



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**

***Trabajo Final de Carrera - Ingeniería Agronómica
“Optimización de la elaboración de un biopreparado a
base de ají picante y análisis de su efecto sobre el
control de trips en un cultivo de pimiento”***

ALUMNA: Dorys Jaqueline Taxer

***DIRECTORA: Ing. Agr. María Clara Mediavilla
CODIRECTORA: Dra. María José Zaro***

2018



El presente trabajo final de la carrera de Ingeniería Agronómica fue llevado a cabo en el Laboratorio de Investigación de Productos Agroindustriales (LIPA) de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF, UNLP) y en el Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA) de la Facultad de Ciencias Exactas (FCE, UNLP), bajo la dirección de la Ing. Agr. Clara Mediavilla y la codirección de la Dra. María José Zaro. Tutor FCAyF: Dr. Ariel Vicente.

AÑO 2018

AGRADECIMIENTOS

A CAMBIUM (Lucho, Vasca, Hernán, Euge, Sauli, Flaca, Vicent, Manolo, Lautaro, Beto, Solcito, Nadin, Yayi, Guada, Vege, Patán, Laly, Camila, Eliana, Seba, Ramón y todas las camadas siguientes) por ser los primeros en enseñarme que el hacer, es colectivo...

A los equipos de trabajo que participaron en esta tesina y fueron los que me despidieron de la facultad en un hacer, también colectivo y con mucha calidez: laboratorio de vegetales del CIDCA (María José, Ariel, Facu, Joaquín, Caro), cátedra de Agroindustrias (Ariel, Elisa, Edu, Magalí, Carolina), equipo de trabajo del INTA-AMBA (María Clara y Carlos), cátedra de Horticultura (Mariana, Susana, Pepe y Andrés) que sin ser parte de la tesis pensaron y atendieron cada problema que les planteé. A René y toda su familia que no sólo pusieron su producción a disposición del ensayo, también sus inquietudes, tiempo, mates, análisis, trabajo y afecto. Por último a Lucas mi compañero que al igual que Ariel y María José son los que me empujaron y con mucha fuerza a terminar esta carrera.

ÍNDICE

ÍNDICE	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
RESUMEN.....	6
1. INTRODUCCION.....	8
1.1. <i>Producción hortícola nacional.....</i>	8
1.2. <i>El Cinturón Hortícola Platense.....</i>	9
1.3. <i>Manejo productivo y fitosanitario en la región platense</i>	10
1.4. <i>Agroecología y transición desde los sistemas tradicionales de producción</i>	11
1.5. <i>Manejo de plagas con biopreparados.....</i>	13
1.6. <i>La plaga: Frankliniella occidentalis.....</i>	15
2. OBJETIVOS E HIPOTESIS	18
- OBJETIVO GENERAL	18
- HIPOTESIS	18
3. MATERIALES Y METODOS	20
3.1. <i>Elaboración de un biopreparado a base de ají picante.....</i>	20
3.2. <i>Determinación del contenido de capsaicina.....</i>	20
3.3. <i>Ensayos de optimización para la elaboración del biopreparado.....</i>	20
3.3.1. <i>Influencia del tiempo y temperatura de maceración</i>	20
3.3.2. <i>Influencia del método de extracción.....</i>	21
3.3.3. <i>Influencia del método de molienda y del pretratamiento</i>	21
3.3.4. <i>Efecto del almacenamiento prolongado</i>	22
3.4. <i>Ensayos a campo.....</i>	22
3.4.1. <i>Estudio de la evolución de trips en el cultivo de pimiento</i>	22
3.5. <i>Efecto de la tintura de ají picante sobre la población de trips</i>	22
3.6. <i>Análisis estadístico</i>	23
3.6.1. <i>Ensayos de laboratorio</i>	23
3.6.2. <i>Ensayos a campo</i>	23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. <i>Optimización de la elaboración del biopreparado.....</i>	25
4.1.1. <i>Influencia del tiempo y temperatura de maceración</i>	25
4.1.2. <i>Influencia del método de extracción.....</i>	26
4.1.3. <i>Efecto del método de molienda y del pre-tratamiento</i>	27
4.1.4. <i>Efecto del almacenamiento prolongado</i>	28
4.2. <i>Ensayos a campo.....</i>	29
4.2.1. <i>Evolución de la población de trips en el cultivo de pimiento</i>	29
4.2.2. <i>Efecto del biopreparado a base de ají picante sobre el recuento de trips</i>	31
5. CONCLUSIONES	34
6. REFERENCIAS.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regiones hortícolas Argentinas. Fuente: Manual de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la cadena de tomate.....	9
Figura 2. Aplicación manual de pesticidas sin protección en cultivo de hortalizas del Cinturón Hortícola Platense.....	11
Figura 3. Trips de las flores (<i>Frankliniella occidentalis</i>) en su estado adulto.....	15
Figura 4. Efecto del tiempo y la temperatura de maceración sobre el contenido de capsaicina en la tintura de ají picante.....	26
Figura 5. Efecto del tipo de extracción sobre el contenido de capsaicina en la tintura de ají picante.....	27
Figura 6. Efecto del tipo de molienda y pretratamiento sobre el contenido de capsaicina en la tintura de ají picante, macerada por 5 y 10 días. F: fresco, E: escaldado, C: cuchillo, M: mortero.....	28
Figura 7. Efecto del tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente sobre el contenido de capsaicina en la tintura de ají picante.....	29
Figura 8. Evolución de la población de trips en un cultivo de pimiento sin presencia de tratamientos con biopreparados.....	30
Figura 9. Temperatura ambiente media registrada durante el período de ensayo a campo.....	30
Figura 10. Efecto de la concentración de la tintura de ají picante sobre el recuento de trips en un cultivo de pimiento.....	31

RESUMEN

El trips de las flores, (*Frankliniella occidentalis*), es una de las plagas primarias en el cinturón hortícola platense, empleando una gran cantidad de químicos para su control. Es por ello la necesidad de una búsqueda alternativa de control de plagas, dentro de un enfoque agroecológico. Una opción es el empleo de biopreparados con propiedades repelentes o insecticidas. Sin embargo, surgen limitantes en torno a su uso ya que no existen publicaciones regionales que evalúen su eficacia, estudien las mejores condiciones de preparación o determinen su estabilidad en el tiempo. De acuerdo con ello, el objetivo del trabajo fue evaluar diferentes formas de obtención de un biopreparado a base de ají picante (*Capsicumm frutescens*), a fin de optimizar su preparación y la extracción del principio activo (capsaicina) responsable de las propiedades bioactivas. Posteriormente, se estudió su eficacia para el control de trips en un cultivo de pimiento (*Capsicum annum*).

Se observó que el nivel de capsaicina no se modificó con el tiempo de maceración del biopreparado, y que solo 60 min de contacto del tejido con el solvente son suficientes para lograr una extracción exitosa. En cuanto a la temperatura, se obtuvo una mayor extracción a los 4°C con respecto a los 20°C. El rendimiento no mostró diferencias debidas a la molienda o al método de extracción del material vegetal, pero se hallaron beneficios con el pretratamiento de escaldado. Finalmente, se halló una significativa disminución del contenido de capsaicina luego de 30 días de almacenamiento. En los resultados obtenidos a campo, con la aplicación de la tintura en diferentes concentraciones (50, 100, 200 y 500 mL/L), no se redujo la población de trips respecto de las plantas sin tratamiento. Esto puede atribuirse a la presión de selección generada por la merma de la aplicación de agroquímicos de manera calendaria.

Palabras clave: *Frankliniella occidentalis*, Agroecología, horticultura, capsaicina

INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCION

1.1. Producción hortícola nacional

La producción hortícola en Argentina se caracteriza por ser una actividad con gran diversidad de cultivos y zonas de producción. En nuestro país la horticultura se desarrolla en una extensión de 235.321 ha a campo y 2.961 ha en invernadero, con una producción estimada en 10 millones de toneladas (Censo Agrícola Nacional, 2002). Esta actividad posee una alta demanda de mano de obra, empleando a más de 10 millones de jornales por año, lo que la transforma en una actividad con un elevado valor social (Castro, 2016). Solamente la producción, ocupa 1,5 personas /ha/año en el caso del sistema a campo y 4 personas/ha/año en el sistema bajo cubierta. Genera, además, un importante número de empleos indirectos en los distintos eslabones de la cadena como la comercialización, provisión de insumos y servicios (Castro, 2016).

En Argentina existen siete regiones geográficas de importancia para la producción de hortalizas (Figura 1): las regiones Noroeste; Noreste; Andina, Central, del Valle del río Colorado y Negro, del Litoral y Patagónica (INET, 2010). El país posee además zonas de producción con características propias y distintas entre ellas, distinguiéndose aquellas de producción de semilla, las zonas hortícolas extensivas, las zonas de producción especializada y los cinturones verdes. Estos últimos, dentro de los que se incluye el Cinturón Hortícola de La Plata, poseen características distintivas tales como (Strassera, 2009):

- ✓ cercanía a las grandes ciudades
- ✓ alto requerimiento de mano de obra
- ✓ gran diversidad de cultivos
- ✓ unidades productivas pequeñas (1-40 ha)
- ✓ alto valor de la tierra
- ✓ cercanía a los mercados
- ✓ sistemas de producción diferenciados (a campo o invernadero)

El destino principal de las hortalizas producidas es el mercado interno (93-94%), de las cuales se estima que el 85% es comercializado en estado fresco (Colamarino y col, 2006). En tanto, el complejo hortícola representa entre el 1,1 y el 1,4% de las exportaciones vegetales de nuestro país (Castro, 2016).

