



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**  
**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES Y TECNOLOGÍAS DE**  
**PRODUCCIÓN**

**Sistemas productivos eficientes y saludables: evaluación en el cultivo de Chile dulce (*Capsicum annuum*) en la comunidad de Cervantes, Cartago, Costa Rica.**

**Proyecto Final de Graduación para optar por el título de Master en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de producción. Con grado académico de Maestría.**

**Luis Ernesto Martínez Chacón.**

**Octubre, 2024.**



Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por el Tribunal del Área Académica Agroforestal del Tecnológico de Costa Rica, como requisito para optar por el grado de Máster en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción.

Dr. William Rivera Méndez, Ph.D.

Profesor tutor.

Ing. Jaime Brenes Madriz, M.Sc.

Profesor lector.

Ing. Dagoberto Arias Aguilar, Ph.D.

Presidente Tribunal.

## **Dedicatoria y agradecimientos**

A mi familia que siempre me da apoyo incondicional, en especial a mi madre y padre.

A mi hija por ser luz y darme la fortaleza para no desistir.

A Dios por darme lecciones de vida para poder mejorar en el camino.

## Índice General

1. Resumen .....	9
2. Abstract.....	10
3. Introducción .....	11
3.1. El problema de la investigación.....	13
3.2. Importancia de atender el problema de investigación .....	14
3.3. Objetivo general .....	17
3.4. Objetivos específicos .....	17
3.5. Hipótesis .....	17
4. Marco Teórico .....	18
5. Marco Metodológico .....	21
5.1. Enfoque y tipo de investigación.....	21
5.2. Marco Espacial y Temporal.....	26
5.3. Sistematización de los objetivos .....	26
6. Resultados y Discusión.....	27
7. Conclusiones .....	57
8. Bibliografía.....	57
9. Anexos.....	60

## Índice Figuras

Figura 1. Productos formulados de forma sólida y clasificados según su uso en los tratamientos.....	28
Figura 2. Productos formulados de forma líquida y clasificados según su uso en los tratamientos.....	29

Figura 3. Sumatoria del peso recolectado de la cosecha dañada por problemas fitosanitarios presentes .....	30
Figura 4. Recolección de la fruta dañada en el tiempo para cada tratamiento evaluado.....	31
Figura 5. Número de chiles dañados contabilizados por híbrido en cada tratamiento. ....	34
Figura 6. Número de chiles dañados en el tiempo para cada tratamiento .....	35
Figura 7. Rendimiento en gramos clasificado por calidad para cada tratamiento .	38
Figura 8. Número de chiles cosechados clasificados por calidad para cada tratamiento .....	45

## Índice Cuadros

Cuadro 1. Resumen de resultados de muestras de producción nacional, periodo 2018-2022 .....	15
Cuadro 2. Comparativa entre los resultados obtenidos en los años 2020-2022 de los casos nacionales de residuos de plaguicidas con mayor número de incumplimientos a los LMR .....	16
Cuadro 3. Plan de alternativas general en insumos dentro de un MIP para el cultivo de chile dulce .....	23
Cuadro 4. Análisis de varianza del peso perdido .....	31
Cuadro 5. Resumen del modelo de peso perdido .....	32
Cuadro 6. Comparaciones para el peso perdido por parejas de Fisher: Tratamiento .....	32
Cuadro 7. Comparaciones para el peso perdido por parejas de Fisher: Tratamiento*Híbrido .....	33
Cuadro 8. Análisis de Varianza cantidad de chiles perdidos .....	35
Cuadro 9. Resumen del modelo para la cantidad de chiles perdidos.....	35

Cuadro 10. Comparaciones para la cantidad de chiles perdidos por parejas de Fisher: Tratamiento .....	36
Cuadro 11. Comparaciones para la cantidad de chiles perdidos por parejas de Fisher: Híbrido.....	36
Cuadro 12. Modelo lineal general: Peso primera calidad vs. Tratamiento; Híbrido .....	38
Cuadro 13. Resumen del modelo para el peso de primera calidad de la cosecha .....	39
Cuadro 14. Comparaciones para Peso de primera calidad. Comparaciones por parejas de Fisher: Tratamiento.....	40
Cuadro 15. Comparaciones por parejas de Fisher: Híbrido. Para el peso de primera calidad.....	40
Cuadro 16. Modelo lineal general: Peso segunda calidad vs. Tratamiento; Híbrido.	41
Cuadro 17. Resumen del modelo para el peso de segunda calidad .....	41
Cuadro 18. Comparaciones para Peso segunda calidad. Comparaciones por parejas de Fisher: Tratamiento.....	41
Cuadro 19. Comparaciones por parejas de Fisher: Híbrido. Para el peso de segunda calidad .....	42
Cuadro 20. Modelo lineal general: Peso tercera calidad vs. Tratamiento; Híbrido.	43
Cuadro 22. Comparaciones para Peso tercera calidad. Comparaciones por parejas de Fisher: Tratamiento .....	43
Cuadro 23. Comparaciones por parejas de Fisher: Híbrido. Para el peso de tercera calidad.....	44
Cuadro 24. Modelo lineal general: Cantidad chiles primera calidad vs. Tratamiento; .....	44
Cuadro 25. Resumen del modelo para la cantidad de chiles de primera calidad .	45

Cuadro 26. Comparaciones en parejas de Fisher para la cantidad de chiles de primera calidad.....	46
Cuadro 27. Modelo lineal general: Cantidad chiles segunda calidad vs. Tratamiento; Híbrido. Análisis de Varianza .....	47
Cuadro 28. Resumen del modelo para la cantidad de chiles de segunda calidad .	47
Cuadro 29. Comparaciones para Cantidad chiles segunda calidad. ....	47
Comparaciones por parejas de Fisher: Tratamiento .....	47
Cuadro 30. Comparaciones por parejas de Fisher: Híbrido. Para la cantidad de chiles de segunda calidad. ....	48
Cuadro 31. Modelo lineal general: Cantidad chiles tercera vs. Tratamiento; Híbrido. ....	48
Cuadro 32. Resumen del modelo para la cantidad de chiles de tercera calidad ...	49
Cuadro 33. Comparaciones para Cantidad chiles tercera calidad.....	49
Comparaciones por parejas de Fisher: Tratamiento .....	49
Cuadro 34. Comparaciones por parejas de Fisher: Híbrido. Para la cantidad de chiles de tercera calidad.....	50
Cuadro 35. Ingredientes activos detectados en los análisis de residuos realizados en el laboratorio del Servicio Fitosanitario del Estado.....	50

## 1. Resumen

La actividad agrícola sufre el cambio climático global, y la presión de las especies en condición de plaga y enfermedades (Maglianesi, 2016). Los sistemas de producción de hortalizas en Costa Rica son muy intensivos y poco diversos, altamente demandantes de mano de obra y agroquímicos. El informe sobre residuos de plaguicidas en vegetales frescos presentado desde el 2018 por el Servicio Fitosanitario del Estado, demostró que anualmente al menos el 20% de las muestras de producción nacional presentaron residuos de plaguicidas por encima de límite máximo permitido (SFE 2023). El chile dulce fue reportado en estos informes como uno de los productos hortícolas en presentar mayor residualidad por plaguicidas, siendo el insecticida fipronil con mayor cantidad de no conformidades a los límites máximos de residuos (SFE, 2023).

En la finca del Centro Agrícola Cantonal de Alvarado, Cervantes Cartago, se evaluó la producción de chiles dulces, comparando el manejo integrado y el manejo convencional, en dos sistemas de producción: campo abierto y ambiente protegido. Se midió la cantidad de agroinsumos utilizados, la pérdida de cosecha y el rendimiento en kilogramos de peso fresco. También se realizaron los análisis para determinar los residuos de plaguicidas en las cosechas (CAC Alvarado, 2022)

Según las bitácoras de aplicación se utilizó en general más cantidad de agroinsumos en los tratamientos de manejos integrados, sin embargo el uso de plaguicidas fue menor en estos. Los sistemas productivos en ambientes protegidos obtuvieron más rendimiento y menos pérdidas con diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) al comparar con el campo abierto. El insecticida fipronil no salió presente en los residuos de plaguicidas. El insecticida metamidofos salió presente por la degradación del acefato, seis semanas después de su aplicación. Al respetar las Buenas prácticas agrícolas y con el Manejo integrado de plagas se obtienen cosechas inocuas y de calidad (SFE, 2022).

Palabras claves: Residuos de Plaguicidas, Manejo Integrado de Plagas, Manejo Convencional, Ambiente protegido, Campo Abierto, Rendimientos.

## 2. Abstract

Agricultural activity suffers from global climate change, and the pressure of species in pest and disease conditions (Maglianesi, 2016). Vegetable production systems in Costa Rica are very intensive and not very diverse, highly demanding of labor and agrochemicals. The report on pesticide residues in fresh vegetables presented since 2018 by the State Phytosanitary Service, showed that annually at least 20% of the samples of national production presented pesticide residues above the maximum allowed limit (SFE 2023). The sweet chili pepper was reported in these reports as one of the horticultural products with the highest pesticide residue with the highest residuality, being the insecticide fipronil with the highest number of non-conformities to the maximum residue limits (SFE, 2023).

On the farm of the Cantonal Agricultural Center of Alvarado, in Cervantes Cartago, the production of sweet peppers was evaluated, comparing integrated management and conventional management, in two production systems: open field and protected environment. The quantity of agro-inputs used, crop loss and yield in kilograms of fresh weight were measured. Analyses were also carried out to determine pesticide residues in crops (CAC Alvarado, 2022)

According to the application logs, in general, more agroinputs were used in the integrated management treatments, however the use of pesticides was lower in these. Production systems in protected environments obtained more yield and fewer losses with significant differences ( $p < 0.05$ ) when compared to the open field. The insecticide fipronil was not present in the residues of the pesticide analyses. The insecticide methamidophos was present due to the degradation of acephate, six weeks after its application. By respecting Good Agricultural Practices and Integrated Pest Management, safe and quality crops are obtained (SFE, 2022).

Keywords: Pesticide residues, Integrated Pest Management, Conventional Management, Protected Environment, Open Field, Yields.

### 3. Introducción

Los consumidores cada día están más preocupados por obtener alimentos saludables, producidos respetando el medio ambiente y el bienestar de los trabajadores agrícolas (FAO, 2012).

En el cantón de Alvarado, provincia de Cartago, Costa Rica, encontramos una alta diversificación agrícola, ya que tradicionalmente los pobladores se han dedicado a los cultivos de papa, cebolla, remolacha, zanahoria, coliflor, chiles, chayotes, tomates, vainicas, entre otros. Destaca también, la presencia de un buen número de lecherías en el cantón. Los distritos de Pacayas y Capellades muestran una clara inclinación pecuaria, en tanto que el distrito de Cervantes es mayormente agrícola, aunque también cuenta con una explotación pecuaria importante (INDER, 2016).

El Centro Agrícola Cantonal de Alvarado, es una organización ubicada en el distrito de Cervantes, hace comercialización de los productos agrícolas recibidos en la planta de acopio, tanto a granel como a través de la línea de mínimamente procesados, y destinados a los comedores de los clientes institucionales del Estado. Está compuesta por más de 500 agricultores, pertenecientes al cantón, muchos de los cuales cuentan con parcelas que en su momento fueron otorgadas por el Instituto de Desarrollo Agrario, en la actualidad Instituto de Desarrollo Rural (CAC Alvarado, 2022).

Como parte de las normativas para comercializar sus productos, se destaca el compromiso con el cumplimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas. Con el fin general que los agricultores y sus familias obtendrán alimentos sanos, de calidad, para asegurar su nutrición y alimentación. Además, que generan un valor agregado en sus productos de comercialización para acceder de mejor forma a los mercados. (FAO, 2012).

La producción de hortalizas tradicionalmente en Costa Rica, se ha llevado a cabo a campo abierto, esto se ha dado, debido entre otras razones, a las ventajas de un clima que permite sembrar a lo largo de todo el año, suelos fértiles con aptitud

agrícola y una cultura hortícola desarrollada a nivel local. Sin embargo, el cambio climático global, la presión de las especies tipo plaga y el crecimiento urbanístico, han afectado también la actividad hortícola a campo abierto en las zonas tradicionales (López y Quirós, 2016).

En cultivos de cosechas constantes en el tiempo, los cuales tienen una etapa fenológica en floración y cosecha, como el caso de los chiles dulces, el manejo de las plagas se vuelve complicado, con uso extensivo de moléculas plaguicidas que han sido utilizadas por muchos años atrás y que son altamente residuales. La producción de hortalizas a campo abierto representa además una labor dependiente de las condiciones ambientales, el clima en el cantón de Alvarado, lugar de investigación, se caracteriza por ser fresco durante el año. La temperatura promedio es 16.7 ° C; la máxima se registra en los meses de junio y setiembre con 17.3 ° C y la mínima en el mes de enero con 15.9 ° C. El promedio mensual de precipitación es de 227,76 mm, siendo marzo el mes más seco con 66.2 mm y octubre el más lluvioso con 275.1 mm, la temperatura media anual es de 18.1°. La precipitación media aproximada es de 2581 mm, y hay precipitaciones durante todo el año (estación meteorológica de Pacayas, IMN) (INDER, 2016).

Este proyecto de investigación agrícola, tuvo como objetivo la evaluación del uso de agroinsumos, el rendimiento y la residualidad por plaguicidas en el desarrollo de la producción de chile dulce dentro y fuera de ambientes protegidos, y la comparación del manejo integrado y el convencional de problemas fitosanitarios. Usando los recursos disponibles en la zona, como la captación de agua de lluvia y el retorno para la irrigación, también el uso de los abonos orgánicos, la inoculación de microbiología benéfica, aplicación de extractos repelentes, monitoreos semanales para las especies plaga. Estas tecnologías de manejo buscando incentivar una agricultura más eficiente, con cosechas más sanas y de mejores rendimientos. El desarrollo y transferencia de tecnología local por parte del Centro Agrícola Cantonal Alvarado, se vuelve un factor muy importante para mejorar los sistemas de producción de los agricultores locales asociados (CAC Alvarado, 2022).

### **3.1. El problema de la investigación**

Las tendencias en el comportamiento de oferta/demanda, en estudios realizados por el PIMA, para determinar las tendencias de consumo de frutas, hortalizas y pescado en las familias costarricenses, se encontró que no existe estacionalidad en el consumo de chile dulce, y desde el 2003 y 2004 el consumo de chile dulce representó el 3.9 y 4.1 % respectivamente entre las hortalizas más consumidas. Los modelos de producción de alimentos a nivel mundial utilizan aplicaciones de plaguicidas en los cultivos, con el fin de aumentar los rendimientos y en el cultivo de chile dulce no es la excepción ya que el control de plagas durante el ciclo de producción es constante (INDER, 2016).

Las moléculas aplicadas que se hacen menos eficientes en el tiempo, por la presión ambiental de ciclos de cultivos realizados uno tras otro, hecho que observamos frecuentemente en la actualidad, y que se debe de forma general, a que los tratamientos químicos actúan como procesos de selección de los individuos con mayor resistencia a los tratamientos. En una población normal, sin tratamientos con insecticidas, los genes de resistencia al producto químico están presentes en baja frecuencia. Pero el uso prolongado de insecticidas provoca la selección de insectos resistentes, es decir, de insectos con la capacidad de tolerar dosis de plaguicida que sería mortal para la mayoría de individuos de la misma especie. La resistencia que desarrollan las plagas al químico insecticida puede ser de dos tipos. La resistencia es cruzada, cuando se desarrolla una resistencia a distintos insecticidas relacionados toxicológicamente, que tienen una misma acción, como organoclorados y piretroides. Tal es el caso en el que la plaga llega a desarrollar resistencia a la deltametrina y a la cipermetrina, aunque este último no haya sido aplicado. Por otro lado, la resistencia se denomina múltiple, cuando hay una resistencia a insecticidas con distintos modos de acción, como es el caso del clorpirifós y el spinosad. La evolución de resistencias a los insecticidas está bien documentada. En 1946 había 11 especies de artrópodos con resistencia a plaguicidas. En 1970 fueron 224. Y en 1984, 447 especies de artrópodos eran resistentes a plaguicidas. La resistencia más frecuente se da en el orden de los

dípteros, seguido de lepidópteros y coleópteros. Las especies resistentes a pesticidas incluyen la mayoría de las principales plagas (Futurecrop, 2019).

