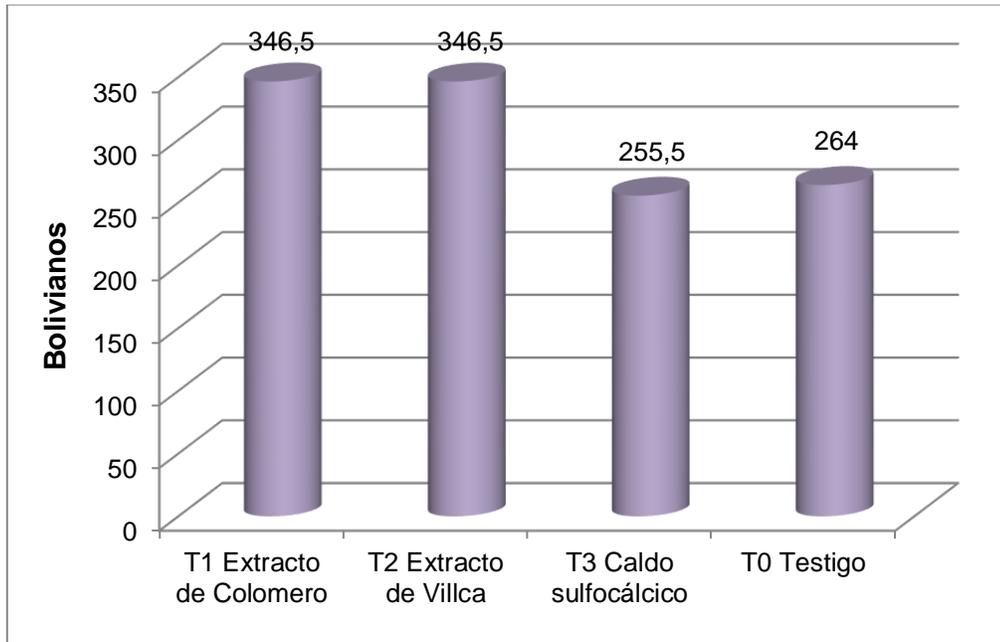
Componentes	Costos de			
	Insumos	Mano de obra	Materiales	Total (Bs)
Extracto de Colomero	113,5	162,5	70,5	346,5
Extracto de Villca	113,5	162,5	70,5	346,5
Caldo sulfocálcico	35	150	70,5	255,5
Testigo	68,5	125	70,5	264

Según el cuadro 17 los tratamientos con menor inversión económica además el más eficiente para el control de la mancha aureolada de la hoja resulto ser el caldo sulfocálcico con Bs 255,5 le sigue el testigo con Bs 264, y los extractos tienen un costo de Bs 346,5 de inversión cada uno. Sin embargo los extractos tienen la facilidad de conseguirse sin necesidad de comprarlos.

Para los elevados costos de insumos de los extractos, el alcohol y la colecta del material vegetal son los responsables de su incremento, en cuanto a los costos de materiales fueron las mismas debido a los mismos materiales que se utilizó para la aplicación de cada tratamiento (ver anexo 5).

Por lo contrario Flores (2008), obtiene resultados de costos mucho menor de tratamientos con extracto de molle y caldo sulfocálcico para el control la mancha del chocolate de haba que varían de 65 a 84 bolivianos. Se debe a que preparo en menor volumen y utilizo el método de extracción acuoso el cual es más económico.

Grafico 3: Costos de los productos



6. CONCLUSIONES.

En función a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se llega a las siguientes conclusiones:

1.- La incidencia de la mancha aureolada (*Thanatephorus cucumeris*) es de 98% en las plantas de naranja en desarrollo durante las épocas lluviosas sin realizar ningún control sobre esta enfermedad.

2.- Se obtuvo menor incidencia de mancha aureolada en plantas de naranja con 52,17% aplicando caldo sulfocálcico.

3.- El extracto de Colomero o (*C. estrellensis*), muestra un porcentaje más bajo de severidad con 2,27% de superficie dañada en las hojas de naranja, causado por la mancha aureolada.

4.- En cuanto a las defoliaciones se puede observar que con la aplicación del caldo sulfocálcico presentó menor defoliación, además de causar una alta tolerancia a la severidad.

5.- El producto orgánico caldo sulfocálcico mostró mayor eficiencia en el control de la mancha aureolada de la hoja con un promedio de 44,77% en el cultivo de naranja.

6.- El extracto de *C. estrellensis* presenta una menor actividad fúngica, al reducir el número de infestaciones foliares provocados por la mancha aureolada de la hoja, en el cultivo de la naranja, con un promedio de 1,72 infestaciones por hoja.