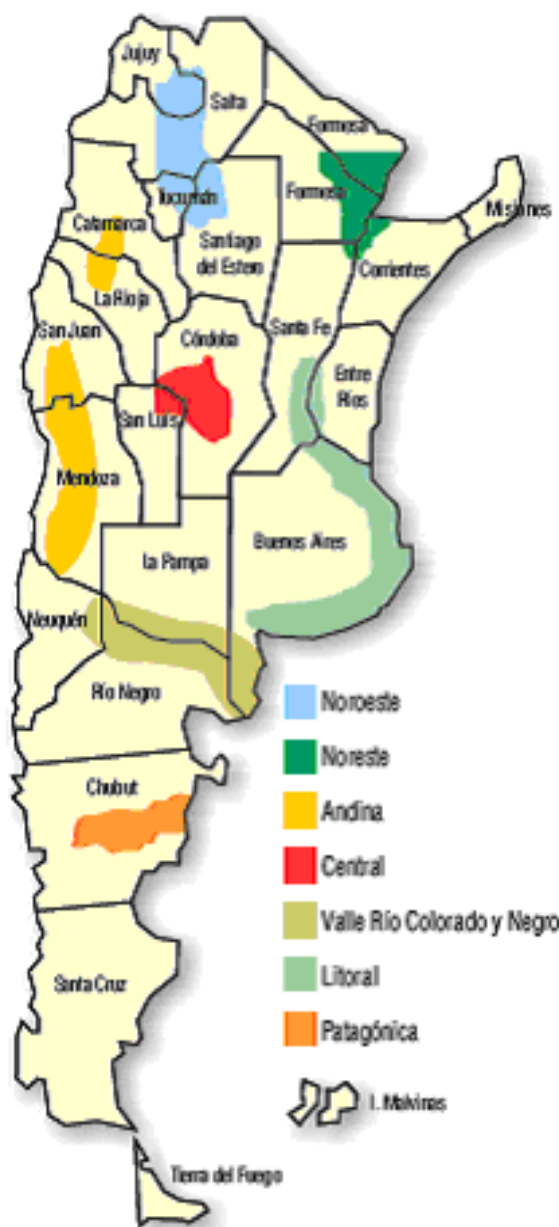


Figura 1. Regiones hortícolas Argentinas. Fuente: Manual de BPA en la cadena de tomate. <http://www.minagri.gob.ar>

1.2. El Cinturón Hortícola Platense

Este cinturón fue diseñado en los primeros años de 1880, juntamente con la ciudad de La Plata, sus dependencias gubernamentales y espacios para el arte y la cultura (Garat, 2002). En 1940 y 1950, a raíz de políticas agropecuarias que favorecían la tenencia de tierra, se produce una corriente inmigratoria mayoritariamente integrada por italianos, que inician la producción de hortalizas con prácticas y tecnología similares a las que contaban en su lugar de origen. Ya en los años '70 y '80, en el marco del proceso conocido como Revolución Verde, comienza la utilización de ciertos componentes tecnológicos, entre los que se destacan las semillas híbridas, los sistemas de riego, los agroquímicos de síntesis para el control de plagas

y enfermedades, los fertilizantes inorgánicos y la utilización de maquinaria moderna, lo que contribuyó al crecimiento de la horticultura en la región (Garat, 2002). En los '90 se suma la incorporación del invernáculo como sistema de producción, momento coincidente con la llegada al sector de productores de origen boliviano, de gran experiencia en la actividad hortícola bajo cubierta y con el objetivo de lograr mayor eficiencia en la producción (García, 2011). Esto se asocia a la búsqueda de una serie de ventajas productivas del empleo de invernaderos, tales como:

- ✓ mayor rendimiento
- ✓ precocidad de cosecha
- ✓ alta calidad y homogeneidad de los productos
- ✓ ampliación del período de producción respecto del sistema a campo

Sin embargo, este sistema resulta altamente dependiente de insumos como semillas híbridas, insecticidas, fertilizantes, polietileno, entre otros (Strassera, 2009).

En el Partido de La Plata el área cultivada es de 4.338 ha, de las cuales 1.657 se desarrollan bajo cubierta y son mayormente destinadas a la horticultura respecto de la floricultura (Censo Hortiflorícola, 2005). El número de explotaciones productivas es de 1.047, de las cuales el 70% corresponden a horticultura (a campo 24%, bajo cubierta 27% y mixtas 49%), mientras que 27% son establecimientos florícolas y 2% son hortiflorícolas. Así, el Cinturón Hortícola de La Plata se constituye como la segunda región de producción de hortalizas más importante del país. Se destacan entre los cultivos más relevantes el tomate, pimiento, lechuga y otras verduras de hojas, además de flores como crisantemos, rosas y claveles (Strassera, 2009).

1.3. Manejo productivo y fitosanitario en la región platense

En general, de acuerdo con la aptitud de la tierra y disponibilidad económica, los productores del Cinturón Hortícola Platense cultivan preferentemente hortalizas de fruto (tomate, pimiento o berenjena) y verduras de hoja. El manejo productivo que se realiza está enmarcado en el creciente uso del invernáculo del tipo capilla continua, con poca variedad y rotación de cultivos (García, 2011). En tanto, el manejo sanitario predominante está basado en el control químico con aplicaciones sistemáticas de pesticidas por calendario, con escaso o nulo nivel de diagnóstico (García y col., 2005; Souza-Casadinho, 2007).

A pesar de que el empleo de insecticidas y plaguicidas químicos resulta útil y muestra una rápida acción, su uso intensivo e indiscriminado trae consecuencias negativas para el agroecosistema, tales como contaminación ambiental, surgimiento de plagas secundarias, aparición de fenómenos de resistencia, disminución de enemigos naturales y toxicidad para operarios (Altieri, 1992; Strassera, 2009). Si bien

su uso resuelve los problemas sanitarios a corto plazo, a largo plazo va en detrimento de los procesos naturales de regulación ecológica (Strassera, 2007).

Cabe destacar además que la manipulación de plaguicidas en el Cinturón Hortícola Platense muestra un escaso control, siendo realizado en más del 80% por los proveedores de insumos, un 9,6% por organismos estatales y un 7% por productores que no reciben ningún tipo de asesoramiento (Souza-Casadinho, 2007). Es posible aseverar además que se emplean mayoritariamente productos de elevada toxicidad para quienes los manipulan. Por otra parte, se trata de productos con tiempos de carencia bien determinados. Sin embargo, dado que la cosecha de las hortalizas suele realizarse según el estado de maduración o las oportunidades que brinda el mercado, son pocos los productores que toman los recaudos necesarios para respetar el tiempo que debe transcurrir entre la aplicación del plaguicida y la cosecha (Souza-Casadinho y Bocero, 2008).



Figura 2. Aplicación manual de pesticidas sin protección en cultivo de hortalizas del Cinturón Hortícola Platense.

1.4. Agroecología y transición desde los sistemas tradicionales de producción

Si bien la tecnificación de la agricultura ha incrementado la producción de alimentos en el mundo a través de un mayor rendimiento de los cultivos, esto se ha basado en el uso de dosis masivas de insumos costosos y/o escasos: combustibles fósiles, plaguicidas y fertilizantes de síntesis química, semillas híbridas, agua para riego, etcétera (Sarandón y Flores, 2014). Lo anterior se asocia a una serie de problemas sociales y ambientales, que involucran la seguridad alimentaria y el cambio climático. Uno de los principales inconvenientes es el incremento en el uso de productos químicos (insecticidas, herbicidas, fungicidas y fertilizantes) que trae aparejado un alto riesgo de contaminación de suelos y agua, toxicidad para quienes manipulan estos productos y para los consumidores, incremento de fenómenos de

resistencia, erosión del suelo por escasa rotación de cultivos y excesiva productividad, entre otros (Sarandón y Flores, 2014).

De aquí que en la actualidad se requiera desarrollar una agricultura que sea económicamente viable, pero que conserve la base de recursos naturales y preserve la integridad del ambiente (Sarandón, 1993). En este sentido la *Agroecología* constituye una disciplina capaz de abordar el estudio y análisis de sistemas de producción con miras a una agricultura sustentable. Esta disciplina puede definirse como la aplicación de conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de sistemas alimentarios sostenibles. Se basa en la diversificación del hábitat y el manejo orgánico del suelo, generando un funcionamiento óptimo del agroecosistema con diseños productivos que promueven la biodiversidad y los procesos ecológicos claves como la regulación biótica, el reciclaje de nutrientes y la productividad (Altieri y Nicholls, 2007).

Uno de los puntos críticos para su aplicación es el pasaje del manejo convencional al agroecológico. De aquí que el enfoque de *transición agroecológica*, propuesto por Gliessman y col. (2007), resulte en la actualidad uno de los más adoptados. De acuerdo a este enfoque, el diseño de un modelo de producción basado en los principios de la agroecología, requiere diferentes estrategias de transición según el origen de la producción (intensiva o extensiva) y la zona en que esta se desarrolla (urbana, periurbana o rural). Varias de las estrategias surgen de los saberes tradicionales de los productores, que aún perduran y resulta imprescindible rescatar. Para ello se deben aplicar tareas participativas de investigación, desarrollo y validación tecnológica (Mediavilla y col., 2012).

