



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Evaluación de la implementación del Programa Manejo Regional de Lepidópteros Plaga en frutales de hoja caduca en Uruguay.

Eliana MORENO RAMÍREZ

Magíster en Ciencias Agrarias
Opción Ciencias Vegetales

Julio 2022

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Dra. Victoria Calvo (presidenta), Dra. Liliana Cichón (vocal), Dra. Virginia Courdin (vocal), el 27 de julio de 2022. Autora: Ing. Agr. Eliana Moreno, directora: Ing. Agr. Ph.D. Carolina Leoni, codirectora: Ing. Agr. MSc. Dra. Valentina Mujica.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la ANII por la beca de posgrado (POS_NAC_2018_151641) y a el INIA (Proyecto FR 21) que me permitieron realizar este trabajo de investigación. A las tutoras Carolina y Valentina, por el apoyo y la confianza. A Mónica Trujillo e Irvin Rodríguez de INIA Las Brujas, por la organización logística de los talleres. A María Marta Albicette, por moderar el taller I. A todos los productores, monitores, colegas que asistieron a los talleres. A SOFOVAL, en especial a Margarita Pastori, por la colaboración para realizar el taller II en Colonia. A Virginia Gravina, por ayudarme a interpretar los datos del taller II. A Gabriela Molina, por capacitarme en el uso del software de análisis de información. Al grupo de Fruticultura de INIA, por el apoyo. Y, en especial, a mi familia y amigos, por estar siempre y alentarme a seguir aprendiendo.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE	
APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
TABLA DE CONTENIDO.....	IV
RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN GENERAL</u>	1
1.1 ESTRATEGIAS Y TÁCTICAS PARA EL MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS	1
1.2 INSECTICIDAS Y SU CONTEXTO MUNDIAL	4
1.3 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP) Y MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN GRANDES ÁREAS COMO ALTERNATIVA AL MANEJO TRADICIONAL	6
1.4 MRP EN FRUTALES DE HOJA CADUCA EN URUGUAY.....	9
1.5 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	12
2. <u>REDUCTION OF INSECTICIDE ENVIRONMENTAL IMPACT IS MEDIATED BY FRUIT FARMERS ENGAGEMENT WITH AREA WIDE PEST MANAGEMENT PROGRAMME IN SOUTHERN URUGUAY</u>	¡Error!
Marcador no definido.	
ABSTRACT	15
INTRODUCTION	16
MATERIAL AND METHODS	19
Characterization of deciduous fruit tree region	20
Farmers' perception	21
Workshop 1	21
Workshop 2	23
RNFH database analysis.....	24
Environmental impact quotient (EIQ).....	24
RESULTS	25
Farmers' perception	25
Analysis of RHFH database	29
Environmental impact quotient (EIQ).....	34
DISCUSION.....	35
CONCLUSIONS	39
ACKNOWLEDGMENTS	40

DECLARATION OF INTEREST STATEMENT	40
REFERENCES	40
SUPPLEMENTARY INFORMATION	46
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL	65
3.1 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	65
3.2 EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES DEL PMRP	68
3.3 CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES.....	71
4. BIBLIOGRAFÍA	73
5. ANEXOS	79
5.1 EVALUACIÓN DEL USO DE INSECTICIDAS	79
5.1.1 <u>Número de aplicaciones de Insecticidas para las cinco temporadas analizadas y coeficiente de impacto ambiental (EIQ), considerando los insecticidas metoxifenocida y piriproxifen</u>	81
5.2. TALLER 1 – RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD DE TALLER	83
5.2.1 <u>Participantes y propuesta metodológica del taller 1</u>	84
5.2.2 <u>Principales resultados de la encuesta y discusión en el taller 1</u>	84
5.3 TALLER 2	86

RESUMEN

El Programa interinstitucional “Manejo Regional de Lepidópteros Plaga” (PMRP) en frutales de hoja caduca en el suroeste de Uruguay es una propuesta tecnológica innovadora para el manejo de lepidópteros plaga mediante el empleo de feromonas sexuales. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar el PMRP desde dos perspectivas: el impacto ambiental del programa estimado por las aplicaciones de insecticidas y la percepción de los actores vinculados o no al PMRP. Para evaluar el impacto ambiental, se analizaron las aplicaciones de insecticidas de 2015 a 2020 para las especies de mayor importancia relativa (manzanos, duraznos y perales) y se calculó el cociente de impacto ambiental (EIQ, por sus siglas en inglés). Para evaluar la percepción del programa, se realizaron talleres con los actores involucrados y se implementó una encuesta aplicando la metodología Q. A lo largo de las temporadas, se observó una disminución en el uso de insecticidas, así como una reducción del 81 % en el EIQ general del campo. Se identificaron tres grupos de participantes según sus percepciones: productores adheridos al PMRP, productores no adheridos y asesores/consultores. Este trabajo constituyó una primera experiencia en evaluación social y ambiental de una herramienta tecnológica agrícola para el sector frutícola y los resultados confirman que el PMRP es apropiado para el sector y que existe una alta conformidad por parte de sus usuarios.

Palabras clave: manejo de plagas en grandes áreas, feromonas sexuales, metodología Q, percepción de productores, cociente de impacto ambiental (EIQ)

Evaluation of the Lepidopteran Areawide Pest Management Programme of deciduous fruit trees in Uruguay

SUMMARY

The interinstitutional “Lepidopteran Area Wide Pest Management Programme” (AWPMP) is an innovative technological proposal for lepidopteran pest management using pheromones in deciduous fruit trees in South-Western Uruguay. The aims of this work were to evaluate the AWPMP from two perspectives: the environmental impact of the Programme due to insecticide applications and the perception of stakeholders joining or not the AWPMP. To evaluate the environmental impact, insecticide applications from 2015 to 2020 were analysed for the species with highest relative importance (apples, peaches and pears) and the environmental impact quotient (EIQ) was calculated. To assess the perception of the Programme, workshops were held with stakeholders involved in the AWPMP and a survey applying the Q methodology was implemented. Along the seasons, a decrease in insecticides use was observed, as well as a reduction of 81 % in overall field EIQ. Three types of perceptions were identified: AWPMP-adherents, AWPMP-no adherents and advisors/consultants. This work is the first integrated assessment of a technological tool for fruit tree producers in South-Western Uruguay. The results indicate that the AWPMP is appropriate for the fruit production sector and AWPMP users are engaged with the programme.

Keywords: areawide pest management (AWPM), mating disruption, Q methodology, farmers’ perception, environmental impact quotient (EIQ)

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El rápido aumento de la población mundial, que pasó de 2.500 millones a 6.000 millones de personas en la segunda mitad del siglo XX, requiere una productividad agrícola cada vez mayor para satisfacer la seguridad alimentaria de todos los seres humanos, no solo en cantidad sino también en calidad, garantizando la inocuidad de los productos. La producción agrícola se ve afectada por una infinidad de insectos plaga que causan pérdidas significativas, tanto en pre como poscosecha. Por otra parte, la globalización y el aumento del comercio de productos agrícolas ha contribuido a la propagación de plagas, patógenos y otros organismos nocivos invasores (Vreysen et al., 2007).

Para garantizar la oferta de alimentos de calidad resulta necesario, entre otros factores, desarrollar e implementar estrategias efectivas para minimizar el daño de las plagas sobre los cultivos. Actualmente, la mayoría de estas plagas son controladas en un grado variable por el uso de insecticidas químicos de amplio espectro (Vreysen et al., 2007). Sin embargo, las limitaciones en el uso de estos insecticidas por sus efectos adversos sobre el medio ambiente y las personas, así como la oferta limitada de productos alternativos y los crecientes problemas de resistencia a los productos habitualmente utilizados, son factores que obligan a todos los países productores a buscar nuevas alternativas de manejo y control (Cichón, 2004).

1.1 ESTRATEGIAS Y TACTICAS PARA EL MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS

Según el hombre, un insecto plaga es el que puede causar daño en sus cultivos, sus animales o en su propiedad. En la agricultura, se define insecto

plaga aquel que ocasiona daños sobre los cultivos de interés económico. En fruticultura se distingue entre plaga directa a las que afectan la fruta e indirectas las que debilitan la planta disminuyendo el rendimiento (Dent, 2000; Nuñez y Scattoni, 2013). El control de plagas puede ser dirigido a la eliminación o reducción de poblaciones iniciales, para lo cual existen diferentes estrategias que dependen del tipo de insecto. Para ello es imprescindible tener conocimiento de la biología y epidemiología de la plaga hacia la que se dirigen las técnicas de control (Mall et al., 2018).

Teniendo en cuenta el comportamiento e importancia de la plaga para el productor, se establece una clasificación entre plagas clave, ocasionales y secundarias. Las plagas clave son las de mayor importancia, puesto que causan grandes pérdidas, tanto en relación a la producción como al costo de su manejo. En segundo lugar, se encuentran las ocasionales, que pueden causar pérdidas importantes, pero su aparición se da solamente de manera esporádica. Por último, las plagas secundarias son aquellas que, aunque su presencia suele ser constante, no provocan pérdidas económicas significativas. La intensidad del ataque de plagas puede ser descrito como el producto de tres factores: la población de la plaga, su etapa de desarrollo y la duración del ataque (Dent, 2000; Nuñez y Scattoni, 2013).

Según Kumar y Omkar (2018), para el control de plagas se distinguen distintas estrategias y tácticas de manejo. Las estrategias de control están divididas en prevención, supresión y erradicación. La prevención se basa en mantener una plaga en un nivel poblacional determinado, de forma que no llegue a convertirse en un problema. La supresión consiste en la reducción del nivel de población de plaga, disminuyendo la posibilidad de producir daño a los cultivos, evitando así pérdidas económicas para el productor. Por último, la erradicación implica eliminar completamente la plaga en una determinada área.

Por su parte, las tácticas de manejo implican acciones con el fin de crear condiciones desfavorables para el desarrollo de la plaga, abarcando medidas de control cultural, físico, biológico y químico. Entre las prácticas culturales están la preparación y fertilización del suelo, el ajuste de fechas de siembra y la rotación de cultivos y raleos, entre otras. El control físico abarca las prácticas de destrucción manual de las plagas o de aquellas partes de la planta que se encuentren afectadas, las mallas o cortinas que impiden la llegada de los insectos, así como las trampas de captura masiva en sus diferentes variantes. El control biológico es el uso de organismos vivos como agentes reguladores de las poblaciones de plagas, dentro de estos se pueden destacar, los enemigos naturales ya sea otros insectos o nematodos y los agentes microbianos de control como hongos, virus y bacterias. En el control químico se recurre al uso de plaguicidas, con el fin de reducir la población en un período corto de tiempo, buscando así rapidez y efectividad (Dent, 2000, Kumar y Omkar, 2018).

Otra opción para el manejo de poblaciones se basa en el uso de semioquímicos, ya sea mediante el uso de feromonas sexuales, kairomonas, alomonas o sinomonas. Las feromonas son uno de los métodos más extendidos en la actualidad en la gestión integrada de plagas por su elevada eficiencia. Se trata de compuestos químicos que son liberados de manera natural por insectos de una misma especie, generalmente con la finalidad del apareamiento. Aunque existen diferentes tipos de feromonas, en agricultura las más utilizadas son las feromonas sexuales y es lo que se conoce como método de confusión sexual. El método de confusión sexual consiste en saturar el ambiente con feromonas de síntesis. Con ello se consigue enmascarar el reclamo natural de las hembras, interfiriendo en la cópula e impidiendo así la proliferación de la plaga en cuestión. Además, se trata de una opción amigable para el ambiente, ya que las feromonas no generan residuos en los frutos ni son perjudiciales para el entorno. Su uso está autorizado en agricultura ecológica por su bajo impacto ambiental ya que con

el uso de feromonas se consigue controlar las poblaciones de la plaga sin generar resistencia (Vreysen, 2007)

1.2 EL ROL DE LOS INSECTICIDAS Y EL CONTEXTO MUNDIAL

Los plaguicidas de síntesis química son una forma rápida y bastante eficiente para que los agricultores resuelvan los problemas de plagas, pero no son la única opción para hacer frente a estas y lograr altos rendimientos (Mall et al., 2018). Los costos sociales y ambientales del uso de plaguicidas son cada vez mayores. Con el cambio climático y la intensificación de la agricultura, las enfermedades y las plagas aumentan constantemente y, para controlar los brotes de plagas, los agricultores tienden a abusar o mal usar los plaguicidas (Zhang et al., 2018, Van Leeuwen et al., 2020). El uso incorrecto de plaguicidas, por un lado, reduce la sostenibilidad agrícola al causar problemas ambientales como la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, la destrucción de organismos benéficos y biodiversidad y la adquisición de resistencia por parte de las plagas. Y, por otro lado, puede tener efectos nocivos para la salud tanto de los agricultores como de los consumidores (Isin y Yildirim, 2007, Vreysen et al., 2007).

La estructura de los mercados a nivel mundial está cambiando, los consumidores están modificando sus patrones de consumo, apelando a alimentos frescos y naturales, exigiendo también inocuidad, higiene en los procesos, orden y registros de las actividades realizadas tanto en su producción (cuaderno de campo), como en el manejo dentro de la unidad productiva (producción primaria) hasta que llega a los consumidores (FAO, 2003). Las personas a nivel mundial son cada vez más conscientes de las consecuencias de la intensificación agrícola. La agricultura intensiva, implica generalmente un alto uso de plaguicidas, entre otros insumos, incrementándose las posibilidades de generar contaminación del aire y de las

aguas subterráneas, eutrofización de los sistemas de agua y emisiones de gases de efecto invernadero (Devine y Furlong, 2007). Si bien los insecticidas todavía se reconocen como las fuentes de supresión rápida de poblaciones plaga, su exposición directa provoca, además de daños ambientales, daños a las personas, como enfermedades cardíacas, neurológicas y reproductivas, úlceras estomacales, daño hepático, cáncer e, incluso, la muerte (Kumar y Omkar, 2018).

Los insecticidas neonicotinoides, piretroides y organofosforados, si bien son ampliamente empleados en el control de plagas, son potencialmente peligrosos para la seguridad alimentaria y medioambiental, destacándose el daño que pueden generar en abejas y peces. Según el Comité Internacional de Acción para la Resistencia a los Insecticidas (IRAC) (2019), estos tres grupos interfieren en el sistema nervioso de los insectos. En el grupo 4 de IRAC se encuentran los moduladores competitivos del receptor nicotínico de la acetilcolina, que incluye los neonicotinoides. En el grupo 3 están los moduladores del canal de sodio y, entre ellos, los piretroides. En el grupo 1 están los inhibidores de la acetilcolinesterasa, encontrándose entre estos los carbamatos y organofosforados.

El uso a gran escala de insecticidas neonicotinoides, debido a su persistencia, ha planteado preocupaciones sobre los riesgos para las funciones de los ecosistemas dada la amplia gama de especies incluyendo vertebrados acuáticos y terrestres, y ambientes que se ven afectados por estos (Gibbons et al., 2015). Los neonicotinoides han impactado negativamente sobre diversas especies de insectos benéficos, así como también sobre las funciones de los ecosistemas que regulan la calidad del suelo y del agua, el control de plagas, la polinización y la resiliencia de los ecosistemas (Chagnon et al., 2015). A pesar de estas amenazas, en más de 120 países, los neonicotinoides son los insecticidas más utilizados, representando alrededor del 40 % del mercado mundial de insecticidas (Van

der Sluijs, 2019). Por otra parte, el uso extensivo de organofosforados ha contribuido a la contaminación de recursos hídricos, afectando también negativamente la salud de varios organismos no blanco, tales como aves, peces y seres humanos. Estos insecticidas son altamente conocidos por su alta toxicidad, lenta degradación y bioacumulación, por lo que representan un gran peligro para el medio ambiente (Pundir y Malik, 2019, Saborío et al., 2019). Finalmente, en el último decenio se ha incrementado el uso de piretroides en mezcla con los organofosforados, potenciando su acción y permanencia en el medio ambiente con los impactos negativos que esta práctica conlleva (Moreno-Villa et al., 2012).

Si bien los insecticidas son insumos comunes en el manejo de plagas, su uso debe estar avalado por investigaciones que consideren aspectos sociales y de impacto ambiental, así como aspectos económicos. Los productores adoptan estrategias alternativas al uso de insecticidas cuando perciben que la degradación ambiental es sustancial y recurrente (Atreya et al, 2010). Así mismo es necesario evaluar el impacto del uso de insecticidas y gestionar efectivamente el buen uso de los mismos (Finizio y Vila, 2001; Fan et al., 2015). El uso adecuado de los insecticidas como parte del manejo integrado de plagas (MIP), es vital en la protección mundial de cultivos, para lograr una agricultura sostenible y mejorar la salud pública (IRAC, 2019).

1.3 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP) Y MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN GRANDES ÁREAS COMO ALTERNATIVA AL MANEJO TRADICIONAL

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el manejo integrado de plagas (MIP) significa la consideración cuidadosa de todas las técnicas de control de plagas disponibles. Implica la integración de todas aquellas medidas que desalienten el desarrollo de las poblaciones de plagas, que mantengan los plaguicidas y

otras intervenciones a niveles económicamente justificados y que reduzcan o minimicen los riesgos para la salud humana y el medio ambiente (FAO, 2020). En otras palabras, el MIP es, esencialmente, un enfoque holístico para el control de plagas que busca optimizar el uso combinado de métodos para gestionar un espectro de plagas dentro de un sistema de cultivo particular. Si bien el MIP se toma como sinónimo de manejo de insectos plaga, porque el concepto fue desarrollado por entomólogos, en su forma más amplia, MIP se refiere a la gestión de malezas, patógenos e insectos (Dent, 2000).

El MIP promueve el crecimiento de un cultivo saludable con el menor impacto posible en los agroecosistemas y fomenta los mecanismos naturales de control de plagas. Además, se ha esforzado por promover formas sostenibles de agricultura, logrando reducciones drásticas en el uso de plaguicidas sintéticos y, por lo tanto, ha resuelto una miríada de desafíos socioeconómicos, ambientales y de salud humana. No obstante, el uso global de plaguicidas de síntesis ha continuado sin disminuir significativamente, con implicaciones negativas para los medios de vida de los agricultores, la conservación de la biodiversidad y el derecho humano a alimentos seguros (Deguine et al., 2021). El MIP no es un principio que se aplique de manera estricta y uniforme a todas las situaciones, sino una filosofía que puede guiar al profesional para utilizarlo según corresponda a su situación (Dara, 2019). Por lo tanto, si bien los plaguicidas químicos deben usarse como último recurso, a veces son la primera línea de defensa para evitar la propagación de ciertas plagas endémicas o invasoras en toda el área.

Los programas de manejo de plagas involucran diferentes estrategias, de tal forma que los plaguicidas puedan ser compatibles con otros objetivos, como, por ejemplo, mantener las poblaciones de enemigos naturales. Para ello pueden considerarse dos enfoques: programas de manejo de plagas a escala de la finca o predio y manejo de plagas a escala de paisaje (Roubos et al., 2014). Roubos et al. (2014) señalan que los programas de MIP son

generalmente desarrollados a escala predial y existen varias maneras de controlar las plagas para disminuir el efecto de los plaguicidas sobre los enemigos naturales, como ser: buscar la selectividad de los plaguicidas, reducir los volúmenes de aplicación, evaluar el momento oportuno de aplicación con el establecimiento de los umbrales de acción, así como intercalar insecticidas según su modo de acción. Pero puede lograrse un manejo exitoso de plagas a una escala de paisaje (regional) si se suman de manera coordinada programas de manejo integrado de plagas a nivel predial entre productores vecinos (Roubos et al., 2014). Este tipo de control también se denomina a MIP a gran escala o regional (MRP) o areawide integrated pest management (AW-IPM), donde se requiere la aplicación de una estrategia definida en muchos predios vecinos o grandes extensiones, de forma de poder observar los beneficios a escala regional (Arcila-Moreno, 2020). Para que el MRP sea viable, deben emplearse tecnologías de control eficientes en grandes áreas, se deben definir las directivas de manejo a nivel institucional y no individual (de productores) y debe existir un respaldo institucional claro (Faust et al., 2008).