Estas sustancias, al emplearse en diferentes etapas de un cultivo, van a permanecer como residuos en concentraciones variables dependiendo de factores asociados a la naturaleza química del plaguicida. Como consecuencia los consumidores se pueden ver expuestos a sustancias químicas peligrosas residuales. Esta investigación investiga los residuos en el cultivo de chile dulce bajo dos sistemas de producción y en dos ambientes distintos. Un residuo hace referencia a cualquier sustancia específica presente en los productos agrícolas, así como en el ambiente (suelo, aire y agua), como consecuencia del uso de un plaguicida. El término incluye los derivados de un plaguicida, así como productos de conversión, metabolitos, productos de descomposición, productos de reacción e impurezas consideradas de importancia toxicológica o ecotoxicológica. El Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos (CCCF) ha establecido los Límites Máximos de Residualidad (LMR) para más de 290 plaguicidas empleados en el sector agropecuario (FAO, 2018).

### **3.2. Importancia de atender el problema de investigación**

Radica en la cantidad de plaguicidas detectados fuera de los límites máximos de residuos permitidos por la legislación nacional en los vegetales de consumo fresco y que son tendencia en la dieta del costarricense, de vital importancia para la salud de los consumidores.

En el siguiente cuadro se exponen los resultados del total de muestreos realizados por año desde el 2018 al 2022 (Cuadro 1), los porcentajes de muestras sin residuos y con residuos no cuantificables (menores a 0,01 mg/kg), además de los porcentajes de cumplimientos e incumplimientos a los LMR (SFE, 2023).

Cuadro 1. Resumen de resultados de muestras de producción nacional, periodo 2018-2022.

<b>Año</b>	<b>Muestras realizadas</b>	<b>Muestras sin residuos cuantificables (%)</b>	<b>Muestras con trazas menores a 0.01 mg/kg (%)</b>	<b>Cumplimientos (%)</b>	<b>No cumplimientos (%)</b>
<b>2018</b>	1705	37.7	No se reportó	76.1	23.9
<b>2019</b>	1704	35.8	No se reportó	80.5	19.5
<b>2020</b>	1198	30.3	11.2	80.0	20.0
<b>2021</b>	1420	32.8	No se reportó	76.6	23.4
<b>2022</b>	1474	39.1	No se reportó	75.1	24.9

Chile dulce, culantro y apio son los productos frescos que más repiten con no cumplimientos por residuos en los informes del servicio fitosanitario del estado, específicamente el chile dulce se presenta una problemática en la producción por la presencia del insecto plaga conocido como *Anthomomus eugenii* (picudo), afectando drásticamente la producción, pues ataca desde el momento de la floración y durante la cosecha. Y porque el insecticida más usado para el control de este insecto es el fipronil, recurrente en los resultados de residuos por encima del límite máximo permitido en el producto fresco del chile dulce que, en los informes presentados por el Servicio Fitosanitario del Estado, del total analizado cada año, generalmente más del 66% de las muestras no cumplió con la reglamentación de algún LMR (SFE, 2023).

Cuadro 2. Comparativa entre los resultados obtenidos en los años 2020-2022 de los casos nacionales de residuos de plaguicidas con mayor número de incumplimientos a los LMR, SFE 2023

Orden del residuo de plaguicida	Año 2020	Año 2021	Año 2022
1	Fipronil	Fipronil	Fipronil
2	Metamidofós	Ometoato	Clorpirifós
3	Ometoato	Cipermetrina	Metamidofós
4	Clorpirifós	Clorpirifós	Clorotalonil
5	Carbendazina	Carbendazina	Cipermetrina

En el cuadro 2 se observan los residuos con mayor problemática de detecciones fuera de la norma, según el informe presentado en 2023 por el SFE, donde el insecticida fipronil, detectado ampliamente en el chile dulce que tiene un LMR de 0,005 mg/kg, adoptado en Costa Rica de la Unión Europea y que sustenta el registro de dicho plaguicida en el territorio nacional. Situación representa un reto importante para el sector agroalimentario de manera que se intensifique capacitaciones en BPA, así como el manejo integrado de plagas donde además de aplicación de sustancias químicas, se realicen prácticas de manejo cultural y se utilicen controladores biológicos que permitan mantener las poblaciones bajas y sin causar daño económico al rendimiento de chile dulce por el insecto *Anthonomus eugeni* (picudo del chile), que continúa siendo la principal plaga que afecta al cultivo.

El insecticida metamidofos, el cual puede originarse por el uso del acefato degradándose este en metamidofos o por el uso directo del metamidofos como tal. En el caso de las detecciones del insecticida ometoato, podría explicarse como resultado del uso previo del insecticida dimetoato, ya que este se degrada en ometoato; siendo que el ometoato se encuentra prohibido en el país según Decreto Ejecutivo N° 31997 MAG-S-TSS en el año 2005. Por otro lado, las detecciones de clorpirifós siguen manteniéndose entre las de mayor incumplimiento a los LMR, esto

puede estar relacionado a los cambios en la disminución de los LMR. Y las detecciones del fungicida carbendazina pueden ser ocasionadas por el uso previo de metil tiofanato o benomil ya que estos fungicidas se degradan a carbendazina, o bien, por el uso directo de carbendazina como tal (SFE, 2022).

### **3.3. Objetivo general**

Evaluar el uso de agroinsumos, la pérdida de cosecha, el rendimiento y la residualidad por plaguicidas en dos sistemas productivos, campo abierto y ambiente protegido, comparando el manejo integrado y el manejo convencional para los problemas fitosanitarios, esto enfocado en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*).

### **3.4. Objetivos específicos**

1. Cuantificar el uso de agro insumos utilizados en ambos sistemas de producción según el manejo agronómico y registrado en una bitácora de aplicaciones, basadas en el monitoreo de los tratamientos.
2. Calcular el peso en kilogramos de la fruta dañada por las plagas y enfermedades en los tratamientos, recolectándola semanalmente.
3. Medir el rendimiento de la cosecha, tomando semanalmente el peso fresco en kilogramos y clasificando el calibre de la fruta cosechada según lo realiza el mercado nacional de Costa Rica: en primera calidad, segunda calidad, tercera calidad, y rechazo.
4. Analizar los residuos de plaguicidas en los chiles dulces cosechados para cada tratamiento, y el cumplimiento de los límites máximos de residuos.

### **3.5. Hipótesis**

1. La incidencia de especies tipo plaga será menor en las plantas dentro de ambiente protegido por esto la cantidad de aplicaciones de insecticidas será menor en estos ambientes y la cantidad de agroinsumos utilizados será mayor en el sistema de campo abierto.

2. La mayor cantidad de frutas afectadas por las plagas se dará al sistema de campo abierto por lo que la mayor cantidad de frutas dañada se dará en este sistema de producción.
3. El rendimiento del sistema de producción en ambiente protegido será mayor que a campo abierto.
4. Se realizarán más aplicaciones de plaguicidas en el sistema de campo abierto y es posible con esto detectar mayor cantidad de residuos en este sistema.

#### **4. Marco Teórico**

En el sector agrícola es muy común escuchar el término plaguicida, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), en su Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas, se define como plaguicida a toda sustancia o combinación de sustancias de naturaleza química o biológica cuyo objetivo es repeler, destruir o controlar cualquier plaga. El término también incluye sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o agentes para evitar la caída prematura de la fruta. De igual manera, entran en esta definición las sustancias empleadas antes o después de la cosecha para proteger los productos durante el almacenamiento y transporte. Según su origen los plaguicidas pueden ser químicos (naturales o sintéticos) o biológicos (OMS, 2018).

Estos juegan un papel en la agricultura para el control de las especies tipo plaga que amenazan los cultivos. En este sentido, se ha de entender plaga como todo ser vivo dañino para las plantas y productos, materiales o entornos vegetales (FAO, 2018). En muchos casos, los niveles de productividad y rentabilidad de un cultivo se pueden alcanzar mediante la aplicación de plaguicidas. Sin embargo, son varios los efectos negativos que pueden implicar para los consumidores de los productos agrícolas y para el medio ambiente. Algunos pueden ser tóxicos para las personas y causar efectos tanto agudos como crónicos sobre la salud humana, esto dependerá de la cantidad a la que se puede estar expuesto y su frecuencia de uso.

Es importante mantener un control riguroso en las aplicaciones de plaguicidas, verificar sus fichas técnicas y estar seguros de los períodos de carencia de los ingredientes activos utilizados (OMS, 2018). El ingrediente activo (i.a.), nombre genérico de la parte biológicamente activa, que ejerce una acción específica sobre el organismo blanco del plaguicida, con el cual se importa al país (IRET, 2021).

El período de carencia hace referencia al tiempo mínimo expresado generalmente en días, que debe transcurrir entre la última aplicación de un plaguicida y la cosecha. La utilización de plaguicidas que caracteriza a la agricultura, ha planteado nuevos riesgos para el ambiente y la salud humana. El carácter tóxico de los productos químicos de acción plaguicida que pueden quedar de manera residual, ha llevado a que se propongan estudios a corto, mediano y largo plazo para determinar la persistencia de un principio activo o de los productos de su degradación en el ambiente o en un alimento. La determinación del período de carencia implica trabajos experimentales a nivel de campo y en condiciones similares a las existentes en áreas de producción agrícola, de manera que los resultados sean confiables y representativos a la realidad donde los plaguicidas se ven afectados por factores físicos, químicos o biológicos que disminuye su concentración en el tiempo posterior a su aplicación. El parámetro utilizado como referencia para definir el período de carencia son los límites máximos de residualidad definidos desde el Codex y que idealmente se deben ajustar a las características de cada país (Hernández et al, 2003).

Los LMR son la concentración máxima de residuos de plaguicidas expresada en miligramo kilogramo (mg/kg), cuyo uso se permite legalmente, en la superficie o la parte interna de los productos de alimentación para consumo humano. Tienen por objetivo lograr que los alimentos derivados de productos básicos sean toxicológicamente aceptables (SFE, 2022).

Desde un modelo de economía circular buscando la rentabilidad del proyecto y la sustentabilidad ambiental (Lett, 2014). Basados en los principios de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Prácticas que son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte

de alimentos. Estas están orientadas a cuidar la salud humana, proteger al medio ambiente, mejorar las condiciones de los trabajadores y sus familias. Prácticas aplicadas en las unidades de producción desde la planeación del cultivo hasta la cosecha y post-cosecha. Es decir, incluyendo las fases de preproducción, producción, cosecha, transporte, acopio, clasificación, lavado, empaque, almacenamiento y entrega en el centro de distribución. Las BPA en el campo de producción se enfocan en la realización de un manejo integrado de plagas (MIP), teniendo como primera opción controles de tipo cultural y biológico antes que el manejo con químicos, buscando evitar o reducir los daños ambientales, procurar la adecuada productividad de las actividades y obtener productos alimentos inocuos para las personas que los consumen (FAO, 2012).

Productos entomopatógenos son alternativas a los insecticidas de origen químico, ya que no presentan residuos en las cosechas que causen afectaciones a la salud humana, el término entomopatógeno se refiere al microorganismo que es capaz de causarle una enfermedad letal al insecto o arácnido, que afecta los intereses económicos de los humanos, conduciéndolo a su muerte después de un corto período, se trata de enfermedades de los insectos causadas por bacterias, hongos y virus entre otros (Bioprotección, 2023).

El MIP en un sistema agrícola, busca cumplir con los pilares de la sostenibilidad. Es una estrategia que abarca toda la actividad de la finca y promueve una producción agrícola lucrativa, pero, a la vez, respetando el medio ambiente. Dicha estrategia se adapta a las condiciones de manejo local, tipo de suelo, condiciones climáticas y económicas. Salvaguarda a largo plazo las ventajas naturales de la finca. El MIP no es una forma de producción agrícola rígidamente definida, sino un sistema dinámico que se adapta a las circunstancias y utiliza de forma sensata las últimas investigaciones, tecnologías, recomendaciones y experiencias. Por eso está combina diferentes estrategias y prácticas de manejo para obtener cultivos sanos minimizando el uso de plaguicidas. El MIP hace hincapié en el crecimiento de un cultivo sano con la menor perturbación posible de los agroecosistemas, fomenta los mecanismos naturales de control de plagas y se reducen al mínimo los riesgos para la salud humana y ambiental (SFE, 2021).

El sistema de siembra en ambiente protegido, puede efectuarse con estructuras de bajo costo y poco sofisticadas, o en estructuras más complejas y con ambiente controlado. Este sistema permite la siembra en cualquier época del año, siempre que se cuente con agua para el riego agrícola y el producto que se genera en estos ambientes protegidos es de mejor calidad que el obtenido al campo abierto. Los cultivos en ambientes protegidos tienen un desarrollo más uniforme, se mejora la calidad de las plantas, hay mejor drenaje, los tallos de las plantas son más gruesos y fuertes, las hojas son más frondosas y de mayor tamaño y son menos propensas al ataque de enfermedades y plagas, se ahorra en el cuidado de las plantas y se alarga el ciclo del cultivo con respecto al campo abierto, la presencia de arvenses dentro del ambiente protegido es manejable con diferentes técnicas similar al campo abierto, sistema en el que también se usan bandas plásticas como techo, común en siembras durante la época lluviosa, pero que también se cultiva sin techos al aire libre, esto principalmente en épocas de verano (López, 2016).

## **5. Marco Metodológico**

### **5.1. Enfoque y tipo de investigación**

La investigación de este proyecto es de enfoque cuantitativo, experimental descriptivo, y comparó sistemas productivos tradicionales con el fin de identificar los más eficientes y saludables, en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*), con el manejo integrado y convencional de dos híbridos de chile dulce tipo cónico (SV4215PH y Nathalie), así se evaluó estos ocho tratamientos:

- 1) Manejo integrado en ambiente protegido, híbrido SV4215PH.
- 2) Manejo integrado en ambiente protegido, híbrido Nathalie.
- 3) Manejo convencional en ambiente protegido, híbrido SV4215PH.
- 4) Manejo convencional en ambiente protegido, híbrido Nathalie.
- 5) Manejo integrado en campo abierto, híbrido SV4215PH.
- 6) Manejo integrado en campo abierto, híbrido Nathalie.
- 7) Manejo convencional en campo abierto, híbrido SV4215PH.
- 8) Manejo convencional en campo abierto, híbrido Nathalie.

El diseño experimental de este trabajo fue bloques completos al azar. Cada tratamiento conformado por 4 repeticiones. Cada repetición con 20 plantas cultivadas cada 30 cm y a 1.5 metros entre hileras, un total de 80 plantas evaluadas por tratamiento, se evitó el efecto borde. Se analizó la estadística mediante un modelo lineal general. Y comparando los tratamientos mediante el método LSD Fisher a una confianza del 95%.

Se envió una muestra de suelo del sitio en estudio, para realizar un análisis del contenido nutricional (anexo 1), en el laboratorio del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. La nutrición de las plantas en ambos sistemas, se realizó aportando fertilizantes de tipo orgánico y químico. También se hizo un análisis de una muestra de suelo para determinar la presencia de nematodos relacionados al cultivo (anexo 2), esto en el laboratorio de nematología de la escuela de Agroalimentarias en la Universidad de Costa Rica.

Se aplicaron al momento de la preparación del suelo, compost a razón de 350 gramos por metro lineal, microorganismos benéficos y descomponedores de materia orgánica como: *Trichoderma asperellum*, *Lactobacillus lactis*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Streptomyces griseoviridis*.

