

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Departamento de Agronomía

TRABAJO DE DIPLOMA

Influencia del policultivo sobre las plagas e indicadores productivos en
Brassica oleracea L.

Autor: Daniel Simón Hernández

Tutor del trabajo: Dr. C. Ubaldo A. Alvarez Hernández

Santa Clara , julio de 2019
Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Academic Departament
Agronomy

DIPLOMA THESIS

Title: Influences of the polycrop on the plagues and productive
indicators in *Brassica oleracea* L.

Author: Daniel Simón Hernández

Thesis Director: Dr. C. Ubaldo A. Alvarez Hernández

Santa Clara, july 2019
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

Resumen

La investigación se realizó en la finca “San José” perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios “El Vaquerito”, ubicada en Santa Clara, Villa Clara”. Los experimentos de campo se realizaron, entre noviembre del 2018 a febrero del 2019, con el objetivo de evaluar la influencia del policultivo col-ajonjolí sobre las plagas, indicadores productivos y su efecto económico. El cultivo principal fue la col (*Brassica oleraceae* var. Capitata) cultivar Hércules, y el secundario el ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) cultivar Aricagua blanco. Los tratamientos fueron monocultivo col, policultivo col - ajonjolí y monocultivo ajonjolí. La distancia de plantación de la col fue de 0,80 x 0,30 m, mientras que el ajonjolí se sembró a 0,80 x 0,10 m, con un arreglo espacial de siete hileras de col y una de ajonjolí. Se determinó la entomofauna asociada a la col, su relación con la fenología y las variables climáticas; la intensidad e incidencia de la plaga clave. Se estimó el rendimiento agrícola del policultivo y sus respectivos monocultivos; se calculó el Uso Equivalente de la Tierra y realizó el análisis económico. En la col se identificaron cuatro fitófagos y cinco enemigos naturales. La plaga clave de la col fue *Plutella xylostella* (L.); la intensidad de sus daños aumentó desde la fase V2 hasta la cosecha, causando afectaciones en la calidad del repollo. Los rendimientos agrícolas estimados del policultivo col-ajonjolí mostraron diferencias con los monocultivos. El UET fue de 1,34, el tratamiento policultivo col mostró ganancias y el tratamiento monocultivo col tuvo pérdidas.

Índice

1. Introducción	1
2. Revisión bibliográfica	3
2.1 Origen y generalidades del cultivo de col	3
2.2 Clasificación botánica	4
2.3 Fenología	4
2.3.1. Fase vegetativa	4
2.3.1.2 Primera etapa	4
2.3.1.4 Tercera etapa	5
2.3.1.5. Cuarta etapa	5
2.3.2 Fase reproductiva	5
2.4 Ecología del cultivo	6
2.5 Producción del cultivo en Cuba	6
2.6 Plagas asociadas al cultivo de col	7
2.6.1 Plutella o palomilla (<i>Plutella xylostella</i> L.)	8
2.6.2 Gusano de la col (<i>Ascia monuste</i> L.)	9
2.6.3 Pulgón de la col (<i>Brevicoryne brassicae</i> L.)	10
2.7 Origen e importancia del cultivo del ajonjolí	11
2.8 Principales plagas asociadas al cultivo del ajonjolí	12
2.9 Policultivo	13
2.10 Características del Bioproducto Logos 32 PH	14
3. Materiales y métodos	15
3.1 Entomofauna asociada al cultivo de la col	16
3.2 Intensidad de infestación e incidencia de la plaga clave	17
3.2.1 Intensidad de infestación de <i>P. xylostella</i>	17
3.2.2 Incidencia de <i>P. xylostella</i>	18
3.3 Enemigos naturales de las plagas de la col	18
3.4 Estimación del rendimiento agrícola y sus componentes	18
3.4.1 Estimación del rendimiento agrícola de la col	18
3.4.2 Estimación del rendimiento agrícola del ajonjolí	19
3.5 Cálculo del Uso Equivalente de la Tierra (UET) y análisis económico	19
3.5.1 Cálculo de uso equivalente de la tierra	19
3.5.2 Análisis económico del policultivo	20

4. Resultados y discusión	21
4.1 Entomofauna asociada al cultivo de la col	21
4.2 Intensidad de infestación y distribución de las plagas clave	25
4.2.1 Intensidad de infestación de <i>P. xylostella</i>	25
4.2.2 Incidencia de <i>P. xylostella</i>	26
4.3 Enemigos naturales de las plagas de la col	27
4.4 Estimación del rendimiento agrícola y sus componentes.....	30
4.4.1 Estimación del rendimiento agrícola de la col	30
4.4.2 Estimación del rendimiento agrícola del ajonjolí	31
4.5 Cálculo del Uso Equivalente de la Tierra (UET) y análisis económico..	32
4.5.1 Cálculo de uso equivalente de la tierra.....	32
4.5.2 Análisis económico del policultivo	34
5. Conclusions	36
6. Recomendaciones	37
7. Bibliografía	
8. Anexos	

1. Introducción

El cultivo de col es de gran importancia en la producción mundial de alimentos debido a la creciente demanda principalmente por algunos países de Asia, Alemania, y Estados Unidos (CNTA, 2009). El cultivo es muy exigente a la fertilización; la col empobrece el suelo, ya que extrae gran cantidad de sustancias nutritivas (ACTAF, 2014).

Según FAO (2016), el área productiva de col en el mundo es de 1 209 519,68 ha, con una producción de más de 20 884 671 t en el 2011, con destaque para China con 43,21 %, seguida por la India con 32,30 %.

Dentro de los insectos plaga que atacan a los cultivos de las coles se encuentran: el falso medidor de la col *Trichoplusia nii* Hub, gusano importado de la col *Pieris rapae* (L.), palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* (L.), el pulgón harinoso de la col *Brevicoryne brassicae* (L.), el pulgón verde del durazno *Myzus persicae* (Sulzer) y el gusano telarañero *Hellula undalis* (F.), la cual es una plaga destructiva en Crucíferas causando serios daños en los meses cálidos y veranos húmedos (Subhai, 2013).

La polilla de la col, *P. xylostella* es considerada el principal problema en la etapa de formación del repollo, tanto en el área del Caribe, como en el resto del mundo. Vázquez y Fernández (2007) le atribuyen hasta un 75 % de afectación en campos cultivados.

La no disponibilidad de variedades adaptadas a las condiciones climáticas de Cuba, así como resistentes a plagas de interés económico, han sido las principales limitantes para la producción de semillas de este cultivo en nuestro país. El empleo indiscriminado de plaguicidas químicos como control fitosanitario ha provocado no solo insecto resistencia; sino un aumento de la carga tóxica y preocupación sobre los efectos de estas sustancias en las personas. Teniendo en cuenta que bajo este contexto el cultivo de la col se ha incrementado en Cuba por la creciente demanda de la población, se hace necesario buscar alternativas para el manejo de las plagas

de este cultivo con incremento de su rendimiento, es por ello que se define el siguiente **Problema:**

¿Cómo influye el policultivo sobre las plagas e indicadores productivos en el cultivo de col?

Para dar respuesta a este problema se propone la siguiente **Hipótesis:**

La implementación del policultivo col-ajonjolí permitirá disminuir la incidencia de plagas y obtener mejores indicadores productivos en el cultivo de col.

Objetivo general

Evaluar la influencia del policultivo col-ajonjolí sobre las plagas, indicadores productivos y su efecto económico.

Objetivos específicos

1. Determinar la entomofauna asociada al policultivo col-ajonjolí y su relación con la fenología y variables climáticas.
2. Determinar la incidencia e intensidad de las plagas clave de la col.
3. Estimar el rendimiento agrícola del policultivo col-ajonjolí, sus componentes.
4. Evaluar el uso equivalente de la tierra (UET) y efecto económico.

2. Revisión bibliográfica

2.1 Origen y generalidades del cultivo de col

La col es originaria específicamente de las costas del Mediterráneo y Europa Occidental, crece de manera silvestre y se encuentra en lugares como Dinamarca, Inglaterra, Francia, y Grecia, aunque siempre en zonas litorales y costeras, pero se desarrolla mejor en zonas de clima fresco. Fue cultivada al parecer por los egipcios 2.500 años A.C. y posteriormente por los griegos, en la antigüedad era considerada una planta digestiva y eliminadora de la embriaguez (Núñez, 2015).

Tanto la col (repollo) como la col lombarda o roja son dos tipos de coles que pertenecen a la familia de las crucíferas. En el primer caso, la col se destaca por sus hojas de afuera de un color verde oscuro y las interiores bastante más pálidas. Mientras que la col lombarda, se trata de una planta anual que presenta un tallo fuerte y leñoso y hojas de color violáceo, con un cogollo compacto, como menciona (Ecohortum, 2016).

Según Cabrera (2010), la berza es la verdura por antonomasia. Presenta una morfología característica: un porte erguido con raíz axonomorfa, tallo largo, cilíndrico, erguido, lignificado y robusto, con la base semi leñosa y cubierto de cicatrices foliares.

Dependiendo del tipo y la variedad las cabezas de repollo pueden ser: cónicas, aplanadas y redondas; además, el color puede variar de un verde claro, morado, a un color verde-azul. Se señala que son plantas bianuales (en ocasiones puede mantenerse en campo hasta tres años) de polinización entomófila. Producen sólo un crecimiento vegetativo y son incapaces de florecer hasta que se someten a un proceso de invernización. Son plantas rústicas, que prefieren los suelos profundos, los climas suaves y húmedos de las zonas de la costa y que resisten mejor el frío que las altas temperaturas (Zamora, 2016).

Los frutos son de forma alargada, con vainas rollizas y una vena en resalto a lo largo de cada cara, terminados en un breve pico. Las semillas son totalmente lisas y de color pardo (Banks, 2011).

2.2 Clasificación botánica

Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Antophyta</i>
División	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Dicotyledoneae</i>
Orden	<i>Capparales</i>
Familia	<i>Brassicaceae</i>
Genero	<i>Brassica</i>
Especie	<i>Oleraceae</i>
Variedad	<i>Capitata</i>
Nombre científico	<i>Brassica oleraceae L</i>
Nombre vulgar	Col

Fuente: (Núñez, 2015).