7.- El producto orgánico más eficiente y económico para el control de la mancha aureolada es el caldo sulfocálcico con bs 255,5.

Sin embargo el uso de los dos extractos vegetales constituyen un costo de bs 346,5 por extracto, se resalta a extracto de *C. estrellensis* por ser el segundo más eficaz.

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) por tanto existen diferencias significativas entre los tratamientos para el control de la mancha aureolada de la hoja en el cultivo de naranja.

7. RECOMENDACIONES.

Se recomienda el uso de extractos de diferentes especies vegetales, que existen en nuestro entorno para el control de plagas y enfermedades en los cítricos y otros cultivos.

Utilizar frecuentemente caldo sulfocálcico, por su costo reducido y efectividad en las prácticas de manejo agronómico contra el ataque de diferentes patógenos.

Realizar más estudios aplicando extractos vegetales utilizando con distintas partes de la planta, en especial tomar en cuenta las plantas con mayor toxicidad y aquellas especies que no contengan ningún problema fitosanitario.

Emplear productos abundantes en la naturaleza para mejorar la salud humana y del planeta.

Practicar la extracción fitoquímica, para utilizarlos en el control de plagas y enfermedades que se presentan en diferentes cultivos propios de la zona tropical y sub tropical del departamento.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abad Farfán, GB; Piedra Mora, AL. 2011. "Obtención de extractos vegetales por arrastre de vapor como agentes para control de plagas en cultivos hortícolas" (en línea). Tesis Lic. Cuenca, Ecuador, Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Químicas, 111 p. Consultado 7 abr. 2019. Disponible en <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2402>
- Álvarez Gómez, TB; Angoa Pérez, MV. 2011. Control de enfermedades con extractos vegetales (en línea). Consultado 3 jun. 2018. Disponible en <http://www.teorema.com.mx/colaboraciones/extractos-vegetales-una-alternativa-para-el-control-de-enfermedades-agricolas/>
- Ancillo, G; Medina, A. 2014. Los Cítricos. España, Jardín Botánico de la Universidad de Valencia. v 2, p 11,22.
- Bardales Chavez, GD; Suárez Saavedra, MM. 2015. "Calidad Microbiológica de la corteza de *Cariniana decandra* Ducke (CINTA CAPSI) usada como insumo de bebidas hidroalcohólicas de uso etnoterapéutico en Loreto" (en línea). Tesis Lic. Iquitos, Perú, UNAP. 86 p. Consultado 21 ago. 2019. Disponible en <https://1library.co/document/yev4k54z-calidad-microbiologica-corteza.cariniana-decandra-bibidas-hidroalcoholicas-etnoterapeutico.html>
- Brito, MM; Tabosa Andrade, LN. 2007. Principais doenças da citricultura em Sergipe e seu controle (en línea). Brasil. Embrapa Tabuleiros Costeiros. 72-86 p. Consultado 31 jul. 2018. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2007aspectoscitros/cap_8.pdf
- Carl; Ernst; Otto, K. 2018. *Cariniana estrellensis* (en línea). Consultado 5 mar. 2018. Disponible en https://www.ecured.cu/Cariniana_estrellensis
- Carrión Jara, AV; García Gomez; CR. 2010. "Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica" (en línea). Tesis Lic. Cuenca, Ecuador,

Univerdidad de Cuenca Facultad de Ciencias Químicas. 138 p. Consultado 7 abr. 2019. Disponible en <https://google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2483/1/tq1005.pdf&ved=2ahUKEwiV98myx5brAhV6KLGHQDBDn4QFjABegQIBRAH&usg=AOvVaw0PAkvwAi5JpvTddSAthkgE>

Carvalho Costa, DD; Camargos Barbosa, R; Scolforo Soares, JR; Carvalho Douglas, A; Batista Samia, TR. 2011. Extractos vegetales para el control de la *Alternaria Alternata* en tangor murcott, Minas Gerais-Brasil (en línea). Revista Iberoamericana de Micología 28(4): 173-178. Consultado 31 en. 2018. Disponible en <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/11964>

Castaño, JZ; Mendoza, LR. 1994. Guía para el diagnostico y Control de Enfermedades en cultivos de importancia económica. Añublo de la vaina. 3 ed. Honduras, DPV-EAP No.147. p. 173-178

Castro Apaza, A. 2001. Diagnostico e incidencia del Virus de la Tristeza de los Cítricos (*Citrus tristeza virus*) en la localidad de Coroico, provincia Nor Yungas. Tesis Lic. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 74 p.