Para lograr una adecuada transición desde los sistemas convencionales se requiere cumplir una serie de etapas que permitan inicialmente incrementar la eficiencia de las prácticas convencionales, luego realizar un proceso sustitutivo por prácticas sostenibles, rediseñar el agroecosistema sobre estas nuevas prácticas y por último generar un cambio de ética y valores en los productores (Altieri y Nicholls, 2000; Gliessman y col., 2007). De esta forma, el proceso de transición podría iniciarse reduciendo el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos, respetando los períodos de carencia y dosis recomendadas, logrando una adecuada conducción del riego y nutrición, empleando variedades resistentes a enfermedades, evaluando la calidad pre- y poscosecha de los productos agrícolas, planificando la producción y previendo la rotación de cultivos (Mediavilla y col., 2012). Luego, se deben reemplazar paulatinamente los insumos de síntesis por alternativas a base de productos naturales como son los biopreparados de tipo insecticidas, fungicidas o fertilizantes, aplicar un manejo integrado de plagas (control biológico, cultural o mecánico), emplear

compostados orgánicos, agua de lluvia y otros mecanismos de reciclado (Gliessman y col., 2007).

Si bien es frecuente encontrar ejemplos de casos de agricultura sustentable basados en tecnologías desarrolladas por comunidades campesinas o indígenas, estas pueden adecuarse al manejo de cualquier sistema de producción (Sarandón y Flores, 2014). Finalmente cabe destacar que los principios básicos de la Agroecología incluyen:

- ✓ Desarrollar conciencia sobre el impacto ambiental de la agricultura intensiva
- ✓ Internalizar el concepto del desarrollo sostenible
- ✓ Compromiso ético con las futuras generaciones
- ✓ Mejorar el conocimiento sobre los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos de los agroecosistemas
- ✓ Desarrollar tecnologías sostenibles, basadas en procesos y no tanto en insumos
- ✓ Incorporar el costo ambiental en la evaluación del éxito económico
- ✓ Tomar conciencia del rol irrenunciable del estado en incentivar prácticas sostenibles

1.5. Manejo de plagas con biopreparados

El manejo de plagas y enfermedades bajo un enfoque agroecológico y sostenible busca aplicar a los cultivos un conjunto de prácticas integrales que tienen como propósito mantener la población de la plaga en un nivel que no sea perjudicial para el agroecosistema productivo. Esto incluye el uso de variedades resistentes, el empleo de biopreparados con funciones insecticidas o repelentes, el cultivo estratégico de plantas antagonistas, el control biológico y cultural de la plaga (Sarandon y Flores, 2014).

Entre estas estrategias, el empleo de *biopreparados* permite reemplazar total o parcialmente a los plaguicidas químicos. Estos son productos elaborados con extractos de origen vegetal, animal y/o mineral, que poseen diversas propiedades benéficas para los cultivos. Pueden proveer nutrientes, favorecer el enraizamiento, promover el desarrollo de microorganismos antagonistas o contener sustancias repelentes, insecticidas o bioestimulantes (fitohormonas, fitoquímicos o ácidos orgánicos) (Terrile e Izquierdo, 2010). Los biopreparados poseen diferentes mecanismos de acción sobre los insectos, nematodos y microorganismos según su composición. Así, por ejemplo, algunos actúan por repelencia, otros por irritación o bloqueo del sistema nervioso, por inhibición de la alimentación o de la reproducción, entre otros (Tovar-Hernández, 2013). Los biopreparados tienen la ventaja de evitar los

riesgos de contaminación de los plaguicidas comunes ya que son moléculas de origen natural que tienden a descomponerse rápidamente en el medio ambiente. Además su residualidad es mínima, suelen ser bastante específicos y no son tóxicos para los mamíferos y las plantas (Moreau y col., 2006).

A lo largo de la historia, los biopreparados se han desarrollado a partir de la observación empírica de sus efectos por parte de los agricultores. Sin embargo, en los últimos años ha comenzado a interesar a los investigadores, empresas e instituciones gubernamentales que han planteado su uso extensivo y comercial tanto a pequeña como a gran escala (Terrile e Izquierdo, 2010).

Entre los materiales vegetales comúnmente empleados para la elaboración de biopreparados se destaca el ají picante, también llamado "chile" en países como México y Perú. El ají picante en sus diferentes variedades es el fruto de diversas especies del género *Capsicum* que se caracterizan por ser muy variables en cuanto a su pungencia (picor). En la actualidad se describen alrededor de 200 especies, de las cuales sólo cinco son cultivadas comercialmente: *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*, *Capsicum baccatum* y *Capsicum pubescens*.

La capsaicina, es el principal componente responsable de la pungencia y de las propiedades funcionales y bioactivas del ají picante. Estudios recientes están evaluando nuevas especies de ajíes con el objetivo de obtener líneas avanzadas con alto contenido de capsaicina, adaptadas a los requerimientos industriales y como fuente de genes para el mejoramiento de los frutos (Pino, 2015).

El ají picante es empleado en forma habitual para la obtención de biopreparados por productores tradicionales de América latina, ya que se encuentra arraigado que el picor del ají repele los insectos y controla microorganismos. Algunos trabajos como los de Moreno-Limón y col. (2012) mostraron que extractos etanólicos de frutos de chile piquín (*Capsicum annuum* L. var *aviculare*), inhibieron el crecimiento "in vitro" de *Aspergillus flavus* con una eficacia comparable a la de un fungicida comercial. Extractos de chile picante resultaron también altamente efectivos en el control de lepidópteros en maíz, comparado con aplicaciones de insecticidas químicos al follaje (Hernández-Hernández, 1994). También fue validada su efectividad para el control de áfidos, especialmente de los géneros *Myzus persicae*, *Aphis gossypii* y *Aphis fabae*, y de mosca blanca en cultivos protegidos de hortalizas y plantas aromáticas en huertos familiares del altiplano boliviano (Terrile e Izquierdo, 2010). Así mismo, otros productos como polvo o resina de ají picante se han empleado como agentes de control de la mosca de la cebolla (*Delia antiqua*) (Cowles y col., 1989) y como repelente de ciertas plagas de las plantaciones de algodón (Mayeux, 1996), respectivamente.

Si bien como se expresó anteriormente, existen numerosas evidencias del empleo de biopreparados a base de ají picante en cultivos hortícolas y su efectividad en el control de diferentes plagas, hasta el momento no existen estudios formales que analicen las ventajas de su uso como plaguicida en cultivos económicamente relevantes para nuestra región.

1.6. La plaga: *Frankliniella occidentalis*

El trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*) es un insecto originario de California (Estados Unidos) que se ha dispersado a muchos países de Europa, Asia y América (Figura 3) (Bryan y Smith, 1956). Ataca a más de 500 especies de plantas, especialmente cultivos hortícolas, florícolas y algunos frutales (De Santis, 1995; Kirk y Terry, 2003). Esta plaga polífaga, produce daños directos al picar los tejidos de hojas y flores y succionar el contenido celular con posterior necrosis, ya que en su saliva contienen sustancias tóxicas. Causan también daños indirectos al actuar como vectores de virus tales como el virus del bronceado del tomate (Tomato Spotted Wilt Virus, TSWV) que produce la enfermedad conocida como peste negra (Cáceres y col., 2011). Esta es la enfermedad viral más importante en cultivos de tomate y pimiento bajo invernadero, pudiendo causar significativas pérdidas económicas ante la marcada reducción del rendimiento y calidad de los frutos (Cáceres y col., 2001). Así, por ejemplo, por esta causa en 1995 se determinó la emergencia agropecuaria en el Cinturón Hortícola Platense (Balatti, 2016). En Europa y especialmente en Holanda, se convirtió también en una de las especies más dañinas de los cultivos bajo invernadero (Vargas y Uvillo, 2005).



Figura 3. Trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*) en su estado adulto.

Este insecto se caracteriza por tener un ciclo de vida muy corto y una gran capacidad de reproducción (Gaum y col., 1994). Los huevos son reniformes, de color blanco y unos 2 mm de longitud, encontrándose aislados e insertados dentro de los tejidos de las plantas atacadas. Las ninfas pasan por dos estadios, siendo el primero

muy pequeño, de color blanco o amarillo pálido. El segundo estadio es de tamaño parecido al de los adultos y de color amarillo dorado. Las ninfas a su vez se distinguen de los estados de pre-pupa y pupa. Estos estadios son inmóviles, no se alimentan y comienzan a presentar los esbozos de las alas, las cuales se desarrollan plenamente en el estado adulto (Rijn y col., 1995). Los insectos adultos son alargados, de 1,2 mm las hembras y 0,9 mm de longitud los machos. Migran cuando la planta está madurando o no hay follaje tierno y se desplazan hacia plantas que están en floración, por lo general en primavera (Teerling, 1995). Colonizan las partes superiores de las plantas, prefiriendo las flores y el polen de las mismas, del que se alimentan. También pueden atacar otro tipo de vegetación en los alrededores, que sirve como reservorio de sus poblaciones y que luego se dispersan sobre los cultivos (Senasa, 2005). La duración del ciclo de vida de *Frankliniella occidentalis* es afectada por la temperatura. Se desarrollan más rápido a 30 °C, mientras que su ciclo de vida es dos veces más lento a 18 °C. En tanto, la longevidad de los adultos puede variar entre 32 y 57 días (Gerin y col., 1994; Shipp 1995).