Se utilizó un sistema de riego con cintas de goteo por hilera, con descarga de 2 litros/hora, haciendo recircular el agua de lluvia, con las canoas de los bordes de las estructuras llenando el reservorio, y mediante el bombeo se fertirrigó utilizando un inyector tipo Venturi los mismos contenidos de nutrientes para cada tratamiento (anexo 3).

En el cuadro 3, se plantean las etapas fenológicas del cultivo y las alternativas de productos comerciales y locales que pueden trabajar sobre los principales problemas fitosanitarios, como una guía de alternativas de uso según la etapa fenológica y el tiempo de carencia reportado por el fabricante del insumo con el que puede aplicarse antes de la cosecha.

Cuadro 3. Plan de alternativas general en insumos dentro de un MIP para el cultivo de chile dulce

<b>Etapa fenológica</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Finalidad de control</b>	<b>Días de aplicación antes de cosecha, período de carencia</b>
Trasplante	<i>Paecilomyces</i> sp. <i>Purpureocillium lilacinum</i>	Nematodos	0
Trasplante	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. pumilus</i> y <i>Pseudomonas fluorescens</i> .	Hongos y Bacterias	0
Trasplante	<i>Trichoderma asperellum</i> , <i>Streptomyces griseoviridis</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> y <i>Saccaromyces cerevisiae</i>	Hongos y Bacterias	0
Trasplante	Oxamil	Nematodos	7
Trasplante	Indoxacarb	Gusano cortador	10
Trasplante	Metaldehído	Caracoles y babosas	20
Trasplante	Propamocarb	Mal de talluelo	7
Trasplante	Abamectina	Ácaros y <i>Liriomiza</i> sp.	3
Desarrollo vegetativo	<i>Trichoderma asperellum</i> , <i>Streptomyces griseoviridis</i> ,	Hongos y bacterias	0

	<i>Lactobacillus lactis</i> y <i>Saccaromyces cerevisiae</i>		
Desarrollo vegetativo	Caldo bórdeles	Hongos y bacterias	0
Desarrollo vegetativo	Estreptomycin	Bacterias	7
Desarrollo vegetativo	Clorotalonil	Hongos	0
Desarrollo vegetativo	Estrobilurina	Hongos	7
Desarrollo y floración	Spinetoran	Trips	1
Desarrollo y floración	Imidacloprid y deltametrina	Trips y Palomilla	7
Desarrollo y floración	Tiametoxam	Palomilla blanca	7
Desarrollo y floración	Fipronil	Picudo	14
Desarrollo y floración	Diflubenzuron	Mosca de la fruta y picudo	7
Desarrollo y floración	Acefato	Mosca de la fruta	14
Floración y cosecha	<i>Steinernema carpocapsae</i>	Picudo	0
Floración y cosecha	<i>Steinernema feltiae</i>	Trips	0
Floración y cosecha	Extractos de neem, canela, mostaza y ajo	Palomilla, ácaros, áfidos, picudo.	0

Floración y cosecha	Peróxido de hidrógeno	Hongos y bacterias	0
Floración y cosecha	EM.	Mosca de la fruta	0
Floración y cosecha	Tierras diatomeas	Mosca de la fruta y ácaros	0
Floración y cosecha	<i>Beauveria basiiana</i>	Picudo	0
Floración y cosecha	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Picudo y Mosca del fruto	0
Floración y cosecha	Thiacloprid y betacifluthrin	Picudo y Mosca del fruto	7
Floración y cosecha	Azufre	Ácaros	0
Floración y Cosecha	Sales pótasicas	Palomilla Blanca	
Floración y cosecha	<i>Trichoderma asperellum</i> , <i>Streptomyces griseoviridis</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> y <i>Saccaromyces cerevisiae</i>	Hongos y bacterias	0
Floración y cosecha	Extracto de semillas de cítricos	Hongos y bacterias	0
Floración y cosecha	Sulfoxaflor	Áfidos y Palomilla Blanca	1

## 5.2. Marco Espacial y Temporal

Este proyecto se llevó a cabo en Cervantes de Alvarado, donde el Centro Agrícola Cantonal Alvarado, dispone de la finca La Puente, a una altura de 1495 m.s.n.m, con coordenadas de 9°52'53N y 83°49'12"W. Iniciada la construcción de los sistemas de producción a partir del 17 de noviembre 2021, el trasplante de las plantas tratadas en marzo del 2022 y terminado la toma de datos en noviembre 2022.

## 5.3. Sistematización de los objetivos

1) La medición de la cantidad de agro insumos utilizados. Se hizo mediante una bitácora de respaldo con la fecha, cantidad y finalidad de uso por tratamiento.

Decidiendo las aplicaciones de agroquímicos para el control de las especies tipo plaga, mediante el monitoreo con trampas específicas (Torres y Rodríguez, 2012). Así se comparó la presencia del picudo (*Anthonomus eugeni*), la mosca (*Neosilba* sp.), trips (*Frankliniella* sp. y *Thrips tabaci*), y la mosca blanca (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*) en los distintos tratamientos.

Específicamente, se realizó el monitoreo del picudo colocando para cada tratamiento, trampas color amarilla pegajosas, en dimensiones de 15 cm x 31 cm, junto a la feromona de agregación atrayente al insecto adulto del picudo (Torres y Rodríguez, 2012).

Para el monitoreo de la mosca blanca, se utilizó una trampa pegajosa de color amarillo. Mientras que para las moscas y los thrips la trampa fue de color azul. Las dimensiones de las trampas es de 5 cm x 5 cm (anexo 4).

Los conteos en las trampas, se realizó semanalmente. La trampa se cambió cada 5 semanas según su vida útil, o en caso de que se llenen de insectos y no tuviera más espacio. Con base en los resultados semanales, se programaron las aplicaciones de agroinsumos para la semana en curso en cada tratamiento.

2) Para las pérdidas de cosecha, se recolecto los frutos dañados semanalmente, con síntoma de clorosis en el pedúnculo y abortados por la planta

debido al daño causado por las plagas. Se contabilizó el número y peso en kilogramos por tratamiento.

3) El rendimiento de la cosecha para cada tratamiento, se registró contabilizando los chiles y midiendo los kilos del peso fresco, clasificando en las categorías establecidas para el mercado nacional de Costa Rica según el calibre de su tamaño de cada chile dulce en: primera, segunda, tercera y rechazo. Esta medición se realizó a partir del inicio de la cosecha de forma semanal.

4) La evaluación de los residuos de plaguicidas en las cosechas, se hizo mediante análisis del Laboratorio de Residuos de Agroquímicos del Servicio Fitosanitario del Estado.

Se colectó y envió una muestra semanal con el funcionario del Servicio Fitosanitario del Estado, Ingeniero Agrónomo Pedro Sánchez, compuesta por 1 kilo de fruta fresca al azar, del total cosechado en cada ambiente, para el Análisis de Residuos de Agroquímicos en el laboratorio del Servicio Fitosanitario del Estado (anexo 5), con el fin de determinar residuos de plaguicidas en las cosechas.

## **6. Resultados y Discusión**

- **Uso de agro insumos**

Los agroinsumos se cuantificaron y clasificaron según su uso en los tratamientos (figuras 1 y 2). Y estos agroinsumos fueron aplicados según el seguimiento y los conteos en las trampas de monitoreo de las plagas y enfermedades en el chile dulce, realizados semanalmente en cada tratamiento. Si bien, para este análisis se trataron los datos de forma descriptiva al ser una bitácora de registro de insumos, se produjeron observaciones importantes. Se usó una cantidad de 0.5 gramos y hasta 2 mililitros más por planta para los tratamientos con manejo integrado, al compararlos en el mismo ambiente contra el manejo convencional.

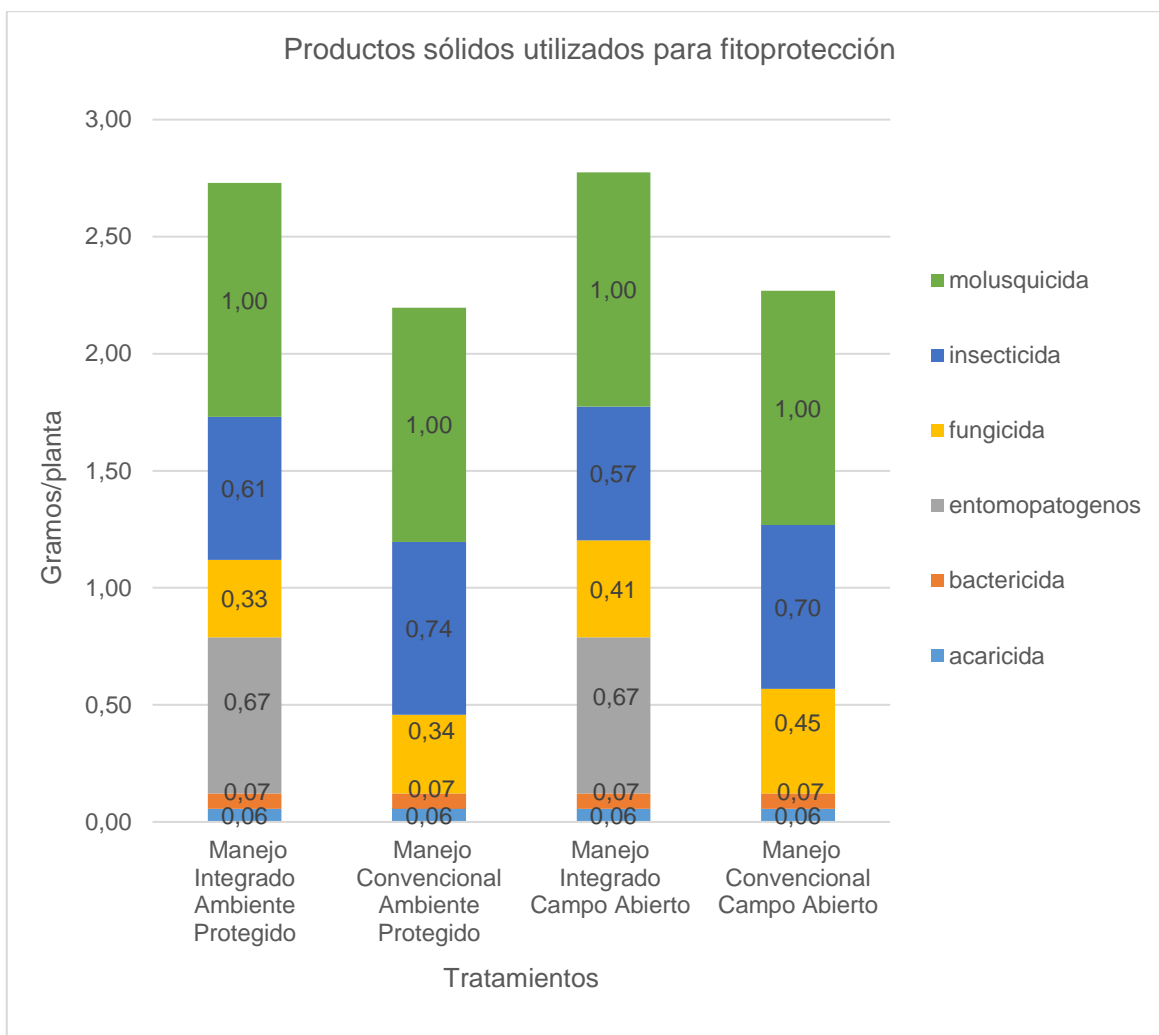


Figura 1. Productos formulados de forma sólida y clasificados según su uso en los tratamientos.

Obtener menor cantidad de uso de agroinsumos en los manejos convencionales, se justifica por realizar con más constancia aplicaciones de productos entomopatógenos en los tratamientos de manejo integrado que además se usan en dosis mayores por hectárea al plaguicida de origen sintético, por ejemplo *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para control del picudo se utilizan en dosis de producto comercial en 1-2 kg/ha o 2-4 l/ha, mientras el fipronil insecticida sintético se usa en dosis de 150 ml/ha (Gómez, 2022).

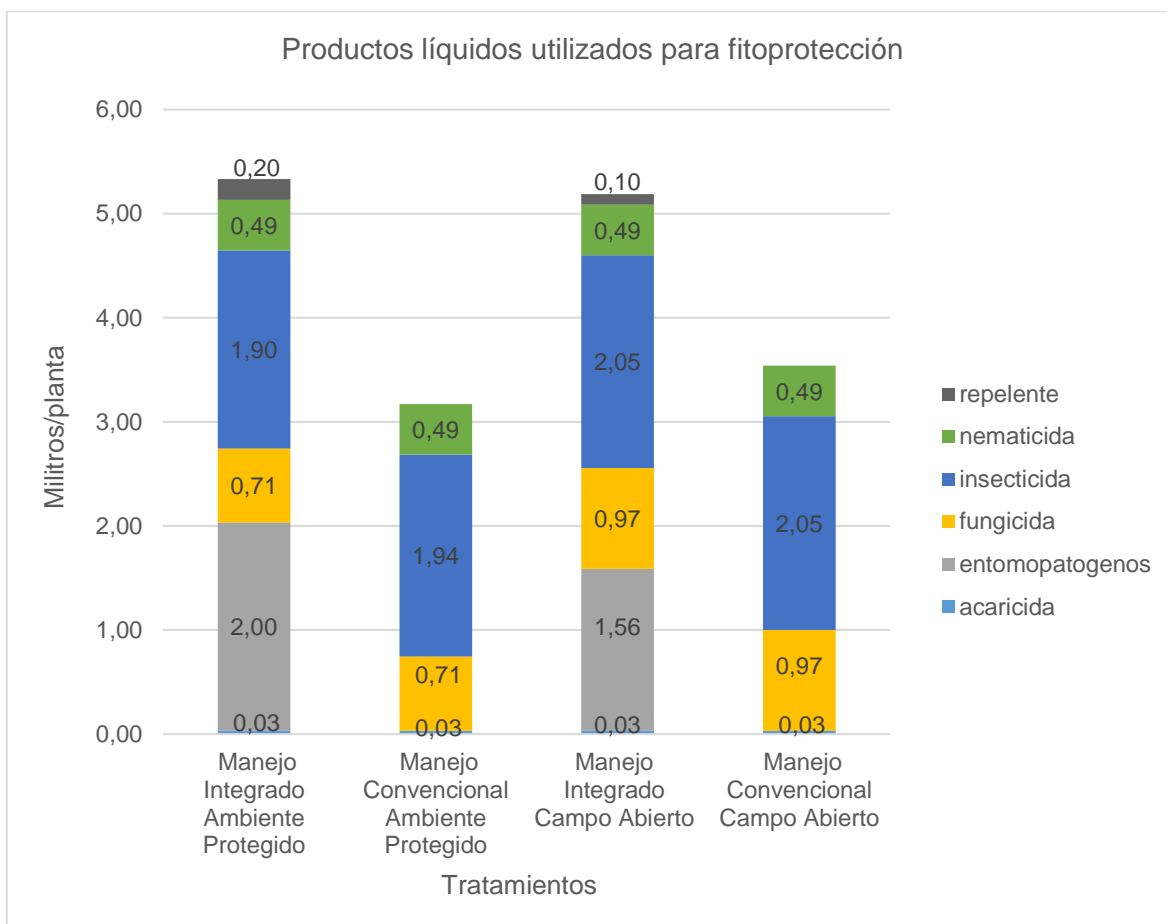


Figura 2. Productos formulados de forma líquida y clasificados según su uso en los tratamientos.

Es importante notar en ambas figuras 1 y 2, que en los tratamientos integrados se usa menor cantidad de insecticidas de origen sintético en comparación a los manejos convencionales, esto se debe según Torrez y Rodriguez 2012, a que las aplicaciones de productos entomopatógenos complementan en el manejo integrado en disminuir la población de las plagas. En este ensayo los ingredientes activos de insecticidas como el acefato, diflubenzuron, fipronil y tiamethoxam, disminuyen su uso con el manejo integrado de plagas sin importar el ambiente.