2.3 Fenología

2.3.1. Fase vegetativa

El primer ciclo de la vida del repollo o fase de crecimiento vegetativa, es el más importante para los productores y el único que se cumple de forma natural en nuestras condiciones climáticas. Esta fase se divide en cuatro etapas, útiles para planificar prácticas de manejo del cultivo (Maroto, 1995; citado por Mera, 2018).

2.3.1.2 Primera etapa

Se realiza entre los ocho y diez días, inicia con la germinación de la semilla y termina cuando la plántula tiene entre cuatro y cinco hojas verdaderas; corresponde al momento apropiado para el trasplante. Durante esta etapa las plantas desarrollan su sistema radical y primeras hojas verdaderas (Fuentes y Pérez, 2003).

2.3.1.3 Segunda etapa

Inicia desde el establecimiento de la planta con el trasplante, hasta que esta tiene de seis a ocho hojas. Luego de recuperarse del estrés del trasplante, las plantas entran en una fase de rápido aumento de biomasa. El área foliar se incrementa rápidamente, al igual que el sistema radical y el tallo de la planta (Castaño, 1998; citado por Morocho, 2016).

2.3.1.4 Tercera etapa

Llamada de preformación de cabeza, la planta posee hojas con peciolo alargados y limbos extendidos, finaliza cuando la planta tiene aproximadamente doce hojas, las hojas originadas hasta este momento, no formaran parte de la cabeza y solo algunas de las producidas durante la última etapa se doblaran ligeramente para la capa protectora (Castaño, 1998; citado por Morocho, 2016).

2.3.1.5. Cuarta etapa

Se caracteriza por la producción de hojas sin peciolo, que se súper pone formando una bola (repollo), estas crecen rápidamente permitiendo el desarrollo de más hojas suculentas hasta que la bola o cabeza alcanza el tamaño propicio de cada cultivar. Al final de esta etapa, las hojas han formado una bola compacta que al tacto se siente firme y dura; en algunos casos, las hojas inferiores pueden producir presión sobre las externas provocando rajaduras en la cabeza (Castaño, 1998; Morocho, 2016).

2.3.2 Fase reproductiva

Requiere el estímulo de bajas temperaturas, las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción de uno o más tallos florales en los que se origina la inflorescencia (Maroto, 1995; citado por Mera, 2018).

2.4 Ecología del cultivo

Fuentes y Pérez (2003) indican que el repollo se adapta a una gran variedad de suelos, desde los arenosos hasta los pesados. No obstante, se prefieren suelos de textura franca con gran poder de retención de humedad y ricos en materia orgánica; en suelos pesados (arcillosos), es necesario hacer un buen drenaje para evitar anegamientos.

Según Amaral (2016), el pH ideal para su desarrollo está en el rango de 6,5 a 7,5; aunque Zamora (2016) y Masabni (2014) refieren que es ligeramente tolerante a pH ácidos del rango de 6 a 6,5 exterior se alarga y los rendimientos son inferiores (Báez, 2015).

Pazmiño (2012), menciona que la planta de repollo es muy exigente en agua y el período en el que más necesita es durante la formación de las cabezas. Para que se desarrollen normalmente son necesarios entre 350 y 450 mm durante su ciclo; si no ocurren lluvias suficientes se deben efectuar riegos periódicos tratando que las plantas nunca lleguen al estado de marchitez.

2.5 Producción del cultivo en Cuba

El cultivo de la col en Cuba se incrementa en los últimos años, fundamentalmente con motivo de la gran aceptación de esta especie por la población, y por la creciente demanda de productos hortícolas en general, todo ello como resultado del perfeccionamiento de la producción en las diferentes modalidades de la Agricultura Urbana. Este movimiento contempla el uso de tecnologías que posibilitan el incremento de la calidad y las producciones durante todo el año para casi todas las hortalizas, entre las que se encuentra la col de repollo (MINAG, 2011).

En el año 2008, se importaron 67 424,60 kg de semillas de hortalizas, con un gasto total de 2 138 518 CUC; dentro de este total está la compra de los 5 000 kg de semillas de col, necesarios para responder a la alta demanda de esta hortaliza en el mercado nacional, erogándose 462 213, 32 CUC (MINAG, 2016).

Esto representó aproximadamente un 8 % del total de semillas compradas de las diferentes especies, con un gasto del 22 % del presupuesto invertido, lo que demuestra la importancia de este renglón en nuestra economía y en la alimentación del pueblo. Este producto ocupa un lugar importante en la dieta del consumidor cubano y representa el 10 % del volumen anual en la producción hortícola (ACTAF, 2014).

2.6 Plagas asociadas al cultivo de col

El concepto de “plagas” es mucho más que solo identificar un problema y aplicar un agroquímico. Durante muchos años este ha sido el comportamiento de la mayoría de los productores, pero la agricultura actual obliga a experimentar con cambios, sea por cuestiones económicas, de mercado o por la sostenibilidad de la operación. Introducir sistemas de manejo que permitan ser más competitivos en todos los aspectos que conlleva la producción de alimentos es el objetivo final. Por esta razón es necesario tener en mente cinco principios para el Manejo Integrado de Plagas (M.I.P) al momento de diseñar el sistema de producción (Segura y Lardizábal, 2008; Mera, 2018).

Según Subhai (2013), dentro de los insectos plaga que atacan a los cultivos de las coles se encuentran: el falso medidor de la col *T. ni*, gusano importado de la col *Pieris rapae* (L.), palomilla dorso de diamante *P. xylostella*, el pulgón harinoso de la col *B. brassicae*, el pulgón verde del durazno *M. persicae* y el gusano telarañero *H. undalis*, la cual es una plaga destructiva en Crucíferas causando serios daños en los meses cálidos y veranos húmedos.

Los productores actualmente utilizan grandes cantidades de insecticidas para el manejo de la plaga, lo cual incrementa los costos de producción, aumenta la cantidad de residuos de insecticidas en el material de consumo y ocasiona efectos no conocidos en el ambiente, estas son las consideraciones que permiten a los técnicos buscar alternativas de control, buscando reducir las infestaciones de esta plaga (Ochoa et al., 2014).

2.6.1 Plutella o palomilla (*Plutella xylostella* L.)

La palomilla es un insecto con cuatro etapas que se especializa en atacar las coles. La larva es una plaga masticadora que le hace daño a la planta. Es considerada una de las plagas principales que ataca al repollo y si no se controla a tiempo, se puede perder el cultivo. Es muy importante no dejar rastrojos de cultivo en el campo, ya que los rastrojos permiten la reproducción permanente de los adultos. Una técnica muy usada es arrancar la planta al cosecharla, cortar la cabeza de repollo en el aire, y así ya no quedan rastrojos de cultivo (Segura y Lardizábal, 2008; citados por Mera, 2018)

Como menciona FAO (2010), *P. xylostella* es el insecto plaga más destructivo de *brasicáceas* en todo el mundo y ha desarrollado resistencia a la mayoría de los insecticidas sintéticos aplicados a campo, haciendo a menudo difícil su control. Un importante recurso para su regulación poblacional es el control biológico natural y, con el objetivo de determinar las principales causas de mortalidad de los estados inmaduros.

Presenta metamorfosis holometábola. La hembra deposita una media de 150 huevos en la superficie de las hojas, individualmente o en grupos de 2 a 6. Éstos son de color blanco amarillento y de unos 0,5 mm de largo. Al eclosionar los huevos, las larvas de primer estado penetran en el mesófilo de la hoja y se alimentan del parénquima. Estas larvas son muy pequeñas (1 a 1,5 mm) e incoloras. Los 3 estados larvales siguientes son de color verde amarillo y con la cabeza de color verde claro hasta marrón claro, presentan en el cuerpo unos pelos finos, cortos y erectos. Se alimentan en el envés de la hoja, haciendo perforaciones en la lámina, aunque bastante a menudo dejan la epidermis superior intacta, lo que constituye un daño bastante característico de esta especie. Después de 20 a 25 días, alcanzan su máximo desarrollo con unos 10 a 12 mm de longitud. La crisálida, de 7 a 9 mm de largo, también se encuentra en el envés de la hoja, protegida por un cocón de hilos de seda muy separados. La transformación en adulto se demora entre 5 y 7 días. El adulto es inquieto y especialmente activo en las primeras horas de la noche, aunque también vuela durante el día. Es de color gris amarillento, de 7 a 9 mm de

longitud y con una apertura alar de 12 a 15 mm. En la parte dorsal tiene una característica línea de color crema o carmelita claro, compuesta por 3 manchas en forma de unos "diamantes". Su cabeza es de color rojizo con antenas finas y largas, segmentadas. La hembra vive unos 16 días y el macho 12. El ciclo biológico dura generalmente de 21 a 30 días, aunque puede ser más rápido cuando se presentan altas temperaturas (Nava *et al.*, 2006).

Las larvas perforan las hojas, así como el corazón las que conjuntamente con las hojas quedan llenos de orificios, excrementos y "telarañas" perdiendo su valor comercial. En brócoli al adherirse a la cabezuela, disminuye su valor comercial, especialmente cuando está destinada al mercado externo (Sánchez y Vergara, 2014).

En Canadá, las larvas de *P. xylostella* pueden alimentarse de todas las estructuras vegetales sobre el suelo, pero son particularmente dañinas cuando las hojas senescen al final de la estación y se alimentan del pericarpio de las vainas de canola *Brassica napus* L., impidiendo la maduración y reduciendo así el rendimiento (Dosdall *et al.*, 2011).

2.6.2 Gusano de la col (*Ascia monuste* L.)

Ampliamente distribuido, resulta más dañino al final de la campaña de frío (marzo-abril) pudiendo producir serias afectaciones al follaje, fundamentalmente en siembras tardías. Es plaga específica de las crucíferas (Lamas *et al.*, 2014).