El carácter regional del MRP tiene muchas implicancias sociales. Ser parte de este requiere aceptar ciertas condiciones, pero también ofrece un espacio para desarrollar habilidades, adquirir nuevos conocimientos, compartir experiencias, actividades y formas de producir en común respetando a los demás. Por otra parte, el MRP implica el trabajo conjunto de agricultores, asesores técnicos, la agroindustria, los proveedores de insumos y los consumidores. Cada una de las partes interesadas tiene un impacto diferente en la forma en que se percibe, estudia y practica el manejo de plagas; por lo tanto, estas diferentes perspectivas deben ser incluidas en un plan de manejo siempre que sea posible (Dent, 2000).

1.4 MRP EN FRUTALES DE HOJA CADUCA EN URUGUAY

En Uruguay, los frutales de hoja caduca pertenecen a 612 empresas registradas en el Registro Nacional Frutihortícola (RNFH), ocupando un área de 4.319 hectáreas (datos actualización 2021), siendo el manzano el de mayor superficie con 2.166 ha, representando la mitad de la superficie de frutales de hoja caduca registrados. La producción se concentra en el sur del país, en los departamentos de Montevideo, Canelones, San José y Colonia (Escanda, 2021).

El Programa Manejo Regional de Lepidópteros Plaga (PMRP) es un ejemplo de MRP que surge a partir de una experiencia piloto realizada entre el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Facultad de Agronomía-Universidad de la República (Fagro) y la cooperativa de productores frutícolas Juventud Melilla Cooperativa Agraria (JUMECAL) para la zona de Melilla-Montevideo (Núñez y Scatoni, 2013). Las plagas clave en la producción de manzana, pera, membrillo, durazno y nectarino son los lepidópteros carpocapsa (*Cydia pomonella*) y grafolita (*Grapholita molesta*), y el control de estas mediante el uso de feromonas de confusión sexual es eficiente si se cubre un área mínima de 3 ha (Núñez y Scatoni, 2013). Sin embargo, el pequeño tamaño de los predios dedicados a la producción de fruta y la alta diversificación de especies que existe en ellos hace difícil y/o ineficiente la aplicación de la técnica de confusión sexual a nivel predial. La gran influencia entre vecinos llevó a los investigadores a ajustar un área piloto de 300 ha en manejo regional de lepidópteros plaga, tomando como base el uso de feromonas de confusión sexual para controlar las poblaciones plaga y, a su vez, reducir el uso de insecticidas, mejorando la inocuidad del producto final (Zoppolo et al., 2016). Luego de unos años, el plan piloto se extendió y en la temporada 2012-2013 se consolidó el Programa Manejo Regional de Lepidópteros Plaga en frutales de hoja caduca (PMRP), implementado como política pública del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay

(MGAP) en articulación con instituciones públicas y privadas. Actualmente, el PMRP abarca más de 400 productores y cerca del al 80 % del área de frutales de hoja caduca del sur del país (capítulo 2 de esta tesis).

El PMRP en Uruguay está liderado por un equipo técnico interinstitucional, integrado por un representante de Dirección General de la Granja (DIGEGRA) y uno de la Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSSAA), ambos perteneciente al MGAP, y por un delegado de Fagro y otro del INIA. Este equipo técnico es responsable de establecer las directivas de manejo, así como supervisar y evaluar el funcionamiento del mismo. La gestión del PMRP está bajo la responsabilidad de la DIGEGRA y, entre otras funciones, es responsable de la contratación y seguimiento de los técnicos monitores y coordinadores de campo. La adhesión de los productores es voluntaria y todos asumen el compromiso de cumplir con los lineamientos y recomendaciones generales que establece el programa, así como de financiar los viáticos del monitor durante la zafra (Figura 1). El PMRP cuenta con un folleto informativo elaborado por el equipo técnico, que contiene las recomendaciones sobre fechas, forma y ubicación adecuada de los emisores de feromona, criterios para realizar aplicaciones de insecticidas y los principios activos recomendados. También, el equipo técnico junto con el equipo de gestión de DIGEGRA realizan capacitaciones a productores, técnicos monitores y coordinadores de campo.

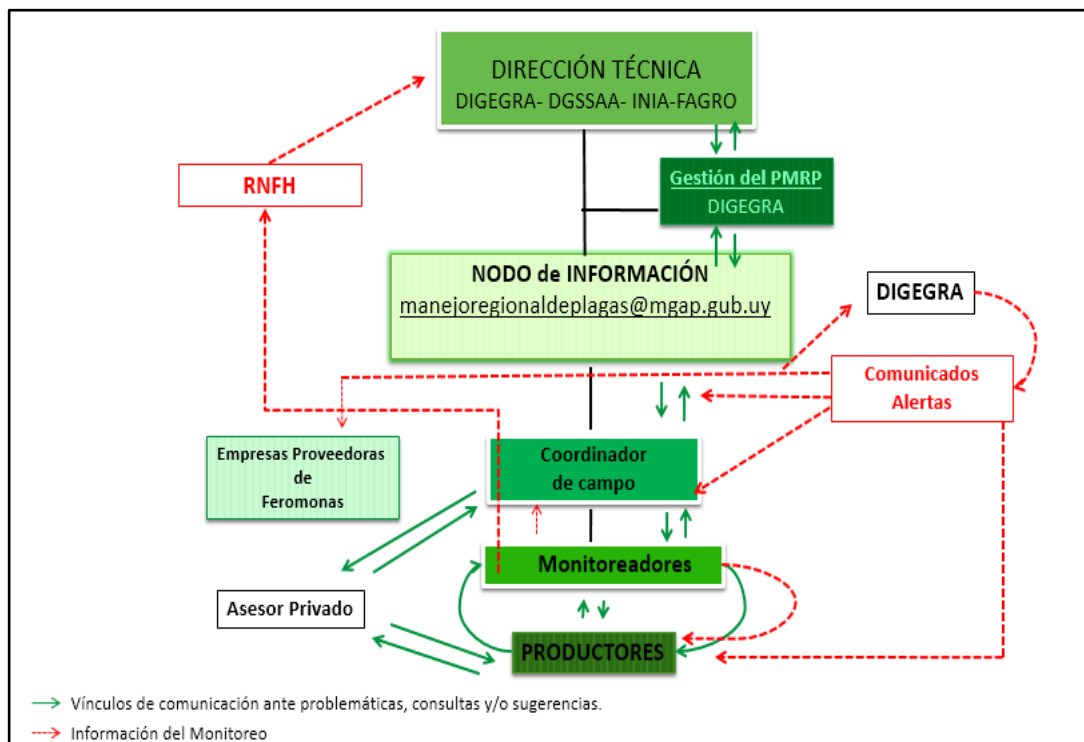


Figura 1. Estructura y flujo de información del PMRP.

Después de varias temporadas de implementación, es necesario evaluar los programas para conocer su impacto ambiental y la percepción de los actores involucrados. Los programas a nivel mundial se evalúan desde una perspectiva social (Forozuani et al, 2013, Graves et al., 2017, Gargiulo et al., 2018, Milne et al., 2018), o por su impacto ambiental (Finizio y Villa, 2001, Núñez y Maeso, 2007). Sin embargo, se necesita un análisis integrado que combine ambos impactos y, si bien no son frecuentes estos estudios, algunos ejemplos fueron seleccionados para orientar esta tesis en la evaluación del PMRP en Uruguay (Isin y Yildirim, 2007, Schut et al., 2015, Fan et al., 2015, Zhang et al., 2018, Rutebuka et al., 2019).

1.5 HIPÓTESIS Y OBJETIVO

Para la investigación de esta tesis se plantearon dos hipótesis:

1. La herramienta MRP con base en feromonas de confusión sexual reduce el volumen de aplicaciones de insecticidas en frutales de hoja caduca y logra una disminución del impacto negativo sobre el ambiente.
2. El grado de satisfacción y la percepción del PMRP es homogéneo entre los actores involucrados en el PMRP.

El objetivo general fue evaluar la implementación del PMRP como ejemplo de manejo de plagas armonizado en una región desde dos perspectivas: la evolución e impacto ambiental de las aplicaciones de insecticidas y la percepción de los actores involucrados.

Para cumplir con el objetivo general y verificar (o rechazar) las hipótesis planteadas, se diseñó una estrategia de investigación que comprendió dos fases. La primera implicó el análisis de la percepción de los productores mediante instancias de talleres y la aplicación de una encuesta. La segunda fase consistió en el análisis de la base de datos del Registro Nacional Frutihortícola y con los datos de dicha base el cálculo del cociente de impacto ambiental (EIQ por su sigla en inglés) (Figura 2). Ambas fases permitieron el análisis integral de la evolución del PMRP entre las temporadas 2015-2016 y 2019-2020.

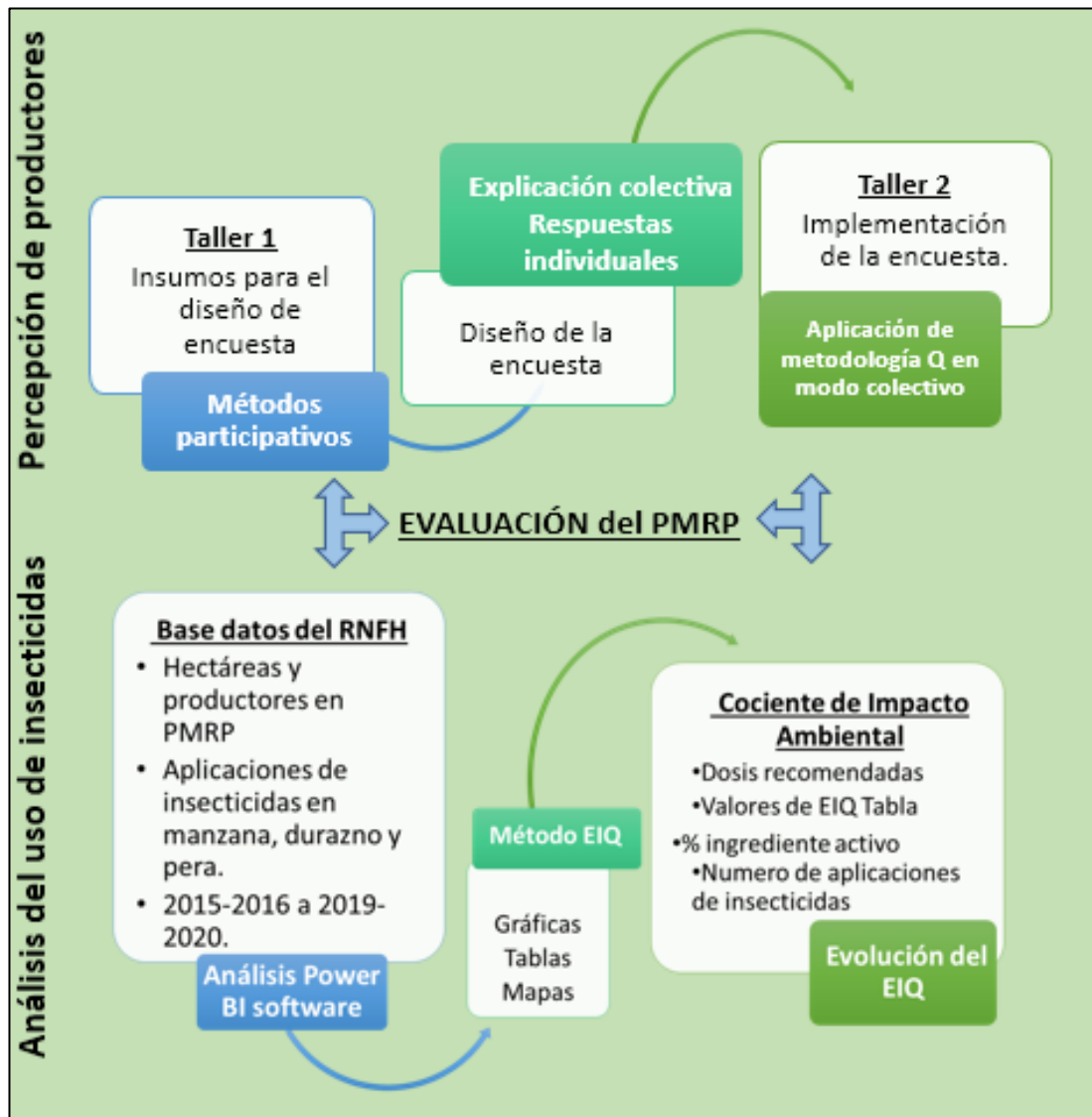


Figura 2. Esquema de la estrategia de investigación.

**2. REDUCTION OF INSECTICIDE ENVIRONMENTAL IMPACT IS
MEDIATED BY FRUIT FARMERS ENGAGEMENT WITH AREA WIDE
PEST MANAGEMENT PROGRAMME IN SOUTHERN URUGUAY.**

Moreno, E. ^{1*}; Mujica, V.²; Gravina, V.³ Leoni, C.²

¹ Dirección General de la Granja (DIGEGRA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), Montevideo, Uruguay.

² Protección Vegetal, INIA Las Brujas, Canelones, Uruguay.

³ Departamento de Biometría y Estadística, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

*Corresponding author: elianam66@gmail.com

Artículo enviado a: *International Journal of Pest Management*
(<https://www.tandfonline.com/journals/ttprm20>)

ABSTRACT

The interinstitutional Area wide Pest Management Programme (AWPMP) is an innovative technological proposal for lepidopteran pest management using pheromones in deciduous fruit trees in South-Western Uruguay. The aims of this work were to evaluate the AWPMP from two perspectives: the perception of stakeholders joining or not the AWPMP, and the environmental impact of the Programme due to insecticide applications. To assess the perception of the Programme, workshops were held with stakeholders involved in the AWPMP and a survey applying the Q methodology was implemented. To evaluate the environmental impact, insecticide applications from 2015 to 2020 were analysed for the species with highest relative importance (apples, peaches and pears) and the environmental impact quotient (EIQ) was calculated. Three types of perceptions were identified: AWPMP-adherents, AWPMP- non adherents and advisors/consultants. The first and third type of perception were dominated by AWPMP farmers and agricultural specialists, and the second by No-AWPMP farmers. Along the seasons, a decrease in insecticides use was observed as well as a reduction of 81 % in overall field EIQ.

KEYWORDS: areawide pest management (AWM), mating disruption, Q methodology, farmers' perception, environmental impact quotient (EIQ)

INTRODUCTION

Chemical pesticides are an economical and efficient way for farmers to sort out pest problems, but they are not the only option to cope with different pests to achieve high yields (Mall et al., 2018). Yet, the social and environmental costs of pesticide use are increasing. With climate change and agricultural intensification, diseases and pests are steadily growing and to control pest outbreaks, farmers tend to overuse pesticides (Zhang et al., 2018; Van Leeuwen et al., 2020). Incorrect use of pesticides, on the one hand, reduces agricultural sustainability by causing environmental problems such as underground and surface water pollution, destruction of beneficial organisms and acquirement of resistance by pests, and, on the other hand, can have harmful effects on health of both farmers and consumers (Isin and Yildirim, 2007). According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), integrated pest management (IPM) means the careful consideration of all the available pest control techniques and the subsequent integration of appropriate measures that discourage the development of populations of pests and maintain pesticides and other interventions at levels that are economically justified and that reduce or minimize risks to human health and to the environment (FAO, 2020). IPM promotes the growth of a healthy crop with the least possible impact on agroecosystems and encourages natural pest control mechanisms. Therefore, IPM has endeavoured to promote sustainable forms of agriculture, has pursued sharp reductions in synthetic pesticide use and, thereby, resolved a myriad of socio-economic, environmental and human health challenges. Nevertheless, global pesticide use has largely continued unabated, with negative implications for farmer livelihoods, biodiversity conservation and the human right to safe food (Deguine et al., 2021). IPM is not a principle that applies strictly and uniformly to every situation, but a philosophy that can guide the practitioner to use it as appropriate for their situation (Dara, 2019). Hence, while chemical pesticides

should be used as the last resort, sometimes they are the first line of defence to prevent the area-wide spread from certain endemic or invasive pests.

Areawide pest management (AWPM) is a strategy of pest control focused on landscape management instead of orchard. To be successful, AWPM should comply with four conditions: i) being implemented in extensive geographical areas, ii) being coordinated by organizations or institutions, rather than growers individually, iii) it might aim at eradicating one pest if that is feasible and advantageous, but it must focus on diminishing and keeping low levels of all the pest insects, iv) finally, it must include some kind of mandatory condition to ensure the successful application in the whole area (Faust et al., 2008). AWPM can be implemented using either sterile insect technique (SIT), mating disruption (pheromones), biological control agents, cultural practises, chemicals or a combination of them. Some examples for this approach are the control of oriental fruit moth (*Grapholita molesta* – OFM) in 1100 hectares of apples and pears in Australia and in 1200 hectares of mixed stone fruits in the Tulbagh valley in South Africa (Koul et al., 2008). Other example is in Western USA, where an AWPM approach relied on mating disruption technology and judicious and timely applications of insecticides for management of codling moth (*Cydia pomonella* – CM) in pome fruit (Koul et al., 2008). Moreover, the SIT was used for controlling *Aedes albopictus* in Italy (Vreysen et al., 2007). In Argentina, mating disruption with pheromones was selected as the control strategy for the codling moth in apple tree orchards In the Alto Valle of Río Negro and Neuquén (Cichón, 2004). In Uruguay, the management of sugarcane stem borer (*Diatraea saccharalis*) with the parasitoid *Trichogramma galloi* could be considered as an early approach of AWPM (Basso and Cibils, 2020).

After many seasons of implementation of AWPM Programmes, it is necessary to evaluate them in order to know its environmental efficiency and the perception of the involved stakeholders. Worldwide programmes are

evaluated from a social perspective (Forozuani et al., 2013; Graves et al., 2017; Gargiulo et al., 2018; Milne et al., 2018). Moreover, there are several studies that evaluate their environmental impact (Finizio and Villa, 2001; Núñez and Maeso, 2007). However, a complex view and an integrated analysis that combines both impacts are needed, and some examples are found worldwide (Isin and Yildirim, 2007; Schut et al., 2015; Fan et al., 2015; Zhang et al., 2018; Rutebuka et al., 2019) and were selected for guiding the AWPMP evaluation in Uruguay.

In 2012, under the guidelines from the Ministry of Livestock, Agriculture and Fisheries through the General Directorate of Farm (DIGEGRA) and the General Directorate of Agricultural Services (DGSSAA) and under the technical supervision of the Nacional Institute of Agricultural Research (INIA) and the Agronomy Faculty-Universidad de la República (FAGRO), it began an innovative technological proposal for pest management using mating disruption (pheromones). It was the first national experience in applying the concept of AWPM on deciduous fruit tree production in South-West Uruguay. The AWPMP was launched with the goal of reaching a minimum incidence of the main Lepidopteran pests *Cydia pomonella* and *Grapholita molesta* and, hence, obtaining higher fruit quality, lower environmental impact and healthier fruit systems (Zoppolo et al., 2016).

In Uruguay, deciduous fruit trees production comprises 612 companies, according to the National Fruit and Vegetable Registry (RNFH), covering 4319 hectares, being apples, pears, peaches and nectarines, quinces and plums the main ones. Apple production occupies 2166 hectares, representing half of the registered area for deciduous fruit trees, followed by peaches and pears with 980 and 597 hectares, respectively (RNFH update data, 2021). The production is located in the south of the country, in Montevideo, Canelones, San José and Colonia departments (Escanda, 2021). Deciduous fruit sector produces 93,000 tons of fresh fruits per year (Observatorio Granjero, 2021),

being a strategic sector for our country in social and food sovereignty and security terms. Despite recommendations for dietary intake vary worldwide, FAO suggests a minimum intake of 400 g/day/person of fruit and vegetables, excluding potato and sweet potato (Aune et al., 2017). In Uruguay, this intake is of 311 g /day/person. Therefore, it is of much importance to promote the consumption of safe fruits and vegetables.