En general, el uso de plaguicidas fue mayor en los tratamientos de campo abierto, así como la población de las plagas monitoreadas en las trampas de

picudos y moscas en el tiempo. El cultivo protegido de hortalizas en el trópico nos permite disminuir las aplicaciones de plaguicidas como los insecticidas y fungicidas, también puede potenciarse el uso del control biológico al tener un ambiente más controlado, en Costa Rica existen experiencias positivas de producción de hortalizas en invernaderos tropicalizados o ambientes protegidos que son usados principalmente en las zonas altas del país en la agricultura de hortalizas y flores; muchos de ellos han manifestado por medio de entrevistas que la tecnología requiere mucha investigación local, y que ofrece un gran potencial como alternativa en busca de la sostenibilidad de producción de hortalizas ante el aumento constante del uso de agroquímicos y el cambio climático a nivel global (Ramírez y Nienhuis, 2012).

- **Las pérdidas de cosecha**

Al evaluar las pérdidas de la cosecha dañada por problemas fitosanitarios mediante la variable peso (figura 3), se obtuvo más peso perdido en las recolecciones semanales de los ambientes de campo abierto.

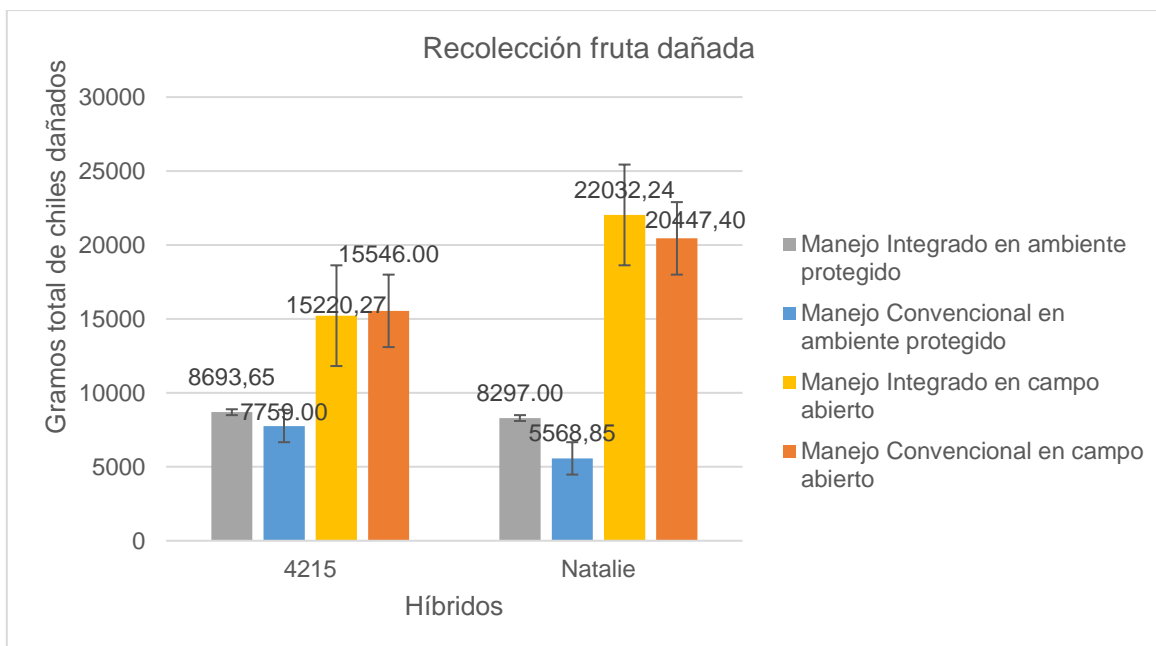


Figura 3. Sumatoria del peso recolectado de la cosecha dañada por problemas fitosanitarios presentes.

En los ambientes protegidos la barrera física que da la maya como un control de tipo mecánico, con capacidad de evitar el ingreso de insectos con tamaños similares a los de los áfidos, se promueve una mayor presencia de insectos plagas en los ambientes de campo abierto donde no existe esta barrera, situación que se validó en los conteos realizados a las trampas para las plagas del cultivo (Torres y Rodríguez, 2012). Y que como se observa en la figura 4 la constancia en la recolección de la fruta dañada se dio en los ambientes de campo abierto, mientras que en los ambientes protegidos fueron más marcados los picos en los que se dio un aumento en las pérdidas de cosecha.

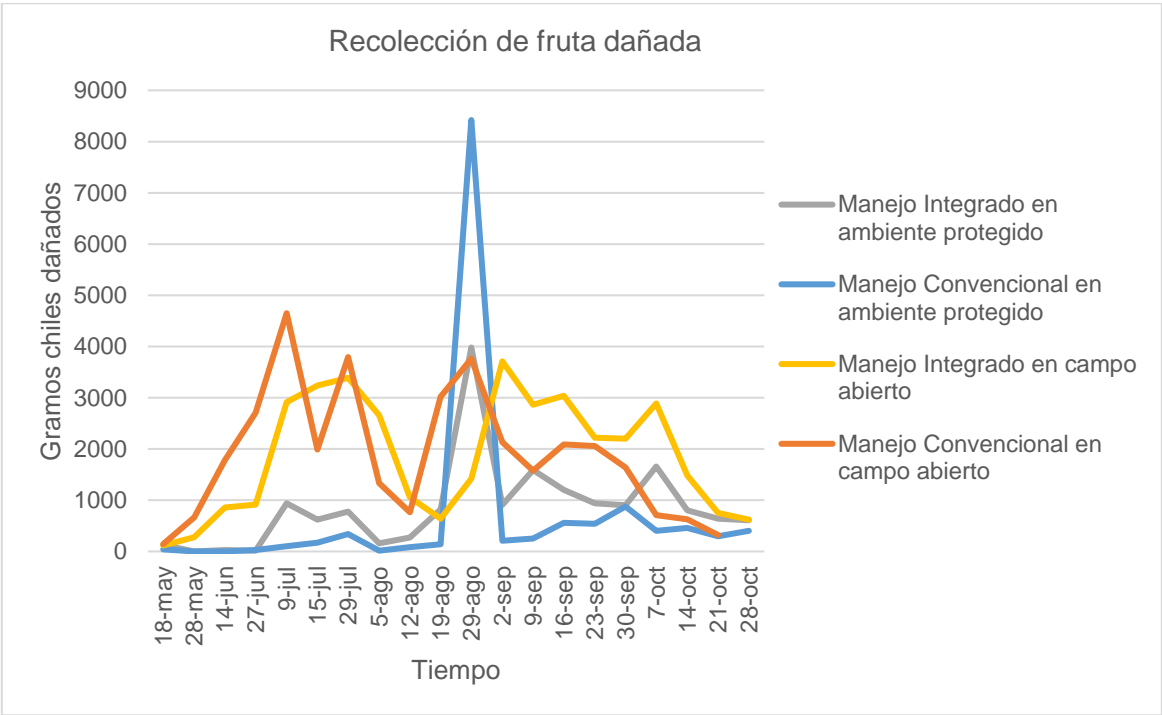


Figura 4. Recolección de la fruta dañada en el tiempo para cada tratamiento evaluado.

Los datos fueron analizados mediante el software Minitab®. A continuación se muestra el análisis de varianza para el peso perdido, con diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para la variable tratamiento y la interacción tratamiento híbrido (cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza del peso perdido

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Tratamiento	3	2926196	975399	25.86	0.00
Tratamiento*Híbrido	3	340982	113661	3.01	0.03
Error	633	23872575	37713		
Falta de ajuste	1	130147	130147	3.46	0.06
Error puro	632	23742428	37567		
Total	639	27139753			

Cuadro 5. Resumen del modelo de peso perdido

<b>S</b>	<b>R-cuad.</b>	<b>R-cuad. (ajustado)</b>	<b>R-cuad. (pred)</b>
194.199	12.04%	11.20%	10.08%

Al comparar con el método LSD de Fisher y agrupar observamos que la diferencia es significativa para el peso perdido, en los tratamientos de ambiente protegido es donde la fruta se daña menos por problemas fitosanitarios (cuadro 6).

Cuadro 6. Comparaciones para el peso perdido por parejas de Fisher: Tratamiento Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media (g/planta)</b>	<b>Agrupación</b>	
Manejo Integrado en Campo Abierto	160	232.83	A	
Manejo Convencional en Campo Abierto	160	224.96	A	
Manejo Integrado en Ambiente Protegido	160	106.19		B
Manejo Convencional en Ambiente Protegido	160	83.30		B

Al observar el cuadro 7 comparando el tratamiento con el híbrido mediante un análisis de LSD de Fisher, se obtienen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), que da por resultado que el híbrido Nathalie contabiliza mayores pérdidas de cosecha en el

tratamiento de campo abierto, seguido por el híbrido SV4215PH también en el campo abierto. Las pérdidas de cosecha en campo abierto en general son mayores que en el ambiente protegido para el cultivo de chile dulce en Costa Rica (Mora et al. 2018).

Cuadro 7. Comparaciones para el peso perdido por parejas de Fisher. Tratamiento\*Híbrido. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Tratamiento*Híbrido	N	Media (g/planta)	Agrupación			
Manejo Integrado en Campo Abierto Nathalie	80	275.40	A			
Manejo Convencional en Campo Abierto Nathalie	80	255.59	A	B		
Manejo Convencional en Campo Abierto SV4215PH	80	194.32		B		
Manejo Integrado en Campo Abierto SV4215PH	80	190.25		B		
Manejo Integrado en Ambiente Protegido SV4215PH	80	108.67			C	
Manejo Convencional en Ambiente Protegido SV4215PH	80	96.99			C	
Manejo Integrado en Ambiente Protegido Natalie	80	103.71			C	D
Manejo Convencional en Ambiente Protegido Nathalie	80	69.61				D

Las pérdidas de la cosecha también se midieron contabilizando la cantidad de frutas dañadas y que fueron recolectadas en ambos híbridos para cada tratamiento. Obteniendo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en pérdida de cosecha para ambos híbridos en los tratamientos del campo abierto al compararlos con el ambiente protegido (figura 5). Aspectos que menciona Ramírez y Nienhuis (2012) en cultivos protegidos de hortalizas en Costa Rica, mediante el uso de esta tecnología, que puede ser una alternativa sostenible de producción, donde se obtengan altos rendimientos con inocuidad en el producto final, lo que permita una

comercialización basada en un producto de alta calidad y de bajo uso de plaguicidas de origen químico.

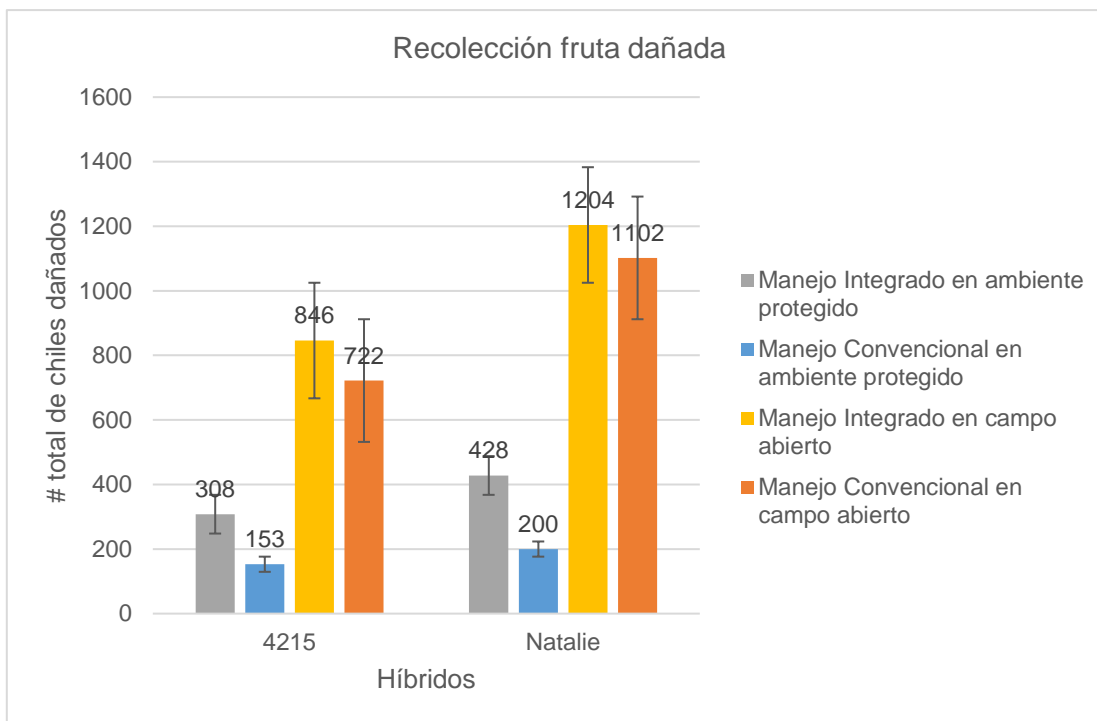


Figura 5. Número de chiles dañados contabilizados por híbrido en cada tratamiento.

Se puede observar en la figura 6 que el número de chiles dañados recolectados durante el tiempo de la cosecha fue mayor en los manejos de campo abierto. Se tuvieron tres picos principales de aumento del daño en el número de chiles, número que llegó hasta 227 chiles dañados en una semana en los tratamientos de campo abierto y que supera por mucho el total de chiles recolectados dañados en el tiempo dentro de los ambientes protegidos donde la pérdida máxima en una semana fue de 96 chiles en cada tratamiento de ambiente protegido. Estos sistemas de protección se han usado ampliamente a nivel mundial con gran éxito, haciendo la investigación para la zonas de interés y adaptando está tecnología según la necesidad y el recurso (Ramírez y Nienhuis, 2012).

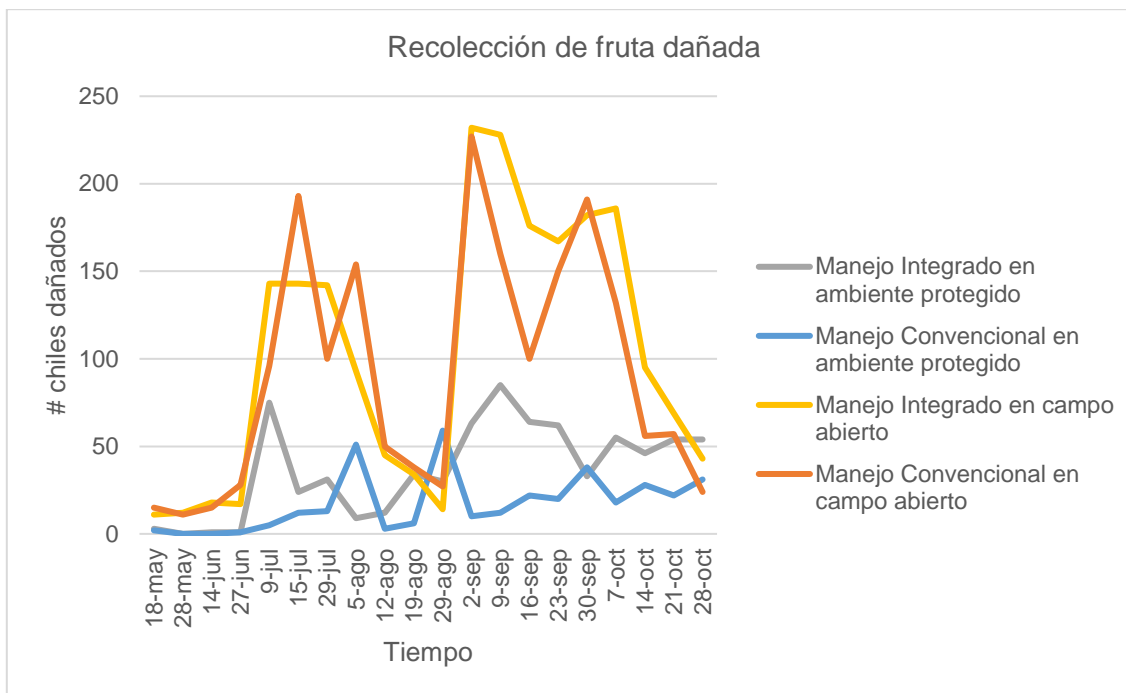


Figura 6. Número de chiles dañados en el tiempo para cada tratamiento.