Castro Caicedo, BL; Timmer, LW; Leguizamon Caycedo, JE; Muller, GW; Corrales Giraldo, JA. 2000. Enfermedades de los cítricos en Colombia (en línea). Bogotá, Colombia, Fondo Nacional de Fomento a la Hortiflucultura. 101 p. Consultado 10 jul. 2018, Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_56_enfermedades%2520citricos.pdf&ved=2ahUKEwi1nYyUil3rAhVjHlKGHUzNCzAQFjAAegQIARAB&usg=AOvVaw1IVWQf cuKMCZkTh2IkfNQN

Castro, DE. 2019. 11 usos y beneficios de la naranja que posiblemente no conocias (en línea). Consultado 14 sept. 2019. Disponible en <https://mejorconsalud.com/11-usos-y-beneficios-de-la-naranja-que-posiblemente-no-conocias/>

- Celis, A; Mendoza, CF; Pachón, ME. 2009. Uso de Extractos Vegetales en el Manejo Integrado de Plagas y enfermedades y arvenses (en línea). Colombia, Universidad de Cundinamarca. 12 p. Consultado 4 nov. 2018. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3206597>
- Cerezo Chacón, FC. 2014. Guía producción de cítricos. Sucre, Bolivia. Fundación Educación para el Desarrollo, FAUTAPO.
- Ciro Basto, PC; Holguin, MO; Álvarez Monsalve, LA. 2014. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en cultivos de cítricos en el Suroeste antioqueño (en línea). Colombia, Asociación de Citricultores de Colombia. 150 p. Consultado 8 ago. 2020. Disponible en <https://www.google.com/amp/s/docplayer.es/amp/18050698-Manual-de-buenas-practicas-agricolas-en-en-cultivos-de-citricos-en-el-suroeste-antioqueno-asociacion-de-citricultores-de-colombia-citricauca.html>
- Condori Quispe, V. 2004. Uso de extractos vegetales para el control del oidium (*Erysiphe polygoni*) en el cultivo de la arveja plana (*Pisum sativum* var. *saccharatum*) bajo ambientes atemperados. Tesis Lic. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. 74 p.
- Coto Porcuna, JL. 2011. Producción Ecológica en secano, Manejo de Plagas en los cultivos de secano. España. Mundi-Prensa. p 153-179
- Elizondo Porras, A. 2005. Curso sobre manejo producción y comercialización de la naranja (*Citrus sinensis*). Aguilar, AC. Situación actual y perspectivas del mercadeo. (2005, Guanacaste, Costa Rica) Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. 128 p.
- FAO. (2003). Producción Orgánica 1 ed. Turrialba, Costa Rica, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 3 p.
- Febles, IM. 2017. La naranja, origen, propiedades y beneficios (en línea). Consultado 1 abr. 2019. Disponible en <http://www.guerrillero.cu/buen-provecho/1446-la-naranja-origen-propiedades-y-beneficios-i.html>

- Fernandes da Silva, L; Lopez da Silva, M; Araujo Cordeiro, S. 2012. Analise económica de plantios de jequitiba branco (*Cariniana estrellensis*) (en línea). Minas Gerais, Brasil, ISSN. 10 p. Consultado 26 set. 2019. Disponible en <https://agrogeoambiental-ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/448/431>
- Flores Camargo, LG. 2008. Control químico y natural de la mancha del chocolate (*Botrytis fabae*) en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.) Altiplano Norte, La Paz. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. 95 p.
- FRUIT; VEGETABLE FACTS. 2017. Consumo de naranja a nivel mundial (en línea). Consultado 09 dic. 2018. Disponible en www.fruitandvegetablefacts.com
- Galvez, GE; Galindo, JJ; Castaño, M. 1982. La Mustia Hilachosa del frijol y su control (en línea). Jimenez A. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. 20 p. Consultado 24 en. 2019. Disponible en <https://books.google.com.bo/books?id=c2ZzQEACAAJ&prinsect=fronctover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- GAMPB. 2008-2012. Plan de Desarrollo Municipal (PDM). Gobierno Autónomo Municipal de Palos Blancos.
- GAMPB. 2016-2020. Plan Territorial de Desarrollo Intergral (PTDI). Sud Yungas: Gobierno Autónomo Municipal de Palos Blancos.
- Guides, HH. 2017. Control ecológico de las principales plagas y enfermedades del huerto (en línea). España, Consultado 26 abr. 2018. Disponible en <http://www.laecogranja.org/control-ecologico-de-las-principales-plagas-y-enfermedades-del-huerto/>
- Gomez Maquera, T. 2015. Incidencia y Severidad de las Plantas. Consultado 19 abr. 2019. Disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://prezi.com/xr47kza4awoh/incidencia-y-severidad-de-las->

plantas/&ved=2ahUKEwi7_rb8npzAhXnDrkGHZmPB-
EQFjAAegQIARAB&usg=AOvVaw1QdqF_YM5ZJtoadLhpZIBI