Our study was raised to know the scope and limitations of the AWPMP that has been implemented for 9 years, mainly to highlight its environmental and social impact. Particularly, it aims at evaluating the implementation of the AWPMP as an example of harmonized pest management in a region from two perspectives: the perception of the users and the evolution and environmental impact of insecticide applications. We hypothesised: 1- the satisfaction and perception of the AWPMP is homogeneous among the actors involved and 2- the AWPM strategy based on mating disruption with pheromones reduces the volume of insecticide applications in deciduous fruit trees, accomplishing a decrease in the negative environmental impact.

MATERIAL AND METHODS

The research approach comprised two phases: the farmers 'perception analysis and the RNFH database which includes pesticide applications. Both phases defined the holistic analysis of the AWPMP evolution between 2015-2016 and 2019-2020 seasons (Figure 1).

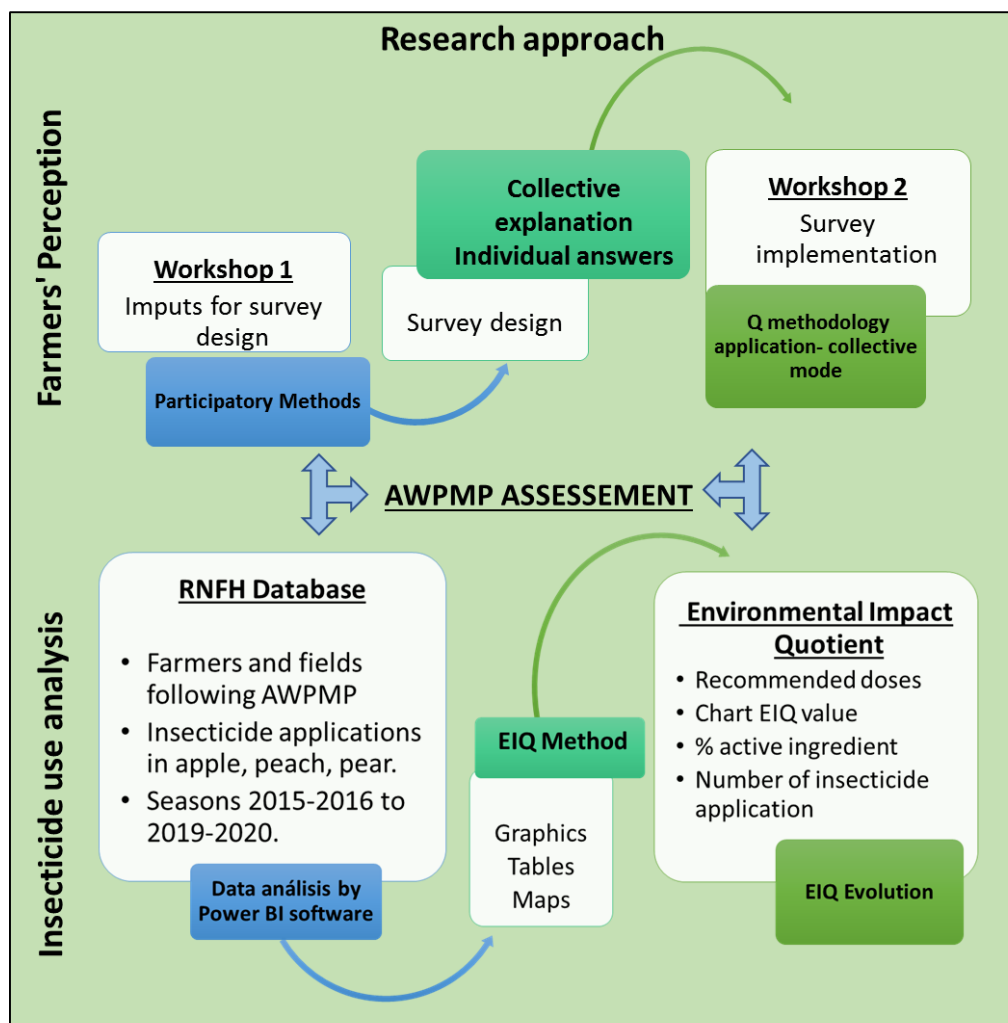


Figure 1. Research approach of the AWPMP assessment.

Characterization of deciduous fruit tree region

Uruguay is located between 30- 35 °S and 55-57 °W, with an altitude below 100 meters. The climate is classified as humid subtropical-Cfa according to the Köppen-Geiger climate classification. The average annual temperature is about 17.7 °C, with a maximum of 22.6 °C and a minimum of 10.6 °C. The average annual value of relative humidity is between 70 and 78 %, with lower values during summer (65-75 %) and higher values in winter (76-80 %). Annual accumulated precipitation ranges from 1200 to 1600 mm

(Castaño et al., 2011). Detailed climatic information for the analysed period (2015-2020) can be retrieved from <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>, and a summary is provided in supplementary material table S1.

Farmers' perception

Farmers' perception was assessed by using Q methodology, which was developed in 1934 by William Stephenson. Q is the systematic analysis of participant viewpoints with an innovative form of studying human subjectivity, with its own epistemology and ontology. Q methodology is used to investigate the perspectives of participants who represent different perceptions of an issue by having them rank and sort a series of statements (Gravina, 2010). A workshop (workshop 1-WS1) with different stakeholders involved in AWPMP was held in September 2018 in order to obtain the main ideas and statements for the survey. The application of the Q sort took place in July 2020 in another workshop (workshop 2-WS2), where a collective explanation was given, followed by a personal time allotment for reflexion and completing the Q sort.

Workshop 1

WS1 was designed to generate the universe of ideas to define the statements for the Q survey. It was the first participatory evaluation of the AWPMP and permitted, in the same day, to obtain a first perception analysis of the different participants. The participants represent all the stakeholders involved in the AWPMP: farmers, monitors and field coordinators, pheromone suppliers, private advisors, institutional consultants, representative of farmers associations. A representative sample of each group was invited to participate in the WS1. Specifically, for farmers, monitors and field coordinators, a 10% of the registered people in the RNFH database was sorted using the "randbetween" function in Excel® - Microsoft® software. Also, for farmers, the

representativeness of gender, age, location, farm size, and years in the AWPMP was considered.

The dynamic of the WS1 consisted of an oral introduction where the evolution and current situation of the AWPMP was presented, followed by a written survey covering “Generalities”, “Monitors and Field coordinators”, “Pheromones, traps and alerts” and “AWPMP in the future” sections plus a final space for open comments (supplementary material: WS1 Survey Form). The survey was carried out with each participant working individually, in which they rated questions on a 5-point scale (very negative, negative, neutral, positive, very positive). Then, all the answers were placed on panels and participatory methods were used with a facilitator guide promoting discussions and reflection (Knowledge Sharing Tools and Methods Toolkit, 2009) (Figure 2). The workshop activities were documented and systematized.

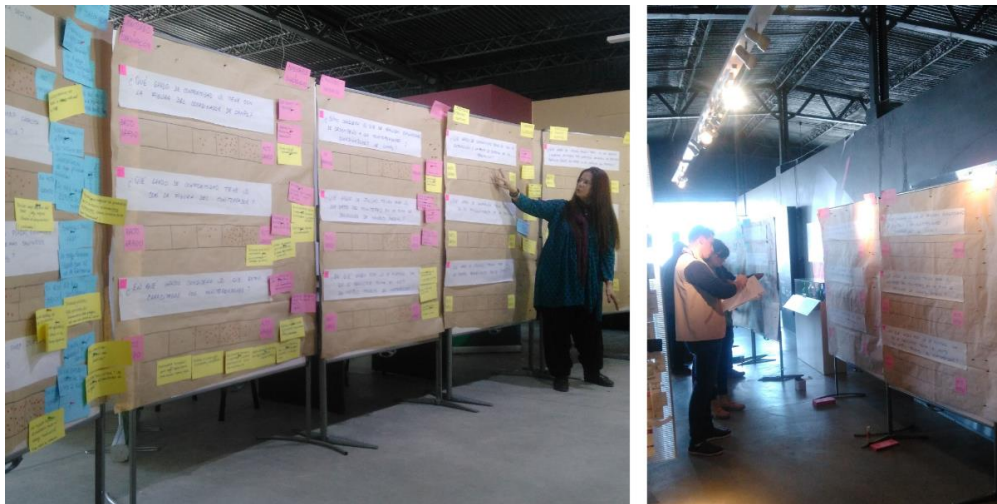


Figure 2. WS1 participants sharing their responses and panels with all answers used for the discussion and reflection in the plenary session.

Workshop 2

In order to implement Q methodology, an AWPMP stakeholders sampling was carried out from the RNFH database list, using the Excel random selection function, multiplying by the factor 1.8 to avoid repetitions (Microsoft software, 2019). For each stakeholder group, (AWPMP farmers, No-AWPMP farmers, field coordinators, private advisors, institutional consultants) 15 people were selected, and heterogeneity within the group was considered.

The Q-survey was defined taking WS1 results as inputs, and thirty-three sentences were formulated covering three main areas: “Overview and Program Management”, “Techniques and Technologies” and “Programs’ Projection” (supplementary material Table S1). The participants individually sorted the sentences according to their perception and opinion, presented them in an arranged grid according to their assessment of the degree of agreement (from least -4 to greatest agreement 4) and finally answered an anonymous brief questionnaire with age, gender, role (AWPMP farmer, no-AWPMP farmer, advisors), years in fruit production, main crop, education level (supplementary material: brief questionnaire) (Figure 3).

The Q-grids were analysed using PCQ software developed by Peter Schmolck (Schmolck, 2014). Intercorrelations between the 33 sentences were calculated and factor analysis were performed. Three factors (groups) were obtained according to the probability analysis (greater than 0.44) with 99 % confidence. The selected method manages to maximize the variance between groups and minimize it within the groups.



Figure 3. Participants filling their own grids during the WS2.

RNFH database analysis

Data from RNFH between the seasons 2015-2016 and 2019-2020 was used for the analysis of the AWPMP. Particularly, the analysis was focused on the evolution of the number of farmers participating in the programme, the area under AWPM and the insecticide use. The variables used for the analysis of insecticides include the number of active ingredients reported by farmers in the RNFH and the number of foliar applications per productive plot. In the RNFH, the information is organized per productive plot (farmer management unit), which is georeferenced, and one farmer may manage from one to several productive plots.

Due to the species' relative importance in the total fruit-growing area in the AWPMP, apple, peach and pear were chosen for analysis because they represent 45 %, 26 % and 16 % of the producing area, respectively. Since methoxyfenocid and pyriproxyfen are not intended for controlling CM and OFM pests, the analysis was carried out including or not those active ingredients (Supplementary material table S3). Data analysis was performed with Power Bi Software (Microsoft v2.91.383.0, 2021).

Environmental impact quotient (EIQ)

Annual global field EIQ (Kovach et al., 1992) was estimated with data retrieved from the RNFH database between 2015-2016 and 2019-2020 seasons. Specifically, the field EIQ for each season was calculated according to the formulae:

Field EIQ = *EIQ table* * dose (g/l) * % active ingredient * number of applications,

where *EIQ table* was the EIQ value for each insecticide retrieved from the website <https://nysipm.cornell.edu/eiq/list-pesticide-active-ingredient-eiq->

values, *dose (g/l)* was the recommended dose for each product according to label specifications, *% active ingredient* was the percentage of active ingredient in the commercial product used based on label specifications and *Number of applications* was the total number of insecticide applications for the region.

RESULTS

Farmers' perception

Workshop 1

In WS1 participated 17 farmers, 7 institutional consultants, 2 pheromone suppliers, 6 monitors, 8 field coordinators and 3 private advisors. In general, the AWPMP was positively evaluated by all stakeholders, and this common vision was reinforced along the participatory discussion.

Despite 75 % of the answers related to “Generalities” were rated positive (score 4) or very positive (score 5), some farmers claimed for more training instances, particularly on insecticide and pheromones use. “Monitors and Field coordinators” were also rated positive and very positive by 85 % of the answers, agreeing that both monitor and field coordinator were “key actors” for the programme success. This is a clear reflection of the usefulness of weekly monitoring pest population and fruit damage, as well as the importance of regular evaluation of the performance of field coordinators and monitors. For “Pheromones, traps and alerts”, a clear compliance with the date of delivery of the traps and pheromones was observed. Additionally, 93 % of the answers were confident with the pheromone technology and the insecticides suggested by the AWPMP’s technical supervision team, which were communicated and

annually updated in a brochure designed for the farmers. Finally, 77 % of the answers for “AWPMP in the future” highlighted the relevance of transmitting the importance and impact of the AWPMP to consumers, in order to add value to the fruit produced under this programme. Several answers suggested the need to clear abandoned trees -which are source and reservoir of CM an OFM- to strengthen the program. 98 % of the answers considered that it is well worth continuing in AWPMP, and when suggestions or comments were requested in the plenary discussion, AWPMP farmers expressed their desire to make the programme mandatory for all deciduous fruit tree farmers in the region, and they also suggested the development of an application for cell phones to get easier access to pest population and damage monitoring data.

Workshop 2 and Q grids analysis

Thirty-one participants completed the Q sort procedure in three WS2 held at three different instances, within one month. Then, all completed questionnaires were systematized and analysed using PCQ software.

Data analysis identified 3 types of perceptions toward AWPMP: AWPMP-adherents, AWPMP-non adherents and advisors/consultants. The first and third type of perception were dominated by AWPMP farmers and agricultural specialists, and the second by no-AWPMP farmers. These different perspectives indicated the different thoughts with respect to the AWPMP and also different roles in the programme.

When comparing the perception of AWPMP farmers and no-AWPMP farmers, the understanding of the program importance is the main aspect that makes the groups different. No-AWPMP farmers consider the Programme a useless tool for their orchard pest management given that their environmental sensitivity and concern is quite weak. AWPMP farmers have a more conscious use of pesticides compared with the other group of farmers who use pesticides indiscriminately and select them based on prices (preferring cheaper ones) or market availability. The average years linked to fruit production was 38 and 30 years old for no-AWPMP and AWPMP, respectively, being the first ones associated to traditional farmers. All no-AWPMP farmers surveyed didn't have technical advice, in contrast to AWPMP farmers. AWPMP farmers hope for a niche market for fruit produced under the programme directives to exist, while the other group does not. In addition, AWPMP farmers are younger, with a higher level of education and economical risk aversion than no-AWPMP farmers (Figure 4a). Finally, more "philosophical attributes" were found among the two groups of farmers. The willing to learn about new technologies, the open mind for assuming changes or challenges and the engagement with the programme were identified for the AWPMP farmers group (Figure 4b).

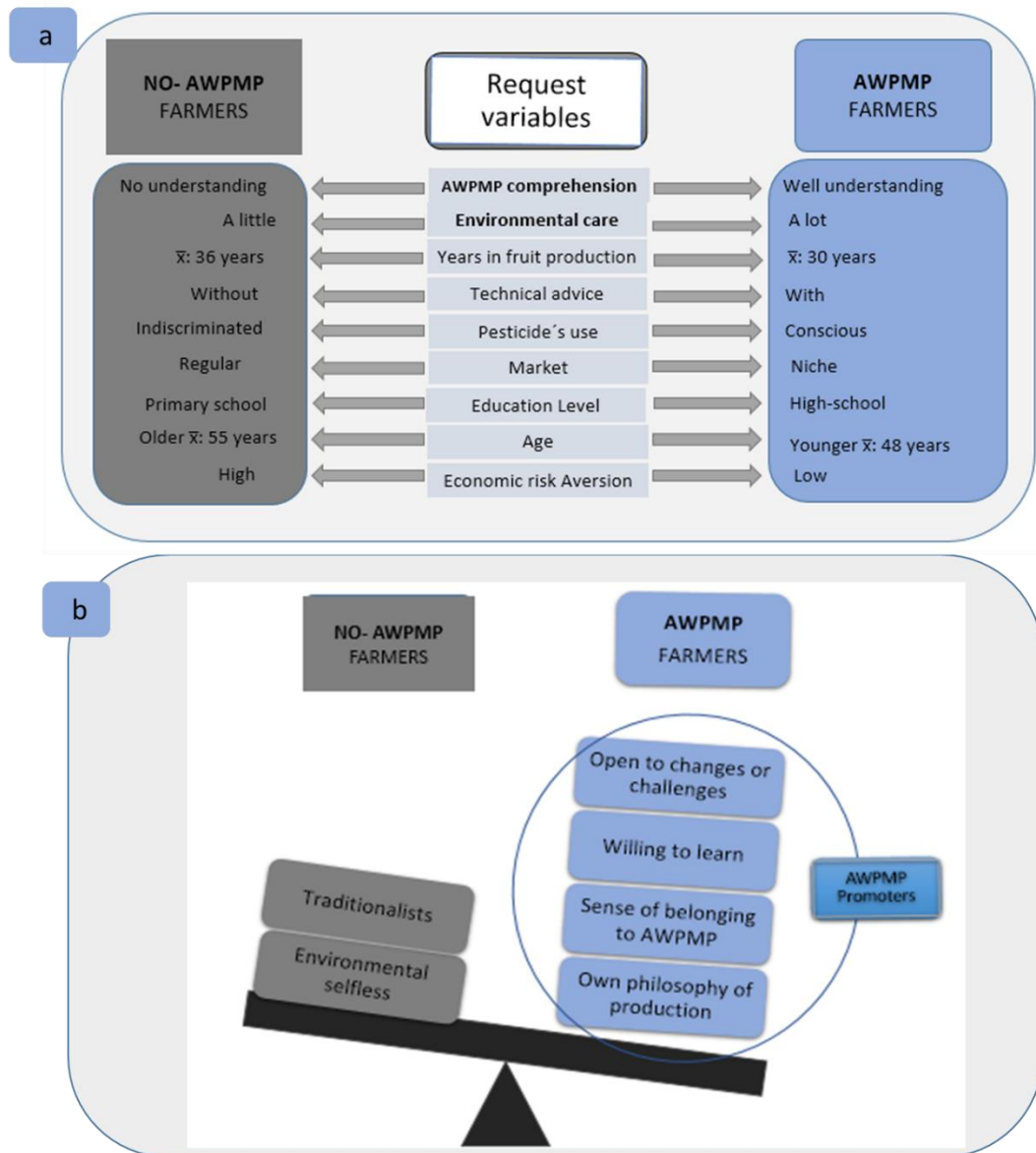


Figure 4. A and b: Main attributes of the two groups of farmers (AWPMP and no-AWPMP farmers)

Analysis of RHFH database

Farmers and area

Between 2015 and 2020, the number of farmers participating in the Programme increased from 397 to 417. In addition, the area expanded from 3370 to 3427 hectares, representing 70 % and 78 % of the national production area (Moreno and Prieto, 2021) (table 1).

Table 1. Evolution of the number of farmers and area under AWPMP from 2015-2016 to 2019-2020.

	2012- 2013 ¹	2013- 2014 ¹	2014- 2015 ¹	2015- 2016	2016- 2017	2017- 2018	2018- 2019	2019- 2020
Nº Farmers	175	301	360	397	408	410	407	417
Area (Hectares)	2100	3201	3543	3370	3773	3700	3480	3427
AREA RNFH IN AWPMP (%)	-	-	-	70	80	80	80	78

(1) Data from Zoppolo et al., 2016. Seasons 2012-2013 to 2014-2015 were preliminary approaches for the Programme

Number of insecticide applications

Throughout the five seasons analysed, a total of 49411 foliar applications of insecticides have been carried out on pear, apple and peach with a clear decreasing trend along time. The maximum use of insecticides

was reported in 2016-2017 with 21388 applications, while in 2019-2020 the total reached 44043, representing 43% and 8 % of the total applications for the analyzed period, respectively (Supplementary materials Table S2). This reduction in insecticide applications could also be observed in the maps generated with the georeferenced data, where more, bigger and darker circles in the 2015-2016 period indicate more applications than in 2019-2020 season (figure 5).