Los datos fueron analizados mediante el software Minitab®, a continuación se muestra el análisis de varianza para el número de frutas perdidas, con diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para la variable tratamiento, híbrido y la interacción tratamiento híbrido (cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de Varianza cantidad de chiles perdidos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	12737.10	4245.71	66.84	0.000
Híbrido	1	1279.70	1279.73	20.15	0.000
Tratamiento*Híbrido	3	527.6	175.87	2.77	0.041
Error	632	40144.0	63.52		
Total	639	54688.5			

Cuadro 9. Resumen del modelo para la cantidad de chiles perdidos

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
7.96988	26.60%	25.78%	24.72%

Comparando la cantidad de chiles perdidos mediante el método LSD de Fisher podemos observar en el cuadro 10, que las diferencias son significativas ( $p < 0.05$ ) al analizar los chiles perdidos por planta, siendo la variable evaluada dependiente del ambiente. Se obtuvieron pérdidas de hasta 12.81 chiles perdidos en promedio por planta en el campo abierto las pérdidas y hasta 4.6 chiles promedio perdidos en el ambiente protegido (Torres y Rodríguez, 2012).

Cuadro 10. Comparaciones para la cantidad de chiles perdidos por parejas de Fisher: Tratamiento. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media (Chiles/planta)</b>	<b>Agrupación</b>		
Manejo Integrado en Campo Abierto	160	12.81	A		
Manejo Convencional en Campo Abierto	160	11.40	A		
Manejo Integrado en Ambiente Protegido	160	4.60		B	
Manejo Convencional en Ambiente Protegido	160	2.21			C

Los chiles perdidos fueron analizados utilizando el método LSD de Fisher obteniendo 9.17 chiles promedio por planta perdidos para el híbrido Natalie y 6.34 chiles promedio perdidos por planta para el híbrido SV4215PH como se observa en el cuadro siguiente.

Cuadro 11. Comparaciones para la cantidad de chiles perdidos por parejas de Fisher: Híbrido. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

<b>Híbrido</b>	<b>N</b>	<b>Media (Chiles/planta)</b>	<b>Agrupación</b>		
Natalie	320	9.17	A		
SV4215PH	320	6.34		B	

El comportamiento con mayor número de chiles perdidos en el tiempo fue el Natalie (cuadro 11), esto quizás porque la plaga tenga más facilidad de salir de este fruto (G. García, comunicación personal, 15 de marzo 2017) ya que no tiene el ancho de pulpa del híbrido SV4215PH.

- **El rendimiento de la cosecha**

El mercado de mayoreo referencia en Costa Rica, llamado CENADA, tiene por unidad de medida la caja plástica, con un peso vacía de 3,47 kg. y según los comerciantes sustituyó a la java de madera. En un trabajo comunal universitario para determinar las unidades tradicionales de comercialización mayorista y su equivalencia con el sistema métrico decimal se concluyó que la caja plástica contiene 141 unidades en promedio de chiles de primera con un rango de 138 a 144 unidades. La segunda calidad se determinó con 247 unidades en promedio y con un rango de 243 a 251. La tercera se determinó con 348 unidades en promedio y un rango de 346 a 350. Los rangos de peso son 119-171 g para primera calidad, 86-118 g segunda calidad y 51-85 g tercera calidad (Carrillo et al. 2006).

El rendimiento de la cosecha medido con la variable peso mostró los mejores resultados en los tratamientos de ambientes protegidos, de hasta 150 kilogramos (figura 7). Esto es aproximadamente 7 cajas más durante el ciclo de producción en el ambiente protegido con respecto al campo abierto, en 80 plantas evaluadas, justificado en que las condiciones del cultivo son más controladas, hay menor incidencia de plagas y por ende el rendimiento cosechado es mayor, obteniendo plantas con ciclos productivos más largos en este tratamiento. Bajo el sistema tradicional de campo abierto, por factores climáticos principalmente, hay mayor incidencia de plagas y enfermedades, a su vez un aumento en el uso de diferentes agroinsumos para el mantenimiento de los cultivos, con un costo ambiental y en la salud humana, así como disminución de la cosecha y por ende menores réditos económicos (Martínez, 2003).

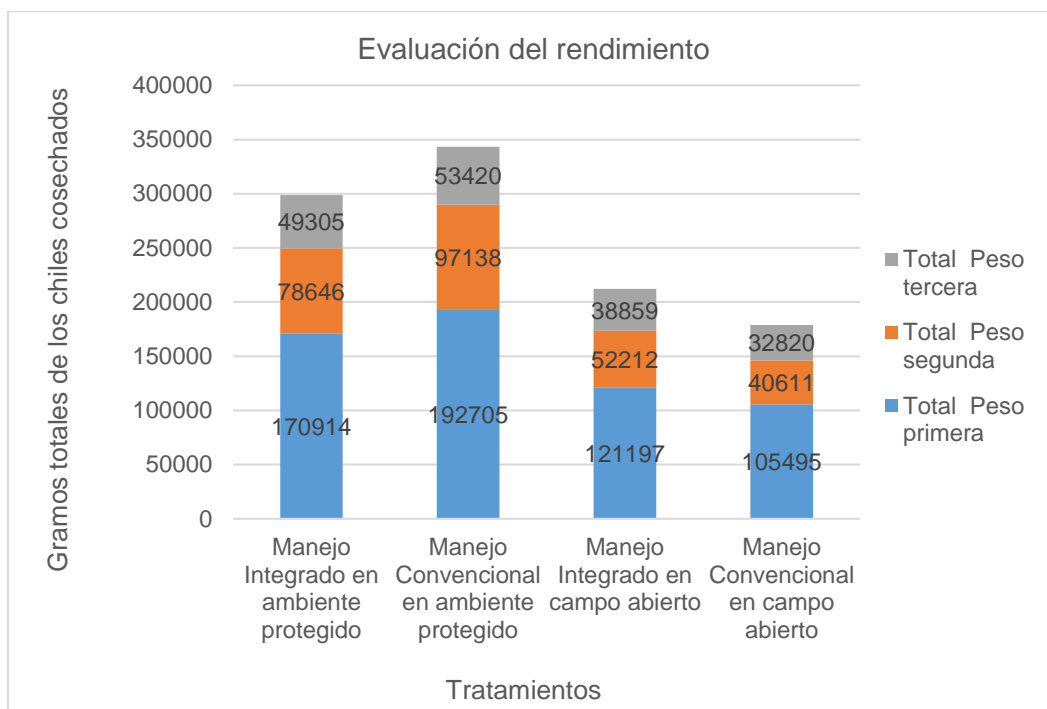


Figura 7. Rendimiento en gramos clasificado por calidad para cada tratamiento.

El comportamiento del rendimiento de la cosecha al evaluarla mediante la variable peso, muestra diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) en el rendimiento para las variables tratamiento e híbrido como se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 12. Modelo lineal general: Peso primera calidad vs. Tratamiento; Híbrido Análisis de Varianza.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	31665649	10555216	13.38	0.000
Híbrido	1	13553907	13553907	17.18	0.000
Error	635	500888147	788800		
Falta de ajuste	3	1137410	379137	0.48	0.697
Error puro	632	499750736	790745		
Total	639	546107703			

Cuadro 13. Resumen del modelo para el peso de primera calidad de la cosecha

<b>S</b>	<b>R-cuad.</b>	<b>R-cuad. (ajustado)</b>	<b>R-cuad. (pred)</b>
888.144	8.28%	7.70%	6.83%

En el cuadro 14, podemos observar los promedios en gramos para la cosecha de primera calidad por planta obtenidos de cada tratamiento, con diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) entre los ambientes y no entre los manejos.

El monitoreo es parte fundamental en cualquier programa de manejo integrado de plagas para poder obtener rendimientos iguales o superiores al manejo convencional, ya que su objetivo es detectar oportunamente la llegada de las plagas, proporcionar información más específica, tales como densidad y estadios encontrados. Este monitoreo es la evaluación sistemática de la dinámica de poblaciones plaga en el cultivo, por medio de atrayentes, trampas pegajosas, y con observaciones directas en las plantas (Torres y Rodríguez, 2012). Con el control cultural y las buenas prácticas agrícolas, como lo son el control de las plantas hospederas, el mantenimiento de la fauna benéfica, la destrucción de plantaciones anteriores, la rotación de cultivos, la selección del lugar y fecha de plantación adecuada, podemos llevar a cabo plantaciones con menor riesgo por ataque de plagas desde antes del trasplante. Ya estando en el desarrollo del cultivo; el control mecánico como el uso de trampas pegajosas, la recolección y eliminación de frutos dañados semanalmente, y la adecuada hermeticidad en el caso de los ambientes protegidos, permiten al agricultor hacer crecer el cultivo mediante el control biológico con el uso de organismos vivos antagonistas, depredadores o parasitoides como enemigos naturales de plagas del cultivo; y por último, el control químico con el uso de moléculas que actúan de forma directa (por contacto) o indirecta (por ingestión) contra las plagas. Es importante una selección adecuada de medidas en función de especificidad de la plaga a tratar, y evitar efectos en la fauna benéfica (Torres y Rodríguez, 2012).

Cuadro 14. Comparaciones para Peso de primera calidad. Comparaciones por parejas de Fisher: Tratamiento. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media (Gramos/planta)</b>	<b>Agrupación</b>	
Manejo Convencional en Ambiente Protegido	160	1204.41	A	
Manejo Integrado en Ambiente Protegido	160	1068.21	A	
Manejo Integrado en Campo Abierto	160	757.48		B
Manejo Convencional en Campo Abierto	160	657.97		B

Los resultados obtenidos en los híbridos evaluados en cuanto a la variable peso de primera calidad, muestra en el cuadro 15, que el SV4215PH cosechó hasta 291 gramos más por planta respecto a Nathalie, al comparar mediante el método LSD Fisher.

Cuadro 15. Comparaciones por parejas de Fisher: Híbrido. Para el peso de primera calidad. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

<b>Híbrido</b>	<b>N</b>	<b>Media (Gramos/planta)</b>	<b>Agrupación</b>	
SV4215PH	320	1067.54	A	
Nathalie	320	776.49		B

Los datos fueron analizados mediante el software Minitab®, se muestra el análisis de varianza para el peso de segunda calidad, con diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para la variable tratamiento e híbrido (cuadro 16).

Cuadro 16. Modelo lineal general: Peso segunda calidad vs. Tratamiento; Híbrido.  
Análisis de Varianza.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Tratamiento	3	12243128	4081043	24.74	0.000
Híbrido	1	725696	725696	4.40	0.036
Error	635	104758934	164975		
Falta de ajuste	3	592750	197583	1.20	0.309
Error puro	632	104166185	164820		
Total	639	117727759			

Cuadro 17. Resumen del modelo para el peso de segunda calidad

<b>S</b>	<b>R-cuad.</b>	<b>R-cuad. (ajustado)</b>	<b>R-cuad. (pred)</b>
406.171	11.02%	10.46%	9.61%

También obteniendo similares resultados para la segunda calidad de la cosecha con diferencias significativas en los rendimientos por planta, entre los ambientes evaluados, al comparar mediante el método de LSD Fisher, cuadro 18.

Cuadro 18. Comparaciones para Peso segunda calidad. Comparaciones por parejas de Fisher: Tratamiento. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media (Gramos/planta)</b>	<b>Agrupación</b>		
Manejo Convencional en Ambiente Protegido	160	607.11	A		
Manejo Integrado en Ambiente Protegido	160	491.54		B	
Manejo Integrado en Campo Abierto	160	326.32			C

Manejo	Convencional	en	160	253.82				C
Campo Abierto								

El híbrido Nathalie produce mayor peso de segunda calidad por planta con una diferencia de 67.35 gramos en comparación al SV4215PH (cuadro 19). La calidad del chile dulce en Costa Rica está regida por el tamaño y peso del producto fresco, por lo que según el mercado de venta del agricultor puede ser ideal un cultivo que produzca su cosecha más concentrada en un tamaño. A nivel nacional, el mercado de la semilla híbrida chile dulce está conformado en mayor parte por semilla importada. Para el año 2016 se importaron 11,2 millones de semillas híbridas de chile dulce, lo que equivale a 237,20 kg con un costo de 680 mil dólares y entre los principales híbridos del mercado encontramos a los evaluados en este estudio, ya que por su genética se han adaptado a las zonas productivas y por sus características fenotípicas que en sus cosechas producen chiles cónicos con maduración en color rojo como prefieren los consumidores en Costa Rica (Mora et al. 2018).

Cuadro 19. Comparaciones por parejas de Fisher: Híbrido. Para el peso de segunda calidad. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Híbrido	N	Media (Gramos/planta)	Agrupación	
Nathalie	320	453.37	A	
SV4215PH	320	386.02		B

El análisis de varianza para el peso de tercera calidad muestra estadística significativa ( $p < 0.05$ ) para las variables tratamiento e híbrido (cuadro 20).

Cuadro 20. Modelo lineal general: Peso tercera calidad vs. Tratamiento; Híbrido  
Análisis de Varianza.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Tratamiento	3	1672906	557635	5.96	0.001
Híbrido	1	617150	617150	6.60	0.010
Error	635	59397731	93540		
Falta de ajuste	3	362718	120906	1.29	0.275
Error puro	632	59035013	93410		
Total	639	61687786			

Cuadro 21. Resumen del modelo para el peso de tercera calidad

<b>S</b>	<b>R-cuad.</b>	<b>R-cuad. (ajustado)</b>	<b>R-cuad. (pred)</b>
305.843	3.71%	3.11%	2.19%

La producción de tercera calidad tiene diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para la variable peso, al comprar los ambientes mediante el método de LSD Fisher, obteniendo el mayor peso de tercera calidad por planta en los ambientes protegidos, cuadro 22.

Cuadro 22. Comparaciones para Peso tercera calidad. Comparaciones por parejas de Fisher: Tratamiento. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media (Gramos/planta)</b>	<b>Agrupación</b>		
Manejo Convencional en Ambiente Protegido	160	333.87	A		
Manejo Integrado en Ambiente Protegido	160	308.16	A	B	

Manejo Integrado en Campo Abierto	160	242.87		B	C
Manejo Convencional en Campo Abierto	160	205.12			C

Según Torres y Rodríguez (2012). Las principales especies hospederas de la plaga conocida como el picudo del chile son del género *Capsicum*, es decir, cualquiera de las especies cultivadas de chile, y también se conocen 19 especies de plantas silvestres que se han identificado como hospederas de esta plaga, todas ellas del género *Solanum*. En ellas los picudos pueden alimentarse, poner huevos y completar el ciclo de vida. No obstante, como una medida práctica dichas hospederas potenciales se deberían eliminar de la periferia de los sistemas de producción y con más rigurosidad en el de campo abierto.

En el cuadro 23 podemos observar que el híbrido Nathalie produce 62.11 gramos más por planta de tercera calidad al compararlo con el híbrido SV4215PH mediante el método LSD de Fisher.

Cuadro 23. Comparaciones por parejas de Fisher: Híbrido. Para el peso de tercera calidad. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Híbrido	N	Media (Gramos/planta)	Agrupación	
Nathalie	320	303.56	A	
SV4215PH	320	241.45		B

La evaluación del rendimiento mediante la variable número de chiles, dio el mayor rendimiento en los tratamientos de ambientes protegidos con respecto al campo abierto, como se observa en la figura 8. Los resultados obtenidos demuestran que los ambientes protegidos producen chiles dulces de mejor calidad por planta evaluada, mayor número de primeras, segundas y terceras calidades, así como lo clasifica el mercado nacional de Costa Rica (Carrillo et al. 2006).