OBJETIVOS



2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

- OBJETIVO GENERAL

"Optimizar la elaboración de un biopreparado a base de ají picante y analizar su efecto sobre el control de trips en un cultivo de pimiento"

- OBJETIVOS PARTICULARES

- ✓ Determinar la influencia del tiempo (0, 5, 10 o 20 días) y temperatura de maceración en etanol (4 o 20 °C) de los ajíes sobre el grado de extracción de capsaicina.
- ✓ Determinar el efecto del método de extracción (maceración, agitación, agitación con calor o sonicado), de la forma de molienda del material vegetal (picado o morterado), del pretratamiento (material fresco o escaldado) y del tiempo de almacenamiento (5, 10, 30 o 60 días) sobre el nivel de capsaicina obtenido.
- ✓ Estudiar el efecto del biopreparado a base de ají picante sobre el control del trips en un cultivo de pimiento.

- HIPÓTESIS

- ✓ *"El tiempo y temperatura de maceración genera diferencias en la concentración de capsaicina extraída en la tintura de ají picante".*
- ✓ *"El método de molienda, el pretratamiento y la técnica de extracción pueden afectar el nivel de capsaicina presente en la tintura de ají picante".*
- ✓ *"El tiempo de almacenamiento genera una merma del contenido capsaicina en la tintura de ají picante".*
- ✓ *"La aplicación de la tintura de ají picante resulta eficaz en el control del trips en el cultivo de pimiento".*

MATERIALES Y MÉTODOS



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Elaboración de un biopreparado a base de ají picante

Para la elaboración de la tintura de acuerdo a la forma tradicional de preparación de los productores de la zona, se trabajó con ají picante (*Capsicum frutescens*), fresco y picado a cuchillo con sus semillas, en una concentración de 60 g/L en etanol al 80% (ver anexo, Figura A1.A y A1.B). La mezcla se maceró por 10 días a 20 °C, posteriormente el producto fue filtrado y almacenado a temperatura ambiente.

3.2. Determinación del contenido de capsaicina

Una porción de tintura de ají picante se concentró en evaporador rotatorio (Büchi R-124, Labortechnik AG, Flawil, Suiza) (ver anexo, Figura A2). En el extracto concentrado se determinó el contenido de capsaicina empleando el método espectrofotométrico descrito por Bajaj y Kaur (1979) con ligeras modificaciones. Una alícuota de 350 µL de biopreparado concentrado se añadió a 50 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu (1:1 v/v en agua) y 2 mL de agua. Luego de 3 min de reacción se agregaron 100 µL de Na₂CO₃ 20% (m/v) en NaOH 0,1 M y se incubó por 90 min. Finalmente, la concentración de capsaicina se determinó por la formación de un complejo de color azul con el reactivo, midiendo la absorbancia a 760 nm en espectrofotómetro (UV-Mini modelo 1240, Shimadzu Corporation, Japón). Los resultados se expresaron en mg/kg a partir de una curva de calibración empleando capsaicina como patrón (ver anexo, Figura A1.C). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

3.3. Ensayos de optimización para la elaboración del biopreparado

3.3.1. Influencia del tiempo y temperatura de maceración

La tintura de ají picante preparada como se indicó en la Sección 3.1 se maceró a 4 o 20 °C por 0, 5, 10 o 20 días. Para la determinación a 0 d, el tiempo de contacto con el solvente fue de 60 minutos. Luego de cumplidos los períodos de maceración, las mezclas fueron filtradas con malla metálica y se determinó el contenido de capsaicina según lo indicado en la Sección 3.2. Las mediciones se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron en mg/kg empleando capsaicina como patrón.

3.3.2. Influencia del método de extracción

La tintura de ají picante preparada como se indica en la Sección 3.1 se sometió a los siguientes procesos de extracción:

- ✓ *Maceración tradicional por 60 min*
- ✓ *Agitación a temperatura ambiente por 60 min.*
- ✓ *Agitación a alta temperatura (70 °C) por 60 min*
- ✓ *Sonicado por 60 min*

A continuación, y en todos los casos, la mezcla se filtró con malla metálica y se determinó el contenido de capsaicina según 3.2. Las mediciones se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron en mg/kg empleando capsaicina como patrón.

3.3.3. Influencia del método de molienda y del pretratamiento

Se evaluaron dos métodos de molienda y dos pretratamientos del material vegetal antes de la elaboración de la tintura de ají picante.

- ✓ *Ají fresco picado con cuchillo: El ají picante fue picado a cuchillo con cortes longitudinales y transversales quedando trozos de aproximadamente 0,5 cm².*
- ✓ *Ají fresco triturado con mortero: El ají picante fresco fue molido con mortero hasta obtener una pasta homogénea.*
- ✓ *Ají escaldado picado con cuchillo: El ají fue escaldado por dos minutos en agua hirviendo, posteriormente se picó con cuchillo con cortes longitudinales y transversales quedando trozos de aproximadamente 0,5 cm².*
- ✓ *Ají escaldado triturado con mortero: El ají picante fue escaldado por dos minutos en agua hirviendo, posteriormente fue molido con mortero hasta obtener una pasta homogénea.*

A continuación, en cada caso se elaboró la tintura de acuerdo con la sección 3.1 y se maceró por 10 días a 20 °C, se filtró con malla metálica y sobre el filtrado se determinó el contenido de capsaicina según se describió en 3.2. Las muestras se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron en mg/kg empleando capsaicina como patrón.

3.3.4. Efecto del almacenamiento prolongado

La tintura de ají picante se elaboró como se describe en 3.1, se maceró a temperatura ambiente y a los 10 días se filtró extrayendo el tejido y las semillas de los frutos con colador de malla metálica. Luego de 5, 10, 30 y 60 días de almacenamiento a 4 °C se determinó la concentración de capsaicina según 3.2. El ensayo se realizó por triplicado y los resultados obtenidos se expresaron en mg/kg empleando capsaicina como patrón.

3.4. Ensayos a campo

3.4.1. Estudio de la evolución de trips en el cultivo de pimiento

El cultivo de pimiento seleccionado para el ensayo se ubica en la localidad de Etcheverry dentro del Cinturón Hortícola de La Plata, e integra el grupo de establecimientos familiares que trabajan en conjunto con el equipo de Cambio Rural INTA. El ensayo a campo se llevó a cabo en un cultivo de pimiento cv. Jaen. Inicialmente se analizó la evolución de la población de trips en un cultivo sin tratamiento a lo largo de seis observaciones, realizando el monitoreo cada tres días según el protocolo de Polack y Mitidieri (2012) a fin de obtener un valor medio de trips por planta.

La extensión del cultivo de pimiento fue de 23 surcos de 75 m de largo, con una distancia entre plantas de 0,4 m y 175 plantas por surco. La parcela de ensayo fue de 3 surcos, que funcionaron como bloques, los tratamientos fueron los trips en cada observación y la unidad experimental de observación fue la flor. En la disposición de los surcos elegidos se consideró mantener el 60% de espacio en laterales y 40% interno, considerado en el protocolo. En cada surco se monitorearon 14 plantas elegidas al azar y en cada una de ellas tres flores abiertas y con plenitud de polen. Se registraron el número de ninfas y adultos por planta (ver anexo, Figura A3).

3.3. Efecto de la tintura de ají picante sobre la población de trips

En un segundo ensayo a campo se evaluó el efecto insecticida o repelente frente a trips de la tintura de ají picante en cuatro concentraciones diferentes en el cultivo de pimiento cv. Jaen antes mencionado. La tintura de ají picante se preparó según se describió en 3.1 y el producto a aplicar se elaboró a partir de diluciones de ésta a fin de evaluar cuatro concentraciones diferentes: 50, 100, 200 y 500 mL/L. A todas ellas

se les agregó 5 g/L de azúcar como cebo y se realizaron las aplicaciones, con monitoreo de la población de trips previo el día de la aplicación y a los tres días posteriores. El protocolo a seguir fue el desarrollado por Mitidieri y Polack (2012). En los surcos testigos se aplicaron soluciones de etanol en concentraciones de 50, 100, 200 y 500 mL/L y 5 g/L de azúcar, evaluándose el número de trips en condiciones similares a los tratamientos. Todas las aplicaciones se realizaron con mochila hasta punto de goteo y con pastillas de abanico plano.

La parcela de ensayo fue de 6 surcos, que funcionaron como bloques, tres fueron tratados y los tres restantes fueron testigos. En cada surco se monitorearon 14 plantas elegidas al azar y en cada una de ellas tres flores. En las flores abiertas y con plenitud de polen se registraron el número de ninfas y adultos. El manejo realizado hasta el inicio del ensayo fue el considerado “tradicional” en la zona, con manejo de plagas bajo aplicación de químicos, de manera calendario. Se suspendió por completo la aplicación de químicos en el transcurso del ensayo.

3.5. Análisis estadístico

3.5.1. Ensayos de laboratorio

Se llevó a cabo bajo un diseño completamente aleatorizado, en todos los casos planteados. Los resultados se sometieron a un análisis por ANOVA y las medias se compararon mediante el test de mínima diferencia significativa (LSD) de Fisher con un nivel de significancia de $P = 0,05$.