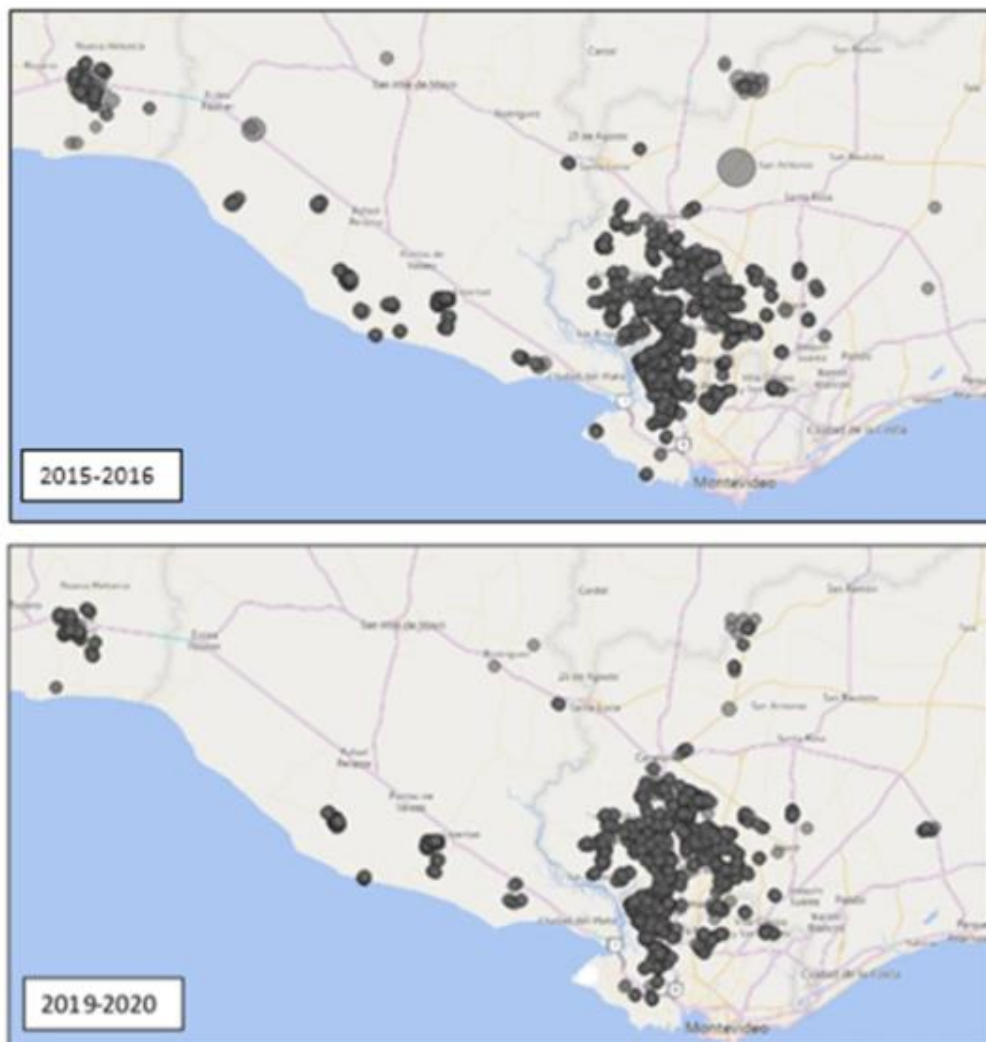


Figure 5. Maps generated with georeferenced data of insecticide applications for 2015-2016 and 2019-2020 seasons.* Note: bigger and darker circles indicate more insecticide applications.

In apples, the number of insecticide applications was higher for in-season apples, followed by late and early ones. The average number of applications per productive plot decreased from 5, 7 and 8 for early, in-season and late apples to 1 in all cases, between 2015-2016 and 2019-2020. For the same period, in pears, the average number of applications per productive plot diminished from 4 to 1, while, in peaches, the reduction was from 3, 3 and 4 for early, in-season and late peaches to 1, 1, and 2, respectively (table 2).

Table 2. Number of productive plots, active ingredients used, and insecticide applications per species, for 2015-2016 and 2019-2020 seasons.

	VARIETIES	Nº of productive plots	Nº of active ingredients used	Nº of insecticide applications	Nº applications/productive plots
APPLE	2015-2016				
	EARLY	307	22	1153	5
	ON SEASON	1059	25	5624	7
	LATE	316	21	1986	8
	2019-2020				
	EARLY	369	23	429	1
	ON SEASON	1423	29	1963	1
	LATE	388	27	570	1
PEAR	2015-2016	413	25	1719	4
	2019-2020	570	27	732	1
PEACH	2015-2016				
	EARLY	421	24	1122	3
	ON SEASON	371	24	1296	3
	LATE	197	22	831	4
	2019-2020				
	EARLY	384	18	417	1
	ON SEASON	313	20	442	1
	LATE	213	20	373	2

There was a noticeably dispersion in the number of applications per productive plot regarding the different crops analyzed (apples, pears and peaches). In 2015-2016, in apples, the values ranged from 1 to 42, while in pears the range was from 1 to 18 and in peaches from 1 to 31. Along with the reduction in the number of applications through the analyzed period, there was a reduction in the dispersion values and the maximum values registered in 2019-2020 were 10, 8 and 8 for apples, pears and peaches, respectively (Figure 6).

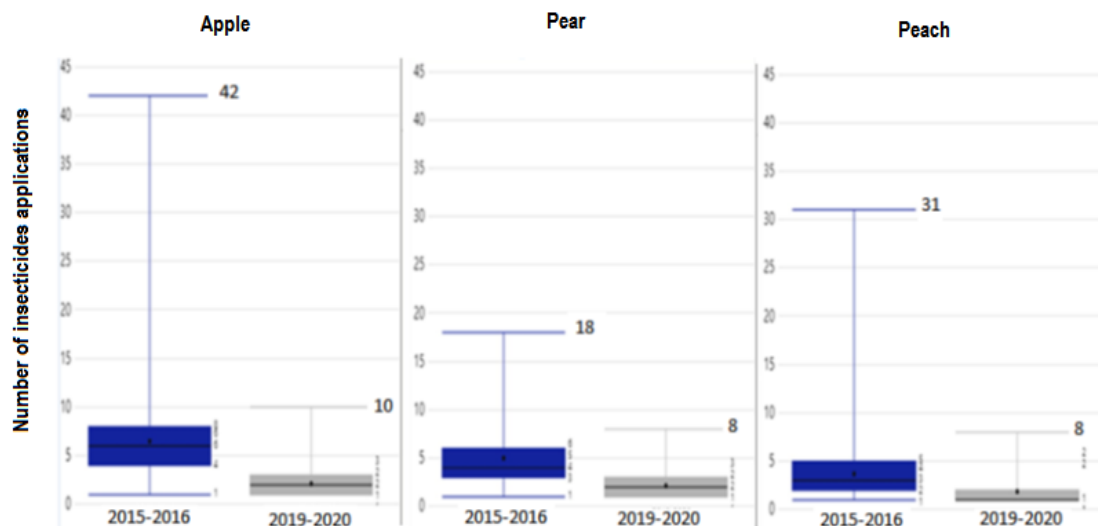


Figure 6. Minimum, mean and average number of applications per productive plot for apples, pears and peaches in 2015-2016 and 2019-2020 seasons.

Insecticide active ingredients

Across the analyzed five seasons, a minimum of 18 different active ingredients were used (Table 2) comprising 10 different groups according to the Insecticide Resistance Action Committee (IRAC, 2019) classification (figure 7). 81 % and 75 % of the applications in 2015-2016 and 2019-2020,

respectively, were done with neonicotinoids (IRAC, group 4), pyrethroids (IRAC, group 3) and organophosphorates (IRAC, group 1) (figure 7). Neonicotinoids were the dominant group with 40 % of the applications in both seasons. Mayor changes between 2015-2016 and 2019-2020 were the reduction of organophosphorates from 19 % to 5% and pyrethroids from 21 % to 20 %, the increase in diamides from 9 % to 13 % and the incipient use of new alternative products like mineral and vegetable oils. Furthermore, is noteworthy to mention that in 2019-2020 almost 20 % of the productive plots no received any insecticide applications.

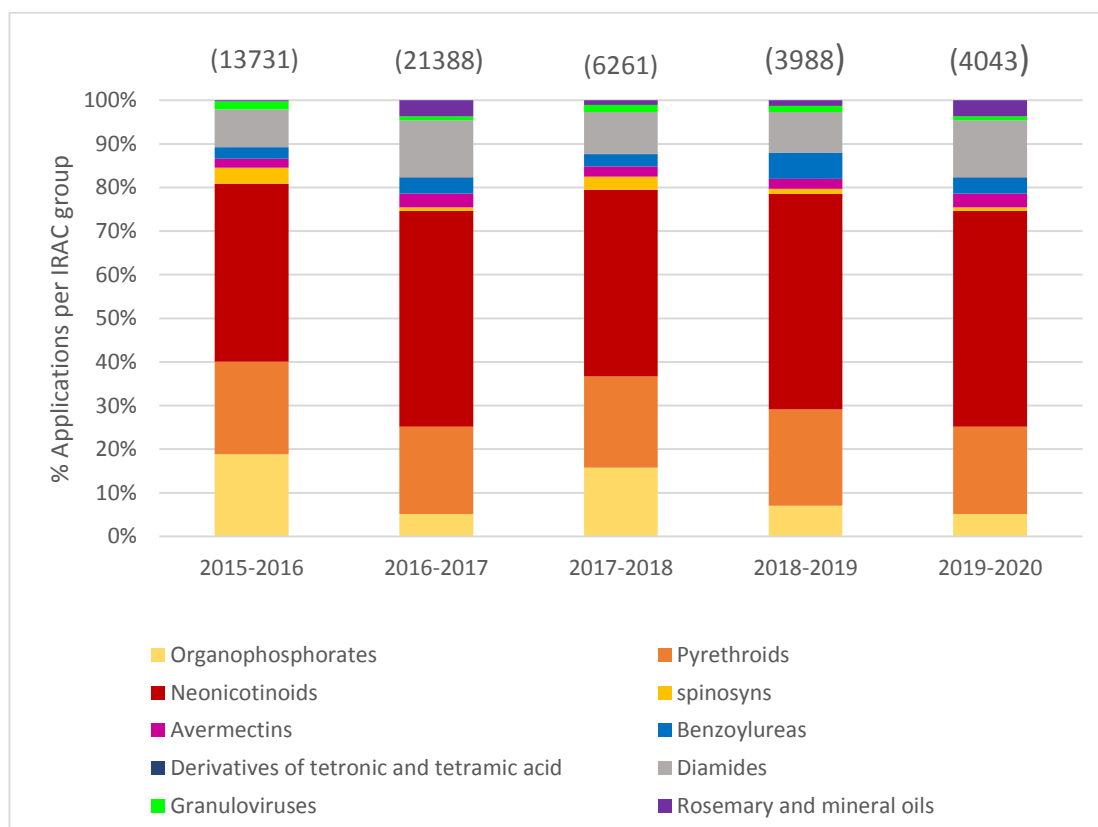


Figure 7. Insecticides used between 2015-2016 and 2019-2020 seasons sorted according to the groups defined by the Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). The number of insecticide applications (without methoxyfenocide and pyriproxyfen) for each season is indicated between brackets above the column.

Environmental impact quotient (EIQ)

A decrease in the field EIQ from 2015-2016 to 2019-2020 was detected when estimated for the whole area under AWPM, going from 946986 to 182980, while the area remained almost constant, representing a reduction of 80 %. However, the highest field EIQ was obtained in 2016-2017 with a value of 1472860, 56 % above of the previous season (Figure 8).

Apples EIQ decreased from 560269 in 2015-2016 to 119182 in 2019-2020. In pears, the EIQ value was reduced from 124324 to 25196 and in peaches from 262393 to 38602. Those reductions were 79 % for apples and pears and 85 % for peaches (Figure 9).

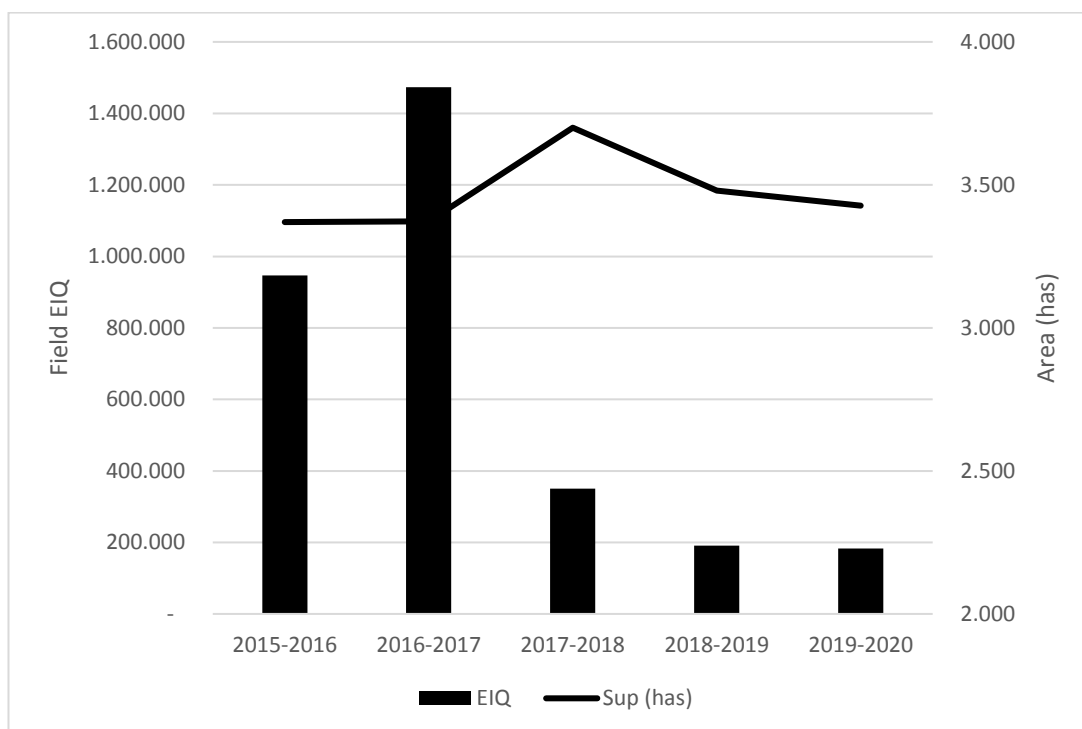


Figure 8. Evolution of the field Environmental Impact Quotient (EIQ) and area under AWPM, from 2015-2016 to 2019-2020 seasons.

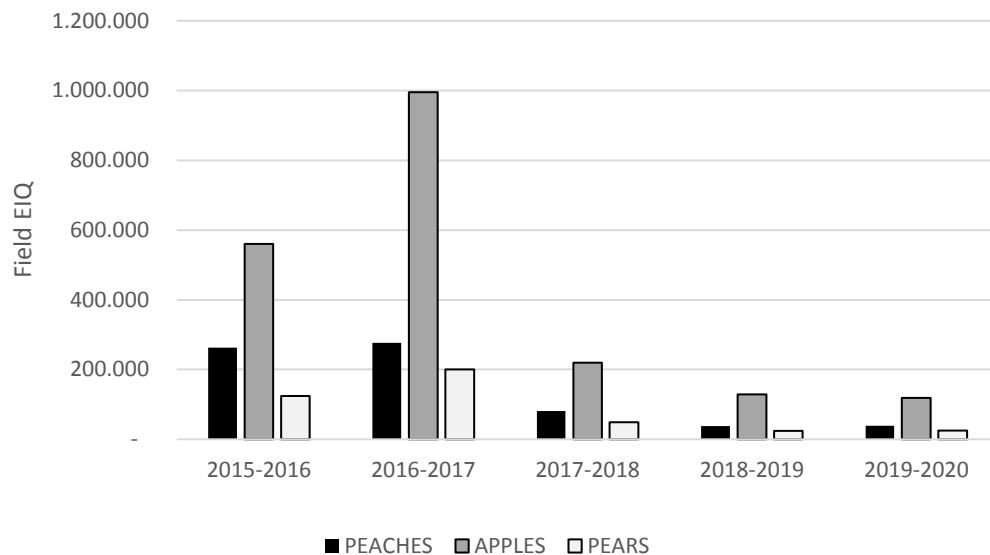


Figure 9. Evolution of field Environmental impact quotient (EIQ) estimated for apples, pears and peaches, from 2015-2016 to 2019-2020 seasons.

DISCUSSION

The goal of this study was to evaluate the implementation of the AWPMP as an example of harmonized pest management in a region from two perspectives: the perception of the users and the environmental impact of insecticide applications. According to the first perspective, Gravina (2010) refers that the selected Q methodology, involving pre-established surveys with a minimum intervention, reduced the risks of unconsciously affecting the results. The analysis of individual profiles brings together similar points of view which are summarized in a particular grid for each group. The factorial analysis made it possible to establish, for each group, aspects or characteristics that are particularly identified with it. The evaluation of the social impact of a new

technology use, in this case, a technological package (pheromones, traps, weekly monitoring, field coordinators, information registered), showed that the user farmers have a sense of belonging to the AWPMP, which agrees with their productive and economic interests, and with their concern about the environment along with the safety of its production. However, there is still a proportion (23 %) of farmers (no-AWPMP farmers) who will not join the programme because they do not consider it as useful. Farmers' perceptions are different about programmes participation, there is always a proportion of farmers which do not adhere. In general, no-AWPMP farmers would not regard programmes profitable on their orchards and think that benefits would be environmental or social rather than economic (Graves et al., 2017). Most no-AWPMP farmers think AWPMP disrupts usual fields operations and increases their production costs. Like we saw in our study, in many cases, risk perception, knowledge and trust in control technologies are crucial for the farmers' decision process on whether or not join an area wide pest programme (Milne et al., 2018). Age and education are two other important factors for defining their adhesion or not, as shown in some studies which explore the generational differences regarding to resistance characteristics to adopt the proposed technologies (Gonzalez et al., 2015). Uruguay is demographically characterized by having a low population growth and an increase in the aging rate according to data from last population census (Dirven, 2012); and life expectancy is 72 years-old (Mayero, 2017). Following the previous lines, Uruguay presents an aging demographic structure which in recent years it has been deepening. Moreover, worldwide, agriculture generational change faces some problems: less young people are keen on taking charge of an agricultural exploitation (of their family or other) and there is little interest, incentives or alternatives (income, use of time, social position, housing) for elderly farmers to take the decision to leave their exploitation in the hands of the following generation (Dirven, 2012). It seems that no-AWPMP farmers want to end their agricultural activity as they have traditionally done and retire. In addition to age,

the less educational level of no-AWPMP farmers largely explained their decision-making process.

Pesticides are usual inputs in modern agriculture production. Yield losses due to phytosanitary problems would be around 78 % for fruits and 54 % for vegetables. Thus, pesticides play a critical role in maintaining crops yields and reducing pest and diseases worldwide (Tudi et al., 2021). Over the last six decades, IPM has attempted to promote sustainable forms of agriculture, showing drastic reductions in the use of synthetic pesticides and thereby solving countless socioeconomic, environmental and human health challenges. Nevertheless, global pesticide use has continued largely unabated, with negative results for farmer livelihoods, biodiversity conservation and the human right to safe food (Deguine et al., 2021). While AWPMP farmers are aware of the harmful effects of insecticides use, lack of knowledge and risk perception about the adverse effects were identified in no-AWPMP farmers. Unless insecticide use is reduced (table 2, figures 5 and 6), their use may, in the long run, cause resistance problems, so it is well worth to increase education of farmers on this topic. Insecticide resistant pests become increasingly difficult to control nowadays in agriculture. Due to environmental and health concerns, the insecticide portfolio to combat agricultural pests is gradually decreasing the offer (Van Leeuwen et al., 2020). With a few companies involved in insecticide discovery, the number of new insecticides with new modes of action may be limited in the future (Sparks and Nauen, 2015). Consequently, it is crucial to make rational decisions on insecticide use to assure effective resistance management to preserve the future efficacy of the existing and of the new ones. In our research it is shown that, despite the reduction in the number of insecticide applications, neonicotinoids are still used in a large proportion (40 %, figure 7), with two neonicotinoids (acetamiprid and thiacloprid) being allowed to use. Neonicotinoids are presently utilized on a very large scale worldwide. They are highly persistent and repeated applications can lead to build up of environmental concentrations in soils. They

also have high runoff and leaching potential to surface and groundwaters and have been detected frequently in the environment, with evidence of direct and indirect impacts on a wide range of nontarget species, mainly invertebrates (Chagnon et al., 2015).