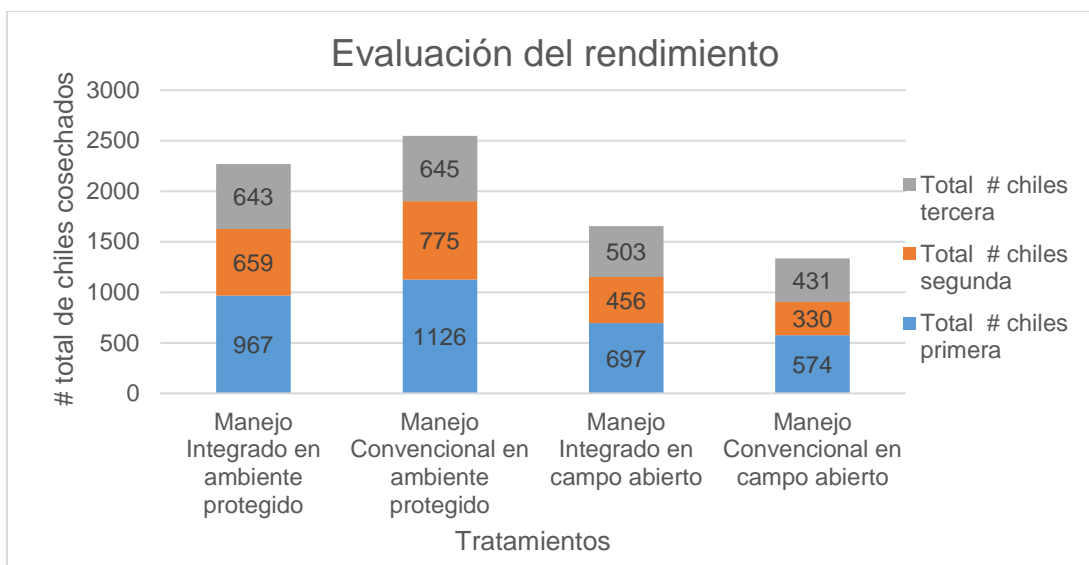


Figura 8. Número de chiles cosechados clasificados por calidad para cada tratamiento.

El análisis de varianza para la cantidad de chiles de primera calidad mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para la variable tratamiento (cuadro 24).

Cuadro 24. Modelo lineal general: Cantidad chiles primera calidad vs. Tratamiento; Híbrido. Análisis de Varianza.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	1185.4	395.13	17.73	0.000
Híbrido	1	61.9	61.88	2.78	0.096
Tratamiento*híbrido	3	30.8	10.26	0.46	0.710
Error	632	14081.5	22.28		
Total	639	15359.5			

Cuadro 25. Resumen del modelo para la cantidad de chiles de primera calidad

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
4.72025	8.32%	7.31%	5.99%

La calidad de primera tomando como unidad de medición el número de chiles fue mayor en los ambientes protegidos. Se obtuvieron de 2 a 3 chiles más por planta con respecto al campo abierto (cuadro 26) donde se mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los ambientes evaluados. Estas pérdidas directas sobre el valor de la producción no estiman los efectos adversos de los insecticidas, contaminación ambiental, y el posible daño a enemigos naturales (Ramírez y Nienhuis, 2012). Condiciones más controladas en cuanto al sistema de producción evitan el ingreso de insectos plaga. Sumado a la reducción del uso de insecticidas que podrían estar afectando negativamente en la salud de los agricultores y los consumidores, como se ha descrito en el informe anual del servicio Fitosanitario del Estado desde el 2018, que determinó que el chile dulce es de los principales productos frescos con residuos múltiples de plaguicidas, donde al menos un 66% del chile dulce muestreado incumplió con algún límite máximo de residuos permitido (SFE 2022).

Cuadro 26. Comparaciones en parejas de Fisher para la cantidad de chiles de primera calidad. Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media (Chiles/planta)	Agrupación	
Manejo Convencional en Ambiente Protegido	160	7.04	A	
Manejo Integrado en Ambiente Protegido	160	6.04	A	
Manejo Integrado en Campo Abierto	160	4.36		B
Manejo Convencional en Campo Abierto	160	3.59		B

El análisis de varianza para la cantidad de chiles de segunda calidad presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para las variables tratamiento e híbrido (cuadro 27).

Cuadro 27. Modelo lineal general: Cantidad chiles segunda calidad vs. Tratamiento; Híbrido. Análisis de Varianza

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Tratamiento	3	747.76	249.25	24.41	0.000
Híbrido	1	158.01	158.01	15.48	0.000
Error	635	6483.61	10.21		
Falta de ajuste	3	49.81	16.60	1.63	0.181
Error puro	632	6433.80	10.18		
Total	639	7389.38			

Cuadro 28. Resumen del modelo para la cantidad de chiles de segunda calidad

<b>S</b>	<b>R-cuad.</b>	<b>R-cuad. (ajustado)</b>	<b>R-cuad. (pred)</b>
3.19537	12.26%	11.71%	10.87%

La calidad de las frutas cosechadas en segunda calidad fue diferente en todos los tratamientos, siendo en los ambientes protegidos donde más se cosechó, con 4.84 chiles de segunda calidad por planta (cuadro 29).

Cuadro 29. Comparaciones para Cantidad chiles segunda calidad. Comparaciones por parejas de Fisher: Tratamiento. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media (Chiles/planta)</b>	<b>Agrupación</b>			
Manejo Convencional en Ambiente Protegido	160	4.84	A			
Manejo Integrado en Ambiente Protegido	160	4.12		B		
Manejo Integrado en Campo Abierto	160	2.85			C	

Manejo Convencional en Campo Abierto	160	2.06				D
---	-----	------	--	--	--	---

La cantidad de chiles de segunda calidad estuvo diferenciada en su producción por el híbrido Nathalie, esto se observa en el cuadro 30, obteniendo aproximadamente un chile más por planta. Este es un híbrido tradicional que según los resultados de Martínez (2003) en su estudio de costos de producción de chile dulce bajo invernadero este híbrido es homogéneo en la cosecha de segunda calidad.

Cuadro 30. Comparaciones por parejas de Fisher: Híbrido. Para la cantidad de chiles de segunda calidad. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Híbrido	N	Media (Chiles/planta)	Agrupación	
Nathalie	320	3.96	A	
SV4215PH	320	2.97		B

El análisis de varianza para la cantidad de chiles de tercera calidad dio diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) para las variables tratamiento e híbrido como se muestra en el siguiente cuadro 31.

Cuadro 31. Modelo lineal general: Cantidad chiles tercera vs. Tratamiento; Híbrido. Análisis de Varianza.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	212.02	70.67	4.70	0.00
Híbrido	1	198.02	198.02	13.17	0.00
Error	635	9549.45	15.04		
Falta de ajuste	3	41.80	13.93	0.93	0.43
Error puro	632	9507.65	15.04		
Total	639	9959.49			

Cuadro 32. Resumen del modelo para la cantidad de chiles de tercera calidad

<b>S</b>	<b>R-cuad.</b>	<b>R-cuad. (ajustado)</b>	<b>R-cuad. (pred)</b>
3.87795	4.12%	3.51%	2.60%

En el cuadro 33 se muestra una comparación por parejas con el método LSD de Fisher, para el promedio del número de chiles de tercera calidad por planta, obteniendo el mejor rendimiento con 4.03 chiles por planta en los tratamientos de ambientes protegidos y con diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

Cuadro 33. Comparaciones para cantidad chiles tercera calidad. Comparaciones por parejas de Fisher: Tratamiento. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media (Chiles/planta)</b>	<b>Agrupación</b>	
Manejo Convencional en Ambiente Protegido	160	4.03	A	
Manejo Integrado en Ambiente Protegido	160	4.02	A	
Manejo Integrado en Campo Abierto	160	3.14		B
Manejo Convencional en Campo Abierto	160	2.69		B

Al comparar el rendimiento de los híbridos para el número de chiles de tercera calidad (Cuadro 34), obtenemos que el Nathalie rindió 4.03 y el SV4215PH 2.92 chiles de tercera calidad por planta, siendo estadísticamente significativa la diferencia en el número ( $p < 0.05$ ). Esto es importante según el mercado de venta del agricultor, puede elegir el híbrido que más le funcione, así como por el ambiente en el que se vayan a desarrollar de mejor forma sus proyectos (Mora et al. 2018).

Cuadro 34. Comparaciones por parejas de Fisher: Híbrido. Para la cantidad de chiles de tercera calidad. Agrupación de información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Híbrido	N	Media (Chiles/planta)	Agrupación	
Nathalie	320	4.03	A	
SV4215PH	320	2.92		B

- **Análisis de residuos de plaguicidas**

Para que un producto sea de calidad debe de ser inocuo, y al hablar de inocuidad nos referimos al que el producto consumido no cause daños a la salud humana (SFE 2021). Por esta razón se realizaron los análisis para determinar residuos de plaguicidas en las cosechas del chile dulce con la ayuda de Ingeniero Pedro Sánchez Carballo del Servicio Fitosanitario del Estado en la época de invierno en el año 2022. La muestra fue tomada en el campo en el momento de la cosecha y analizada en los laboratorios del Servicio Fitosanitario del Estado, siguiendo las normas de la ley de protección fitosanitaria de Costa Rica en los decretos # 27056 - 27683 y 35301, referentes a la toma de la muestra, el análisis en el laboratorio y los límites máximos de residuos permitidos, anexo 5 y 6.

Se pudo determinar que los residuos de insecticidas encontrados para el ingrediente activo metamidofos (Cuadro 35) en los muestreos del 18 de julio del 2022 salieron por encima del límite máximo permitido que es de 0.01 mg/kg, ingrediente activo que según las bitácoras no fue aplicado en los sistemas de producción de forma directa. Esto puede explicarse ya que este insecticida es un producto de la degradación o transformación del ingrediente activo acefato (SFE 2021). (SFE 2021). Es importante que la última aplicación de acefato, insecticida utilizado tradicionalmente ya que es de los más antiguos, fue aplicado 30 días antes de la cosecha muestreada y como se observa en cuadro 35, sus residuos salen por debajo del límite máximo permitido que para este ingrediente es 4 mg/kg.

Cuadro 35. Ingredientes activos detectados en los análisis de residuos realizados en el laboratorio del Servicio Fitosanitario del Estado, Julio 2022

<b>Manejo Convencional en Ambiente Protegido</b>	<b>Concentración detectada (mg/kg)</b>		
	<b>11/7/2022</b>	<b>18/7/2022</b>	<b>25/7/2022</b>
Acefato	0,23	0,25	0,00
Azoxistrobina	0,01	0,00	0,00
Ciflutrin	0,00	0,01	1,30
Clorotalonil	0,19	0,12	0,07
Diflubenzuron	0,03	0,04	0,00
Metamidofos	0,15	0,11	0,00
Tiaclopid	0,05	0,10	0,00
Tiametoxam	0,00	0,01	0,00
<b>Manejo Integrado en Ambiente Protegido</b>			
Acefato	0,26	0,28	0,00
Azoxistrobina	0,01	0,00	0,00
Clorotalonil	0,07	0,03	0,14
Diflubenzuron	0,03	0,06	0,00
Metamidofos	0,17	0,05	0,00
Tiaclopid	0,05	0,13	0,00
Tiametoxam	0,10	0,01	0,00
<b>Manejo Convencional en Campo abierto</b>			
Acefato	0,94	0,77	0,00
Azoxistrobina	0,00	0,00	0,00
Clorotalonil	0,04	0,05	0,01
Diflubenzuron	0,04	0,02	0,00
Metamidofos	0,54	0,31	0,00
Tiaclopid	0,02	0,05	0,00
Tiametoxam	0,01	0,00	0,00

Tiodicarb	0,00	0,01	0,00
<b>Manejo Integrado en Campo abierto</b>			
Acefato	0,85	0,77	0,00
Azoxistrobina	0,00	0,00	0,00
Clorotalonil	0,14	0,07	0,02
Diflubenzuron	0,05	0,02	0,00
Metamidofos	0,48	0,30	0,00
Tiacloprid	0,05	0,05	0,00
Tiametoxam	0,00	0,01	0,00

El ingrediente activo ciflutrin también salió por encima del límite máximo de residuos en el manejo de tipo convencional en ambiente protegido para el tercer muestreo de plaguicidas realizado (cuadro 35). Este ingrediente activo se utiliza en un producto comercial en mezcla con el ingrediente tiacloprid, como alternativa y rotación para el control del picudo del chile. En su panfleto se recomienda su uso hasta 7 días antes de la cosecha (agrobayerCR, 2024), sin embargo se aplicó, según la bitácora, 6 días antes.. Sin embargo, en los muestreos anteriores este ingrediente no apareció en los resultados, pero fue aplicado con más de 7 días antes de la cosecha.

El ingrediente activo fipronil, tiene una residualidad de hasta 15 días de aplicación antes de la cosecha, según su recomendación del panfleto, ha sido unos de los ingredientes activos en salir constantemente en los resultados de residuos muestreados en los mercados de Costa Rica por el Servicio Fitosanitario del Estado 2020, 2021 y 2022 (SFE 2023). Sin embargo, no salió reportado en los residuos de este ensayo y fue aplicado según la bitácora hasta 4 semana antes de la cosecha muestreada. Ya que como lo describe el SFE existe una tendencia a la disminución de los residuos de plaguicidas con respecto a los años 2020 y 2021 al 2022, sin embargo, el porcentaje sigue siendo alto. Los incumplimientos pueden estar relacionados a un uso inadecuado del plaguicida en cuanto a los tiempos de carencia por parte del productor y al uso desmedido ya que se han detectado análisis con residuos múltiples (cinco o más residuos en los chiles dulces

muestreados) Esto se debe a que el hábito de ataque del adulto picudo afecta principalmente durante el ciclo fenológico de floración y cosecha, siendo el fipronil el insecticida más utilizado para el control del adulto del picudo por su eficacia. Este insecticida tiene un nivel de LMR muy bajo de 0,005 mg/kg, situación que ocasiona que se incumpla fácilmente, más cuando se aplica el producto con pocos días antes de cosechar (SFE 2023).

En el Diario Oficial La Gaceta del pasado 11 de noviembre del año 2022 se publicó el Decreto Ejecutivo 43767-S-MINAE. En dicho documento se detalló que se prohíbe el registro, importación, fabricación, formulación, almacenamiento, distribución, transporte, reempaque, reenvase, manipulación, mezcla, venta y uso profesional o industrial del producto Fipronil. Ya que los datos ecotoxicológicos lo consideran altamente tóxico para aves, peces, invertebrados acuáticos y muy altamente tóxico para abejas y algas. Además, es moderadamente persistente en suelo y en sistemas de agua/sedimento, y cuando se degrada produce otros metabolitos que sí son persistentes. Sin embargo, el Tribunal Contencioso Administrativo decidió suspender seis meses después el Decreto Ejecutivo 43767-S-MINAE que prohibía el uso doméstico e industrial del plaguicida Fipronil en Costa Rica. El fallo del tribunal, presente en el expediente 23-002622-1027-CA, se debió a una demanda al Estado (Martínez 2023)

Esta situación representa un reto importante para el sector agropecuario, ya que la cosecha del chile dulce normalmente se hace de forma semanal. Por lo que la investigación en el control de este insecto es prioridad, junto con la implementación del manejo integrado buscando reducir la carga química, que permita el control del insecto *Anthonomus eugenii* (picudo del chile). El daño más importante del picudo del chile es el producido por la alimentación y desarrollo de la larva dentro del fruto. Ellas se alimentan generalmente de la placenta y las semillas dentro de frutos inmaduros, lo que provoca un obscurecimiento de las semillas y tejidos asociados. El daño por larvas en frutos provoca amarillamiento del cáliz y pedúnculo, pero sobre todo, la caída prematura del fruto, provocando una merma en la producción como se describió en los resultados por pérdidas de cosecha en este trabajo. La presencia de frutos con esos síntomas es un claro indicio de la

infestación por este insecto. Debido a que los insecticidas convencionales no pueden alcanzar a las larvas del picudo dentro de los frutos sin incrementar los riesgos de intoxicación en los seres humanos, por mucho tiempo se ha pensado en la importancia que puede tener la inclusión de algún enemigo natural que ataque a los huevos, larvas o pupas del picudo del chile, que están protegidos por los frutos (Torres y Rodríguez, 2012).