- Guzmán Villegas, JM. 2003. Determinación cuantitativa de tres tipos de injertos de yema en cítricos (*Citrus sp.*) en la provincia Caranavi. Tesis Lic. - La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. p 23
- Huamanchay, WR. 2013. Caldo Sulfocálcico (en línea). Consultado 5 may. 2018, Disponible en <http://plagasyenfermedades2013.blogspot.com/2013/04/caldo-sulfocalcico.html>
- INE. (Instituto Nacional de Estadística, Bolivia). 2015. La naranja lidera producción cítricos a nivel nacional (en línea). Consultado oct. 2019, Disponible en www.ine.gob.bo
- INE. 2016. Producción de naranja en Bolivia Censo Agropecuario 2013, Bolivia. Instituto Nacional de Estadística.
- Justiniano, MJ; Fredericksen, TS. 1998. Ecología y Silvicultura de Especies menos conocidas (en línea). Santa Cruz, Bolivia, 59 p. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Consultado 27 set. 2019. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=&url=https://rportal.net/librariy/content/Forestry_SilvicultureCBNRM/documentos-bolfor/ecologia-de-especies-menos-conocidas-curupau.pdf
- Leal, DF. 1999. Impactos actuales y potenciales de las enfermedades de los cultivos perennes de la amazonia y posibilidades de control para el desarrollo sostenible de la región: Mancha areolada, mancha zonada (*Thanatephorus cucumeris*). Dolly Lizarraga. Caracas, Venezuela. 178 p.
- Lopez, B. 2017. Origen e historia de la naranja (en línea). Consultado 14 set. 2019. Disponible en <https://comida.uncomo.com/articulo/origen-e-historia-de-la-naranja-44057.html>

- Luis, M; Peña, M; Collazo, C; Ramos, P; Llauger, R. 2010. Enfermedades Vacterianas y fungosas en viveros de cítricos: características y control. Taller Regional sobre viveros de cítricos, 2010. La Habana, Cuba. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. 42 p.
- Martens, F. 2012. Guía para el uso adecuado de plaguicidas y la correcta disposición de sus envases (en línea). Buenos Aires, Argentina, INTA. 26 p. Consultado 10 set. 2019. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_guia_para_el_uso_de_plaguicidas_web_.pdf
- Mellado Vargas, N. 2010. Guía práctica para el cálculo de costos de producción y determinación de precios. Cusco, Perú, 12 p.
- Molina, E. (2005). Curso sobre manejo + producción y comercialización de la naranja (*Citrus sinensis*). Aguilar, AC. Fertilización y Nutrición de cítricos en Costa Rica. (2005, Guanacaste, Costa Rica) Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica. 128 p.
- Peñaloza Ali, DA. 2010. "Potencialidades y perspectivas de la producción orgánica en Bolivia". La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Ciencias Económicas y financieras. 120 p.
- Pérez Pivat, HY. 2010. Enfermedades causadas por hongos del Pylum Basidioycota. *In* Catedra de Fitopatología Protección Vegetal (3, 2010, Maracay, Venezuela). Universidad Central de Venezuela.
- Pineda, A. 2019. El cultivo de la naranja (en línea). Consultado 24 abr. 2019. Disponible en <https://www.monografias.com/trabajos82/cultivo-naranja/cultivo-naranja2.shtml>
- Ploper, LD. 2006. Conceptos de Epidemiología Vegetal, Argentina. Universidad Nacional de Tumucan Facultad de Agronomía y Zootecnia. 32 p.

Pozo, SC; Avila Torres, JM; Ruiz, EM; Valero, TG; Varela, GM 2010. Valor Nutricional de las Naranjas y Clementinas. Fundación Española de Nutrición. 12 p.

Price Masalias, JL. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. 1 ed. Lima, Perú, IPES-Promoción del Desarrollo Sostenible. 94 p.

QUIMINET, 2007. Que son los coadyuvantes (en línea). Consultado 04 nov. 2018, Disponible en <https://www.quiminet.com/articulos/que-son-los-coadyuvantes-17659.htm>

Quintana, O. 2009. Los extractos vegetales y sus aplicaciones en la agricultura.