The impact of pesticides on the environment depends on the pesticides' characteristics (toxicity), the frequency of use, the way of application, the used dose and the extension of the application area, among other factors. It is important to have schemes for classifying risks or environmental impact of phytosanitary products (insecticides in our case) used in production, in order to support farmers' or technician's management decisions about pesticides (Wijnands, 1997; Finizio and Villa, 2001; Maeso and Núñez, 2007; Robert et al., 2014). However, it is essential that the selected risk scheme has a solid conceptual and mathematical basis that considers the risk factors with the weight they deserve. Understanding that EIQ has limitations in risk assessment (Robert et al., 2014; Peterson Robert and Schleier, 2014) was still taken as a theoretical tool for the first approximation to the impact generated on the environment by the AWPMP in five consecutive seasons. We were able to calculate a drop in the overall EIQ value of 80 % for the whole area under AWPMP.

The integral social and environmental analysis of the AWPMP was due to the limited scope in the analysis of public policies. The social impact assessment of agricultural technology aims at identifying changes in satisfaction of basic needs and/or in life quality, so its purpose is to analyse how the use of certain innovations contributes to the social welfare and to the people linked to it. An essential component for the social evaluation of technology is the opinion of the users (Bianco, 2013). In the past, IPM models were thought and defined with mainly economic focus, to reduce production losses, but few efforts were made for an effective promotion and implementation of IPM. Nowadays, AWPM programmes are designed from a

scientific perspective, including not only economic risk, but also environmental, social and ecological aspects. By reconfiguring the components and including a holistic analysis of the productive, environmental and social factors that influence AWPMP, and encouraging collaboration among different disciplines, more successful experiences would be implemented (Bianco, 2013). Additionally, educational activities with all stakeholders involved in implementing the AWPM programmes should be promoted, with discussions and reflexion about the process.

CONCLUSIONS

Combined (social and environmental impact) empirical studies of science and technology have little development in Uruguay, despite being an important area for the academy and for public policies formulation. Therefore, this work contributed to build a first experience in social and environmental evaluation of an agricultural technological tool referring to the fruit production sector. The approach prioritized capturing the perception of the actors linked to the AWPMP in order to understand its logic and detect the limitations for further improving it. In addition, it is shown that the use of the tool reduced the environmental impact related to the use of insecticides in apples, pears and peaches. The outcomes of the study confirm that the AWPMP is appropriate for the fruit production sector and that there is a high conformity with the Programme by its users. Moreover, most stakeholders involved consider it way of life. However, while carrying out this work, it was noted the need for frequent training and technical support to refresh the AWPMP principles and relevance, not only for AWPMP farmers and assessors but also for No-AWPMP farmers, to capture their attention and achieve their adherence.

We found how insecticide use in AWPMP is changing in response to increase the environmental awareness. Hence, regarding the potential impacts

of insecticide use on the agroecosystem, it is important to highlight that we are polluting not only the food, but the soil and freshwaters, and impacting on ecosystem services (biological pest control, and pollination). It would be good to include, in the near future, the analysis of insecticide residues in fruit and the monitoring of secondary pests, arthropods and natural enemies to see how their population dynamics are evolving as they are affected by insecticide use.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was funded by Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Project FR_21 (INIA Uruguay). EM received a scholarship from National Agency of Research and Innovation (ANII) - POS_NAC_2018_151641. The authors thank Mónica Trujillo and Irvin Rodríguez from INIA LB for the logistical organization of the workshops, María Marta Albicette for moderating WS1, and SOFOVAL and Margarita Pastori for her collaboration in holding WS2 in Colonia. Also, they thank all the producers, monitors and colleagues who attended the workshops. Finally, they thank Gabriela Molina, from INIA, for the training in the use of information analysis of Power Bi software.

DECLARATION OF INTEREST STATEMENT

The authors report there are no competing interests to declare.

REFERENCES

Aune, D., Giovanucci, E., Boffetta, P., Fadness, L., Keum, N., Norat, T., Greengood, D., Roboli, E., Vatten, L., Tonstand, S. 2017. Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality a systematic review and dose-response meta-analysis

of prospective studies *International Journal of Epidemiology*, 2017, 1029–1056 doi: 10.1093/ije/dyw319.

Basso, C., Cibils-Stewart, X. 2020. Foundations and developments of pest management in Uruguay. A review of the lessons and challenges. *Agrociencia Uruguay*. Volume 24. Number 2. Article 409. DOI: 10.31285/AGRO.24.409. ISSN 2301-1548.

Bianco, M. 2013. Evaluación social de tecnologías: algunas evidencias de impacto en la lechería uruguaya. *Agrociencia Uruguay - Volumen 18* 1:141-152.

Castaño, J., Giménez, A., Ceroni, M., furest, J., Aunchayna, R., Bidegain, M. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009 Montevideo (UY): INIA, 2011. 34 p. INIA Serie Técnica, Number: 193.

Chagnon, M., Kreutzweiser D., Mitchell, E., Morrissey, C., Noome, D., Van der Sluijs, J. 2015. Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Worldwide Integrated Assessment of the Impact of Systemic Pesticides on Biodiversity and Ecosystems*. *Environ Sci Pollut Res*. 22:119–134: DOI 10.1007/s11356-014-3277-x

Cichón, L. 2004. Control de poblaciones de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) mediante la técnica de la confusión sexual en el Alto Valle del Río Negro y Neuquén. Doctoral thesis available on Digital library FCEN-UBA (Buenos Aires University): https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/greenstone3/exa/collection/tesis/document/tesis_n3720_Cichon

Dara, S.K. 2019. The new integrated pest management paradigm for the modern age. *Journal of Integrated Pest Management* 10(1):12,1-9.

Deguine, J., Aubertot, J., Flor, R., Lescourrent, F., Wyckhuys, K., Ratnadass, A. 2021. Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 41:38. Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 2021, 41 (3), (10.1007/s13593-021-00689-w). (hal-03247420)

- Dirven, M.**, 2012. El relevo generacional en la explotación agropecuaria. Resumen del documento “Juventud y tercera edad en la explotación agropecuaria - Recopilación de experiencias referidas al traspaso intergeneracional” elaborado para el Instituto Nacional de la Leche (INALE), Uruguay, y presentado en un seminario en San Ramón y un Taller en Sarandí del Yí sobre relevo generacional, el 18 y el 20 de octubre 2012.
- Escanda, M.** 2021. Fruticultura de hoja caduca Registro Nacional Frutihortícola 2020. Programa de Investigación en Producción Frutícola. Serie Actividades de Difusión N° 798. INIA, Las Brujas.
- Fan, I., Niu, H., Yang, X., Qin, W., Bento, C., Ritsema, C., Geissen, V.** 2015. Factors affecting farmers’ behaviour in pesticide use: Insights from a field study in northern China. Elsevier, Science of the Total Environment 537: 360-368.
- FAO**, 2020 NSP - Manejo integrado de plagas, definición de la FAO. <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/ipm/en/>
- Finizio, A., Villa, S.** 2001. Environmental risk assessment for pesticides. A tool for decision making. Department of Environmental and Landscape Sciences (DISAT). Elsevier, Environmental Impact Assessment Review 22 (2002) 235 – 248.
- Forozuani, M., Ezzatollah, K., Hossein Z.** 2013. Agricultural water poverty: Using Q-methodology to understand stakeholders’ perceptions. Elsevier, Arid. Journal of Arid Environments (97) 190-204.
- Gargiulo, J., Eastwood, C., Garcia, S., Lyons, A.** 2018. Dairy farmers with larger herd sizes adopt more precision dairy technologies. American Dairy Science Association. Journal Dairy Science 101: (5466-5476).
- Gonzalez, N., López, A., Valdez, J.** 2015. Resilience. Differences by Age in Mexican Men and Women. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Psicología Acta de investigación psicológica, vol. 5, núm. 2. Available in: <https://www.redalyc.org/journal/3589/358942803005/html>

- Graves, A., Burgess, P., Liagre, F., Dupraz, C.** 2017. Farmer perception on benefits, constrains and opportunities for sylvoarable systems: Preliminary insights from Bedfordshire, England. *Outlook of Agriculture*. Vol. 46 (I): 74-83.
- Gravina, V.** 2010. Metodología Q: un abordaje metodológico alternativo para la evaluación de proyectos de desarrollo. Tesis maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 148 p.
- IRAC.** 2019. IRAC Mode of Action Classification Scheme. Version 9.4. Available at: www.irc-online.org, (accessed October 2021).
- Isin, S., Yuldirim, I.** 2007. Fruit-growers' perceptions on the harmful effects of pesticides and their reflection on practices: The case of Kemalpaşa, Turkey. *Elsevier, Crop Protection* 26. 917-922.
- Knowledge Sharing Tools and Methods Toolkit** (nd) Available at: <http://www.kstoolkit.org/> (accessed 10 March 2022).
- Koul, O., G. Cuperus, N. Elliot** (eds). 2008. *Areawide pest management: theory and implementation*. CAB International. 572 p.
- Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J.** 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin* 139:1-8.
- Mall, D., Larsen, A., Martin, E.** 2018. Investigating the (Mis) Match between Natural Pest Control Knowledge and the Intensity of Pesticide Use. *Insects*, 9, 2, doi:10.3390/insects9010002.
- Mayero, V.** 2017. "Construyendo la identidad al envejecer, una mirada en el medio rural" Estudio de caso: Pueblo Castillo y Perseverano. Dpto. de Soriano. Trabajo presentado en las XVI Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Sociales-UdelaR. Montevideo, 13, 14 y 15 de setiembre de 2017.
- Microsoft.** (v2.91.383.0) 2021. Power BI pricing: Analytics for every organization [web page]. Retrieved from <https://powerbi.microsoft.com/en-us/pricing/>

- Milne, A., Teiken, C., Deledalle, F., Van de Bosch, F., Gottwald, T., McRoberts, N.** 2018. Growers' risk perception and trust in control option for Huanglongbing citrus-disease in Florida and California. Elsevier, Crop Protection 114: 177-186.
- Moreno, E y Prieto, G.** 2021. Programa Manejo Regional de Plagas-Evaluación de la Gestión 2020-2021. Programa de Investigación en Producción Frutícola. Serie Actividades de Difusión N° 798. INIA, Las Brujas.
- Núñez S. y Maeso D.** 2007. Evaluación del Impacto Ambiental de los Sistemas de Producción Integrada y Convencional en Cultivos Frutícolas en el Área Sur de Uruguay. Revista INIA N° 12. 17-22 p.
- Observatorio Granjero, 2021. Anuario Estadístico Agropecuario,** 2021. Observatorio Granjero-UAM-DIGEGRA-MGAP. Consulted March 2022 available in: https://www.uam.com.uy/images/DESARROLLO_COMERCIAL/InformeAnual/Anuario_estad%C3%ADstico_2021_-_Observatorio_Granjero.pdf (accessed March 2022)
- Peterson Robert K.D and Schleier Jerome J.** 2014. A probabilistic analysis reveals fundamental limitations with the environmental impact quotient and similar systems for rating pesticide risks. PeerJ 2: e364, DOI.
- Robert, K., Schleier P., Schleier, J.** 2014. A probabilistic analysis reveals fundamental limitations with the environmental impact quotient and similar systems for rating pesticide risks. Peer J, DOI 10.7717/peerj.364.
- Rutebuka, J, Mbarushimana Kagabo, D., Verdoodt, A.** 2019. Farmers' diagnosis of current soil erosion status and control within two contrasting agro-ecological zones of Rwanda. Elsevier, Agriculture, Ecosystems and Environment 278: 81-95.
- Schmolck, P.** 2014. PQ Method Manual. PQMethod Download Page for Windows Users (November 2014, Release 2.35) <http://schmolck.userweb.mwn.de/qmethod/pqmanual.htm>.

- Schut, M., Klerkx, L., Rondenburg, J., Kayeke, J., Hinnou, L., Raboanarielina, C., Adegbola, P., Van Ast, A, Bastiaans, L.** 2015. RAAIS: Rapid Appraisal of Agriculture Innovation Systems (Part I). A Diagnostic tool for integrated analysis of complex problems and innovation capacity. Elsevier, *Agricultural Systems* 132: 1-11.
- Sparks, T., Nauen, R.** 2015. IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management, *Pesticide Biochemistry and Physiology*. Volume 121. Pages 122-128. ISSN 0048-3575: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.11.014>.
- Tudi, M., Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., Chu, C., Phung, D.** 2021. Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18, 1112. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>.
- Van Leeuwen, T., Dermauw, W., Mavridis, K., Vontas, J.** 2020. Significance and interpretation of molecular diagnostics for insecticide resistance management of agricultural pests, *Current Opinion in Insect Science*, Volume 39, Pages 69-76. ISSN 2214-5745, <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.03.006>.
- Vreysen, M., Robinson, A., Hendrich, J.** 2007. Area Wide Control of Insect Pest. From research to Field implementation. Springer: ISBN 978-1-4020-6059-5 (e-book).
- Wijnands, F.G.** 1997. Integrated crop protection and environment exposure to pesticides: methods to reduce use and impact of pesticides in arable farming *Applied Research for Arable Farming and Field Production of Vegetables*, P.O. Elsevier, *European Journal of Agronomy* 7 (1997) 251–260.
- Zhang, L., Li, X., Yu, J., Yao, X.** 2018. Toward cleaner production: What drives farmer to adopt eco-friendly agricultural production? *Journal of Cleaner Production* 184. 550-558.

Zoppolo, R., Scatoni, I., Mujica, V., Duarte, F., Gabard, Z. 2016. Area-wide pest management in deciduous fruits of southern Uruguay. Acta Horticulturae 1137. ISHS. DOI 10.17660/ActaHortic.2016.1137.2. 153-160.

SUPPLEMENTARY INFORMATION

Supplementary material: WS1 survey form.

AREA WIDE PEST MANAGEMENT PROGRAMME

06th of September, 2018

PROGRAMME'S ACTION EVALUATION

The 5 point-scale to answer the questions is below:

Very negative	Negative	Neutral	Positive	Very positive
(--)	(-)	(0)	(+)	(++)

Please indicate with (X) what best reflects your opinion.

I. GENERALITIES

1) How do you consider in general terms the operation and organization of the AWPMP?

No appropriate						Very appropriate
----------------	--	--	--	--	--	------------------

Comments and suggestions

2) Do you feel integrated into AWPMP? In what degree scale?

High degree						Low degree
-------------	--	--	--	--	--	------------

Comments and suggestions

3) Do you use the National Fruit and Vegetable Registry (RNFH) to access AWPMP information? In what degree scale?

High degree						Low degree
-------------	--	--	--	--	--	------------

Comments and suggestions

4) In what degree do you evaluate the usefulness of the fruit visualizer generated by the National Agricultural Information System (SNIA)?

High degree						Low degree
-------------	--	--	--	--	--	------------

5) How do you assess the resources and support that DIGEGRA destinate to the AWPMP?

High degree						Low degree
-------------	--	--	--	--	--	------------

Comments and suggestions

6) In what degree do you consider that the AWPMP trains and spreads information about its existence?

High degree						Low degree
-------------	--	--	--	--	--	------------

Comments and suggestions

7) In what degree do you consider that other pests, diseases, weeds have evolved into health problems due to the pheromones use?

High degree						Low degree
-------------	--	--	--	--	--	------------

Comments and suggestions

8) In what degree do you consider that the AWPMP influenced the orchards general management?

High degree						Low degree
-------------	--	--	--	--	--	------------

Comments and suggestions

II. MONITORS AND FIELD COORDINATORS

9) What degree of agreement do you have with the field coordinator figure?

Low degree						High degree
------------	--	--	--	--	--	-------------

10) What degree of agreement do you have with the monitor figure?

Low degree						High degree
------------	--	--	--	--	--	-------------

11) What degree of agreement do you have with the monitors' capacitation?

Low degree						High degree
------------	--	--	--	--	--	-------------

12) How do you consider that performance evaluations are carried out for monitors and field coordinators?

No appropriate						Very appropriate
----------------	--	--	--	--	--	------------------

13) What degree of usefulness does monitoring data have for you in making property management decisions?

Low degree						High degree
------------	--	--	--	--	--	-------------

14) In what degree do you agree with the producer assuming the cost of the monitor's travel expenses?

Low degree						High degree
------------	--	--	--	--	--	-------------

Comments and suggestions referred to the whole point II

III. PHEROMONE, TRAPS AND ALERTS

15) How satisfied are you with the pheromone distribution and delivery date?

Low degree						High degree
------------	--	--	--	--	--	-------------

16) How confident are you that the pheromone works?

Low degree						High degree
------------	--	--	--	--	--	-------------

Comments and suggestions

17) How useful are for you the traps recommended by AWPMP?

Low degree						High degree
------------	--	--	--	--	--	-------------

18) How useful are the alerts or alarms issued by the General Directorate of Agricultural Services (DGSA) based on traps catches?

Low degree						High degree
------------	--	--	--	--	--	-------------

19) What degree of compliance do you have with the insecticides suggested by the AWPMP?

Low degree						High degree
------------	--	--	--	--	--	-------------

20) How useful is the brochure prepared by the AWPMP for you?

Low degree						High degree
------------	--	--	--	--	--	-------------

IV. AWPMP IN THE FUTURE

21) In what degree do you think it is necessary to carry out a publicity campaign aimed at local consumers about the fruit coming from the AWPMP?

Low degree						High degree
------------	--	--	--	--	--	-------------

22) In what degree do you think it is necessary to clear up abandoned trees?

Low degrees						High degree
-------------	--	--	--	--	--	-------------

Comments and suggestions

23) It is well worth for you to continue integrating the AWPMP?

No						Yes
----	--	--	--	--	--	-----

Comments and suggestions

24) What suggestions would you make to improve AWPMP?

I took this survey as (mark with an X):

Farmer	
Monitor	
Field coordinator	
Pheromones supplier	
Private assessor	
Member of the Fruit Management Group	
Institutional consultant	
Representative of Producer Associations	

Thank you!!

Supplementary material:

Table S1. Thirty-three statements used in the survey and ideal Q sort scores for each stakeholder group.