El picudo del chile como cualquier otro organismo tiene enemigos naturales, estos enemigos llevan a cabo el control natural de las poblaciones, beneficiando de esta manera a los agricultores. Se han identificado al menos nueve géneros de parasitoides, todos ellos son avispas de menos de 4 mm. De éstos, los más importantes son *Catolaccus hunteri* (Hymenoptera: Pteromalidae), *Triaspis eugenii* y *Urosigalphus* sp. (Hymenoptera: Braconidae). Dentro de los depredadores se han citado algunas hormigas como *Solenopsis germinata* y *Tetramorium guineense* e incluso un ave de la familia *Icteridae* *Strunella magna*, llamado zacatero común. También algunos hongos entomopatógenos se reportan atacando al picudo, incluso algunos de ellos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisoplia* fueron utilizados en estos ensayos como alternativas dentro del MIP (Torres y Rodríguez, 2012). Así también los nematodos entomopatógenos *Steinernema carpocapsae* y *Steinernema feltiae* utilizados en estos ensayos también para el control del picudo y los trips. El nematodo entra en el insecto por la boca, ano o aberturas respiratorias y empieza a alimentarse. Esto causa que del tracto intestinal del nematodo emerjan bacterias específicas, las cuales se dispersan y se multiplican muy rápido dentro del insecto. Las bacterias convierten los tejidos del huésped en productos que los nematodos pueden absorber fácilmente (Koppert 2020).

El mal uso de los plaguicidas nos ha llevado a tener los problemas actuales en resistencias y residuos de plaguicidas. En este ensayo se prueba que el uso correcto de los plaguicidas respetando el período de aplicación antes de cosecha y sus dosis nos permiten en general salir por debajo de los LMR. También hay que destacar que si bien es cierto que el nivel de incumplimiento es alto a nivel nacional, en el cultivo del chile dulce hay productores haciendo un gran esfuerzo para llevar a la mesa del costarricense estos mismos vegetales frescos de forma inocua. Entre

ellos se pueden destacar los productores que lograron implementar las BPA, por lo que no se puede generalizar que en el mercado no se cumplen con los LMR adoptados por el país, SFE 2023.

En cuanto a los residuos de fungicidas fueron detectados por debajo de los LMR los ingredientes clorotalonil y azoxistrobina. Los cuales han sido de uso normal en los sistemas de manejo convencional en Costa Rica y con más regularidad por incumplimientos según el SFE 2022 el fungicida clorotalonil. Este ha sido detectado en chile dulce, y tiene un bajo LMR, de 7 mg/kg. Ha sido usado por los sistemas tradicionales costarricenses como un fungicida preventivo, pero que existen alternativas a su uso, como por ejemplo el cobre y el peróxido de hidrogeno sin periodo de carencia ya que pueden usarse durante la cosecha. Además, el clorotalonil respetando sus días de aplicación antes de la cosecha permite manejarlo por debajo de los LMR permitidos, como lo demuestra este ensayo (cuadro 35).

Según Badilla et al. 2023, es importante mencionar que este fungicida ha sido encontrado en nacientes de agua en la provincia de Cartago, los resultados obtenidos del muestreo realizado entre el Laboratorio Nacional de Aguas y el IRET-UNA en setiembre 2022, reportan dos acueductos afectados por presencia de 1,3-dicarbamoil-2,4,5,6-tetraclorobenceno y el 4-hidroxiclotalonil, metabolitos de clorotalonil, específicamente en los distritos de Cipreses y Santa Rosa del cantón de Oreamuno. La evaluación realizada por la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) en 2019 indica que la exposición crónica al clorotalonil a través de la dieta puede representar un riesgo para la salud humana, especialmente para los grupos de población más vulnerables.

A pesar de que aún se sabe poco acerca de los efectos que estos compuestos pueden tener en la salud humana, se debe aplicar el principio precautorio en la toma de decisiones y tomar medidas preventivas para minimizar la exposición a estos compuestos. La prohibición del uso del clorotalonil en la Unión Europea es un ejemplo de cómo se está aplicando el principio precautorio para proteger la salud humana y el medio ambiente. Por lo tanto, es necesario tomar medidas para evitar

la contaminación de más fuentes de agua y proteger la salud de la población (Badilla et al. 2023).

## 7. Conclusiones

- En los tratamientos integrados se usó menor cantidad de plaguicidas en comparación a los manejos convencionales.
- El uso de plaguicidas fue mayor en los tratamientos de campo abierto, así como la población de las plagas monitoreadas en las trampas.
- Las pérdidas de cosecha son mayores en los tratamientos de campo abierto con diferencia estadística significativa  $p(<0.05)$  al comparar con los ambientes protegidos.
- El híbrido Nathalie tiene mayor pérdida de cosecha ( $p<0.05$ ) al comparar las variables número y peso con respecto al híbrido SV4215 PH.
- El mayor rendimiento de la cosecha se da en los ambientes protegidos con respecto al campo abierto ( $p<0.05$ ).
- El híbrido SV4215PH produce más cosecha de primera calidad ( $p<0.05$ ), al comparar la variable peso con respecto al híbrido Nathalie. Sin embargo, no hay diferencia estadística significativa para el número de chiles de primera calidad.
- El híbrido Nathalie produce más cosecha de segunda y tercera calidad ( $p<0.05$ ), al comparar las variables número y peso con respecto al híbrido SV4215PH.
- Los plaguicidas deben de ser aplicados respetando su período de carencia para no tener problemas de residuos por encima de los LMR.
- Los insecticidas que se degradan en otros deberían de indicarlo en su panfleto y aumentar su período de carencia.
- El MIP y las BPA son estrategias de producción que ayudan al desarrollar proyectos más amigables con el medio ambiente y garantizando la inocuidad de los alimentos.

## 8. Bibliografía

Agrobayer. 2024. Insecticida Monarca (en línea). Disponible en [https://www.agro.bayer.cr/escr/productos/productdetails.html/insecticide/monarca\\_1125\\_se.html](https://www.agro.bayer.cr/escr/productos/productdetails.html/insecticide/monarca_1125_se.html)

Badilla A; Lafuente M; Monge A; Vindas D; Fuentes M; Alfaro N; Zuñiga L; Mora C; Mata M. 2023. Informe Técnico Clorotalonil. Ministerio de salud, MINAE e AyA (en línea). Disponible en: Informe TÉCNICO CLOROTALONIL

CAC Alvarado. 2022. Información Centro Agrícola Cantonal de Alvarado (en línea). Disponible en: <http://cac-alvarado.cr/>.

Carrillo M; Barrantes L; Marín S; Ramírez J; Campos H; Jiménez U. 2007. Agrocadena Regional Cultivo Chile Dulce. Dirección regional central occidental. Alajuela, Costa Rica. MAG. 17 p.

FAO. 2012. Manual de buenas prácticas agrícolas para el productor hortofrutícola 2da edición (en línea). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago, Chile. Disponible en: <http://www.fao.org/3/as171s/as171s.pdf>.

Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) & World Health Organization. 2018. Maximum residue limits. Disponible en: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/maximumresidue/limits/es/>.

FAO. 2019. FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). FAOSTAT (en línea). Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#home>.

Future crop. 2019. Revista Científica. Pesticidas que pierden eficacia, el negocio de los laboratorios, y no hay soluciones sencillas (en línea). Disponible en: <https://futurcrop.com//es/blog/post/pesticidas-que-pierden-eficacia-el-negocio-de-los-laboratorios-y-no-hay-soluciones-sencillas>.

Gomez A. 2022. Ficha técnica biorracional, Entobiol (en línea). <https://grupoversa.com>

Hernández R; Sisinno A; Ricardo C; Nela Llanes M; Linares C; Lazo A; 2003. Establecimiento de términos de carencia de plaguicidas en diferentes cultivos. Fitosanidad, 7(4).

Martínez A. 2023. Tribunal suspende decreto que prohibía el uso industrial del plaguicida Fipronil (en línea). Disponible en: Tribunal suspende decreto que prohibía el uso industrial del plaguicida Fipronil por demanda de empresa Eco Company S.A - Delfino.cr

Mora J; Echandi C; Barrantes L; Bonilla K. 2018. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria Manual técnico basado en experiencias con el híbrido “Dulcítico” (*Capsicum annuum*) San José, Costa Rica.

INDER. 2016. Plan de desarrollo rural territorial. Territorio Paraíso-Alvarado (en línea). Cartago, Costa Rica. Disponible en: <https://www.inder.go.cr/istaru/PDRT-Paraiso-Alvarado.pdf>.

IRET. 2021. Instituto Regional de Estudios de Sustancias Tóxicas. Manual de Plaguicidas de Centroamérica (en línea). Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Disponible en:

<http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/caracteristicas-generales-y-agronomicas>.

Koppert. 2020. Nematodos entomopatógenos contra plagas foliares y de suelo (en línea). Disponible en: <http://www.koppert.es>.

Lett A. 2014. Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. Revista Argentina de Microbiología (en línea). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=213030865001>.

López L. 2016. Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. San José, Costa Rica. MAG. 126 p.

López L; Quirós Y. 2016. Estadísticas de áreas de siembra y rendimientos por región para tomate período 2015-2016. Comisión estadística de tomate. San José, Costa Rica. MAG. 9 p.

Martínez E. 2003. Estudio de Costos de Producción para el Cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*) bajo invernadero en la localidad de Pejibaye. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. Pág. 74.

Maglianesi M. 2016. Efectos del cambio climático sobre la polinización y la producción agrícola en América tropical. Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional Estatal a Distancia, Ingeniería 26 (1): 11-20, ISSN: 2215-2652; 2016. San José, Costa Rica.

Ramírez, C; Nienhuis, J. 2012. Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica. Tecnología en Marcha. Vol. 25, Nº 2. Pág 10-20.

Torres A.; Rodríguez E. 2012. Guía para el manejo integrado de plagas del pimiento bajo invernadero, con énfasis en el picudo del chile. Koppert México S.A. de C.V. 48 p.


SFE. 2023. Informe del año 2022 sobre residuos de plaguicidas en vegetales frescos en Costa Rica. Servicio Fitosanitario del Estado (en línea). San José, Costa Rica. Disponible en: [Informe\\_de\\_residuos\\_de\\_plaguicidas\\_2022.pdf](#)


SFE. 2022. Informe del año 2021 sobre residuos de plaguicidas en vegetales frescos en Costa Rica. Servicio Fitosanitario del Estado (en línea). San José, Costa Rica. Disponible en: [Informe\\_de\\_residuos\\_de\\_plaguicidas\\_2021.pdf](#)

SFE. 2021. Manual de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.). Servicio Fitosanitario del Estado (en línea). San José, Costa Rica. Disponible en: [Manual\\_BPA\\_para\\_el\\_cultivo\\_de\\_papaya.pdf](#) (sfe.go.cr).

## 9. Anexos

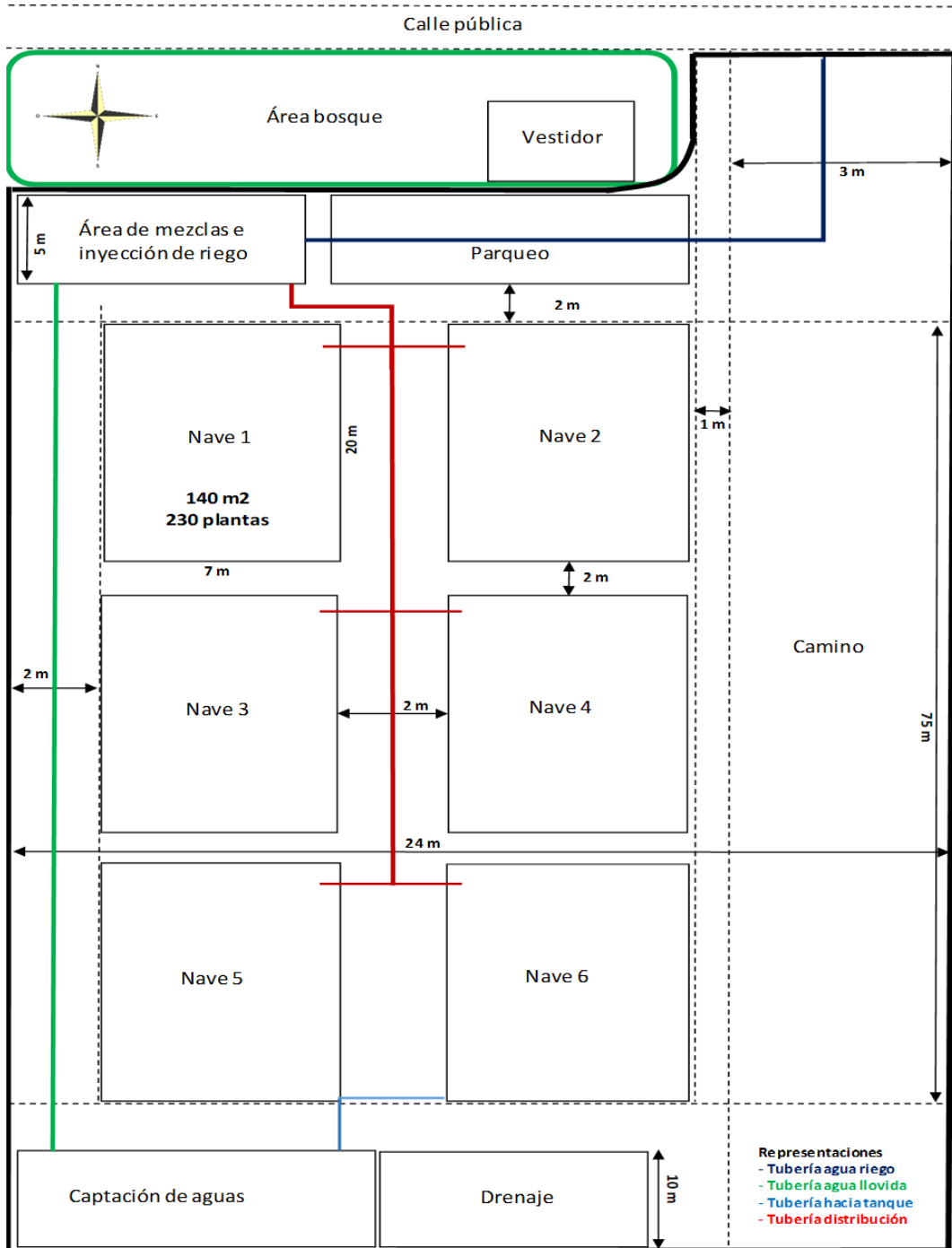
1.