Quispe, IS. 2005. Efecto del biofungicida (*Trichoderma harzianum* R.) en el control del Damping-off del cultivo de la soya (*Glycine max* L.) en el Departamento de Santa Cruz. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 134 p.

Restrepo Rivera, J. 2007. Manual Práctico El A,B,C de la agricultura orgánica y harina de rocas. 1 ed. Managua, Nicaragua, Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible (SIMAS). 260 p.

RIPLEYBELIEVES. 2013. Principales Países Productores de Naranja En El Mundo (en línea). Consultado 23 abr. 2019. Disponible en <https://es.ripleybelieves.com/top-orange-producing-countries-in-world-1777>

Rodríguez, E; González, F. 1997. Evaluación de la resistencia a la Mustia Hilachosa. (*Thanatephorus cucumeris* (Frank), Donk). en líneas y variedades de frijol. Caisan. Panama. Agronomía Mesoamericana. 10(21):51-57.

Rodríguez Galarza, J. 2014. Yesquero (en línea). Consultado 2 abr. 2019. Disponible en <http://especiesbolivianas.info/pagina.aspx?sec=jorge>

Rodríguez, PA. 2017. Los beneficios y propiedades de la naranja (en línea). Consultado 14 sept. 2019. Disponible en

<https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/nutricion/2017/11/18/beneficios-propiedades-naranja-146350.html>

Salinas, E. 2014. La agricultura orgánica como modelo alternativo (en línea). México, Desarrollo Sustentable y Finanzas. 21 p. Consultado 24 abr. 2019. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.ecorfan.org.bolivia/series/Topicos%2520selectos%2520de%2520Recursos_V/Articulo%25209.pdf

Salles, DV. 2016. China, India o Libanesa ¿De dónde viene la naranja? (en línea). Consultado 14 sept. 2019. Disponible en <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20160826/404191494472/origenes-naranja-china.html>

Sánchez, M. 2016. Origen de la naranja (en línea). Consultado 1 abr. 2019. Disponible en <https://www.jardineriaon.com/origen-naranja.html>

Sauceda-Acosta, CP; Lugo-Garcia, GA; Villaseñor-Mir, HE; Partida-Ruvalcaba, L; Reyes-Olivas, A. 2015. Un método preciso para medir severidad de Roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriksson) en Trigo (en línea). Revista Fitotecnica. 38(4):427-434. Consultado 13 set. 2018. Disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v38n4/v38n4a11.pdf>

Silvestre, WM. 2013. Evaluación del efecto de dos caldos minerales en la enfermedad ojo de gallo (*Omphalia flavida*) en el cultivo de café orgánico en la colonia Collasuyo provincia Caranavi-La Paz. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. p 60-85.

Solís, VC; Barrandeguy ME; Garcia MV. 2014. Divergencia histórica en *Anadenanthera colubrina* var. cebil (Leguminosae) analizando una región intrónica del ADN cloroplástico. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV-CONICET).

- Soto, G. 2003. Agricultura Orgánica. 1 ed. Memoria del taller (2003, Turrialba, Costa Rica). Costa Rica, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 115 p.
- Tanaka, MA; Coqueiro, GR. 1981. *Thanatephorus cucumeris (pellicularia filamentosa* (Pat) Rogers) em viveiros de seringueira em Felixlandia, M.G. 123 p.
- Tovar Castaño, JC. 2008. Evaluación de la capacidad antagonista "in vivo" De aislamiento de *Trichoderma* spp frente al hongo fitopatogeno *Rhizoctonia solani* (en línea). Tesis Lic. Bogota. Universidad Javeriana Carrera de microbiología agrícola y veterinaria. 61 p. Consultado 31 jul. 2018. Disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8951&ved=2ahUKEwjEsLqGupPrAhXsGLkGHbTrDGYQFjAAegQIBRAC%usg=AOvVaw3JNjZtwNLhcv7HrTUHlct2>
- Valentina. 2018. Beneficios de la naranja (en línea). Consultado 30 abr. 2018. Disponible en <https://www.vix.com/es/imj/6128/beneficios-de-la-naranja>
- Vasquez González, CE. 2012. Manejo fitosanitario del cultivo de cítricos (en línea). Bogotá, Colombia. ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 24 p. Consultado ago. 2020. Disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.ica.gov.co/getattachment/18307859-8953-4a7d-8d7f-864e3f4898cf/Manejo--fitosanitario-del-cultivo-de-citricos.aspx&ved=2ahUKEwii3uryuYzrAhWpJrkGHakzABOQFjAAegQJBxABEusg=AOvVaw1whUoL29sYxDYOcJV6JpSI>
- Vicente Rojas, JJ. 2015. Guía rápida de manejo de infostat. Cochabamba, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 41 p.
- Villazante, JM. 2015. Análisis de tres extractos naturales para el control de enfermedades (*Alternaria alternata*, *Fusarium solani*) bajo diferentes dosis de aplicación en el cultivo de haba (*Vicia faba*). Tesis Lic. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 132 p.