	Statements	Stakeholders		
		Other*	AWPMP farmers	No-AWPMP farmers
1	I DON'T CLEARLY UNDERSTAND WHAT REGIONAL PEST MANAGEMENT CONSISTS OF AND ITS IMPORTANCE.	-2	-3	1
2	I WOULD ATTEND PMRP TALKS OR TRAINING EVEN IF I DON'T FOLLOW THE PROGRAM.	0	0	-1
3	THE ONLY WAY TO ACHIEVE ADHESION TO THE PROGRAM IS FOR IT TO BE MANDATORY.	-1	3	1
4	IF THEY GIVE ME A NEW TOOL AND THEY DO NOT EXPLAIN WHAT IT IS FOR, I HARDLY USE IT.	2	1	2
5	SUBSIDIES IN THE PROGRAMS ARE NOT NECESSARY FOR THEM TO CONTINUE OPERATING.	-1	-4	-4
6	THE PRODUCER ADOPTS THE TECHNOLOGY WHEN HE SEES THE RESULTS IN A NEIGHBOR'S FIELD.	2	1	1
7	THERE ARE TECHNICAL RECOMMENDATIONS THAT MAY	-1	0	-1

	HAVE NEGATIVE CONSEQUENCES, BECAUSE OTHER PESTS OR DISEASES WILL APPEAR.			
8	THE PRODUCER IS NOT WILLING TO ASSUME ANY COSTS OF TECHNICAL INTERVENTIONS.	0	-1	3
9	BEYOND THE MGAP SUBSIDIES SOMETIMES THE PROGRAMS ARE ECONOMICALLY UNVIABLE.	-3	1	2
10	PARTICIPATING IN BIOLOGICAL CONTROL PROGRAMS TAKES UP A LOT OF TIME.	-3	-2	1
11	THE MGAP PROGRAMS HAVE CHANGED THE WAYS OF PRODUCTION.	1	4	1
12	MY CUSTOMS CHANGE IF I PARTICIPATE IN MGAP PROGRAMS.	1	0	-1
13	I GREW ECONOMICALLY THANKS TO MGAP PROGRAMS.	0	-1	-3
14	I FEEL A LACK OF TECHNICAL ASSISTANCE IN THE PROGRAMS.	1	1	-3
15	FEMALE PRODUCERS ARE MORE DARING WHEN THEY DECIDE TO PARTICIPATE IN A PROGRAM.	0	-1	0
16	PROGRAMS ONLY BENEFIT SMALL PRODUCERS.	-2	-3	-2
17	IF I WERE YOUNGER, I WOULD ADHERE MORE TO THE	0	-2	2

	PROGRAMS.			
18	FOR ECONOMIC ISSUES I PREFER NOT TO TAKE RISKS IN MY LIFE.	-2	-2	3
19	I WOULD LIKE TO PARTICIPATE IN THE FORMULATION OF PROGRAMS SO THAT MY OPINION IS CONSIDERED.	3	0	-1
20	TECHNIQUES USING PHEROMONES ARE NOT RELIABLE.	-4	-1	-2
21	IF NEW ALTERNATIVES ARRIVED TO COMBAT PESTS, I WOULD ADOPT THEM WITHOUT DOUBTS.	2	2	0
22	I CONSIDER IT VERY USEFUL THAT THE NOTICES OR ALARMS ISSUED BY THE DGSA AND DIGEGRA FOR THE CONTROL OF PEST AND DISEASES REACH MY CELL PHONE.	4	4	4
23	THERE ARE PRODUCTS THAT ARE HARMFUL TO THE ENVIRONMENT AND WE CONTINUE USING THEM BECAUSE THEY ARE CHEAP.	4	-2	4
24	IN URUGUAY, NEW VARIETIES ARE MISSING FOR FRUIT GROWING.	1	3	0
25	THERE IS LACK OF INFORMATION ON BIOLOGICAL PEST CONTROL	3	2	-1

	TECHNIQUES			
26	WE SHOULD HAVE MORE SUPPLY OF PHEROMONES IN URUGUAY	1	1	0
27	MEANS OF COMMUNICATION AND PRESS ARE IMPORTANT TO LEARN ABOUT MGAP PROGRAMS.	3	3	0
28	DIFFUSION DOES NOT NECESSARY MAKE PROGRAMS APPRECIATED BY CONSUMERS	-1	0	2
29	A SPECIFIC PLAN IS NOT NECESSARY FOR ABANDONED OR NOT MANAGED FIELDS.	-4	-3	-3
30	THE REDUCTION IN THE USE OF INSECTICIDES DOES NOT GENERATE A LESS ENVIRONMENTAL IMPACT.	-3	-4	-2
31	I AM VERY CONCERNED ABOUT THE DAMAGE I CAUSE IN THE ENVIRONMENT AND IN CONSUMERS DUE TO THE WAY I PRODUCE.	4	2	-2
32	I KNOW THE IMPACT OF MY WAY OF PRODUCING ON THE ENVIRONMENT.	-2	2	3
33	IF I COULD MOVE TO ANOTHER FIELD BUSINESS DIFFERENT TO FRUIT GROWING, I WOULD DO IT.	-1	-1	-4

Other* includes: fields coordinators, private advisors and institutional consultants

Supplementary material: Brief questionnaire applied along with Q survey in order to retrieve complementary information for analyzing the survey.

Brief questionnaire

Name and surname: _____ **(if you prefer not to write it, no problem!)**

Age: _____

Gender: Female Male Other

Role: AWPMP Farmer  Years participating _____

No-AWPMP farmer

Assessor

Years associated with fruit production: _____

Main productive species (circle the corresponding option): apple – peach – quince - pear – plum – nectarines - damasks

The species mentioned before are my main source of income: Yes
 NO

Education level achieved: Primary school

High school

UTU (technology school)

University

Message, idea or suggestion you want to express about the AWPMP

Table S2. Daily average mean, maximum and minimum temperature, effective precipitation (Rain), precipitation days in the month (Days), evapotranspiration (Evap., Class A pan evaporation) and average relative humidity (RH) from 2015 to 2020 collected at INIA Las Brujas, Southern Uruguay (S 34° 67', W 56° 37') from October to April for each season. Data was obtain from an automatic weather station and is available at <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>.

Year	Month	Daily average temperature °C			Rain	Days	Evap.	RH
		Mean	Max	Min				
2015-2016	October	14.2	19.0	9.9	59.4	9	130	72.4
	November	18.1	24.1	12.2	72.3	6	185.9	65.9
	December	21.8	27.9	15.6	121.3	10	231.9	65.4
	January	23.4	29.8	17.2	11	6	244.8	65.2
	February	24.1	30.4	18.1	76.1	10	219.3	65.7
	March	19.3	24.4	14.8	87.6	12	124.6	74.0
	April	16.8	20.1	13.8	188	24	69.3	80.6
2016-2017	October	16.0	21.1	11.3	84.2	11	128.9	74.0
	November	18.7	24.8	12.6	79.6	8	176.4	64.5
	December	22.2	28.7	15.8	104.2	6	252.7	63.0
	January	23.2	29.6	17.3	104.7	9	217.4	67.6
	February	23.9	29.5	19.0	85.8	8	156.5	75.0
	March	20.7	26.5	15.3	43.3	5	172.5	69.0
	April	17.7	23.5	12.6	55.1	8	132.6	70.6
2017-2018	October	16.1	21.5	10.5	80.1	11	143.0	71.1
	November	17.7	24.2	11.3	34.3	5	219.8	63.9
	December	22.0	28.6	15.4	76.3	8	270.4	63.3
	January	23.3	30.2	17.0	76.0	7	250.0	61.5
	February	22.5	29.4	16.2	30.2	5	238.3	65.1
	March	20.0	27.1	13.7	11.7	6	230.4	66.5
	April	20.5	25.8	16.6	87.1	12	105.3	78.9
2018-2019	October	15.6	21.3	9.7	14.6	5	160.0	72.1
	November	19.3	25.3	13.9	84.4	15	183.2	70.1
	December	20.0	25.7	14.4	150.1	9	225.0	70.0

	January	22.9	28.1	17.9	163.9	14	201.3	75.8
	February	21.7	27.8	15.9	51.7	9	192.5	70.7
	March	19.5	24.9	14.8	92.9	10	160.1	75.8
	April	17.0	23.1	11.6	20.3	5	140.5	76.6
	October	15.6	20.1	10.7	161.0	14	129.5	76.3
	November	20.3	26.7	14.1	35.8	6	215.3	68.9
	December	21.6	28.4	15.0	76.1	11	266.8	64.2
2019-2020	January	22.7	29.1	16.3	34.9	6	277.1	64.1
	February	22.7	29.5	16.4	25.9	4	238.1	64.5
	March	22.2	29.0	16.8	59.6	8	193.6	72.7
	April	17.2	22.2	12.9	83.4	7	120.7	77.0
	October	16.4	21.5	10.6	89.3	8.6	139.8	76.2
	November	18.8	24.6	13	90.4	8.4	177.2	73
Average	December	21.3	27.5	15.2	69.1	6.9	221.2	70.2
1985-2014	January	23	29.2	17	79.8	6.8	233.8	70.3
(30 years)	February	22.1	28	16.9	89.9	8	173.2	74.8
	March	20.4	26.1	15.4	92.3	8.3	148.1	77.2
	April	16.9	22.4	12	87.4	7.8	95.6	79.9

Table S3. Number of insecticide application classify by IRAC groups for all seasons.

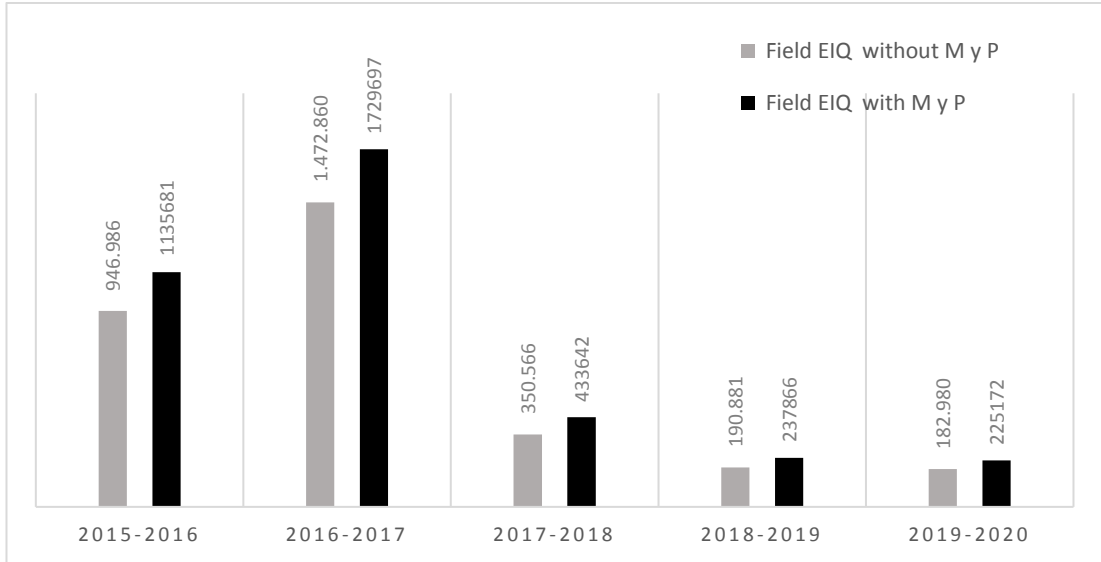
IRAC Group identification	Active ingredient	Season				
		2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020
1	Organophosphorates	2591	2972	529	280	207
3	Pyrethroids	2912	3948	1311	881	809
4	Neonicotinoids	5601	9998	2877	1970	2000
5	Spinosyns	502	355	114	48	34
6	Avermectins	289	563	175	90	129
15	Benzoylureas	361	537	202	238	145
23	Derivatives of tetronic and tetramic acid	0	0	11	3	4
28	Diamides	1182	2501	887	370	530
31	Granuloviruses	253	45	75	56	36
	Rosemary and mineral oils	40	469	80	52	149

Table S4. Field EIQ per species for each season considering or not pyriproxyfen and methoxyfenocide insecticides.

Without pyriproxyfen y methoxyfenocide				
	FIELD EIQ			
Season	APPLE	PEAR	PEACH	TOTAL
2015-2016	560.269	124.324	262.393	946.986
2016-2017	995.289	200.609	276.962	1.472.860
2017-2018	219.975	49.264	81.327	350.566
2018-2019	129.068	24.080	37.733	190.881
2019-2020	119.182	25.196	38.602	182.980

With pyriproxyfen y methoxyfenocide				
	FIELD EIQ			
Season	APPLE	PEAR	PEACH	TOTAL
2015-2016	699.628	154.799	281.254	1.135.681
2016-2017	1.189.224	238.540	301.933	1.729.697
2017-2018	280.546	64.618	88.478	433.642
2018-2019	164.687	32.992	40.187	237.866
2019-2020	149.252	32.390	43.530	225.172

Figure S1. Field EIQ with and without considering methoxyfenocide (M) and pyriproxyfen (P) insecticides, for the five analysed seasons.



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL

El PMRP se inició en la temporada 2012-2013 como política pública y luego de nueve temporadas era necesario evaluar su impacto en el sector frutícola de hoja caduca del sur de Uruguay. Si bien hay evaluaciones preliminares del impacto del PMRP sobre la evolución del número de productores y el área cubierta (Zoppolo et al., 2016) o sobre los daños registrados empleando a la herramienta de confusión sexual en grandes áreas (Taberne, 2021), este estudio es el primero en combinar la evaluación ambiental (EIQ, N° aplicaciones, principios activos empleados) y social (nivel de aceptación y compromiso de los actores con el Programa) de una herramienta tecnológica e innovadora. A pesar de ser un área importante tanto para la academia como para la formulación de políticas públicas, los estudios empíricos que combinen evaluaciones de impacto social y ambiental en ciencia y tecnología tienen poco desarrollo en Uruguay (Bianco, 2013).

3.1 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Se verificó la primera hipótesis del trabajo, es decir que efectivamente el MRP con base en feromonas de confusión sexual reduce el número de aplicaciones de insecticidas en frutales de hoja caduca en el sur del país, lo que logra una disminución del impacto negativo sobre el ambiente. Esta reducción en el número de aplicaciones se determinó con base en los registros en el RNFH y se constató una reducción de 34 % en manzana, 43 % en peras y 38 % en duraznos (Anexo 5.1, Tabla A1). Asimismo, el coeficiente global de impacto ambiental a campo (EIQ) presentó una caída en el valor del 80 % para toda el área bajo el PMRP en el período analizado. Detallando a nivel de especie, la caída más importante en el EIQ de campo se observó en duraznos, seguido por pera y manzana con 85, 80 y 79 %, respectivamente (Figura 3).

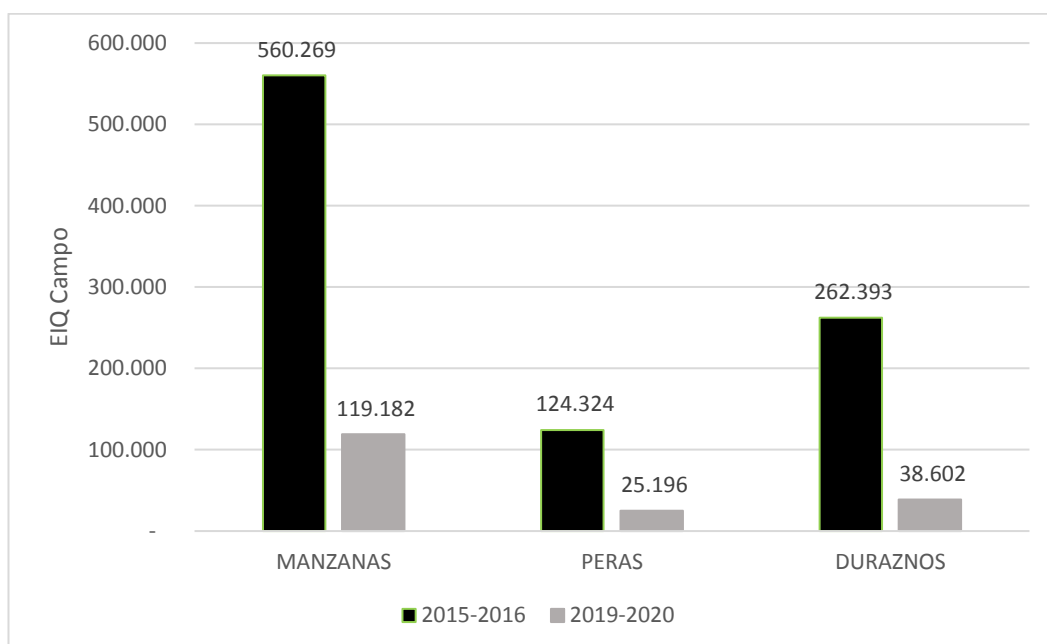


Figura 3. Valor EIQ de campo por especie para las zafras 2015-2016 y 2019-2020

El contar con esquemas de clasificación de riesgos o impacto ambiental de los productos fitosanitarios (insecticidas, en este caso) utilizados en la producción es importante para apoyar las decisiones de manejo de los productores o técnicos asesores y, eventualmente, decisores sobre políticas públicas (Wijnands, 1997, Finizio y Villa, 2001, Núñez y Maeso, 2007, Robert et al., 2014). Sin embargo, es fundamental que el esquema de riesgo seleccionado tenga una base conceptual y matemática sólida que pondere los factores de riesgo con el peso que se merecen. Si bien el EIQ tiene limitaciones en la evaluación del riesgo (Robert et al., 2014, Peterson Robert y Schleier, 2014), se toma como herramienta teórica para lograr una primera evaluación del impacto generado en el ambiente por la implementación del PMRP.

En las cinco temporadas analizadas, se utilizaron como mínimo 17 principios activos en manzana y durazno y 25 en pera (Anexo 5.1, Tabla A1), que comprenden 10 grupos diferentes según la clasificación del Comité de Acción de Resistencia a Insecticidas (IRAC, 2019). El 81 % y 75 % de las aplicaciones en 2015-2016 y 2019-2020, respectivamente, fueron realizadas con neonicotinoides (IRAC, grupo 4), piretroides (IRAC, grupo 3) y organofosforados (IRAC, grupo 1). Los neonicotinoides fueron el grupo dominante con el 40 % de las aplicaciones en ambas temporadas. Los principales cambios entre 2015-2016 y 2019-2020 fueron la reducción de organofosforados del 19 % al 5 % y de piretroides del 21 % al 20 %, el aumento de las diamidas del 9 % al 13 % y el uso incipiente de nuevos productos alternativos como los aceites minerales y vegetales. Además, cabe destacar que, en 2019-2020, casi el 20% de los cuadros productivos no recibieron aplicaciones de insecticidas (Anexo 5.1, Figura A1). En este estudio se demuestra que, a pesar de la reducción en el número de aplicaciones de insecticidas, los neonicotinoides se siguen utilizando en una gran proporción (40 %), permitiéndose el uso de 2 moléculas (acetamiprid y tiaclopid). Los neonicotinoides se utilizan actualmente a gran escala en todo el mundo (Van der Sluijs, 2019). Son altamente persistentes y las aplicaciones repetidas pueden conducir a la acumulación en los suelos. También tienen un alto potencial de escorrentía y lixiviación a las aguas superficiales y subterráneas y son detectados con frecuencia en el medio ambiente, con evidencia de impactos directos e indirectos en una amplia gama de especies no objetivo, principalmente invertebrados (Moreno-Villa et al., 2012, Chagnon et al., 2015, Gibbons et al., 2015).

En este trabajo se evidenció cómo en el PMRP, el uso de insecticidas está cambiando, lo que está asociado a una mayor conciencia ambiental, como se observa en los atributos discriminantes de los productores que adhieren al PMRP (Figura 4). El uso de insecticidas genera diversos impactos: no solo se están contaminando los alimentos por los residuos que en ellos

persisten, sino también el suelo y las fuentes de agua dulce. En otras palabras, impactan negativamente en la inocuidad de los alimentos y en la provisión de servicios ecosistémicos y el mantenimiento de la biodiversidad (control biológico natural de plagas, diversidad de artrópodos y fauna benéfica, y polinización) (Moreno-Villa et al., 2012, Chagnon et al., 2015).

3.2 EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES DEL PMRP

La segunda hipótesis de este trabajo planteaba que el grado de satisfacción y la percepción del PMRP era homogéneo entre los actores involucrados en el PMRP, también se verificó. Los resultados indican que el PMRP es apropiado para el sector frutícola y que existe un alto grado de conformidad con el programa por parte de sus usuarios e incluso ellos, con ciertos atributos emergentes que los caracterizan, inclinan la balanza a favor de la promoción e importancia de este (Figura 4 a y b).