3.5.2. Ensayos a campo

Se realizó un diseño en bloques completos al azar, donde los bloques considerados fueron los surcos y las unidades experimentales de observación fueron las flores. Se analizó el resultado mediante una ANOVA y las medias se compararon mediante el test de Tukey con un nivel de significancia de $P = 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Optimización de la elaboración del biopreparado

4.1.1. Influencia del tiempo y temperatura de maceración

En la primera parte de este trabajo se evaluaron diferentes condiciones de preparación de una tintura a base de ají picante, empleada de forma tradicional por productores hortícolas de la zona para el control de enfermedades o insectos en cultivos de importancia, como el tomate y pimiento. En general la tintura se elabora de forma casera macerando en etanol una cantidad conocida de ají cortado a cuchillo, por un período de 10 días a temperatura ambiente. Este procedimiento permite la extracción del principio activo responsable del efecto insecticida o disuasorio presente en el vegetal: la capsaicina. En los últimos años ha aumentado el interés en la investigación de las propiedades de este compuesto y su empleo como tratamiento en diferentes cultivos (García y col., 2011).

Las condiciones de extracción anteriormente mencionadas han sido seleccionadas de forma empírica y transmitidas de generación en generación por los productores, sin evaluar la estabilidad y concentración efectiva de capsaicina. Por ello, a fin de estandarizar las condiciones de preparación de la tintura y maximizar el grado de extracción de capsaicina, en el presente trabajo se ensayaron diferentes modos de obtención del biopreparado. La información obtenida será de utilidad para los productores que emplean el tratamiento con cotidianidad. En primera instancia se estudiaron diferentes tiempos y temperaturas de maceración en etanol de los ajíes. Se observó que el grado de extracción de capsaicina no se modifica con el tiempo de maceración (Figura 4). De aquí se puede inferir que un acotado tiempo de tratamiento (60 min), resulta suficiente para extraer un nivel similar del compuesto respecto del resto de los períodos evaluados, y que incluso no se obtienen beneficios al prolongar el tiempo de contacto con el solvente durante 10 o 20 días. Similares resultados fueron hallados por Chinn y col. (2011) quienes no encontraron diferencias en la concentración de capsaicina obtenida en chile habanero (*Capsicum chinense*) al evaluar la extracción por cortos períodos de tiempo (20, 40 o 60 min). En tanto, el contenido de capsaicina se redujo significativamente (25%) cuando el biopreparado se maceró a temperatura ambiente (20 °C) tal como es realizado de forma tradicional por los productores, respecto de los extractos mantenidos en refrigeración (4 °C) (Figura 4). En concordancia, Domínguez y col. (2015) reportaron previamente que la capsaicina resulta sensible a la alta temperatura y puede sufrir un relevante deterioro si los extractos no se conservan en condiciones adecuadas de refrigeración.

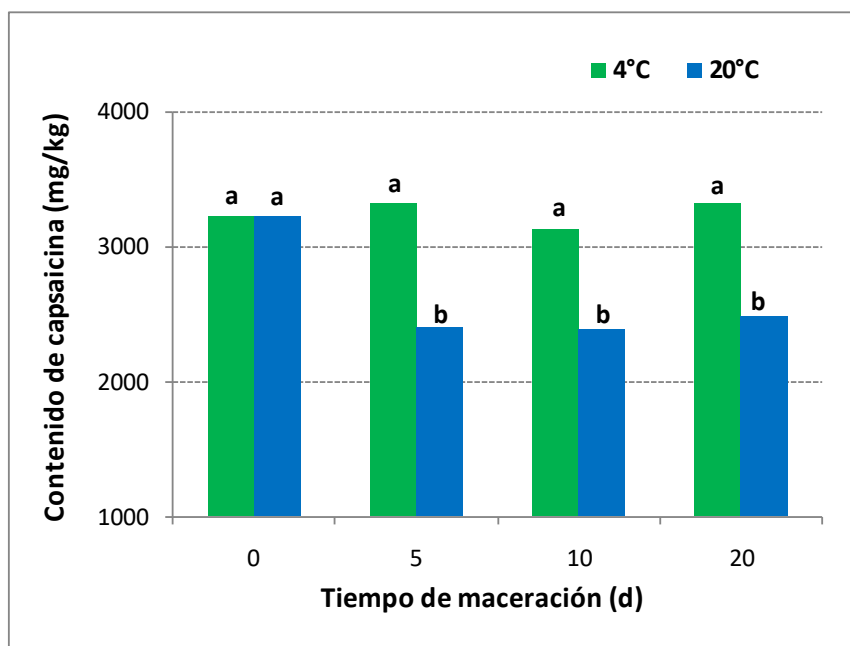


Figura 4. Efecto del tiempo y la temperatura de maceración sobre el contenido de capsaicina en la tintura de ají picante.

4.1.2. Influencia del método de extracción

Como segunda variable de ensayo se evaluaron métodos de extracción de capsaicina alternativos al proceso de maceración, tales como: agitación a temperatura ambiente, agitación con calor y sonicado. En numerosos reportes, la extracción de capsaicina en chiles se ha llevado a cabo utilizando las técnicas anteriores y otras diferentes como extracción Soxhlet, extracción con fluido supercrítico, altas presiones o microondas (Sganzerla y col., 2015). Sin embargo, las seleccionadas en el presente trabajo se consideran aquellas más factibles de ser aplicadas en los establecimientos de nuestra región. Contrariamente a lo observado para otros fitoquímicos, como compuestos fenólicos o terpenoides (Azmir y col., 2013), los métodos ensayados no mostraron diferencias entre sí en el nivel de capsaicina obtenido (Figura 5). Si bien el rendimiento pudo incrementarse levemente empleando alternativas al macerado que faciliten el contacto del solvente con el tejido vegetal, estas diferencias no resultaron significativas para justificar la incorporación de las técnicas ensayadas. Los resultados obtenidos pueden relacionarse al hecho de que el etanol en la concentración empleada (80% v/v) resulta altamente eficaz como solvente de extracción del compuesto de interés. En chile habanero fresco también se obtuvo una mayor concentración de capsaicina (30%) empleando etanol o acetonitrilo, en comparación con acetona (Chinn y col., 2011). Sin embargo, el etanol es más económico y de menor toxicidad en comparación con otros solventes orgánicos, por lo que su empleo resulta recomendable.

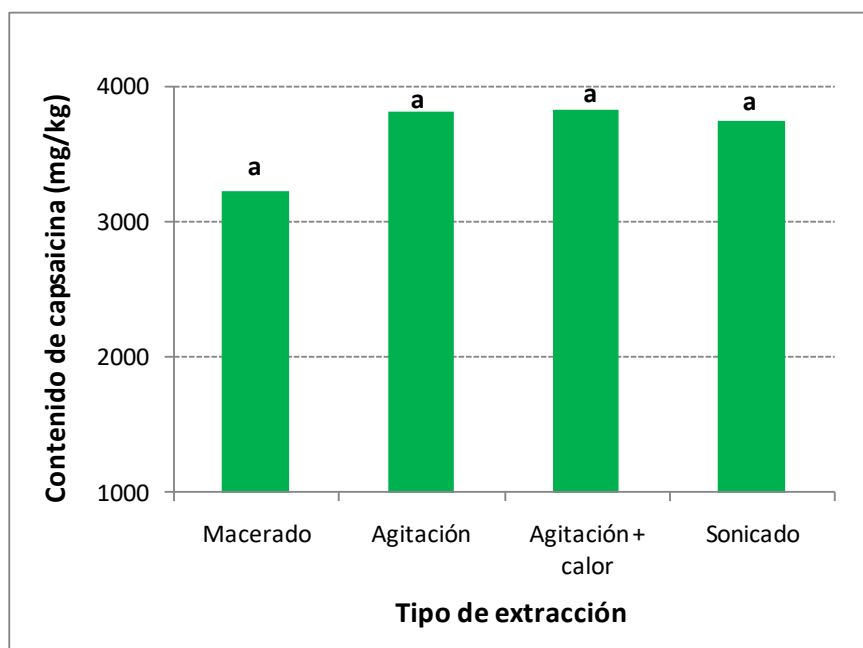


Figura 5. Efecto del tipo de extracción sobre el contenido de capsaicina en la tintura de ají picante.

4.1.3. Efecto del método de molienda y del pretratamiento

Factores como el grado de reducción del tamaño de partícula y el tipo de pretratamiento que sufra la matriz del material, resultan fundamentales en el rendimiento de extracción de los fitoquímicos presentes en un tejido vegetal. Esto se debe a que en general, un mayor grado de ruptura celular permite que el compuesto de interés sea liberado al solvente de extracción con más facilidad (Ringuelet y Viña, 2013). En este sentido, se evaluaron diferentes métodos de molienda del ají picante, como son el corte con cuchillo o el empleo de mortero del material fresco o en combinación con un pretratamiento de escaldado. Los tratamientos incluyeron las diferentes combinaciones resultantes entre el picado con cuchillo o la molienda con mortero del ají fresco o escaldado, y su posterior maceración en etanol durante 5 o 10 días a temperatura ambiente.