Presenta metamorfosis holometábola. La hembra deposita sus huevos mayoritariamente sobre el haz de las hojas. Éstos son alargados en forma de balas, de color amarillo y eclosionan entre los 7 y 12 días. Las larvas, al salir del huevo, miden 1mm aproximadamente y son de color amarillo verdoso, con el tiempo adquieren un color verde claro con puntos negros y tres líneas longitudinales amarillas en el dorso. La larva tarda en llegar al máximo desarrollo de 20 a 21 días, alcanzando unos 40 mm de longitud. La crisálida mide alrededor de 20 mm y es de color verdoso con protuberancias en la región dorsal. Se fija con hilos de seda en el envés de las hojas o en otros lugares. El adulto es una mariposa diurna de color

blanco, con el ápice de las alas amarillento y bordeado con manchas carmelitas oscuras. Las alas anteriores tienen una mancha central oscura característica. Su envergadura alar mide entre 55 y 60 mm. Los adultos viven unos 6 días. Dependiendo de las temperaturas, el ciclo biológico de este insecto puede durar entre 36 y 50 días (Robinson *et al.*, 2010)

Las larvas producen inicialmente perforaciones en las hojas en forma de agujeros irregulares, tanto en el centro como por los bordes de la hoja, de forma similar a *P. xylostella*. No obstante, larvas de dimensiones mayores son muy voraces y comen toda la lámina foliar, generalmente empezando por los bordes y respetando sólo las nervaduras principales. En la base de las hojas y en el repollo resultan muy evidentes sus excrementos. Al introducirse las larvas en el interior de los repollos disminuyen su valor comercial y pueden servir además como vía de penetración de organismos patógenos (Lamas *et al.*, 2014).

2.6.3 Pulgón de la col (*Brevicoryne brassicae* L.)

Está presente en todo el territorio nacional. Sus infestaciones producen retraso en el crecimiento e incluso la muerte de la planta cuando sus poblaciones son altas. Además del daño directo puede transmitir virosis (Martínez *et al.*, 2016).

Presenta metamorfosis hemimetábola, pasando de forma rápida de ninfas a adultos, los cuales pueden ser ápteros o alados. Cada hembra produce de 80 a 100 descendientes. Las formas ápteras son de color gris a verde pálido, con un cuerpo arrugado y cubierto de un polvo ceroso, la cabeza es oscura y presentan manchas también oscuras en su tórax. Generalmente los adultos alados aparecen cuando el cultivo está envejeciendo o por llegar a un exceso de población; tienen la cabeza y el tórax de color carmelita oscuro casi negro y manchas negras en el abdomen, miden de 1,6 a 2,8 mm. El tipo de ciclo está relacionado con las condiciones climáticas, en climas cálidos es partenogenético y vivíparo. El clima fresco y húmedo favorece su desarrollo. Con temperaturas entre 14 y 21 °C el ciclo completo se desarrolla en 3 semanas, mientras que a temperaturas más elevadas es más lento. Este áfido está estrechamente vinculado a las crucíferas. Se le

encuentra tanto en el haz como el envés de las hojas, aunque prefieren este último. En las coles tiernas se sitúan en el cogollo central impidiendo su crecimiento (Martínez *et al.*, 2016).

Forma colonias muy evidentes de individuos poco móviles. Se alimentan succionando la savia de la planta y como consecuencia se produce un enrollamiento hacia arriba de las hojas. Se considera transmisor de por lo menos 16 enfermedades vírales, como anillado de la col, anillado necrótico de la col o mosaico de la coliflor (CaMV), cuya acción combinada reduce la producción y la calidad del repollo significativamente (Robinson *et al.*, 2010).

2.7 Origen e importancia del cultivo del ajonjolí

No se conoce con precisión el origen del ajonjolí, pero su cultivo es desde tiempos remotos en Etiopía (África), y se expandió a India, China, Japón y los países Mediterráneos. Con el descubrimiento de América, los esclavos del África trajeron la semilla a México y Centroamérica. La semilla era utilizada por los indios y chinos como aceite de sésamo para embellecer la piel y como consumo en sustitución del aceite de oliva.

Actualmente su uso se ha expandido por todo el mundo y se cultiva preferentemente en climas cálidos como India, China, Ecuador, Centroamérica y México. Sin embargo, las semillas de mayor calidad proceden de Centroamérica, principalmente de Guatemala (Cristaldo, 2007; citado por Almeida, 2015).

Se considera su centro de origen en África con diferentes centros de diversificación en el continente asiático. Sin embargo, investigaciones recientes utilizando marcadores moleculares indican que ya fue introducido en el subcontinente Indico, en la Edad de Bronce y de allí llevado a la Mesopotamia (IPGRI, 2004).

2.8 Principales plagas asociadas al cultivo del ajonjolí

El cultivo puede ser atacado desde la germinación por varias plagas, particularmente gusanos trozadores. Durante la floración, por insectos defoliadores y recientemente por mosquita blanca (Quintero, 2010).

Según este autor las larvas de *Agrotis* spp. muerden los tallos, destruyen las plantas en secciones de surco. Tienen hábitos alimenticios nocturnos, por lo que durante el día se les encuentra semienterrados en el suelo cerca de las plantas. Debido a lo anterior, se sugiere la aplicación terrestre, preferentemente por las tardes cuando se encuentren focos de infestación con 5 % de plantas trozadas por metro de surco.

El ajonjolí es uno de los principales hospederos de la mosquita blanca *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring). La plaga se presenta desde la emergencia y el daño depende del nivel de infestación y la etapa fenológica atacada (Quintero, 2010).

Según Habana (2009) el listado de insectos que atacan al ajonjolí está compuesto por

Cyrtopeltis tenuis (Reuter) (Hemiptera: Miridae)

Nezara viridula (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) Chinche hedionda

Geocorus punctipes (Say) (Hemiptera: Lygaeidae)

Aphis gossypii (Glover) (Homoptera: Aphididae) Pulgón de los melons

Myzus persicae (Sulz) (Homoptera: Aphididae) Pulgón verde del melocotón

Systema basalis Duv. (Coleoptera: Chrysomilidae) Pulguilla mayor

Diabrotica balteata (Lec.) (Coleoptera: Chrysomelidae) Crisomélido

Bemisia sp. (Homoptera: Aleyrodidae) Mosca blanca

Lachnopus sparsinguttatus (Perr.) (Coleoptera: Curculionidae)

Thrips palmi Karni (Thysanoptera: Thripidae) Trips

2.9 Policultivo

La rotación de cultivos y los policultivos se desarrollaron en aras de estimular la fertilidad natural del suelo, controlar las plagas, restaurar la capacidad productiva y obtener mayor Uso Equivalente de la Tierra (UET) (Funes-Monzote, 2009).

En los policultivos, la productividad absoluta por área es menor que la producción de los monocultivos, debido a que las densidades de las plantas son altas, pero al realizar una sumatoria de los rendimientos relativos de cada cultivo en los intercultivos, siempre hay ventaja en los policultivos que en los monocultivos. Los multicultivos también tienen un impacto en la supresión de malezas, principalmente gramíneas y cyperaceas, lo que hace que haya menos competencia de nutrientes entre los cultivos y las malezas (Achupallas y Gaitán, 2009).

Se puede definir UET como la cantidad de tierra necesaria para producir en monocultivo tanto como puede producirse en una hectárea de policultivos (Vandermeer, 1989).

Funes- Monzote (2009) señala que la elección de un sistema de policultivo, sin embargo, no puede hacerse de cualquier forma. Deben tenerse en cuenta diferentes aristas de la agricultura, como son:

- Duración del ciclo vegetativo (de modo tal de que se obtenga la ganancia del rendimiento total del sistema),
- Hábito de crecimiento (a fin de combinar portes altos con bajos),
- Formas de las hojas (combinando hojas anchas con estrechas, a fin de dejar pasar luz).
- Eficiencia biológica (el uso eficiente de la tierra, mencionado con las equivalencias).

2.10 Características del Bioproducto Logos 32 PH

El Producto Comercial Logos 32 PH con ingrediente activo (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* H3), 32000 UI/mg pertenece al Tipo Químico Bioplaguicida y es elaborado por Zenith Crop Science S.A, Liechtenstein. Tiene control principalmente contra larvas de Lepidópteros, muy efectivo en los primeros estadios de *P. xylostella*, *Heliothis virescens* F., *Helicoverpa zea* (Boddie); *Spodoptera frugiperda* Smith, *Erinnys ello* Fab, *T. nii* en cultivos como la col, tabaco tomate entre otros (MINAG, 2016).

Para el control de *P. xylostella* se recomienda mezclar con agua limpia la dosis recomendada del producto (1,5- 2,0 kg ha⁻¹) y revolver bien. Se sugiere asperjar bien temprano en la mañana o en horas de la tarde sin incidencia solar y lluvia inminente. Se debe garantizar una buena cobertura foliar utilizando cualquier equipo convencional terrestre en buen estado (Zenith Crop, 2013).

Sobre su compatibilidad, ZenithCrop (2013) señaló que Logos 32 PH, es compatible con la mayoría de los productos comúnmente empleados excepto los altamente alcalinos y ácidos. Deben mediar tres días entre tratamientos con estos productos y *B. thuringiensis*.

3. Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la finca “San José” perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “El Vaquerito”, ubicada en el municipio de Santa Clara, provincia Villa Clara y en el Laboratorio de Entomología del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Los experimentos de campo se realizaron entre noviembre del 2018 a febrero del 2019.

La preparación de suelo se realizó por la tecnología de laboreo mínimo, de forma combinada con tracción animal y mecanizada. La rotura se realizó con un tractor Yumz 6M y un arado ADI-3, el resto de las labores se efectuaron con el arado de vertedera con tracción animal y para el surque se utilizó un arado criollo.

Para la realización del mismo se empleó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones. Como cultivo principal se utilizó la Col (*Brassica oleraceae* var. *Capitata*) cultivar Hércules, procedente de la Empresa de Semillas Varias de la provincia de Villa Clara y las posturas se obtuvieron en la casa de postura del Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP), con la tecnología de cepellón y como cultivo secundario el ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) cultivar Aricagua blanco procedente del banco de germoplasma del CIAP.

La distancia de plantación que se utilizó para la col fue de 0,80 x 0,30 m mientras que la distancia de siembra para el ajonjolí fue de 0,80 x 0,10 m, con un arreglo espacial de siete hileras del cultivo principal (col) y una del cultivo secundario (ajonjolí).