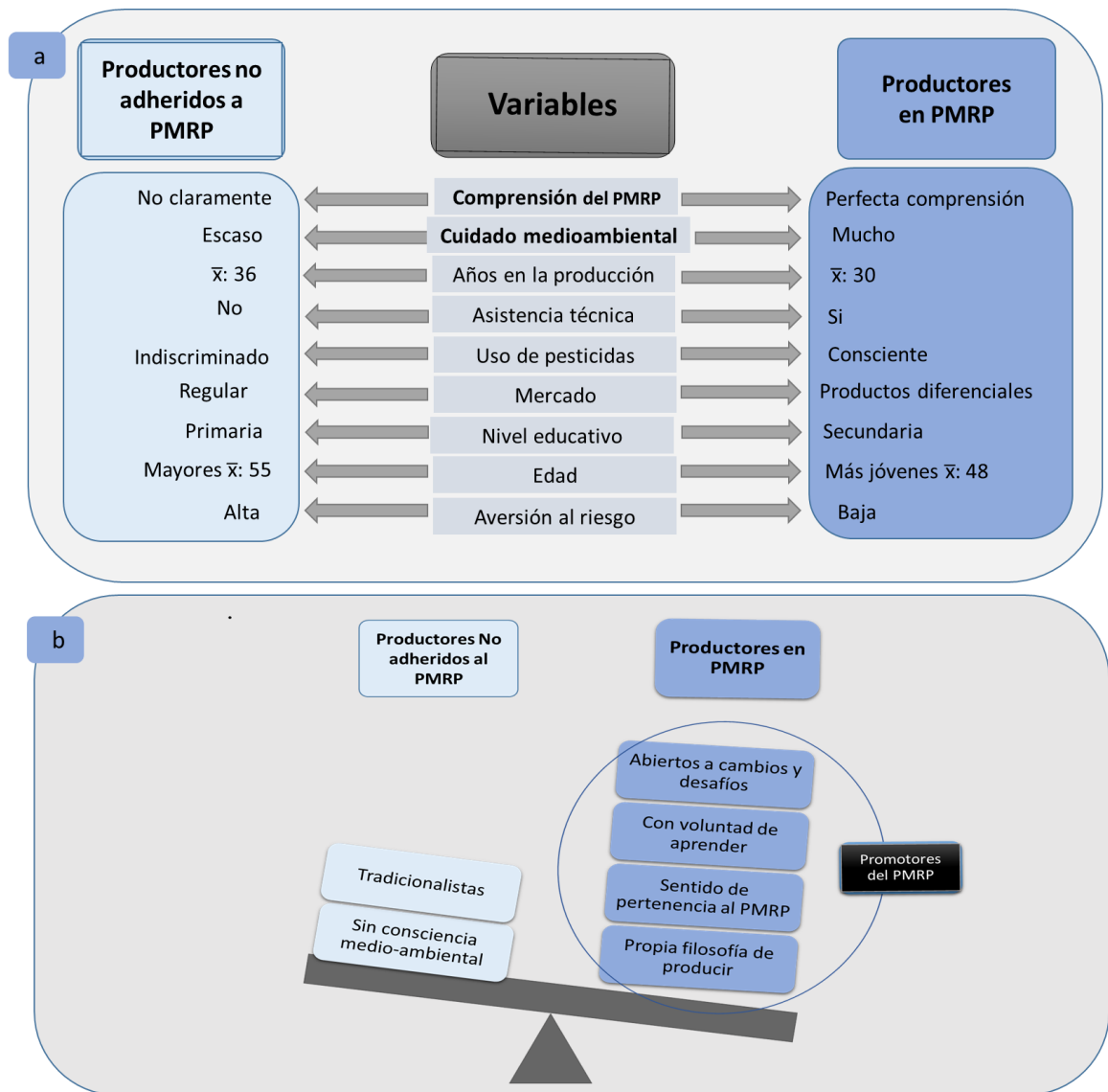


Figura 4. Caracterización de los grupos de productores del PMRP. a- Principales variables discriminantes entre productores no adherentes y participantes del PMRP. b- Atributos emergentes de los productores no adherentes y participantes del PMRP.

El abordaje metodológico para la evaluación social buscó captar la percepción de los actores vinculados al PMRP, a fin de comprender su lógica y detectar las limitaciones para seguir mejorándolo. Gravina (2010) refiere a que la metodología Q, que se basa en encuestas preestablecidas con una mínima intervención, reduce los riesgos de afectar inconscientemente los

resultados. El análisis de los perfiles personales agrupa puntos de vista similares que se resumen en una grilla tipo para cada grupo. A su vez, el análisis factorial permite establecer para cada factor (o grupo de actores) aspectos o características que los describen.

La evaluación del impacto social del uso de una nueva tecnología, en este caso un paquete tecnológico (feromonas, trampas, monitoreo semanal, coordinadores de campo, registro de información), mostró que los productores usuarios tienen un sentido de pertenencia al PMRP, lo cual concuerda con sus intereses productivos y económicos y con la preocupación por el medio ambiente y la seguridad de su producción (figura 4). Sin embargo, todavía hay una proporción (23 %) de productores frutícolas que no se unirán al programa porque no consideran que sea útil. Los productores no adheridos al PMRP consideran que los programas institucionales, asociados o no a políticas públicas, no son rentables y que los beneficios tenderían a ser ambientales o sociales en lugar de económicos (Graves et al., 2017). La mayoría de los productores que no adhieren al PMRP piensan que se modifican y entorpecen las operaciones habituales de manejo del predio, aumentando también sus costos de producción. Milne (2018) menciona que, en muchos casos, la percepción del riesgo, el conocimiento y la confianza en las tecnologías de control son cruciales para el proceso de decisión de los productores sobre si unirse o no a un programa.

La edad y el nivel de educación formal alcanzado también inciden en la adhesión o no de los productores al PMRP. En este trabajo se reveló que los productores que no adhieren al PMRP generalmente tienen un promedio de edad mayor a 55 años y quieren terminar su actividad productiva de forma tradicional hasta jubilarse. Por otra parte, el menor nivel educativo de los productores no adherentes explica, en gran medida, su proceso de toma de decisiones (figura 4). Esto se muestra en algunos estudios que exploran las diferencias generacionales en cuanto a la resistencia para adoptar nuevas

tecnologías disponibles (Gonzalez et al., 2015, Talukder et al., 2017, Liu et al., 2021). Uruguay se caracteriza demográficamente por tener un bajo crecimiento poblacional y un aumento en la tasa de envejecimiento según datos del último censo de población (Dirven, 2012); asimismo, la esperanza de vida es de 72 años (Mayero, 2017). Además, a nivel mundial, el relevo generacional en la agricultura enfrenta algunos problemas: menos jóvenes están dispuestos a hacerse cargo de una explotación agrícola (familiar u otra) y hay poco interés, incentivos o alternativas (ingresos, uso del tiempo, posición social, vivienda) para que los productores mayores tomen la decisión de dejar su explotación en manos de la siguiente generación (Dirven, 2012).

3.3 CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

Este trabajo constituyó una primera experiencia en evaluación social y ambiental de una herramienta tecnológica agrícola para el sector frutícola. Los resultados confirman que el PMRP es apropiado para el sector y que existe una alta conformidad por parte de sus usuarios, reflejada en la comprensión de PMRP (Figura 4). Además, la mayoría de los actores involucrados lo consideran una forma de vida o una filosofía de producción. Asimismo, se planteó por parte de los participantes en el PMRP, la necesidad de capacitación y apoyo técnico frecuente para refrescar y actualizar la relevancia del PMRP, así como las técnicas que se incluyen en el manejo. Estas instancias de capacitación no serían exclusivas para los productores y asesores vinculados al programa, sino abiertas también para aquellos que no se adhirieran, de forma de captar su atención y lograr su integración.

Para avanzar en la evaluación de impacto ambiental del PMRP, sería bueno incluir, en un futuro próximo, el análisis de residuos de insecticidas en frutos y el seguimiento de plagas secundarias, además de artrópodos y

enemigos naturales, para ver cómo evoluciona su dinámica poblacional, ya que estos también se ven afectados por el uso de insecticidas.

Desde el punto de vista tecnológico, el PMRP por su carácter regional, se ve amenazado por la existencia de predios mal manejados o abandonados que no realizan un adecuado control de plagas y constituyen focos de reproducción y diseminación de estas. Hasta el momento no existe ninguna legislación que obligue a la realización de arranquío con fin sanitario y destrucción de dichos montes abandonados (Núñez y Scatoni, 2013). Cabe aclarar que, en 2020, el MGAP impulsó una convocatoria voluntaria, «Planes de arranquío sanitario y de montes de baja productividad de frutales de hoja caduca» (MGAP, 2020), con el objetivo arrancar en forma total o parcial los montes frutales abandonados que constituyen un riesgo fitosanitario, ocasionando perjuicios para los montes vecinos en producción. Si bien es muy valorable la iniciativa, el carácter voluntario de la convocatoria no es suficiente para la erradicación de focos de riesgo fitosanitario.

Se espera que este trabajo de investigación haga una contribución al cambio de perspectiva y anime a otros a considerar el tema del manejo de plagas integralmente y no mediante abordajes aislados (control de plaga específico, manejo de insecticidas, impacto ambiental, inocuidad alimentaria, procesos de toma de decisiones y características demográficas, entre otros.). Si bien actualmente un enfoque holístico no es frecuente, sería un gran avance para abordar el manejo de plagas interdisciplinariamente, que considere diferentes puntos de vista, para obtener un abanico de alternativas y/o soluciones.

4. **BIBLIOGRAFÍA**

- Arcila-Moreno, A., 2020. Efecto de los agroquímicos en el control natural. En P. Benavides Machado & C. E. Góngora (Eds.), Efecto de los agroquímicos en el control natural (pp. 158–185). Cenicafé, https://doi.org/10.38141/10791/0001_7.
- Bianco, M., 2013. Evaluación social de tecnologías: algunas evidencias de impacto en la lechería uruguaya. *Agrociencia Uruguay - Volumen 18* 1:141-152.
- Chagnon, M., Kreuzweiser D., Mitchell, E., Morrissey, C., Noome, D., Van der Sluijs, J., 2015. Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Worldwide Integrated Assessment of the Impact of Systemic Pesticides on Biodiversity and Ecosystems. Environ Science Pollution Res.*22:119–134: DOI 10.1007/s11356-014-3277-x
- Cichón, L. 2004. Control de poblaciones de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) mediante la técnica de la confusión sexual en el Alto Valle del Río Negro y Neuquén. Doctoral Thesis available on Digital library FCEN-UBA (Buenos Aires University): https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/greenstone3/exa/collection/tesis/document/tesis_n3720_Cichon.
- Dara, S.K. 2019. The new integrated pest management paradigm for the modern age. *Journal of Integrated Pest Management* 10(1):12,1-9.
- Deguine, J., Aubertot, J., Flor, R., Lescourrent, F., Wyckhuys, K., Ratnadass, A., 2021. Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 41:38. Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 2021, 41 (3), (10.1007/s13593-021-00689-w). (hal-03247420)
- Dent, D., 2000. *Insect Pest Management*. 2nd edition. CABI Publishing of CAB International. ISBN 0 85199 340 0 (HB)- 0 85199 341 9 (PB). 425 p.

- Devine, G., Furlong, M., 2007. Insecticide use: Contexts and ecological consequences. Springer, Agriculture and Human Values (2007) 24:281–306.
- Dirven, M., 2012. El relevo generacional en la explotación agropecuaria. Resumen del documento “Juventud y tercera edad en la explotación agropecuaria - Recopilación de experiencias referidas al traspaso intergeneracional” elaborado para el Instituto Nacional de la Leche (INALE), Uruguay, y presentado en un seminario en San Ramón y un Taller en Sarandí del Yí sobre relevo generacional, el 18 y 20 de octubre de 2012.
- Escanda, M. 2021. Fruticultura de hoja caduca Registro Nacional Frutihortícola 2020. Programa de Investigación en Producción Frutícola. Serie Actividades de Difusión n.º 798. INIA, Las Brujas.
- Fan, I., Niu, H., Yang, X., Qin, W., Bento, C., Ritsema, C., Geissen, V. 2015. Factors affecting farmers’ behaviour in pesticide use: Insights from a field study in northern China. Elsevier, Science of the Total Environment 537: 360-368.
- Faust, R.M., Koul, O., Cuperus, G., Elliot, N., 2008. General introduction to area wide pest management. In Area Wide Pest Management: Theory and Implementation, O. Koul, G. Cupers, and N. Elliot, eds. (Beltsville, USA: CAB International), p. 1–14.
- Finizio, A. and Villa, S. 2001. Environmental risk assessment for pesticides. A tool for decision making. Department of Environmental and Landscape Sciences (DISAT). Elsevier, Environmental Impact Assessment Review (22) 235 – 248.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2003. CÓDIGO INTERNACIONAL RECOMENDADO DE PRÁCTICAS PRINCIPIOS GENERALES DE HIGIENE DE LOS ALIMENTOS. CAC/RCP 1-1969, Rev. 4 (2003). Disponible en: <https://www.fao.org/3/y5307s/y5307s02.htm>

- Food and Agriculture Organization (FAO), 2020 NSP - Manejo integrado de plagas, definición de la FAO. <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/ipm/en>
- Forozuani, M., Ezzatollah, K., Hossein Z. 2013. Agricultural water poverty: Using Q-methodology to understand stakeholders' perceptions. Elsevier, Arid. Journal of Arid Environments (97) 190-204.
- Gargiulo, J., Eastwood, C., Garcia, S., Lyons, A. 2018. Dairy farmers with larger herd sizes adopt more precision dairy technologies. American Dairy Science Association. Journal Dairy Science 101: (5466-5476).
- Gibbons, D., Morrissey, C., Mineau, P. 2015. A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fiponil on vertebrate wildlife. Environmental Science and Pollution Research International 22(1):103-118. Doi:10.1007/s11356-014-3180-5.
- Gonzalez, N., López, A., Valdez, J., 2015. Resilience. Differences by Age in Mexican Men and Women. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Psicología Acta de investigación psicológica, vol. 5, n.º 2. Available in: <https://www.redalyc.org/journal/3589/358942803005/html>
- Graves, A., Burgess, P., Liagre, F., Dupraz, C. 2017. Farmer perception on benefits, constrains and opportunities for sylvoarable systems: Preliminary insights from Bedfordshire, England. Outlook of Agriculture. Vol. 46 (I): 74-83.
- Gravina, V. 2010. Metodología Q: un abordaje metodológico alternativo para la evaluación de proyectos de desarrollo. Tesis maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 148 p.
- Insecticide Resistance Action Committee (IRAC), 2019. IRAC Mode of Action Classification Scheme. Version 9.4. Available at: www.irac-online.org, (consultado en octubre del 2021).
- Isin, S., Yuldirim, I. 2007. Fruit-growers 'perceptions on the harmful effects of pesticides and their reflection on practices: The case of Kemalpassa, Turkey. Elsevier, Crop Protection 26. 917-922.

- Kumar, B., Omkar, 2018. Pest and Their Management. Springer Nature Singapore Pte Ltd. (2018). ISBN 978-981-10-8687-8 (eBook). <https://doi.org/10.1007/978-981-10-8687-8>. 1075 p.
- Liu, J., Du, S., Fu, Z., 2021. The Impact of Rural Population Aging on Farmers' Cleaner Production Behavior: Evidence from Five Provinces of the North China Plain. *Sustainability*, 13, 12199. <https://doi.org/10.3390/su132112199>.
- Mall, D., Larsen, A., Martin, E. 2018. Investigating the (Mis) Match between Natural Pest Control Knowledge and the Intensity of Pesticide Use. *Insects*, 9, 2, doi:10.3390/insects9010002.
- Mayero, V., 2017. "Construyendo la identidad al envejecer, una mirada en el medio rural" Estudio de caso: Pueblo Castillo y Perseverano. Dpto. de Soriano. Trabajo presentado en las XVI Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Sociales-Udelar. Montevideo, 13, 14 y 15 de setiembre de 2017.
- Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), 2020. Planes de arranquío sanitario y de montes de baja productividad de frutales de hoja caduca. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/institucional/informacion-gestion/informacion-publica/planes-arranquio-sanitario-montes-baja>. (consultado en junio 2022).
- Milne, A., Teiken, C., Deledalle, F., Van de Bosch, F., Gottwald, T., McRoberts, N. 2018. Growers' risk perception and trust in control option for Huanglongbing citrus-disease in Florida and California. *Elsevier, Crop Protection* 114: 177-186.
- Moreno-Villa, E., Aldana- Madrid, M., Silveira-Gramont, M., Rodríguez-Olibarría, G., Valenzuela-Quintanar, A., Meza-Montenegro, M., 2012. Análisis de piretroides en suelo y agua de zonas agrícolas y urbanas de los valles del Yaqui y Mayo. *Revista. Internacional. Contam. Ambient [online]*. vol. 28, n.º 4, pp. 303-310. ISSN 0188-4999.

- Núñez, S. y Maeso, D., 2007. Evaluación del Impacto Ambiental de los Sistemas de Producción Integrada y Convencional en Cultivos Frutícolas en el Área Sur de Uruguay. Revista INIA n.º 12. 17-22 p.
- Núñez, S. y Scatoni, I., 2013. Tecnología disponible para el manejo de plagas en frutales de hoja caduca. Serie Técnica INIA n.º 210. ISSN: 1688-9266. 150 p.
- Peterson Robert K.D and Schleier Jerome J., 2014. A probabilistic analysis reveals fundamental limitations with the environmental impact quotient and similar systems for rating pesticide risks. PeerJ 2: e364, DOI.
- Pundir, C., Malik, A. 2019. Bio-sensing of organophosphorus pesticides: A review. Elsevier, Biosensors and Bioelectronics 140. 111348. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2019.111348>
- Robert, K., Schleier P., Schleier, J. 2014. A probabilistic analysis reveals fundamental limitations with the environmental impact quotient and similar systems for rating pesticide risks. Peer J, DOI 10.7717/peerj.364.
- Roubos, C., Rodriguez-Saona, C., & Isaacs, R., 2014. Mitigating the effects of insecticides on arthropod biological control at field and landscape scales. Biological Control, 75, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.01.006>.
- Rutebuka, J, Mbarushimana Kagabo, D., Verdoodt, A., 2019. Farmers' diagnosis of current soil erosion status and control within two contrasting agro-ecological zones of Rwanda. Elsevier, Agriculture, Ecosystems and Environment 278: 81-95.
- Saborío, I., Mora, M., Durán, M., 2019. Organophosphate poisoning. Revista de Medicina Legal de Costa Rica. Vol. 36 (1). ISSN 2215-5287.
- Schmolck, P. 2014. PQ Method Manual. PQMethod Download Page for Windows Users (November 2014, Release 2.35) <http://schmolck.userweb.mwn.de/qmethod/pqmanual.htm>.
- Schut, M., Klerkx, L., Rondenburg, J., Kayeke, J., Hinnou, L., Raboanarielina, C., Adegbola, P., Van Ast, A, Bastiaans, L. 2015. RAAIS: Rapid Appraisal of Agriculture Innovation Systems (Part I). A Diagnostic tool for integrated

- analysis of complex problems and innovation capacity. Elsevier, *Agricultural Systems* 132: 1-11.
- Talukder, A., Sakib, MS., Islam, MA. 2017. Determination of Influencing Factors for Integrated Pest Management Adoption: A Logistic Regression Analysis. *Agrotechnology* 6: 163. doi: 10.4172/2168-9881.1000163.
- Van der Sluijs, J., 2019. Insect decline, an emerging global environmental risk. *Elsevier, Science Direct, Current Opinion in Environmental Sustainability*, 20:1–4.
- Van Leeuwen, T., Dermauw, W., Mavridis, K., Vontas, J., 2020. Significance and interpretation of molecular diagnostics for insecticide resistance management of agricultural pests, *Current Opinion in Insect Science*, Volume 39, Pages 69-76. ISSN 2214-5745, <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.03.006>.
- Vreysen, M., Robinson, A., Hendrich, J. 2007. *Area Wide Control of Insect Pest. From research to Field implementation*. Springer: ISBN 978-1-4020-6059-5 (e-book).
- Wijnands, F.G., 1997. Integrated crop protection and environment exposure to pesticides: methods to reduce use and impact of pesticides in arable farming *Applied Research for Arable Farming and Field Production of Vegetables*, P.O. Elsevier, *European Journal of Agronomy* 7 (1997) 251–260.
- Zhang, L., Li, X., Yu, J., Yao, X. 2018. Toward cleaner production: What drives farmer to adopt eco-friendly agricultural production? *Journal of cleaner production* 184. 550-558.
- Zoppolo, R., Scatoni, I., Mujica, V., Duarte, F., Gabard, Z. 2016. Area-wide pest management in deciduous fruits of southern Uruguay. *Acta Horticulturae* 1137. ISHS. DOI 10.17660/ActaHortic.2016.1137.2. 153-160.

5. ANEXOS

En este anexo se amplía y/o incluye información generada durante la investigación, pero que no se presentó en el capítulo 2. Esta información complementaria está organizada en 3 secciones: la primera referida al análisis de los insecticidas empleados en el PMRP y las dos últimas referidas a los talleres implementados para recoger la percepción de los actores vinculados al PMRP.