De los resultados obtenidos para las combinaciones de tratamientos surge que, si bien la molienda con cuchillo permitió una mejora en el nivel de extracción respecto de la molienda con mortero, estas diferencias solo fueron significativas cuando el material fue previamente escaldado (Figura 6). El pretratamiento de escaldado mostró también una mayor eficiencia de extracción en el material reducido mediante el uso de mortero respecto del material tratado de forma similar pero en fresco (Figura 6). Por otra parte, y como se observó anteriormente, el tiempo de maceración no tuvo influencia en el nivel de capsaicina cuantificado (Figura 6). De aquí se desprende que

someter el material a un escaldado y luego realizar el corte del material con cuchillo resulta la opción más recomendable para optimizar el proceso de extracción.

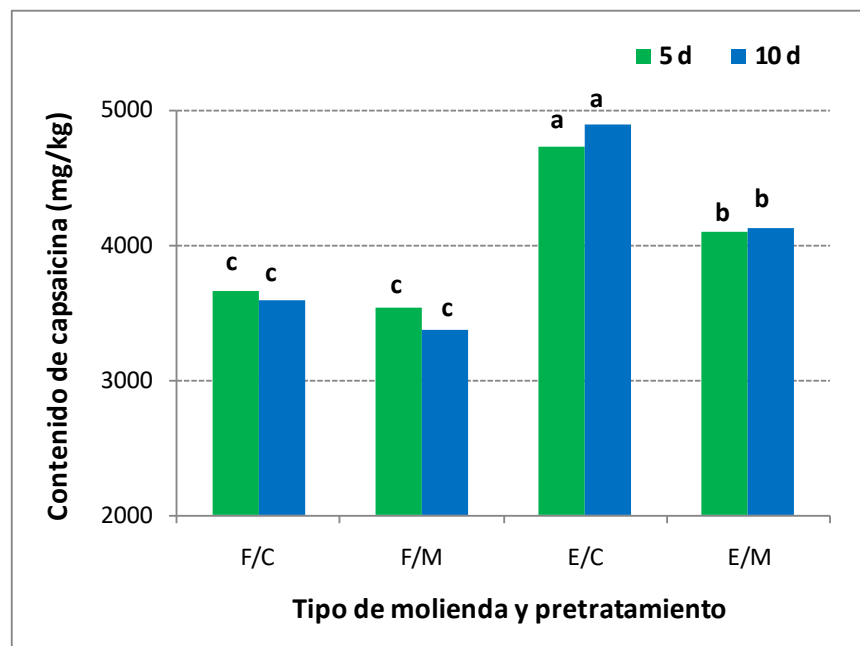


Figura 6. Efecto del tipo de molienda y pretratamiento sobre el contenido de capsaicina en la tintura de ají picante, macerada por 5 y 10 días. F: fresco, E: escaldado, C: cuchillo, M: mortero.

4.1.4. Efecto del almacenamiento prolongado

Finalmente se evaluó el efecto del almacenamiento de la tintura de ají picante sobre la estabilidad del principio activo. Las determinaciones se realizaron luego del macerado y manteniendo en refrigeración el producto filtrado por 0, 10, 20, 30 y 60 días, a fin de evaluar si es posible conservar la tintura sin cambios significativos de calidad por períodos de tiempo prolongados. Se halló que a los 30 días se produce una marcada disminución del contenido de capsaicina en el biopreparado, manteniéndose su nivel sin cambios posteriores hasta los 60 días (Figura 7). Resultados similares se hallaron cuando se evaluó la estabilidad de soluciones de capsaicina pura almacenadas a la misma temperatura durante 12 meses, observándose a partir de los 60 días una disminución continua de la concentración del compuesto a través del tiempo (Kopec y col., 2002). En este sentido de acuerdo con los resultados obtenidos aquí, puede definirse en 20 días el período máximo de almacenamiento recomendado de la tintura de modo que no se generen disminuciones significativas de calidad.

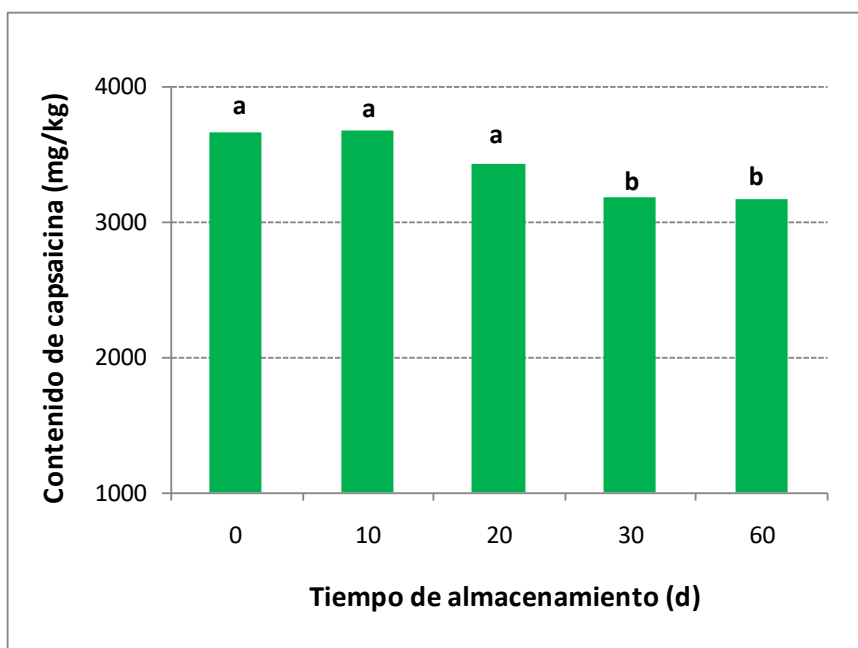


Figura 7. Efecto del tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente sobre el contenido de capsaicina en la tintura de ají picante.

4.2. Ensayo a campo

4.2.1. Evolución de la población de trips en el cultivo de pimiento

A fin de diagnosticar el grado de infección de *Frankliniella occidentalis* en el cultivo de pimiento seleccionado para llevar adelante el ensayo, se evaluó por un período de 18 días el número de insectos presentes en las flores de plantas seleccionadas, a las cuales previo a este monitoreo se les realizaba un control químico aplicado de manera calendaria. Se halló que la evolución de la población tuvo un crecimiento continuo en el período muestreado, con un número promedio en el rango de 3-8 individuos por flor y con un máximo de 31 trips en el tercer monitoreo (Figura 8).

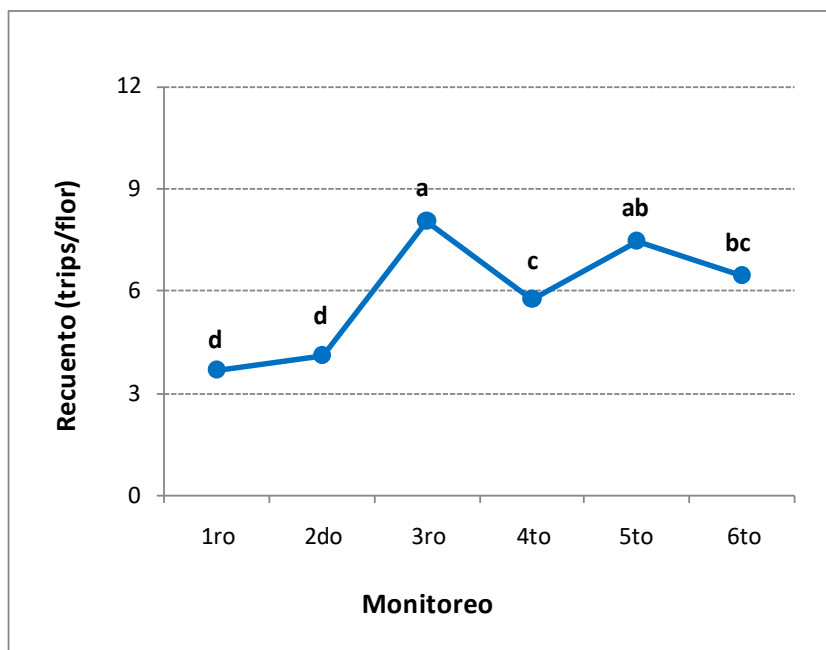


Figura 8. Evolución de la población de trips en un cultivo de pimiento sin tratamientos con biopreparados.

El alto número de individuos en ese momento fue coincidente con un aumento de temperatura durante los días previos al análisis (Figura 9), lo que pudo haber acelerado el desarrollo de los insectos y por lo tanto determinar un mayor recuento.

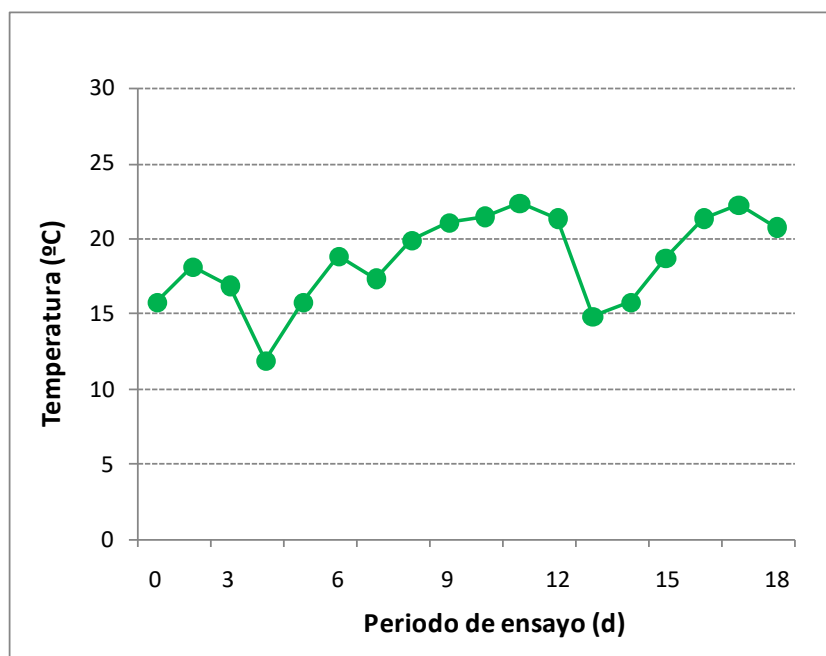


Figura 9. Temperatura ambiente media registrada durante el período de ensayo a campo.