Zambrano Polanco, DA. 2018. Descripción de la naranja (en línea). Consultado 2 febr. 2019, Disponible en <https://naturaleza.paradais-sphynx.com/plantas/tipos-de-frutas/naranja-tipos-beneficios-naranjo-arbol.htm>

ANEXOS

ANEXO 1. Enfermedades más comunes en el cultivo de la naranja



Hojas con presencia de fumagina
Fuente: (Vásquez 2012)



Lesiones en la base del tallo causado por *P. citrophthora* (Gomosis).
Fuente: (Castro *et al.* 2000)



Volcamiento o “damping-off” pudrición en el cuello causado por *Rhizoctonia* sp.
Fuente: (Castro *et al.* 2000)



Copas de naranja Valencia sobre un patrón de naranjo agrio. A la izquierda un árbol afectado por el virus de la tristeza.

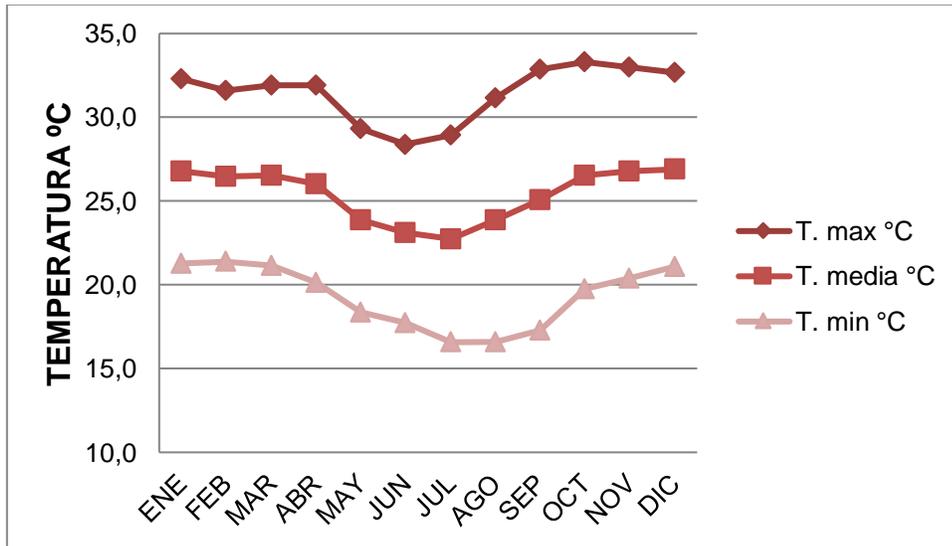
Fuente: (Castro *et al.* 2000)



Síntomas primarios de marchitamiento foliar en un árbol de tangelo Minneola atacado por *Ceratocystis fimbriata*. Secamiento de los cítricos

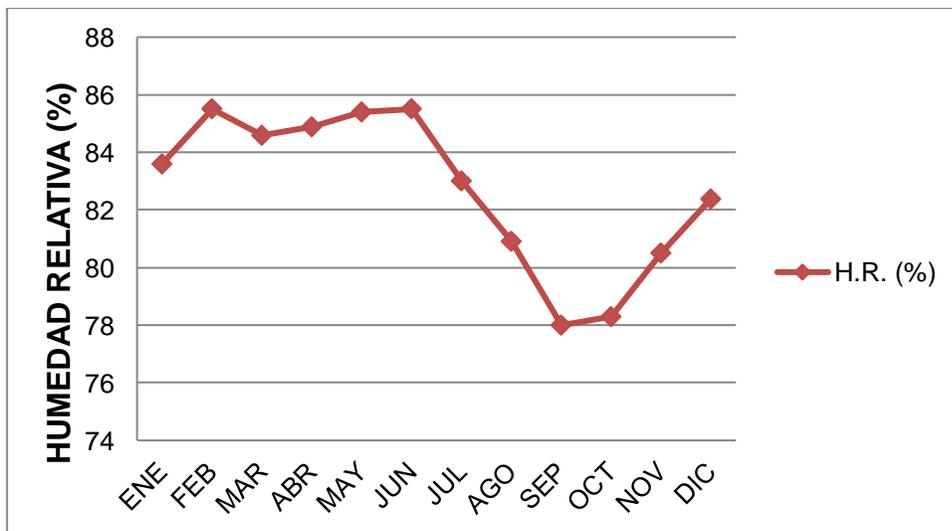
Fuente: (Castro *et al.* 2000)

Anexo 2. Datos de temperatura.