Los tratamientos fueron:

- I. Monocultivo col
- II. Policultivo col - ajonjolí
- III. Monocultivo ajonjolí

El trabajo se desarrolló sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado (Hernández *et al.*, 2015). Además se realizaron aplicaciones de LOGOS 32 PH (*Bacillus thuringiensis* var *kurstaki* H3) cada siete días a una dosis de 1,5 kg ha⁻¹ como medio biológico para el control de larvas de lepidópteros (CNSV, 2016) y se realizó una liberación de *Trichogramma* sp. a razón de 50 000 individuos ha⁻¹. Se efectuaron riegos de agua cada ocho días, con una norma neta de 280 m³ ha⁻¹ o unos 450 mm durante todo el ciclo del cultivo según lo propuesto por Pazmiño (2012).

3.1 Entomofauna asociada al cultivo de la col

Para determinar la entomofauna se utilizó el método de muestreo de las diagonales según CNSV (2005). Las evaluaciones se realizaron entre las 8:00 y las 9:00 a. m, cada siete días a partir de la plantación, hasta el momento de la cosecha, se marcaron cinco puntos al azar y en cada uno se evaluaron cinco plantas para un total de 25 plantas por tratamiento.

Los insectos colectados se ubicaron en frascos con alcohol al 70 %, posteriormente se identificaron en el Laboratorio de Entomología del (CIAP). A modo de facilitar el trabajo de muestreo y posterior procesamiento de datos se confeccionó la siguiente escala para *P. xylostella*, se separaron las larvas del primer instar en pequeñas (Lp), de los instares dos y tres en larvas medianas (Lm) y del último instar en larvas grandes (Lg).

Para los áfidos se empleó la siguiente escala:

Colonias pequeñas de 1 a 10 áfidos.

Colonias medianas de 11 a 30 áfidos.

Colonias grandes mayores de 30 áfidos.

En cada muestreo se tuvo en cuenta la fenología del cultivo (Tabla1). Las variables climáticas fueron registradas en la estación 78343 ubicada en el "Valle del Yabú" y las precipitaciones se midieron mediante un pluviómetro situado en la Estación Experimental Agrícola Álvaro Barba Machado, de la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.

Tabla 1. Descripción de las etapas vegetativas y reproductivas del cultivo col (Fuentes y Pérez, 2003)

Etapa	Descripción
V1	Entre los ocho y diez días, iniciándose con la germinación y termina cuando la plántula tiene entre cuatro y cinco hojas verdaderas.
V2	Se inicia desde el momento del trasplante, hasta que tiene de seis a ocho hojas.
V3	Preformación de cabeza, la planta continúa produciendo hojas de pecíolo alargados y láminas extendidas, finalizando cuando la planta tiene aproximadamente doce hojas
V4	Se producen hojas sin pecíolo, que se superponen formando una cabeza (pella), estas crecen rápidamente, lo que permite el desarrollo de hojas más succulentas hasta que la cabeza o pella alcanza el tamaño característico de cada cultivar.
R1	Producción de uno o más tallos florales, de los cuales se origina la inflorescencia.

3.2 Intensidad de infestación e incidencia de la plaga clave

3.2.1 Intensidad de infestación de *P. xylostella*

A partir de las evaluaciones realizadas después del trasplante (epígrafe 3.1) se calculó la Intensidad de infestación (% I) de *P. xylostella* para los cual se utilizó la fórmula descrita por Townsend y Heuberger (CIBA-GEIGY, 1981) citado por CNSV (2005).

$$\%I = \frac{\sum(a * b)}{N * K} * 100 \quad \text{Donde } a - \text{grado, } b - \text{cantidad de plantas afectadas en cada}$$

grado N – total de plantas evaluadas, K – último grado de la escala

3.2.2 Incidencia de *P. xylostella*

De igual forma a partir del trasplante para calcular la incidencia de *P. xylostella* se utilizó la fórmula % de Incidencia (% I) según LPSV (2005)

$$\% I = \frac{n}{N} \times 100 \quad \text{Donde: } n - \text{Total de plantas afectadas, } N - \text{Total de plantas}$$

muestreadas.

3.3 Enemigos naturales de las plagas de la col

Para determinar los enemigos naturales de la col se realizaron muestreos cada siete días a partir de la plantación del cultivo, para el cual se empleó el método de muestreo de las diagonales (CNSV, 2005).

Se evaluaron cinco puntos con cinco plantas cada uno, para un total de 25 plantas por tratamiento en la col y para el caso del tratamiento de la col en policultivo se procedió de igual forma, para lo cual se evaluaron 25 plantas en las barreras de ajonjolí. En cada punto de evaluación se realizaron conteos directos de los predadores y se tomaron muestras de las especies encontradas, se colocaron en un frasco con alcohol al 70 % para su conservación, posteriormente se trasladaron a los laboratorios de Entomología y Taxonomía del CIAP para su identificación. Para el caso de los parasitoides se colectaron huevos de las especies de lepidópteros y se trasladaron al laboratorio de Entomología, las cuales se colocaron en placas de Petri con un algodón humedecido en la porción de hoja colectada con las puestas hasta la eclosión de los parasitoides, para su posterior identificación.

3.4 Estimación del rendimiento agrícola y sus componentes

3.4.1 Estimación del rendimiento agrícola de la col

Para la estimación del rendimiento agrícola de la col, en el momento de la cosecha se tomaron 20 plantas que fueran representativas por tratamiento y se pesaron con el uso de una balanza digital Crane Scale modelo OCS-L, a partir de esta evaluación y teniendo en cuenta el número de plantas por ha según la distancia de plantación y la población obtenida, se estimó el rendimiento en $t\ ha^{-1}$. Además para el caso del tratamiento en policultivo se tuvo en consideración el porcentaje del área que ocupaba la col como cultivo principal (86, 7 %) del área total.

3.4.2 Estimación del rendimiento agrícola del ajonjolí

En el cultivo de ajonjolí se tomó una muestra de 20 plantas en cuatro puntos de cada tratamiento y se evaluaron los siguientes indicadores:

- Número de cápsulas por planta.
- Número de semillas por cápsula.
- Número de semillas por planta
- Masa de mil semillas (g).
- Masa de semillas por planta (g).
- Rendimiento agrícola ($t\ ha^{-1}$). Para estimar esta variable, se tuvo en consideración el número de plantas por ha según la distancia de siembra y la población obtenida; para el tratamiento en policultivo se tuvo en consideración el área que ocupaba (13,3 %) del área total.

En el caso de los indicadores masa de mil semillas y masa de semillas por planta se determinó después del secado de las semillas, cuando alcanzaron el 14 % de humedad, con el uso de una balanza analítica marca Kern, modelo PRS 320-3 de aproximación 0.001g máx. 320 g.

3.5 Cálculo del Uso Equivalente de la Tierra (UET) y análisis económico

3.5.1 Cálculo de uso equivalente de la tierra

Para efectuar el cálculo del uso equivalente de la tierra (UET) se tuvo en consideración la producción obtenida en el cultivo principal (col) y el secundario (ajonjolí) en monocultivo y sus respectivos policultivos. Se empleó la ecuación propuesta por Vandermeer (1989), donde:

$$UET = P1/M1 + P2/M2$$

P1: producción del cultivo 1 en policultivo

M1: producción del cultivo 1 en monocultivo

P2: producción del cultivo 2 en policultivo

M2: producción del cultivo 2 en monocultivo

3.5.2 Análisis económico del policultivo

Para evaluar el efecto económico del policultivo col-ajonjolí se tuvo en consideración los gastos en el proceso de producción y el precio de venta de dos cultivos, para estos indicadores se tuvo en consideración la Resolución Oficial de Precios 239 (Pedraza, 2015); Listado de precios de la Empresa de Semilla de Villa Clara, y los precios establecidos en la CCS El Vaquerito

Se calcularon los gastos directos por actividades desarrolladas en cada tratamiento para 1 ha (Anexo 1 y 2).a partir de estos datos se calcularon los siguientes indicadores:

$$\text{Costos Totales} = \text{Costos Fijos} + \text{Costos Variables}$$

$$\text{Valor de la producción} = \text{Rendimiento (kg)} \times \text{Precio de venta}$$

$$\text{Gananacia} = \text{Ingreso} - \text{Gasto}$$

Procesamiento estadístico

Los datos se ordenaron en tablas utilizando el programa Microsoft Office Excel 2013. Luego se procesaron los datos en el software STATGRAPHIC versión Centurion XV. Los datos relacionados con cada cultivo se analizaron por separado, teniendo en cuenta las características de cada uno. Para comparar las medias se utilizó la prueba de StatAdvisor que determina la homogeneidad y normalidad de los datos. Cuando no se cumplió este supuesto se utilizó la prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) que compara las medianas, con un nivel de confianza del 95 %.

4. Resultados y discusión

4.1 Entomofauna asociada al cultivo de la col

Durante el desarrollo del trabajo se cuantificaron cuatro especies de fitófagos en el cultivo de la col, perteneciente a dos órdenes (Lepidoptera y Hemiptera) y cinco especies de enemigos naturales pertenecientes a cuatro órdenes (Tabla 2).

Tabla 2. Principales insectos relacionados con col

Especies	Fase fenológica del cultivo	Actividad biológica
Fitófagos		
<i>Plutella xylostella</i> (L.)	V2-V4	Larvas se alimentan de las hojas
<i>Brevicoryne brassicae</i> L.)	V2	Succionan la savia de la planta
<i>Trichoplusia nii</i> (Hubner.)	V2	Larvas se alimentan de las hojas
<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius.)	V2-V4	Tanto ninfa como adultos succionan savia de la planta
Enemigos naturales		
<i>Trichogramma</i> sp.	V3-V4	Parasitan los huevos de varios insectos plaga
<i>Syrphidae</i>	V2-V3	Larvas se alimentan de áfidos
<i>Coleomegilla cubensis</i> (Casey)		Tanto larvas como adultos se alimentan de áfidos, huevos y
<i>Cycloneda sanguinea</i> (Germar)	V2-V3	pequeñas larvas
<i>Chrysopa</i> sp.	V2	Las larvas se alimentan de áfidos y larvas pequeñas

Leyenda: V2 segunda fase vegetativa V3 tercera fase vegetativa V4 cuarta fase vegetativa

Dentro de los fitófagos *P. xylostella*, constituyó la plaga clave, sus poblaciones larvales aparecieron desde el trasplante de las postura (fase V2) y se mantuvieron hasta V4, momento antes de la cosecha. Las larvas pequeñas se alimentaban por el envés de las hojas sin causar perforaciones, pero al avanzar las fases fenológicas los daños se incrementaron.