5.1 EVALUACIÓN DEL USO DE INSECTICIDAS

Tabla A1. Número de aplicaciones de Insecticidas para las cinco temporadas analizadas (2015-2016 al 2019-2020) con base en la información registrada en el RNFH para manzana, pera y durazno. No se consideran las aplicaciones de metoxifenocide y piriproxifen.

MANZANA						
Zafra	Superficie (ha)	n.º Productores	n.º cuadros	Principios activos usados	n.º aplicaciones de insecticidas	n.º apl/cuadro
2015-2016						
TEMPRANA	1661	110	307	22	1153	5
ESTACIÓN		225	1059	25	5624	7
TARDÍA		85	316	21	1986	8
2016-2017						
TEMPRANA	1668	127	392	24	2035	5
ESTACIÓN		260	1389	27	9171	7
TARDÍA		102	407	23	2767	7
2017-2018						
TEMPRANA	1737	125	366	23	538	1
ESTACIÓN		252	1338	29	2672	2
TARDÍA		99	389	23	751	2
2018-2019						
TEMPRANA	1803	132	375	17	365	1
ESTACIÓN		275	1451	33	1989	1
TARDÍA		108	388	25	599	5
2019-2020						
TEMPRANA	1820	131	369	23	429	1
ESTACIÓN		271	1423	29	1963	1
TARDÍA		99	388	27	570	1

PERA						
Zafra	Superficie (ha)	n.º Productores	n.º cuadros	Principios activos usados	n.º aplicaciones de insecticidas	n.º apl/cuadro
2015-2016	471	140	413	25	1719	4
2016-2017	475	185	598	26	2848	5
2017-2018	496	177	524	27	850	2
2018-2019	525	204	608	26	628	1
2019-2020	509	190	570	27	732	1

DURAZNO						
ZAFRA	Superficie (ha)	n.º Productores	n.º cuadros	Principios activos usados	n.º aplicaciones de insecticidas	n.º apl/cuadro
2015-2016						
TEMPRANO	708	146	421	24	1122	3
ESTACIÓN		159	371	24	1296	3
TARDÍO		111	197	22	831	4
2016-2017						
TEMPRANO	706	175	521	20	1445	3
ESTACIÓN		168	427	20	1688	4
TARDÍO		131	231	21	1134	5
2017-2018						
TEMPRANO	735	142	336	20	458	1
ESTACIÓN		137	310	23	537	2
TARDÍO		111	205	20	468	2
2018-2019						
TEMPRANO	742	171	364	17	411	1
ESTACIÓN		152	323	22	550	2
TARDÍO		129	228	19	432	2
2019-2020						
TEMPRANO	755	170	384	18	417	1
ESTACIÓN		146	313	20	442	1
TARDÍO		111	213	20	373	2

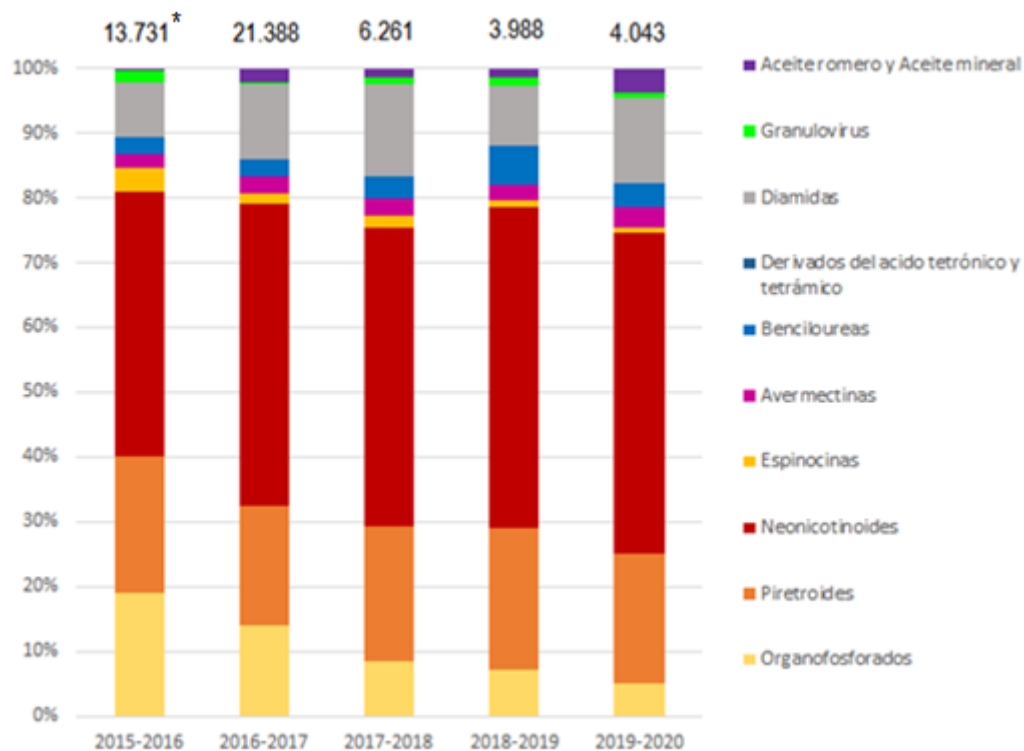


Figura A1. Importancia relativa de los grupos de insecticidas usados en las cinco temporadas analizadas (entre 2015-2016 y 2019-2020) para manzana, pera y durazno conjuntamente, clasificados según el modo de acción propuesto por el Comité de Acción para la Resistencia a los Insecticidas (IRAC). No se consideran las aplicaciones de metoxifenocida y piriproxifen.
* Indica el número total de aplicaciones de insecticidas realizadas.

5.1.1 Número de aplicaciones de Insecticidas para las cinco temporadas analizadas y coeficiente de impacto ambiental (EIQ), considerando los insecticidas metoxifenocida y piriproxifen

En esta sección se presentan los datos del número de aplicaciones (Tabla A2) e impacto ambiental estimado por el EIQ (Figura A2, Tabla A3), incluyendo los insecticidas metoxifenocida y piriproxifen. Estos últimos no fueron considerados en análisis presentados en el capítulo 2 porque no están destinados al control de plagas *Carpocapsa (Cydia pomonella)* y *Grafolita*

(*Grapholita molesta*). Sin embargo, han sido empleados en la producción frutícola en las zafas analizadas y, en consecuencia, han generado un impacto en el ambiente.

Tabla A2. Número total de aplicaciones de metoxifenocide y piriproxifen por especie para las 5 temporadas analizadas.

	METOXIFENOCIDE			PIRIPROXIFEN		
	MANZANA	PERA	DURAZNO	MANZANA	PERA	DURAZNO
2015-2016	1899	414	252	439	110	114
2016-2017	2655	516	334	477	129	147
2017-2018	825	210	94	195	40	60
2018-2019	483	121	29	138	33	56
2019-2020	409	98	65	103	23	39

Figura A2. EIQ de campo considerando o no metoxifenocide (M) y piriproxifen (P) para las cinco temporadas analizadas.

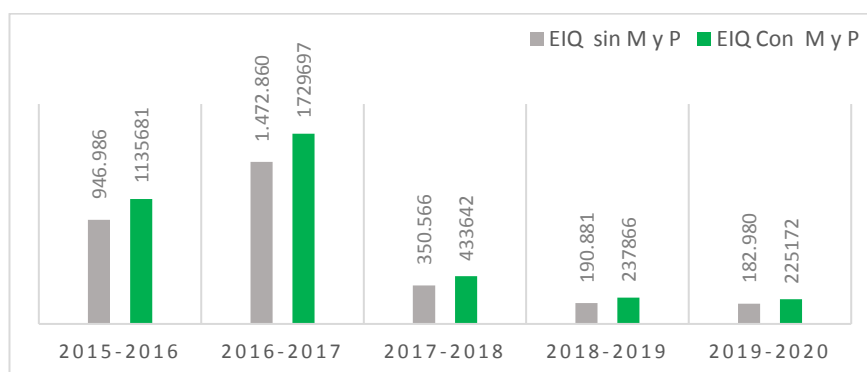


Tabla A3. Valores de EIQ de campo discriminados por especie y por zafra analizada.

SIN PIRIPORXIFEN y METOXIFENICIDE				
	EIQ CAMPO			
	MANZANA	PERA	DURAZNO	TOTAL
2015-2016	560.269	124.324	262.393	946.986
2016-2017	995.289	200.609	276.962	1.472.860
2017-2018	219.975	49.264	81.327	350.566
2018-2019	129.068	24.080	37.733	190.881
2019-2020	119.182	25.196	38.602	182.980
CON PIRIPROXIFEN y METOXIFENOCIDE				
	EIQ CAMPO			
	MANZANA	PERA	DURAZNO	TOTAL
2015-2016	699.628	154.799	281.254	1.135.681
2016-2017	1.189.224	238.540	301.933	1.729.697
2017-2018	280.546	64.618	88.478	433.642
2018-2019	164.687	32.992	40.187	237.866
2019-2020	149.252	32.390	43.530	225.172

5.2. TALLER 1 – RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD DE TALLER

Se presentan los resultados que desprendieron del taller 1 participativo realizado con productores del PMRP (setiembre, 2018). Toda la información relevada en dicho taller se utilizó como insumo para la elaboración de la encuesta aplicada en el taller 2 empleando la metodología Q (Gravina V., 2010).

5.2.1 Participantes y propuesta metodológica del taller 1

Participaron del taller 1 representantes de los actores que forman parte del PMRP: 17 productores, 7 asesores institucionales, 2 empresas proveedoras de feromonas, 6 monitores, 8 coordinadores de campo y 3 asesores privados. La dinámica de trabajo consistió en una introducción en donde se presentaron la evolución y la situación actual del PMRP. Luego se realizó una encuesta escrita a cada participante, en la que debían valorar cada pregunta en una escala de 5 puntos (muy negativo, negativo, neutral, positivo, muy positivo). Finalmente, se colocaron todas las respuestas en paneles y se discutieron en conjunto todas las preguntas del cuestionario.

5.2.2 Principales resultados de la encuesta y discusión en el taller 1

Las respuestas obtenidas a partir de la encuesta empleada se sistematizaron de acuerdo a las secciones de esta: Generalidades del PMRP, Monitoreo y Coordinación, Feromonas, trampas y alertas y PMRP en el futuro.

Por último, se presenta el listado de opiniones de la sección abierta a comentarios.

Generalidades del PMRP: en cuanto a las generalidades consultadas, se puede visualizar en la distribución de las respuestas, que la mayoría de los encuestados consideran entre positivo y muy positivo el funcionamiento y la organización del PMRP, los apoyos y recursos que brinda DIGEGRA y la influencia en el manejo general de los montes. Se notó cierto desconocimiento de otras herramientas como el visualizador del Sistema Nacional de Información Agropecuaria y se detectó mayor dispersión en las respuestas en cuanto a las capacitaciones, difusión del programa y efectos de la feromona en otras plagas y enfermedades.

Monitoreo y Coordinación: la segunda sección de preguntas de la encuesta del taller se refería a los coordinadores y a los monitores del PMRP. La mayoría de las respuestas se concentraron de positivo a muy positivo y coinciden en que ambas figuras son clave en el programa. Hay un claro reflejo de la utilidad que tienen los datos de monitoreo, así como de la importancia de las evaluaciones de desempeño de los coordinadores y monitores.

Feromonas, trampas y alertas: en la tercera parte de la encuesta se observó una clara tendencia a la conformidad con la fecha de entrega de las trampas y feromonas por parte de los productores. El 93 % de los encuestados concuerdan en una gran confianza en el funcionamiento de la feromona, así como en los insecticidas sugeridos por el PMRP y el tríptico elaborado como guía para poder seguir el programa como el equipo técnico sugiere.

PMRP en el futuro: el 77 % de los encuestados considera que es necesario realizar una campaña de difusión dirigida a los consumidores locales sobre la fruta proveniente del programa. La mayoría consideró muy necesario el arranque de montes abandonados para fortalecer el programa. Finalmente, el 98 % considera que vale la pena seguir formando parte del PMRP.

Lista de comentarios (sección abierta a opiniones) recogidos en la pregunta abierta de la encuesta:

- Que sea obligatorio a todos los productores.
- Arrancar el PMRP un mes antes.
- Realizar publicidad para que los consumidores sepan que existe.
- Avanzar e incorporar nuevas plagas y enfermedades.
- Difundir la inocuidad de la fruta es el «abc».
- Erradicar los montes abandonados.

- Que los monitores estén capacitados en fruticultura, no solo en daños.
- Lograr llegar al total del área frutícola.
- Destacar a los productores participantes.
- Mejorar la difusión en general.
- Investigación sobre nuevas tecnologías de feromonas kairomonas y principios activos de insecticidas.
- Que los apoyos sean menos a quienes no forman parte del PMRP o que no reciban apoyos por parte del MGAP.
- Diseñar de una APP para que el acceso a la información sea más fácil, así como la carga de los datos de monitoreo y aplicaciones.
- Mejorar y modernizar el sistema de carga de información al sistema para hacerlo más ágil y accesible.
- Profesionalizar la tarea del monitor y el coordinador y ajustar las remuneraciones a las tareas.
- Mayor integración de los técnicos privados.

5.3 TALLER 2

Para la aplicación de la metodología Q, el relevamiento de la información se realizó en tres talleres participativos, dos en Canelones (INIA Las Brujas) y uno en Colonia (SOFOVAL), en julio del 2020. La dinámica se realizó de esa manera por seguridad sanitaria establecida por la pandemia de Covid-19. La explicación de cómo completar la encuesta fue colectiva y su llenado implicó una instancia personal. Cada participante entregó su grilla de puntuación luego de una reflexión individual, por lo que en el análisis se refleja su percepción.

Asistieron a los talleres 31 participantes, entre los cuales había representantes de técnicos asesores del ámbito privado y también público-

Institucional, productores beneficiarios del PMRP y productores no participantes del PMRP. Cada participante recibió un sobre con las 33 sentencias en formato tarjeta y ordenó cada una de ellas según su percepción en una grilla de puntuación desde el valor -4 hasta el +4. Cada grilla fue analizada utilizando el software PCQ Method (Schmolck, 2014).

En la tabla A4 se presentan las 33 afirmaciones planteadas en la encuesta y las respuestas tipo de los tres perfiles (grupos de personas) identificados en la encuesta Q.

Tabla A4. Treinta y tres afirmaciones utilizadas en la encuesta y puntajes de clasificación Q ideales para cada grupo analizado.

	Afirmaciones	Perfil		
		Otros*	Productores Participantes del PMRP	Productores No Participantes
1	NO ENTIENDO CLARAMENTE EN QUÉ CONSISTE Y LA IMPORTANCIA QUE TIENE EL MANEJO REGIONAL DE PLAGAS.	-2	-3	1
2	ASISTIRÍA A CHARLAS O CAPACITACIONES DE PMRP POR MÁS QUE NO ESTÉ ADHERIDO.	0	0	-1
3	LA ÚNICA FORMA DE LOGRAR LA ADHESIÓN A LOS PROGRAMAS ES QUE SEA OBLIGATORIO, AUNQUE PAREZCA MENTIRA.	-1	3	1
4	SI ME DAN UNA HERRAMIENTA NUEVA Y NO ME EXPLICAN PARA QUÉ ES, DIFÍCILMENTE LA USE.	2	1	2

5	LOS SUBSIDIOS EN LOS PROGRAMAS NO SON NECESARIOS PARA QUE SIGAN FUNCIONANDO.	-1	-4	-4
6	EL PRODUCTOR ADOPTA LA TECNOLOGÍA CUANDO VE LOS RESULTADOS EN LA QUINTA DE UN VECINO.	2	1	1
7	HAY RECOMENDACIONES TÉCNICAS QUE PUEDEN TENER CONSECUENCIAS NEGATIVAS, PORQUE APARECERÁN OTRAS PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALEZAS EN LA QUINTA.	-1	0	-1
8	EL PRODUCTOR NO ESTÁ DISPUESTO A ASUMIR COSTOS DE INTERVENCIONES TÉCNICAS.	0	-1	3
9	MAS ALLÁ DE LOS SUBSIDIOS DEL MGAP, A VECES LOS PROGRAMAS SON ECONÓMICAMENTE INVIABLES.	-3	1	2
10	PARTICIPAR EN PROGRAMAS DE CONTROL BIOLÓGICO ME QUITA MUCHO TIEMPO.	-3	-2	1
11	LOS PROGRAMAS DEL MGAP HAN CAMBIADO LAS FORMAS DE PRODUCIR.	1	4	1
12	MIS COSTUMBRES SE CAMBIAN SI PARTICIPO DE PROGRAMAS DEL MGAP.	1	0	-1

13	CRECÍ ECONÓMICAMENTE GRACIAS A PROGRAMAS DEL MGAP.	0	-1	-3
14	SIENTO QUE FALTA ASISTENCIA TÉCNICA EN LOS PROGRAMAS.	1	1	-3
15	LAS PRODUCTORAS SON MÁS INTRÉPIDAS AL MOMENTO DE DECIDIR PARTICIPAR DE UN PROGRAMA.	0	-1	0
16	LOS PROGRAMAS SOLO BENEFICIAN A LOS PRODUCTORES CHICOS.	-2	-3	-2
17	SI FUERA MAS JÓVEN, ME ADHERIRÍA MAS A LOS PROGRAMAS.	0	-2	2
18	POR ASUNTOS ECONÓMICOS, PREFIERO NO TOMAR RIESGOS EN MI VIDA.	-2	-2	3
19	ME GUSTARÍA PARTICIPAR DE LA FORMULACIÓN DE PROGRAMAS PARA QUE SE CONSIDERE MI OPINIÓN.	3	0	-1
20	LAS TÉCNICAS QUE USAN FEROMONAS NO SON CONFIABLES.	-4	-1	-2
21	SI VINIERAN NUEVAS ALTERNATIVAS PARA COMBATIR LAS PLAGAS, LAS ADOPTARÍA SIN DUDAR.	2	2	0

22	CONSIDERO MUY ÚTIL QUE ME LLEGUEN AL CELULAR LOS AVISOS O ALARMAS QUE EMITEN LA DGSA Y LA DIGEGRA PARA EL CONTROL DE LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES.	4	4	4
23	HAY PRODUCTOS QUE SON NOCIVOS PARA EL MEDIO AMBIENTE Y LOS SEGUIMOS USANDO PORQUE SON BARATOS.	4	-2	4
24	EN URUGUAY FALTAN NUEVAS VARIETADES PARA QUE LA FRUTICULTURA CREZCA Y AVANCE.	1	3	0
25	FALTA INFORMACIÓN SOBRE LAS TÉCNICAS DE CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS.	3	2	-1
26	DEBERÍAMOS CONTAR CON MAS OFERTA DE FEROMONAS EN URUGUAY	1	1	0
27	LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y PRENSA SON IMPORTANTES PARA CONOCER PROGRAMAS DEL MGAP.	3	3	0
28	LA DIFUSIÓN NO NECESARIAMENTE HACE QUE LOS PROGRAMAS SEAN VALORADOS POR LOS CONSUMIDORES.	-1	0	2

29	NO ES NECESARIO QUE EXISTA UN PLAN DE ARRANQUÍO CONCRETO DE MONTES ABANDONADOS O MAL MANEJADOS.	-4	-3	-3
30	LA REDUCCIÓN EN EL USO DE INSECTICIDAS NO LOGRA GENERAR MENOR IMPACTO AMBIENTAL.	-3	-4	-2
31	ME PREOCUPA MUCHO EL DAÑO QUE GENERO EN EL AMBIENTE Y EN LOS CONSUMIDORES POR LA FORMA DE PRODUCIR.	4	2	-2
32	CONOZCO EL IMPACTO DE MI FORMA DE PRODUCIR EN EL MEDIO AMBIENTE.	-2	2	3
33	SI PUDIERA PASARME A OTRO RUBRO DISTINTO A LA FRUTICULTURA, LO HARÍA.	-1	-1	-4

Otros* incluye: ingenieros agrónomos privados, institucionales y coordinadores de campo del PMRP.