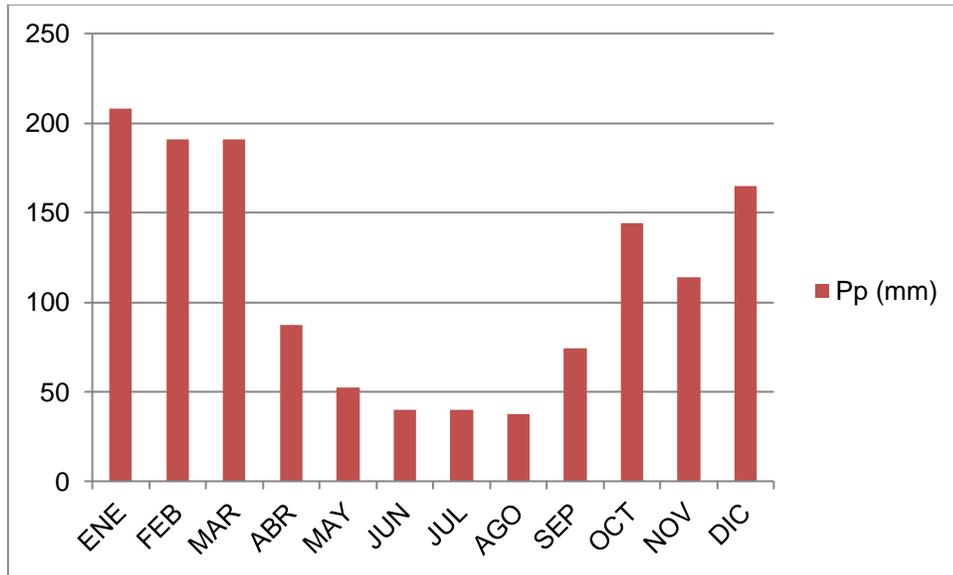
Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENAMHI, 1996 a 2015 (Estación Meteorológica de Sapecho).

Anexo 3.: Datos de humedad relativa.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENAMHI, 1996 a 2015 (Estación Meteorológica de Sapecho).

Anexo 4. Promedio de precipitación pluvial.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENAMHI, 1996 a 2015 (Estación Meteorológica de Sapecho).

Anexo 5. Costos de los productos

		DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	Total (Bs)
Costo de los extractos	Costo de insumos	adherente	2	producto	8,5	17
		alcohol	50	litro	4,2	210
	Mano de obra	colecta	0,5	jornal	100	50
		molienda	0,25	jornal	100	25
		fumigación	2,5	jornal	100	250
	Costo de materiales					141
	Total					693
Costo del extracto de colomero						346,5
Costo del extracto de villca						346,5
Costo del caldo sulfocálcico	Costo de insumos	Azufre	1	kg	25	25
		cal	1	kg	10	10
	Mano de obra	preparación	0,25	jornal	100	25
		aplicación	1,25	jornal	100	125
	Costo de materiales					70,5
Total					255,5	
Costo del testigo	Costo de insumos	Adherente	1	producto	8,5	8,5
		Ram-CAF	1	producto	60	60
	Mano de obra	fumigación	1,25	jornal	100	125
	Costo de materiales					70,5
	Total					264
TOTAL Bs					1212,5	

COSTO DE MATERIALES					
Nro.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	Total (Bs)
1	Barbijo	2	pieza	5	10
2	Guantes	1	pieza	12	12
3	Lentes	1	pieza	15	15
4	Sombrero	1	pieza	25	25
5	Turrones	2	pieza	100	200
6	Gasolina	5	litro	4	20
Total					282

Anexo 6. Resultado de análisis fitoquímico



CLIENTE/ RAZON SOCIAL CARLOS ANGEL PARDO
MENDOZA

TELEFONO **CELULAR** 78955168

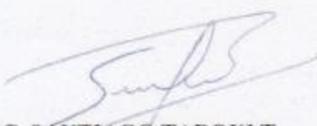
e-mail carlospardo_2017@hotmail.com

INFORME DE ANÁLISIS FITOQUIMICO PRELIMINARES

Análisis	EXTRACTO-COLOMERO	EXTRACTO VILLCA
Alcaloides	+	+
Azucares	+	+
Flavonoides	-	-
Fenólicos	+++	++
Saponinas	+++	+
Taninos	+++	+
Proteínas	-	-
Triterpenos	+++	-
Glicósidos	-	-

+ Presencia escasa, ++ Presencia relativamente abundante, +++ Presencia abundante, - No detectado

Procesado de la Muestra. Los dos extractos que se nos entregó fueron secados en el liofilizador, posteriormente a los extractos secos se les disolvió en agua y etanol para realizar los diferentes test.