Debe tenerse en cuenta además que en este período pudo expresarse el efecto de presión de selección dado por la suspensión de las aplicaciones de calendario que

desarrollaba el productor por lo tanto, era esperable que la población creciera significativamente.

4.2.2. Efecto del biopreparado a base de ají picante sobre el recuento de trips

Al evaluar la eficacia en el control de trips del biopreparado a base de ají picante en diferentes concentraciones (50, 100, 200 y 500 mL/L), se halló que los tratamientos no lograron generar una reducción de la población respecto de los recuentos obtenidos en las plantas control (Figura 10). Por lo tanto, en el presente ensayo no pudo comprobarse la existencia de efecto repelente y/o biocida del biopreparado, tal como ha sido propuesto previamente por varios autores (Antonius y col., 2006; Vinayaka y col., 2010; Moreau y col., 2012; Gudeva y col., 2013). En detalle, se determinó que el número de individuos por flor obtenido a partir del promedio de cuatro aplicaciones consecutivas del biopreparado, resultó similar entre las concentraciones de 100 y 200 mL/L y el control. En tanto un recuento superior, hasta 25% mayor, se observó en las plantas tratadas con 50 y 500 mL/L de tintura en comparación con las plantas de pimiento sin tratamiento (Figura 10).

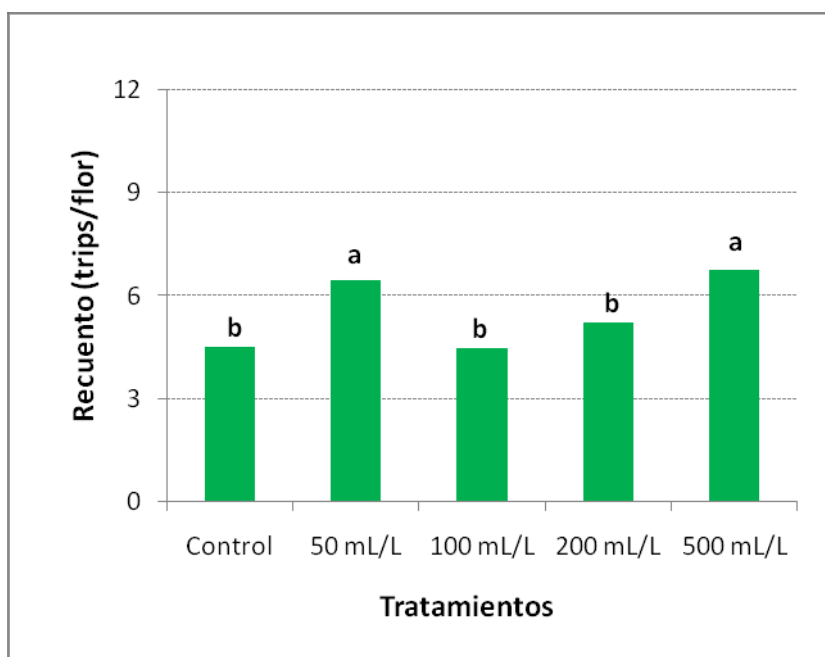


Figura 10. Efecto de la concentración de la tintura de ají picante sobre el recuento de trips en un cultivo de pimiento.

De acuerdo con ello, podemos inferir que la población de trips continuó su evolución natural en las plantas independientemente de los tratamientos aplicados, y que existe una significativa influencia de factores ambientales como la temperatura y

del manejo fitosanitario tradicional en el desarrollo de la plaga. En este sentido, los resultados pueden atribuirse en parte a la presencia de poblaciones de trips en lotes vecinos, que pudieron invadir rápidamente las parcelas al cesar las aplicaciones de insecticidas que se venían realizando, como también a la presión de selección ejercida en el mismo lote al suspender el tratamiento con agroquímicos para el control de trips y del resto de plagas tratadas.

CONCLUSIONES



5. CONCLUSIONES

En primera instancia, en el presente estudio se pudo determinar que la técnica de macerado en etanol para elaboración de un biopreparado a base de ají picante realizada tradicionalmente por las familias productoras del Cinturón Hortícola Platense, resulta eficaz y muestra rendimientos similares en términos de concentración de capsaicina, en comparación con otras técnicas de extracción que involucran la incorporación de equipos como agitadores, placas calefaccionadas o sonicadores, poco accesibles en los establecimientos locales.

Más allá de esto, pudieron definirse condiciones de extracción de fácil aplicación, que permiten optimizar el modo de obtención del biopreparado y muestran ventajas respecto del método tradicional. Así se determinó que la aplicación de un tratamiento de escaldado previo a la molienda del material vegetal es recomendable para incrementar el nivel de extracción del compuesto; y que un período acotado de contacto del tejido con el solvente (60 min) resulta suficiente para lograr una concentración aceptable, reduciendo notablemente el tiempo de maceración de 10 días aplicado normalmente. A su vez se contempló un estudio de estabilidad en el almacenamiento a baja temperatura (4 °C) del producto filtrado, de modo que puedan prepararse y almacenarse volúmenes de tintura suficientes para varias aplicaciones en campo. De esta forma se halló que el nivel de capsaicina en la tintura resulta estable hasta 20 días, si es conservada bajo refrigeración.

Contrariamente a lo esperado de acuerdo con la experiencia de los productores y a la bibliografía consultada, los resultados del ensayo a campo determinaron una baja eficacia de la tintura de ají picante en términos del control de trips en el cultivo de pimiento. Las concentraciones ensayadas de la tintura no lograron reducir el número de insectos presentes en las plantas, lo cual puede atribuirse a un crecimiento relevante de la población en condiciones en las que se suspendieron las aplicaciones de agroquímicos tradicionales de alta eficacia y/o a condiciones ambientales que favorecen el desarrollo y proliferación de los insectos. De acuerdo a esto, resulta necesario el estudio en futuros ensayos de nuevas formulaciones del biopreparado que contengan mayores concentraciones de material vegetal y en consecuencia de capsaicina, o incluso en combinación con otros productos naturales con propiedades bioactivas comprobadas.

Finalmente cabe destacar la importancia de la problemática planteada en este trabajo final de carrera sobre el manejo de establecimientos productivos de diferente escala bajo un enfoque agroecológico, a modo de concientizar acerca de conservar la estabilidad y productividad de estos sistemas y especialmente lograr una reducción del uso de productos fitosanitarios de síntesis químicos, que muestran elevados riesgos ecológicos y toxicológicos.

REFERENCIAS



6. REFERENCIAS.

- Altieri, M.(1992) Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. CLADES Cetal. Ed.: 162 pp.
- Altieri, M.; Nicholls, C. (2000). Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. PNUMA. México. 250 pp.
- Antonious, G. F., Meyer, J. E., & Snyder, J. C. (2006). Toxicity and repellency of hot pepper extracts to spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. Journal of Environmental Science and Health Part B, 41(8), 1383-1391.
- Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., ... & Omar, A. K. M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: a review. Journal of Food Engineering, 117(4), 426-436.
- Bajaj, K.; Kaur, G. (1979). Colorimetric determination of capsaicin in *Capsicum* fruits with the Folin-Ciocalteu reagent. Microchimica Acta, 71, 81-86.
- Balatti et. al. (2016). Guía de trabajos prácticos parte especial 2016. Cátedra de Microbiología de la UNLP Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- Bryan, D. E.; Smith, R. F. (1956). The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) complex in California (Thysanoptera: Thripidae). University of California, Publications in Entomology.
- Cáceres V.; Miño V. y Aguirre A. (2011). Guía Práctica para la Identificación y el Manejo de las Plagas del Pimiento. EEA INTA. Bella Vista Corrientes.
- Castro (2016). Caracterización de la Horticultura Argentina 2016. Publicación de la cátedra de Horticultura y Floricultura de la Fac. de Cs. Agr. Y Ftles. de la UNLP.
- Censo Horti-florícola de la Provincia de Buenos Aires (2005).
- Chinn, M., Sharma-Shivappa, R., Cotter, J. (2011). Solvent extraction and quantification of capsaicinoids from *Capsicum chinense*. Food and bioproducts processing, 89(4), 340-345.
- Colamarino, I.; Natalia Curcio; Federico Ocampo y Cristian Torrandel: "La producción hortícola en la Argentina", SAGPyA, 2006.
- Cowles, R., Keller, J., Miller, J. (1989). Pungent spices, ground red pepper, and synthetic capsaicin as onion fly ovipositional deterrents. Journal of Chemistry Ecology, 15, 719–730.
- Claudio Villasanti- FAO (2013). Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana. Paraguay.
- Domínguez-Cañedo (et. al. 2015). Degradación de carotenoides y capsaicina en el complejo de inclusión molecular de oleoresina de chile habanero (*Capsicum chinense*) con β - ciclodextrina
- Garat, J. 2002. El tomate platense en La Plata, Argentina. Revista Biodiversidad N°34:19-21.
- García M. (et. al 2005). Monitoreo de Plagas. Análisis técnico económico en una producción de tomate bajo invernáculo del Cinturón Hortícola Platense. Boletín Hortícola N°31;37pp.