En la fase V2, aparecieron larvas del primer y segundo estadio de *T. nii*, en plantas aisladas, pero sus niveles poblacionales no fueron altos por lo que no causaron daños a la col.

En el caso de *B. brassicae* solo se observó en la fase V2 con la formación de dos colonias pequeñas, con menos de diez individuos por cada una, los cuales se encontraban succionando savia por el envés de las hojas. A partir de la segunda evaluación sus poblaciones desaparecieron, sin causar daños al cultivo.

B. tabaci se observó desde V2 hasta V4, pero sus poblaciones fueron bajas, sin causar daños al cultivo. Subhai (2013) informa como plagas de la col a estas cuatro especies de fitófagos.

Los enemigos naturales mosca Syrphida, *C. cubensi*, *C. sanguinea* y *Chrysopa* sp. se observaron de V2-V3, coincidiendo con la presencia áfidos, ya que estos depredadores prefieren a los áfidos para su alimentación, independientemente que se alimentan de huevos, ninfas y larvas pequeñas de varias especies de fitófagos; pero a su vez son denso dependientes, al desaparecer las poblaciones de áfidos disminuyeron sus poblaciones. De Bach y Rosen (1991) consideran al control biológico como la regulación por medio de los enemigos naturales de la densidad de población de otra especie a un promedio menor del que existiría en ausencia de ellos.

De acuerdo con Hodek (1973), los coccinélidos depredadores presentan gran actividad de búsqueda, ocupan todos los ambientes de sus presas, y por eso se convierten en agentes eficientes para el control biológico de plagas, especialmente de insectos fitófagos estacionarios.

Garrido (2014) expresa que *Chrysopa* sp. al ser depredador de una amplia variedad de insectos, ayuda a mantener las plagas en un nivel equilibrado.

En el tratamiento monocultivo col se cuantificó mayor número y promedio de larvas por planta de *P. xylostella* que en el tratamiento policultivo col - ajonjolí (Tabla 3). En los dos tratamientos predominó mayor porcentaje de larvas pequeñas y medianas con respecto a las grandes, esto estuvo influenciado por la presencia de adultos de forma permanente en el cultivo. Las larvas pequeñas se encontraban realizando lesiones en forma de minas en el tejido foliar, dando aspectos de galería blanca, coincidiendo con lo descrito por lo (Barrantes y Rodríguez 1996).

Tabla 3. Larvas de *P. xylostella* por tratamiento

Tratamientos	TL	PLP	% LP	% LM	% LG
Monocultivo col	971	3,88	42,74	34,71	22,55
Policultivo col- ajonjolí	934	3,36	37,15	38,76	24,09

Leyenda: **TL** Total de larvas; **PLP** promedio de larvas/planta; **LP** larvas pequeñas; **LM** larvas medianas; **LG** larvas grandes

Las larvas del segundo al cuarto instar son las más voraces, las cuales causaron mayores daños en el follaje y deterioro en la calidad de los repollos. Bujanos *et al.* (1993) refieren que las larvas de los instares dos, tres y cuatro consumen todo el tejido foliar dejando la parte cerosa del haz sin daño, dando con esto el aspecto de pequeñas "ventanas" en las hojas. Algunas veces se alimentan de los cogollos atrofiando el crecimiento de la planta. Cuando las larvas son perturbadas por algún factor externo, se dejan caer suspendidas de la hoja con un hilo de seda y después que el peligro pasa, suben nuevamente a la planta usando el mismo hilo de seda. Las larvas de tercero y cuarto instar son las más dañinas en el momento del cabeceo del repollo.

Las larvas de *P. xylostella* aparecieron en la col a partir de los 14 días después del trasplante (V2), sus poblaciones ascendieron sin diferencias entre tratamientos hasta los 49 días después del trasplante (V4), momento en que las hojas estaban más suculentas, en la fase de formación del repollo. El mayor pico poblacional se alcanzó en el tratamiento col monocultivo con diferencias significativas respecto a la col en policultivo. Este incremento de la plaga estuvo influenciado por las condiciones climáticas, ya que coincidieron escasas precipitaciones con bajas temperaturas y Hr alrededor del 80 % (Figura 1).

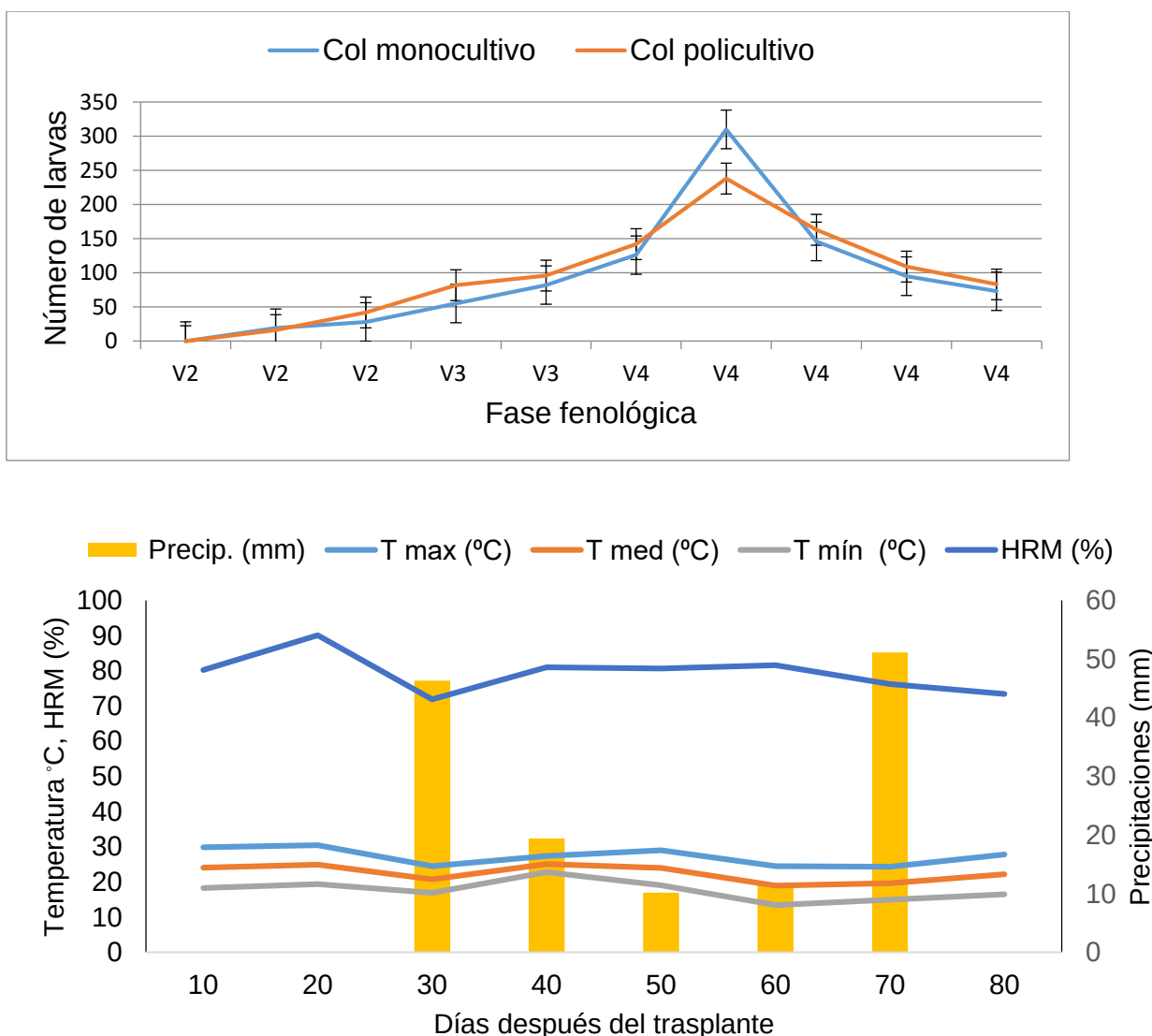


Figura 1. Fluctuación de *P. xylostella* y su relación con el desarrollo vegetativo del cultivo y las variables climáticas

Estos resultados coinciden con Londoño y Jaramillo (2006) quienes notaron que la incidencia de *P. xylostella* aumenta en proporción directa con el desarrollo del cultivo, durante los períodos de baja precipitación. Al inicio del cultivo, la población es baja; no así en las etapas de formación de copa y de cabeza donde ocurre una multiplicación rápida de la plaga.

Al final de la cuarta fase vegetativa se nota un descenso en el número de larvas cuantificadas (Figura 1) estos resultados difieren de los obtenidos por Londoño y Jaramillo (2006) quienes obtuvieron que los picos máximos poblacionales aparecen al final de la cuarta fase vegetativa.

4.2 Intensidad de infestación y distribución de las plagas clave

4.2.1 Intensidad de infestación de *P. xylostella*

En cuanto a los daños causados por *P. xylostella*, los resultados obtenidos en los tres primeros muestreos (fase fenológica V2) no sobrepasaron el 20 % en los dos tratamientos (Figura 2). A partir de aquí la intensidad de los daños aumentó hasta el momento de la cosecha con un máximo de 66 % y 70 % en los tratamientos policultivo col - ajonjolí y monocultivo col respectivamente, sin diferencias entre ellos.

Los niveles poblacionales de *P. xylostella* fueron altos en el momento que inició la formación del repollo, lo cual limitó el control de las larvas. Esto trajo consigo que la intensidad de los daños fuera alta, lo que repercutió en la calidad de la cosecha obtenida.

FAO (2010), refiere que *P. xylostella* es el insecto plaga más destructivo de *brasicáceas* en todo el mundo y ha desarrollado resistencia a la mayoría de los insecticidas sintéticos aplicados a campo, haciendo su control difícil.