LIC. SANTIAGO TARQUI T
TECNICO DE INVESTIGACION
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUIMICAS



Anexo 7. Preparación del área experimental



Desmalezado de la parcela experimental



Delimitación del área de estudio

Anexo 8. Elaboración de los extractos



Recolección del material vegetal *Cariniana estrellensis*



Recolección del material vegetal *Anadenanthera colubrina*



Picado del material vegetal



Mezcla en agua y alcohol

Anexo 9. Preparación del caldo sulfocálcico



Pesado de la cal viva



Pesado del azufre



Hervido del agua



Agregado del azufre



Caldo sulfocálcico

Anexo 10. Aplicación de los productos orgánicos en campo



Pulverización de los productos orgánicos en las plantas de naranja

Anexo 11. Lamina foliar con daño severo de la mancha aureolada



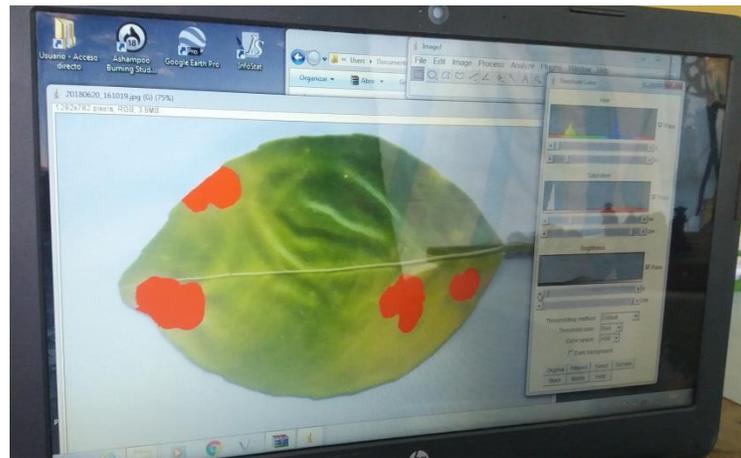
Anexo 12. Parcela bajo condiciones de precipitación



Anexo 13. Planta con defoliamiento



Anexo 14. Calculo del área dañada con programa Image j



Anexo 15. Procesamiento de datos

INCIDENCIA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
log	20	0,47	0,36	5,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,13	3	0,04	4,64	0,0162
TRATAMIENTOS	0,13	3	0,04	4,64	0,0162
Error	0,15	16	0,01		
Total	0,28	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17640

Error: 0,0095 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T2	1,98	5	0,04 A
T0	1,96	5	0,04 A B
T1	1,84	5	0,04 A B
T3	1,78	5	0,04 B

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

SEVERIDAD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
log	20	0,39	0,27	2,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	3	1,9E-03	3,37	0,0448
TRATAMIENTOS	0,01	3	1,9E-03	3,37	0,0448
Error	0,01	16	5,8E-04		
Total	0,02	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04346

Error: 0,0006 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T2	1,13	5	0,01 A
T3	1,10	5	0,01 A B
T0	1,09	5	0,01 A B
T1	1,09	5	0,01 B

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

Nro. DE HOJAS DEFOLIADAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
log	20	0,47	0,37	3,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,08	3	0,03	4,66	0,0159
TRATAMIENTO	0,08	3	0,03	4,66	0,0159
Error	0,09	16	0,01		
Total	0,16	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13396

Error: 0,0055 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T2	1,94	5	0,03	A
T0	1,89	5	0,03	A B
T1	1,87	5	0,03	A B
T3	1,77	5	0,03	B

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

EFICIENCIA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Log	20	0,54	0,45	12,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,63	3	0,21	6,27	0,0051
TRATAMIENTOS	0,63	3	0,21	6,27	0,0051
Error	0,54	16	0,03		
Total	1,17	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33115

Error: 0,0335 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	1,71	5	0,08	A
T1	1,63	5	0,08	A
T0	1,38	5	0,08	A B
T2	1,28	5	0,08	B

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