- Gaum, W. G.; Giliomme, J. H.; Pringle, K. L., (1994). Life history and life tables of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on english cucumbers. Bulletin of Entomological Research 84: 219-224.
- Gliessman, S. (et al. 2007) Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. Ecosistemas.
- Gómez-Tovar, C.; Rodríguez Hernández (2013). Biopreparados Vegetales y Minerales para el Manejo de Plagas y Enfermedades en la Agricultura Ecológica. Universidad Autónoma de Chapingo México.
- Hernández-Hernández, V. (1994). Trabajo de tesis. Plan internacional, La Libertad, IICA. 1994. Agricultura Sostenible: Inventario Tecnológico, 1 Ed. Smith et al., (1986).
- Koleva-Gudeva, L., Mitrev, S., Maksimova, V., & Spasov, D. (2013). Content of capsaicin extracted from hot pepper (*Capsicum annuum* ssp. microcarpum L.) and its use as an ecopesticide. Hemijaska industrija, 67(4), 671-675.
- Kopec, S. E., DeBellis, R. J., & Irwin, R. S. (2002). Chemical analysis of freshly prepared and stored capsaicin solutions: implications for tussigenic challenges. Pulmonary pharmacology & therapeutics, 15(6), 529-534.
- Mayeux, J. (1996). Hot shot insect repellent: An adjuvant for insect control. In Proceedings of Beltwide Cotton Conferences, Nashville, TN, USA. Vol. 1, 35.
- Mediavilla M. (2012). Un espacio de construcción para la transición hacia sistemas sustentables. II Jornadas de Agricultura Familiar. FCV-UNLP.
- Mitidieri M.; Polack A. (2012). Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales en tomate y pimiento. Ediciones INTA.
- Moreau, T. L., Warman, P. R., & Hoyle, J. (2006). An evaluation of companion planting and botanical extracts as alternative pest controls for the Colorado potato beetle. Biological agriculture & horticulture, 23(4), 351-370.
- Moreno-Limón, M. (2012). Efecto anti fúngico de capsaicina y extractos de chile piquín (*Capsicum annuum* L. var *aviculare*) sobre el crecimiento *in vitro* de *Aspergillus flavus*. Polibotánica no.34 México ago. 2012.
- Morosi y Teran Morosi, J. & Terán, F. 1981. "La Plata, espacio urbano singular". En Ciudad y Territorio, Revista de Ciencia Urbana. N°3-81.
- Nicholls Clara (2008). Bases Agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas.
- Pino, T. (2015). Cuatro importantes usos de los ajíes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura, Chile. [<http://www.inia.cl>]. Consultado Noviembre 2017.
- Polack A., (2008) "Interacciones tritróficas involucradas en el control de plagas de cultivos hortícolas" Tesis Doctoral.
- Posiciones de Argentina en el comercio Mundial (2017).<http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/AyB/estadisticas/comex/Expo/expoArgentina.htm>.

- Rijn, P. C. J. et. al (1995). Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and Thrips tabaci on cucumber. Bulletin of Entomological Research 85: 285-297.
- Ringuelet, J., Viña, S. (2013). Productos naturales vegetales. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Sarandon, S. (1993). Un enfoque ecológico para una agricultura sustentable En: Goin F y C Goñi (Eds.) Bases para una política ambiental de la R. Argentina, Sección III, 19:279-286, HC Diputados de la Pcia. de Buenos Aires.
- Sarandón, S., Flores, C. (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo, 5, 131-158.
- Sevilla Guzmán, E.; Ottman G.; Gonzalez de Molina, M. (2006). Los marcos conceptuales de la Agroecología. En: Agroecologia. Conceitos e experiências. Bezerra Figueiredo.Tavares de Lima. Ediciones Bagaco. Recife. Brasil.
- Sganzerla, M., Coutinho, J. P., de Melo, A. M. T., & Godoy, H. T. (2014). Fast method for capsaicinoids analysis from Capsicum chinense fruits. Food research international, 64, 718-725.
- Souza Casadinho 2007. La problemática del uso de plaguicidas en la región hortícola Bonaerense. En: La problemática de los agroquímicos y sus envases, su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta y el ambiente. Becas Multicéntricas. Buenos Aires: Ministerio de Salud de la Nación-OMS.
- Souza Casadinho y Bocero (2008). Agro tóxicos: Condiciones de utilización en la horticultura de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 9: 87-101
- Souza Casadinho, J. 2000. Estudio de la dinámica en el uso de pesticidas en cuatro partidos de la región hortícola bonaerense tendiente a conocer los factores.
- Strassera M.E. (2009). Caracterización del Cinturón hortícola platense y su vinculación con la sanidad en cultivos protegidos. Jornadas sobre enfermedades y plagas en cultivos bajo cubierta CIDEFI- Fac. de Cs. Agr. Y Ftale. de la (UNLP) - INTA A.M.B.A.
- Terrile e Izquierdo. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana (IPES / FAO). Primera Edición.
- Teerling, C. R. 1995. Chemical ecology of western flower trips, pp. 439-447. En: Parker, B. L.; Skinner, M.; Lewis, T. (eds.). Thrips biology and management. NATO ASI Series A: Life Sciences 276. Plenum Press, New York.
- Tittonell et. al. 2011). Un marco conceptual para la identificación y evaluación de alternativas agroecológicas en investigación. Revista Brasileira de Agroecología 6(2): 3-12
- Vargas, R., Ubillo, A. (2005). Susceptibilidad de *Frankliniella occidentalis* a insecticidas en la zona central de Chile. *Agricultura técnica*, 65(4), 437-441.
- Vinayaka, K. S., Prashith-Kekuda, T. R., Nandini, K. C., Rakshitha, M. N., Ramya, M., Shruthi, J. Anitha, B. (2010). Potent insecticidal activity of fruits and leaves of *Capsicum frutescens* (L.) var. *longa* (Solanaceae). *Der Pharm Lett*, 2(4), 172-6.

ANEXO



7. ANEXO

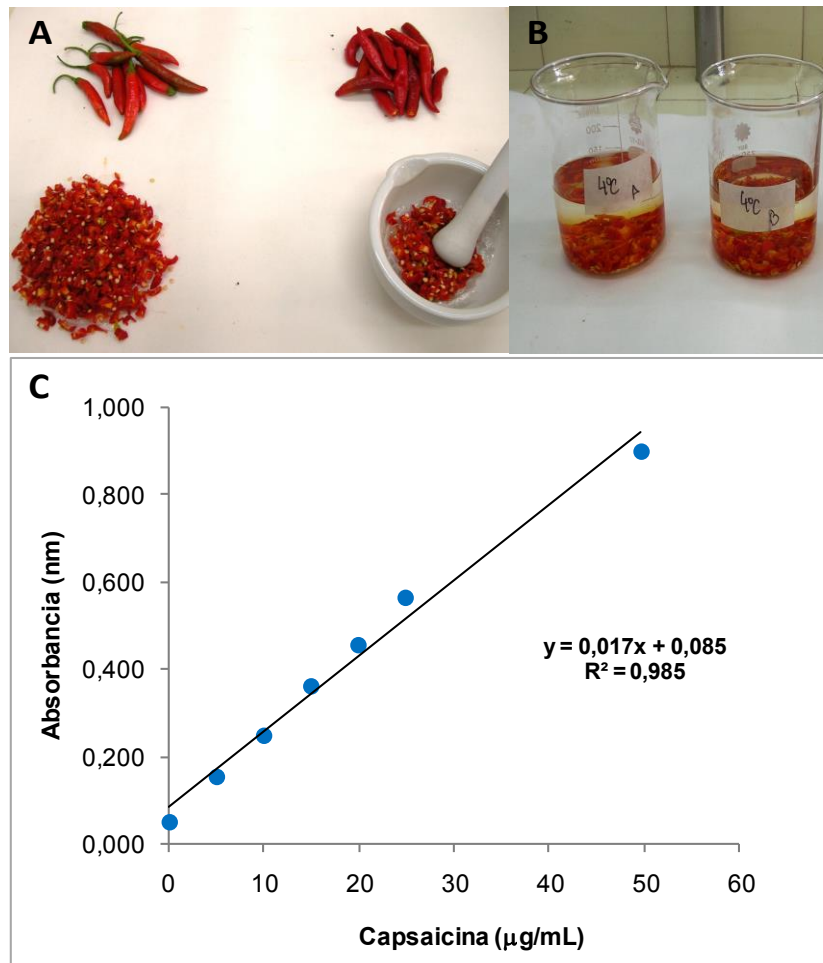


Figura A1. A) Material vegetal empleado para la elaboración de la tintura de ají picante, B) maceración en etanol y C) curva de calibración obtenida para la cuantificación de capsaicina.



Figura A2) Concentración en evaporador rotatorio de la tintura de ají picante.



Figura A3. Recuento y monitoreo de trips en el cultivo de pimiento.