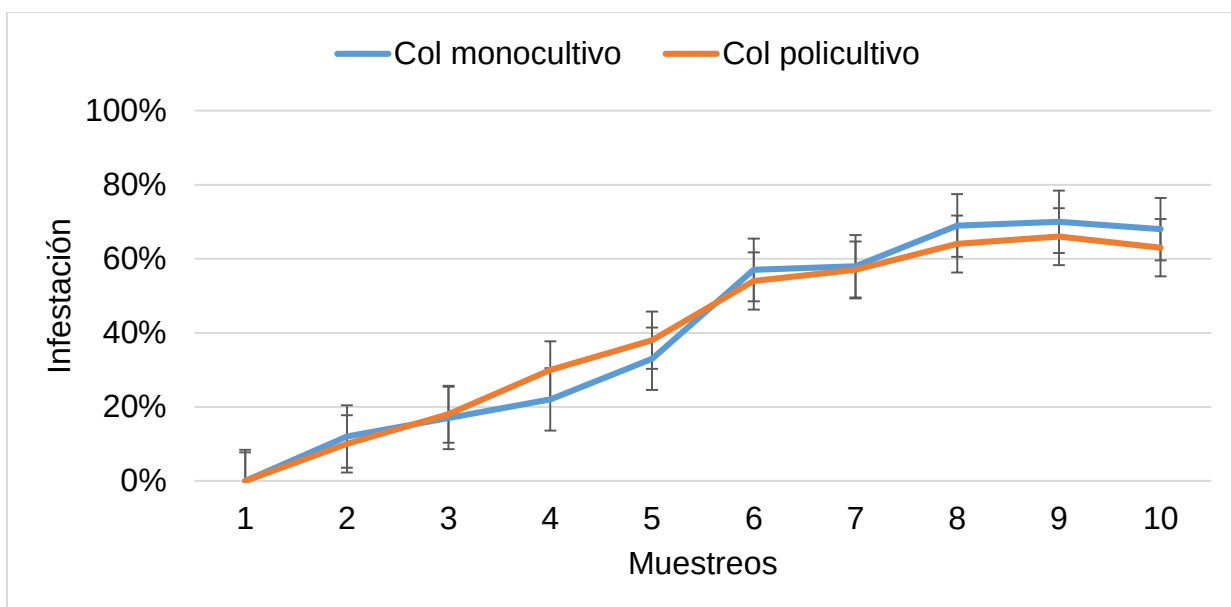


Figura 2. Intensidad de infestación por *P. xylostella* (L.) en los tratamientos monocultivo col y policultivo col – ajonjolí

4.2.2 Incidencia de *P. xylostella*

P. xylostella apareció en el cultivo en el segundo muestreo (14 días después del trasplante) con una incidencia del 44 % y 48 % para los tratamientos policultivo col - ajonjolí y monocultivo col respectivamente (Figura 3). Esta incidencia ya estaba en el rango para emitir la señal de aplicación según CNSV (2005) y una gradología de categoría medio.

A partir del segundo muestreo la incidencia continuó aumentando para los dos tratamientos, hasta alcanzar un máximo del 100 % de las plantas con larvas en el sexto muestreo (a los 42 días después del trasplante) e inicio de la fase V4, con valores inferiores para el tratamiento de policultivo col - ajonjolí, pero sin diferencias entre ellos.

El grado de ataque a partir del cuarto muestreo fue intenso en los dos tratamientos, es decir más de una larva por planta, lo cual evidenció que las aplicaciones del medio biológico Logos 32 PH no fueron eficaces, al igual que la liberación de *Trichogramma* efectuada.

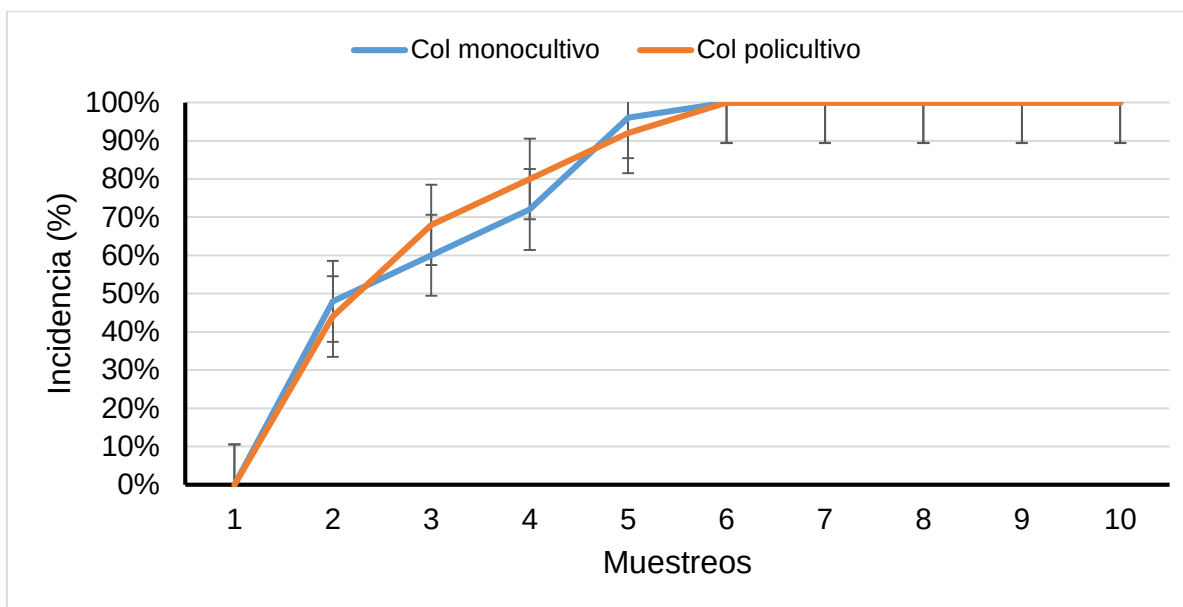


Figura 3. Incidencia de *P. xylostella* en los tratamientos monocultivo col y policultivo col - ajonjolí

4.3 Enemigos naturales de las plagas de la col

Durante el desarrollo de la investigación se cuantificaron un total de 1 470 enemigos naturales, de ellos el 67.5 % correspondió al tratamiento policultivo col - ajonjolí, mientras que en el tratamiento monocultivo col solo se cuantificó el 32,5 % de los enemigos naturales (Figura 4). Aunque hubo alta presencia de enemigos naturales, los niveles poblacionales de *P. xylostella* fueron elevados en casi todo el ciclo del cultivo.

Los enemigos naturales si ejercieron un control eficaz sobre las restantes plagas registradas durante el desarrollo de la investigación, de forma tal que *B. brassicae* y *T. nii*, solo se observaron en los primeros muestreos, los cuales fueron regulados por los depredadores, de igual manera las poblaciones de *B. tabaci*, se mantuvieron durante todo el ciclo pero con niveles bajos si afectar al cultivo.

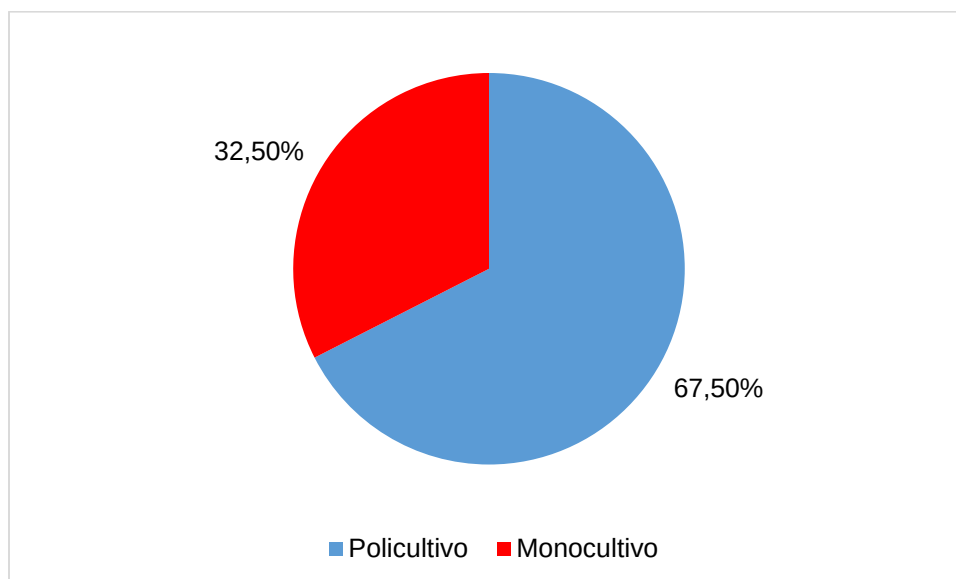


Figura 5. Enemigos naturales por tratamientos en la col

Giraldo (2003) expresó que los enemigos naturales se usan para controlar las poblaciones de insectos plagas, estos organismos se consideran benéficos, ya que ayudan a regularlas.

En el tratamiento policultivo col-ajonjolí se registraron un total de 974 enemigos, representados en cinco especies, de ellos los coccinélidos fueron los más abundantes con el 46 % (Figura 5). Esta abundancia de enemigos naturales en el tratamiento policultivo col-ajonjolí estuvo relacionada con las bondades que le propició el ajonjolí como policultivo con la col, ya que los enemigos naturales tuvieron garantía de alimentación y refugio, así como espacios y condiciones apropiadas para la reproducción durante todo el periodo que duró la investigación, lo cual permitió la estabilidad y permanencia de los biorreguladores.

Los controles biológicos constituyeron una alternativa importante en la regulación de las otras especies de fitófagos que se registraron en la investigación, por ejemplo *B. brassicae*, es otra de las plagas clave de la col, sin embargo en esta ocasión sus poblaciones fueron reguladas de forma inmediata por la acción de las cuatro especies de depredadores.

El uso del policultivo tuvo un efecto positivo sobre las plagas lo que concuerda con lo informado por Alvarez *et al.* (2010), quienes expresan que el uso de policultivos es una medida agrotécnica que le provee ventajas a los agricultores, al disponer de mayor diversidad de cultivos, disminuir los riesgos en las pérdidas de las cosechas por problemas adversos de la naturaleza, y reducir las plagas en el agroecosistema, con el consecuente aumento de los enemigos naturales que garantizan un equilibrio biológico en el sistema.