 <b>UNIVERSIDAD DE COSTA RICA</b>		<b>CIA</b> Centro de Investigaciones Agronómicas											
<b>CIUDAD DE LA INVESTIGACIÓN</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS Y FOLIARES</b> <b>REPORTE DE ENSAYO</b> <b>RE-R01 (V3)</b>													
<b>Nº DE REPORTE: 79729</b>													
USUARIO:		EUROSUMINISTROS S.A.											
RESPONSABLE:		LUIS ERNESTO MARTINEZ CHACON											
CORREO:		lemacha.07@gmail.com											
TELÉFONO:		2271-0613, 8822-1350											
PROVINCIA:	CARTAGO	ANÁLISIS:	QC,CN										
CANTÓN:	ALVARADO	FECHA RECEPCIÓN:	30/11/2021										
LOCALIDAD:	CERVANTES	EMISIÓN DE REPORTE:	09/12/2021										
CULTIVO:	TOMATE	Nº DE MUESTRAS TOTAL:	1										
		PÁGINA:	1/2										
<b>ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS</b>													
Solución Extractora:		pH	cmol(+)/L	%	mg/L								
<b>KCI-Olsen Modificado</b>		H <sub>2</sub> O	ACIDEZ	Ca	Mg	K	CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe	Mn
<b>ID USUARIO</b>	<b>ID LAB</b>	5.5	0.5	4	1	0,2	5		10	3	1	10	5
CAC	S-21-06698	5.7	0.31	7.52	0.91	0.24	8.98	4	19	7.7	4	145	22
-----ÚLTIMA LÍNEA-----													
Los valores debajo de cada elemento corresponden con los Niveles Críticos generales para la solución extractora usada CICE=Capacidad de intercambio de Cationes Efectiva=Acidez+Ca+Mg+K      SA=Porcentaje de Saturación de Acidez=(Acidez/CICE)*100													

 <b>UNIVERSIDAD DE COSTA RICA</b>		<b>CIA</b> Centro de Investigaciones Agronómicas		
<b>CIUDAD DE LA INVESTIGACIÓN</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS Y FOLIARES</b> <b>REPORTE DE ENSAYO</b> <b>RE-R01 (V3)</b>				
<b>Nº DE REPORTE: 79729</b>				
USUARIO:		EUROSUMINISTROS S.A.		
RESPONSABLE:		LUIS ERNESTO MARTINEZ CHACON		
CORREO:		lemacha.07@gmail.com		
TELÉFONO:		2271-0613, 8822-1350		
PROVINCIA:	CARTAGO	ANÁLISIS:	QC,CN	
CANTÓN:	ALVARADO	FECHA RECEPCIÓN:	30/11/2021	
LOCALIDAD:	CERVANTES	EMISIÓN DE REPORTE:	09/12/2021	
CULTIVO:	TOMATE	Nº DE MUESTRAS TOTAL:	1	
		PÁGINA:	2/2	
<b>ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS</b>				
		mS/cm	%	Relación
		CE	C	N
<b>ID USUARIO</b>	<b>ID LAB</b>	1,5		C/N
CAC	S-21-06698	0.2	13.75	1.04
-----ÚLTIMA LÍNEA-----				
OBSERVACIÓN: El % C y N totales se determinaron con el Autoanalizador de C/N por combustión seca. Los valores de % C total correlacionan muy bien (R2≥0,95) con el % de MO. Si quiere estimar el valor del % MO a partir del dato de % C total determinado con esta metodología, multiplique el % C total por 1,43.				



3.



4.



5.



6.

UNIDAD DE CONTROL DE RESIDUOS  
DEPARTAMENTO DE AGROQUÍMICOS Y EQUIPOS



12 de agosto de 2022  
**AE-RES-CUMPL-0638-2022**

Señor(a)  
Luis Martínez Chacón  
**CAC Alvarado**  
**Cervantes-Alvarado-Cartago**

**Notificación de resultado de análisis de residuos de  
Plaguicida N° AE-RES-CUMPL-0638-2022.**

**Resultando:**

Que en fecha **25 de julio de 2022**, en visita realizada en **Finca**, ubicada en **Cervantes-Alvarado-Cartago**. En presencia del señor(a) **Luis Martínez Chacón, cédula 1-3378-0140**, se procedió a la toma de muestras de **Chile dulce, del productor Luis Martínez Chacón, lote 3, campo Abierto Integrado**. Que se levantó un acta de muestreo número **1310 A** de lo actuado. Que dicha muestra se recolectó y se envió al Laboratorio de Análisis de Residuos del Servicio Fitosanitario del Estado, para su análisis con el marchamo **No 82674**.

**Considerando:**

1. Que la Ley de Protección Fitosanitaria N° 7664 según artículo 36, y los Decretos Ejecutivos 27056-MAG-MEIC, 27683-MAG-MEIC-S y 35301-MAG-MEIC-S, posibilitan al Ministerio de Agricultura y Ganadería a través del Servicio Fitosanitario del Estado a realizar tal labor con la finalidad de que se garantice la calidad de los productos en procura de salvaguardar la salud v el ambiente.

2. Que el acta de toma de muestras incluye como lugar de notificación **Cervantes-Alvarado-Cartago**.

3. Que el producto es comercializado en CNP-PAI.

4. Que el resultado de tales análisis del laboratorio fue consignado según Informe de Ensayo **22-01602** que se detalla a continuación:

Servicio Fitosanitario del Estado, MAG • Teléfono: (506) 2549-3400 • (506)2549-3514  
Apdo. 1521-1200 página web: [www.sfe.go.cr](http://www.sfe.go.cr)

UNIDAD DE CONTROL DE RESIDUOS  
DEPARTAMENTO DE AGROQUÍMICOS Y EQUIPOS




Vegetal	Plaguicida detectado	Clase	Cantidad en mg/kg detectada	LMR Decreto 35301-MAG-MEIC-S (mg/kg)	Interpretación de Resultados
Chile dulce	CLOROTALONIL	FUNGICIDA	0.02	7.0	• CUMPLE

**Por tanto:**

Al analizarse los residuos detectados en la muestra de Chile dulce, la concentración del mismo, **CUMPLE** con lo estipulado en el decreto 35301-MAG-MEIC-S, Norma 424-2008 Reglamento Técnico de Residuos de Plaguicidas en Vegetales.

**Ing. Esaú Miranda Vargas**  
Jefe UCRA

Servicio Fitosanitario del Estado. MAG • Teléfono: (506) 2549-3400 • (506)2549-3514  
Apdo. 1521-1200 página web: www.sfe.go.cr

	Laboratorio de Análisis de Residuos de Agroquímicos Sabana sur, contiguo al edificio del MAG en "La Salle" Central telefónica: 2549 3400	Código:	LRE-PO-01_F-06
		Versión:	10
		Página:	1 de 2
		Rige:	31-05-2021
<b>Informe de ensayos</b>			

**Informe de Ensayo 22-01602**

Cliente: Control de Residuos de Agroquímicos  
Dirección: Sabana sur, San José  
Fecha muestreo: 25-07-2022 11:00 a. m.  
Fecha solicitud: 26-07-2022 08:01 a. m. N° Solicitud: 22-00639  
Solicitante: Esaú Miranda Vargas  
Fecha conclusión: 08-08-2022 Fecha emisión: 08-08-2022 11:31 a. m.  
N° Lote: 22-0639 N° Muestra: 220639-02  
Código externo: 1310A M:82674 Item ensayado: Chile, dulce

Método utilizado: Método de Referencia AOAC 2007.01  
Observaciones: La muestra 220639-02 viene refrigerada.



8 AGO 2022 PM 1:38

- 1) Los analitos marcados con \*, se encuentran acreditados. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr).
- 2) Los analitos sin marca o sin \*, no se encuentran dentro del alcance.
- 3) LC = Límite de Cuantificación; NA = No Aplica.
- 4) CL EM/EM = Cromatografía líquida con detector de masas masas; CG EM/EM = Cromatografía de gases con detector de masas masas.
- 5) La unidad de medida utilizada en los resultados es mg/kg para vegetales.
- 6) Este informe se emite a solicitud del cliente con el propósito de detectar residuos. Queda prohibida su reproducción parcial o total.
- 7) El Laboratorio no realiza el muestreo del producto. Los resultados corresponden únicamente a los items ensayados, tal como los recibió el laboratorio.
- 8) La información indicada en las casillas: cliente, dirección, fecha de muestreo (incluida la hora), solicitante y código externo es proporcionada por el cliente. El laboratorio no se hace responsable por errores asociados con esta información que puedan afectar la validez de los resultados.
- 9) Para que el informe se considere válido debe contar con el sello del laboratorio y con el nombre y firma del químico responsable. Los informes electrónicos deben contar con la firma digital del químico responsable.
- 10) El tiempo máximo para la realización de reclamos es de 15 días naturales, una vez recibido el informe por el cliente.
- 11) La incertidumbre de medición corresponde a: Muestras Vegetales un 50 % del valor de la concentración reportada para los plaguicidas obtenidos por la técnica de análisis CL EM/EM y un 50 % del valor de la concentración reportada para los plaguicidas obtenidos por la técnica de análisis CG EM/EM.
- 12) La incertidumbre de la medición se expresa como incertidumbre expandida con un coeficiente de cobertura k=2 para un nivel de confianza del 95 %.
- 13) Los resultados o valores de la concentración se expresan con cifras significativas, a saber:  
Concentraciones  $\leq 0,1$  mg/kg una cifra significativa y concentraciones  $> 0,1$  mg/kg dos cifras significativas.
- 14) El resultado expresado como Fenvalerato corresponde a Fenvalerato/Esfenvalerato.

**Plaguicidas con presencia de residuo**


Plaguicida	Concentración (mg/kg)	LC (mg/kg)	Técnica de análisis
Clorotalonil	0,02	0,01	CG EM/EM

**Plaguicidas analizados y con resultado < LC**

Técnica de análisis: CL EM/EM

LC (mg/kg): 0,01

ÚLTIMO.

	Laboratorio de Análisis de Residuos de Agroquímicos Sabana sur, contiguo al edificio del MAG en "La Salle" Central telefónica: 2549 3400	Código:	LRE-PO-01_F-06
		Versión:	10
		Página:	2 de 2
	Informe de ensayos	Rige:	31-05-2021

**Informe de Ensayo 22-01602**

**Plaguicidas analizados y con resultado < LC**

Técnica de análisis: CG EM/EM

LC (mg/kg): 0,01

Acetocloro \*; Acrinatrina; Alacloro \*; Aldrin \*; Ametrina; Benalxil; Bifentrina \*; Bitertanol; Bromopropilato \*; Bromuconazol; Buprofecina \*; Butacloro \*; Ciflutrin \*; Cipermetrina \*; Clorfenapir; Clorobenzilato; Clorpirifós \*; Clorpirifós-metil; Deltametrin \*; Diazinón \*; Dieldrin \*; Diniconazol; Disulfotón; Endosulfán alfa \*; Endosulfán beta; Endosulfán sulfato \*; Endrin; Espirodiclofeno; Espiromesifeno; Etión \*; Etofenprox \*; Fempropatrina \*; Fenarimol; Fenitrotión \*; Fentoato; Flucifop-p-butil \*; Flutolanil; Flutriafol; Forato; Heptacloro; Heptacloro epoxido cis; Hexaconazol; Iprodiona; Isazofós \*; Isocarbofós; Isofenfós \*; Isofenfós-metil; Isoprotiolan; Kresoxim-Metilo; Lambda Cihalotrina \*; Lindano \*; Malatión; Metoxicloro; o,p'-DDT; Oxadixilo \*; Oxifluorfen; p,p'-DDD; p,p'-DDE; Paclobutrazol; Paratión; Paratión-metilo \*; Penconazol \*; Pendimetalina; Permetrina; Piridabén \*; Pirimifós-metil; Piriproxifen \*; Procimidona \*; Profenofós; Profluralina; Propargita; Propetanfós; Propiconazol; Protiofós \*; Quintoceno (PCNB) \*; Tau-Fluvalinato; Tebuconazol; Tebufenpirad \*; Teflutrina \*; Terbufós \*; Tetraconazol \*; Tetradifón; Tetrametrina; Tolclofos-metil; Trifluralina \*; Triticonazol; Vinclozolina \*; ÚLTIMO.

**Plaguicidas con diferente LC (Plaguicida; LC en mg/kg; técnica de análisis) y con resultado < LC**

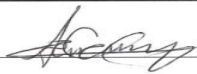
(Fipronil; 0,005; CG EM/EM) - ÚLTIMO.



  
 B.O. Adriana Mora Berrocal  
 Laboratorio de Análisis de Residuos de Agroquímicos

C. Archivo

ÚLTIMA LINEA

<b>RECIBIDO</b>	
Nombre: <u>Francisco</u>	Firma: 
Fecha: _____	Hora: _____

Lote 3: CAI

ACTA Nº 001310 A  
MARCHAMO Nº 00082674

**ACTA OFICIAL DE MUESTREO DE VEGETALES, AGUA, SUELO Y SEDIMENTOS PARA ANÁLISIS DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS**  
El día 25 del mes 7 del año 2022, al ser las 10:00 horas, Yo Pedro Sánchez Padilla  
Cédula N° 1111710, en calidad de funcionario del Servicio Fitosanitario del Estado o Autorizado para dicho acto de acuerdo al artículo N° 8 Inciso e) de la Ley N° 7664: Institución/Dirección/Departamento/Unidad: UCEA en presencia del Sr(a) Luis Martínez Chacón Cédula N° 133780140, en condición de Productor, procedo a levantar la presente acta de muestreo de Vegetales, Agua, Suelo y Sedimentos para análisis de residuos de plaguicidas, de conformidad con lo establecido en la Ley de Protección Fitosanitaria N° 7664 y sus reglamentos conexos.

<b>Nombre del productor o empresa productora o comercializadora:</b> <u>CAC ALVARADO</u>		
N° de Cédula: <u>3007221809</u>	N° Teléfono: <u>25397070</u>	
Correo electrónico para notificación:		
Dirección exacta: <u>Cerujantes</u>		
Distrito: <u>Cerujantes</u>	Cantón: <u>Alvarado</u> Provincia: <u>Costa Rica</u>	
Ubicación Geográfica: N: O:		
<b>Nombre del Proveedor - Productor persona física o jurídica:</b> <u>Luis Martínez Chacón</u>		
N° de Cédula: <u>1-1078-0440</u>	N° Teléfono: <u>8821350</u>	
Correo electrónico para notificación: <u>Le macha.07@gmail.com</u>		
Dirección exacta:		
Distrito: <u>Cerujantes</u>	Cantón: <u>Alvarado</u> Provincia: <u>Costa Rica</u>	
Ubicación Geográfica: N: <u>9°52'31"</u> O: <u>-82°19'25"</u>		
Muestreo realizado en: <input type="checkbox"/> Empacadora <input checked="" type="checkbox"/> Finca <input type="checkbox"/> Bodega/Centro de Acopio <input type="checkbox"/> Otro:		
Muestreo corresponde a: <input type="checkbox"/> Programa Nacional <input type="checkbox"/> Certificación Voluntaria <input type="checkbox"/> Remuestreo - N° de Acta anterior		
<input type="checkbox"/> Denuncia <input type="checkbox"/> Venta de servicios <input type="checkbox"/> Otro: <u>Invent. J. Chacón</u>		
Condición de la muestra: <input type="checkbox"/> Retenida		
Producto Muestreado: <u>chife dulce</u>	Cantidad de peso muestreado: <u>16 chufas</u>	
Parte del producto muestreado: <u>fruta</u>	Destino del producto: <input checked="" type="checkbox"/> Mercado nacional <input type="checkbox"/> Exportación	
Método de muestreo: <u>man</u>	N° de Lote muestreado: <u>Lote 3 CAI</u>	
Siembra del cultivo: <input type="checkbox"/> Campo abierto <input type="checkbox"/> Hidroponía <input checked="" type="checkbox"/> Invernadero <input type="checkbox"/> Otro:		
*Comercializa el producto en (nombre de lugar, empresa o país de destino para productos de exportación):		
La muestra se prepara para su transporte al Laboratorio: <input checked="" type="checkbox"/> Bolsa de polietileno de resina virgen <input type="checkbox"/> Hielera <input type="checkbox"/> Refrigerante <input checked="" type="checkbox"/> Envase <input type="checkbox"/> Otro:		
Análisis solicitados: <input checked="" type="checkbox"/> Multiresiduos <input type="checkbox"/> Otro:		
Observaciones: <u>Lote 3: Notificación: Pango Abierto Integrado</u>		
<b>Funcionario</b>	<b>Por Empresa/Productor</b>	<b>Testigo</b>
Nombre: <u>Pedro Sánchez Padilla</u>	Nombre: <u>Luis Martínez Chacón</u>	Nombre:
N° Cédula: <u>1111710</u>	N° Cédula: <u>133780140</u>	N° Cédula:
Firma: <u>[Firma]</u>	Firma: <u>[Firma]</u>	Firma:

\* Información detallada que permite la trazabilidad del producto desde el productor hasta el consumidor o mercado. Original UCRA. Copia celeste para el productor. Copia amarilla para el tomador de muestra