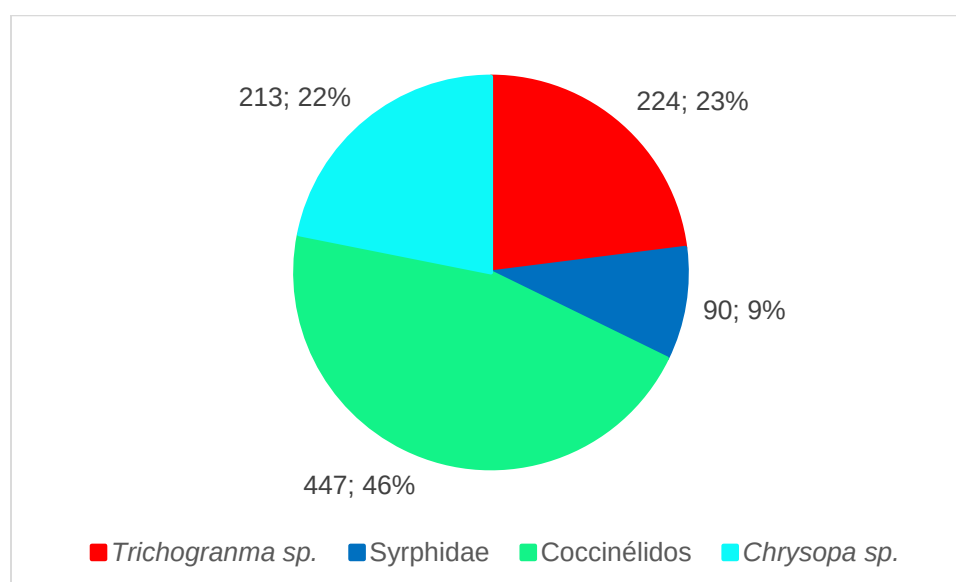


Figura 5. Enemigos naturales registrados en el tratamiento policultivo col-ajonjolí

Hodek (1973) señaló que los coccinélidos depredadores se convierten en eficientes controladores de insectos plagas, ya que presentan gran actividad de búsqueda y ocupan todos los ambientes de sus presas.

Al respecto, Mexzón y Chinchilla (2011) señalaron que *C. sanguinea* es un eficiente depredador de varias especie de fitófagos.

Los enemigos naturales o biorreguladores de insectos son organismos que habitan en los agroecosistemas y que en su proceso coevolutivo con sus huéspedes o presas, alcanzan diversos grados de relaciones tróficas (Vásquez *et al.*, 2008).

4.4 Estimación del rendimiento agrícola y sus componentes

4.4.1 Estimación del rendimiento agrícola de la col

Al estimar el rendimiento de la col se obtuvo que la masa promedio por planta fue superior en el tratamiento policultivo col - ajonjolí, con diferencias significativas con respecto al monocultivo col (Tabla 4), mientras que el rendimiento estimado fue superior en el tratamiento monocultivo col con diferencias significativas con respecto al policultivo, esto se debió a que el área ocupada por la col en el tratamiento en policultivo fue del 86,7 % y el 13,3 % restante lo ocuparon las barreras de ajonjolí.

Tabla 4. Rendimiento del cultivo col

Tratamientos	MP (kg)	R (t ha ⁻¹)	ES±	CV(%)
Monocultivo col	1,9 b	67,17 a	0,20	8,78
Policultivo col - ajonjolí	2,05 a	63,0 b	0,24	5,47

(a, b) medias con letras no comunes en la misma columna difieren por la prueba de t student para $p < 0.05$

Leyenda: MP masa por planta

R (t ha⁻¹) rendimiento en toneladas por hectárea

Los rendimientos estimados de la col estuvieron por encima de 60 t ha⁻¹ en los dos tratamientos, los cuales fueron superiores a los obtenidos para este mismo cultivar por Ruiz *et al.* (2007), quienes obtuvieron rendimientos de 44 t ha⁻¹.

Benítez *et al.* (2008) refieren que la masa promedio de los repollos para el cultivar Hércules fue de 1,8 kg.

Ruiz *et al.* (2007) obtuvieron como resultado de una comparación de cultivares de col, que el cultivar Hércules presentó una masa promedio de los repollos de 1,57 kg bajo condiciones similares. Los resultados obtenidos en el presente trabajo defieren de los obtenidos por dichos autores.

4.4.2 Estimación del rendimiento agrícola del ajonjolí

Los componentes del rendimiento del cultivo del ajonjolí, número de cápsulas por planta (NCP), número de semillas por cápsula (NSC), número de semillas por planta (NSP), masa de mil semillas (M 1000 S) y masa de semillas por planta, fueron superiores en el tratamiento policultivo col - ajonjolí con diferencias significativas con respecto al tratamiento monocultivo ajonjolí (Tabla 5). Estos resultados estuvieron dados porque las plantas de ajonjolí en el policultivo tuvieron mayor desarrollo al no estar en competencia intraespecífica entre ellas, es decir, al encontrarse una sola hilera del cultivo dentro de la col tenía mejores condiciones para su desarrollo, por lo cual fueron más productivas.

Al analizar el rendimiento agrícola estimado se obtuvo como resultado que el tratamiento monocultivo ajonjolí alcanzó valores de 0,42 t ha⁻¹, con diferencias significativas con el tratamiento policultivo col - ajonjolí.

Tabla 5. Rendimiento del cultivo ajonjolí y sus componentes

Tratamientos	NCP	NSC	NSP	M1000S(g)	MSP(g)	R(t ha ⁻¹)
Monocultivo ajonjolí	25b	52 b	1 294 b	2,64 b	3,38 b	0,42 a
Policultivo col - ajonjolí	52a	57a	2 893a	3,56 a	10,28 a	0,17 b
ES±	1,01	0,004	0,555	1,057	0,854	0,592
CV(%)	24,2	13,20	37,98	0,207	1,217	3,114

(a, b) medias con letras no comunes en una misma columna difieren por la prueba de t - Student $p \leq 0,05$

Leyenda: NCP número de cápsulas por planta; NSC número de semillas por cápsulas; NSP número de semillas por planta; M1000S masa de mil semillas, MSP masa de semillas por planta; **R** rendimientos

El mayor rendimiento se obtuvo en el monocultivo (Tabla 5), a pesar de que todos los componentes del rendimiento fueron menores, esto ocurrió porque el policultivo col - ajonjolí solo ocupó el 13,3 % del área, es decir una hilera cada siete hileras de col.

El rendimiento del ajonjolí fue bajo, ya que este mismo cultivar sembrado en época óptima alcanza rendimientos próximos o superiores a 1 t ha^{-1} . Trujillo (2004) obtuvo 110 cápsulas por planta en estudio realizado con ajonjolí en monocultivo.

PAAT (1992) expresó que la masa de 1000 semillas es un carácter que está determinado genéticamente y en el cultivo del ajonjolí, varía según el cultivar, en un rango de 2,2 a 3,7 g. Al respecto, Zapata y Orozco (1991), refieren que esta variable demuestra la capacidad de trasladar los nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva.

Moreno (2006), en un ensayo realizado con cultivares de sésamo sembrados en noviembre, encontró un rendimiento de 958 kg ha^{-1} como promedio. Por otro lado, Cabral (2008), señala que el cultivo de sésamo es afectado por la época de siembra y que el rendimiento promedio en siembra tardía (diciembre), fue de 518 kg ha^{-1} .

4.5 Cálculo del Uso Equivalente de la Tierra (UET) y análisis económico

4.5.1 Cálculo de uso equivalente de la tierra

Al calcular el UET a partir de los rendimientos obtenidos en el cultivo de la col y ajonjolí en policultivo y sus respectivos monocultivos, se obtuvo un valor de 1,34 (Tabla 6). Esto indica que el policultivo col - ajonjolí es más ventajoso que el

monocultivo, o lo que es igual, para obtener la misma producción en policultivo col
ajonjolí se requiere 0,34 ha más de monocultivo.

Tabla 6. Rendimiento Agrícola y uso equivalente de la tierra

Tratamientos	Rto de col (t ha ⁻¹)	Rto de ajonjolí (t ha ⁻¹)	UET
Monocultivo col	67,17a	-	
Policultivo col -ajonjolí	63,0 b	0,17b	
Monocultivo Ajonjolí	-	0,42a	1,34

(a, b) medias con letras no comunes en una misma columna difieren por la prueba de t - Student $p \leq 0,05$

Pérez *et al.* (1997) expresaron que la especificación que permite determinar más adecuadamente si un policultivo es o no, más eficiente que el unicultivo correspondiente es el Uso Equivalente de la Tierra (UET), en el cual se utiliza la unidad (1) como umbral para definir los niveles de fertilidad).

El UET representa el área de tierra cultivada en unicultivo que se necesitaría para obtener la misma producción que en la asociación. Según Quintero (1995) se considera muy bueno cuando se obtienen valores de UET de 1,5. Es importante obtener rendimientos aceptables, en el cultivo principal cuando se intercala, o se asocia un cultivo con otro, sin descartar la posibilidad de obtener buenos rendimientos en el cultivo secundario de manera que se obtenga el mayor UET y los resultados económicos se complementen favorablemente.

4.5.2 Análisis económico del policultivo

Los indicadores económicos calculados corroboran las ventajas del policultivo sobre el monocultivo (Tabla 7).

Los daños causados por *P. xylostella* a la col, influyeron de forma negativa en la calidad de los repollos y por ende en el bajo precio de venta de los mismos. No obstante, en el tratamiento policultivo col - ajonjolí, se pudo obtener resultados positivos desde el punto de vista económico con ganancias de 2 164,67 CUP ha⁻¹, debido a la producción adicional del ajonjolí. Mientras que en el tratamiento col en monocultivo hubo pérdidas de 1 316,69 CUP ha⁻¹

Tabla 7. Evaluación económica del policultivo col ajonjolí

Tratamientos	Costos totales (CUP)	Valor de la producción (CUP)	Ganancia (CUP)
Monocultivo col	30 199,79	28 883,1	-1 316,69
Policultivo col- ajonjolí	28 710,33	30 875,00	2 164,67

Los costos totales fueron superiores en el tratamiento col monocultivo, debido a los gastos adicionales en el proceso de producción, por el incremento de semillas utilizadas por unidad de superficie.

5. Conclusions

1. Se determinaron cuatro especies de fitófagos y cinco controles biológicos en el policultivo col – ajonjolí; la plaga clave fue *P. xylostella*, con los mayores niveles poblacionales en V4.
2. *P. xylostella* alcanzó valores máximos de intensidad al final de la cosecha, sin diferencias significativas entre tratamientos. La calidad de los repollos se afectó por el alto índice de la plaga.
3. Los rendimientos agrícolas estimados del policultivo col - ajonjolí mostraron diferencias con los monocultivos.
4. El UET fue de 1,34 y el tratamiento col policultivo mostró ganancias, mientras que el tratamiento col monocultivo tuvo pérdidas.

6. Recomendaciones

- Repetir este experimento con otros cultivares de col de ciclo más corto e incluir otros agentes de control biológico de *P. xylostella*.

7. Bibliografía

- Achupallas, J. y Gaitán, M. 2009. Comparación de rendimientos, valor económico y supresión de malezas de maíz dulce, habichuela y pepino bajo sistemas de monocultivo e intercultivo en El Zamorano, Honduras. 25 p.
- ACTAF. 2014. Compendio de Instructivos Técnicos de Hortalizas. La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 132 p.
- Almeida, A. 2015. Influencia de la distancia de siembra sobre las plagas y el rendimiento agrícola en ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Tesis ing. Agr. Cuba. FCA, UCLV. 52 pp.
- Amaral, V. 2016. Efeito de diferentes densidades de sementeira sobre rendimento da couve (*Brassica oleracea* (L.) var. tronchuda) no campo definitivo. Mozambique. Universidade Zambeze. 45 p.
- Báez, R. 2015. Efecto de los Bioproductos Logos 32 PH y Plantos Verde sobre indicadores fitosanitarios y del rendimiento del cultivo de la col. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas..
- Banks, D. 2011. Berza (*Brassica oleracea*) [fecha de consulta: 21 octubre 2018]. Disponible en: <http://www.rednaturaleza.com>.
- Bonsu, K. O. 2014. The effect of spacing and fertilizer application on the growth and yield components of sesame *Sesamum indicum* L. Acta Hortoculturae. Cocoa Res. Inst. Tafo Ghana. No. 53 pp. 355-373
- Cabrera, P. 2010. Evaluación de la eficacia de tres fertilizantes orgánicos con tres diferentes dosis en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de la col morada. Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 95 p.
- CNSV (Centro Nacional de Sanidad Vegetal). 2005. Resumen ampliado de Metodologías de Señalización y Pronóstico. Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Villa Clara, Cuba. 25 p.

- CNSV (Centro Nacional de Sanidad Vegetal). 2016. Lista oficial de plaguicidas autorizados. República de Cuba. Registro Central de Plaguicidas. 146 p.
- De Bach, P. y Rosen, D. 1991. Biological control by natural enemies. Cambridge University Press, Cambridge, USA. 440 p.
- Dosdall, LM; Soroka, JJ; Olfert, O. 2011. The Diamondback Moth in Canola and Mustard: Current Pest Status and Future Prospects (in *Plutella xylostella*). *Prairie Soils & Crops Journal* 4: 66-76.
- Ecohortum. 2016. *Como cultivar col repollo.*, de Ecohortum.com. <http://ecohortum.com/como-cultivar-col-repollo-y-col-lombarda/> Recuperado el 12 de 01 de 2019.
- FAO. 2016. Organización para la Alimentación e Agricultura das Nações Unidas. Alimentos e commodities agrícolas de produção. [fecha de consulta: 21 octubre 2018]. Disponible en: <http://faostat.fao.org>.
- Fuentes, F. y Pérez, J. 2003. Cultivo del repollo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). La libertad, El Salvador. 36 págs.
- Funes-Monzote, F. 2009. Agricultura con Futuro La alternativa agroecológica para cuba, La Habana, pp.32.
- Garrido, Tanya. 2014. Investigación Crisopa (*Chrysopa*). Universidad Católica de Chile. En sitio web: <http://web.ing.puc.cl>. Consultado el 20 -5-15.
- Giraldo, G. 2003. *Manejo Integrado De Plagas – Mip Centro Internacional*.
- Hodek. I. 1973. Biology of the Coccinellidae. Dr. W. Junk, N. V. Publishers, The Hague, The Netherlands.
- IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute T) and NBPGR (National Bureau of Plant Genetic Resources, IN). 2004. Descriptors for sesame (*Sesamum* spp). Roma, IT: IPGRI & NBPGR. 76 p

La Habana, 2009. Instructivo Técnico para el cultivo de ajonjolí.

Lamas, G., C. Callaghan, M. M. Casagrande, O. Mielke, T. Pyrcz, R. Robbins and A. Vilorio. 2014. Hesperioidea - Papilionoidea. Association for Tropical Lepidoptera/Scientific Publishers, Gainesville, Florida.

Martínez González, E.; Barrios Sanromá G.; Rovesti L. y Santos Palma R. 2016. Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV), Cuba.

Mera, J. 2018. Determinación de los factores asociados en la presencia de polilla del repollo (*Plutella xylostella* L.), en el cultivo de col (*Brassica Oleracea*, L), en la provincia de Imbabura cantón Antonio Ante sector Sagrado Corazón de Jesús. Tesis Ing. Agr. Ecuador. FCA, UTB.

Mexzón, R. G. y Chinchilla, C. M. 2011. Especies vegetales atrayentes de la entomofauna benéfica en plantaciones de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Costa Rica. <http://www.asd-cr.com/ASD-Pub/Bol19/B19Esp.htm>

MINAG. 2011. Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida. INIFAT. 203 p.

MINAG. 2016. Listado Oficial de Plaguicidas. Registro Central de Plaguicidas. Cuba. 146 p.

Moreno, P. 2006. Adaptación de cuatro variedades de sésamo en el Distrito de San Roque González de Santa Cruz, Departamento de Paraguarí. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY: CIA, FCA, UNA. 39 – 42 pp.

Morocho, SM. 2016. Prueba de la eficiencia de dos fertilizantes inorgánicos foliares en el rendimiento del cultivo de col (*Brassica oleracea* L. Var. Tokita). Tesis Ing. Agr. Ecuador.

Nava, *et al.*, 2016. Método de monitoreo de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* L.

- Núñez, F. 2015. *Origen de la col*. Consultado 12 de 09 de 2018. Recuperado de http://www.natureduca.com/agro_hort_col.php.
- Pazmiño, D. 2012. Evaluación del fertilizante foliar quimifol en el cultivo de col (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) C.V. Gloria. Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 89 p.
- Pérez, P. 2010. Guía técnica para la producción del cultivo de la col. Granma Ciencia. 18 (3): 13.
- Quintero, J. 2010. Criterios para el control de plagas y enfermedades. Consultado en <http://es.slideshare.pdf> a los 14 días del mes de noviembre de 2019.
- Robinson, G. S. 2010. HOSTS - A Database of the World's Lepidopteran Hostplants.
- Sánchez, G; Vergara, C. 2014. Plagas de Hortalizas. Cuarta edición. Perú, Departamento de Entomología. Universidad Nacional Agraria La Molina, 172 p.
- Segura, R; Lardizabal, R. 2008. Manual de producción de repollo. USA. USAID-RED. 31 p.
- Subhai, Y. 2013. Enfermedades del Cultivo de Col de Repollo. Matanzas. Universidad "Camilo Cienfuegos". 13 p.
- Vandermeer, J. 1989. The ecology of intercropping. Cambridge, UK. Cambridge University Press. 137 p.
- Vázquez L, Fernández, E. 2007. Bases para el manejo Agroecológico de Plagas en Sistemas Agrarios Urbanos. INISAV – ACTAF. 120 p.
- Vázquez, L. L.; Matienzo, Y.; Veitía, M. y Alfonso, J. 2008. Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. INISAV. Ciudad de La Habana, 202 pp.

Zamora, E. 2016. El cultivo del Repollo. México. Universidad de Sonora. 6 p.

ZENITH CROP SCIENCE S.A. 2013. Catálogo del Producto Comercial Logos 32 PH (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* H3), 32000 UI/mg. Liechtenstein: 3 pp.

8. Anexos

Anexo1. Gastos por actividades desarrolladas en cada cultivo para 1 ha, tratamiento col en policultivo

Actividad	U/M	Cantidad	Costo	
			CUP	Gasto
Preparación de tierra	ha	1	480	480
Diésel preparación de tierra	L	24	2	48
Semilla de col	kg	0,2	480	96
Posturas	U	30 860	0,16	4 937
Plantación	J	10	80	800
Semilla ajonjolí	kg	0,3	22	6,6
Siembra	J	0,3	80	24
Limpia manual	J	16	80	1 280
Riego de agua	J	16	80	1 280
Diésel para riego	L	600	25	15 000
<i>Trichogranma</i>	millón	1	38,7	38,7
Logos	kg	10	79	790
fumigación	J	10	60	600
cultivo	J	3	80	240
Cosecha	J	6	80	480
Costos indirecto 10 % de costos directos				2 610,03
Costo total				28 710,33
Valor de la producción col	kg	63000	0,43	27 090
Valor de la producción ajonjolí	kg	172	22	3 785
Valor de la producción total				30 875
Ganancia				2 164,67

Anexo 2. Gastos por actividades desarrolladas en 1 ha, tratamiento col en monocultivo

Actividad	U/M	Cantidad	Costo	
			CUP	Gasto
Preparación de tierra	ha	1	480	480
Diésel preparación de tierra	L	24	2	48
Semilla de col	kg	0,3	480	144
Posturas	U	35 416	0,16	5 666,56
Plantación	J	12	80	960
Limpia manual	J	16	80	1 280
Riego de agua	J	16	80	1 280
Diésel para riego	L	600	25	15 000
<i>Trichogramma</i>	millón	1	38,7	38,7
Logos	kg	12	79	948
Fumigación	J	12	60	720
Cultivo	J	3	80	240
Cosecha	J	8	80	640
Costos indirecto 10 % de costos directos				2 744,53
Costo total				30 199,79
Valor de la producción col	kg	67170	0,43	28 883,1
Ganancia				-1 316,69