



## Tendencias en el uso de plaguicidas en papa (*Solanum tuberosum* L.) en Mayabeque, Cuba

### Pesticides tendency uses in potato (*Solanum tuberosum* L.) in Mayabeque, Cuba

 Brizeidi Peña-Suárez<sup>1</sup>,  Dayana Sosa-Pacheco<sup>1</sup>,  
 Nilda Pérez-Consuegra<sup>2\*</sup>,  Arturo Camilo Escobar-Medina<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Unidad analítica, Centro de Ensayos para el Control de la Calidad de los Alimentos (CENLAC), carretera de Jamaica y Autopista Nacional, Km 22½, AP 10, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32700

<sup>2</sup>Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez” (UNAH), Facultad de Agronomía, carretera de la Autopista Nacional, km 23½, AP 1819, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP: 32700

**RESUMEN:** La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo de alta prioridad en Cuba. Para su producción se garantiza un paquete tecnológico que incluye el empleo de plaguicidas. Mayabeque es una de las provincias más productoras de papa en Cuba, destacándose los municipios Batabanó y Quivicán. En Cuba existe una política de reducción del uso de plaguicidas; sin embargo, no se ha realizado un análisis actualizado sobre los indicadores de uso en estos municipios para conocer la tendencia en su empleo en el cultivo de la papa. El objetivo de este trabajo fue determinar la tendencia en el uso de plaguicidas en papa, durante el período 2013-2019, en Batabanó y Quivicán. Los datos de aplicación de los plaguicidas (acaricida, fungicida, herbicida e insecticida) se obtuvieron de la “Estación Territorial de Protección de Plantas” de ambos municipios. En el período estudiado, se emplearon 52 ingredientes activos (i.a.), con un total de 61 993 y 17 103 kg i.a. y un promedio de 23 y 16 kg i.a por hectárea en Batabanó y Quivicán, respectivamente; siendo los fungicidas los más utilizados (>80 % del total). De manera general, la tendencia en el uso entre los años 2013 y 2019, fue a la disminución en ambos municipios. El 31 % (n=16) de los i.a. empleados pueden provocar efectos nocivos a la salud humana y el 54 % (n=28) están prohibidos en muchos países del mundo. En ambos municipios se demuestra la reducción del uso de plaguicidas en correspondencia con la política actual de sustitución gradual de plaguicidas altamente peligrosos.

**Palabras clave:** fungicidas, salud, toxicidad.

**ABSTRACT:** Potato (*Solanum tuberosum* L.) is a high priority crop in Cuba. A technological package is guaranteed for its production, including pesticides application. Mayabeque is one of the most potato productive provinces in Cuba, emphasize the municipalities Batabanó and Quivicán. In Cuba there are a reduction police of pesticides use; however, an update analysis about use pesticides indicators in these municipalities have not been carry out, to know the tendency of pesticide uses in potato crop. The main of this study was to determine the tendency of pesticide usage in potato, in the period 2013-2019, in Batabanó and Quivicán. Application data was obtained from “Estación Territorial de Protección de Plantas” (Territorial Station for Plant Protection), in both municipalities. In the studied period, 52 active ingredients (i.a.) were applied, with a total of 61 993 and 17 103 kg i.a. and a mean of 23 and 16 kg i.a. per hectare in Batabanó and Quivicán, respectively; when fungicides were the most applied (> 80 % of total). Generally, the trend in application between 2013 and 2019, was decrease in both municipalities. The 31 % (n=16) of i.a. applied can produce a harmful human effect and 54 % (n=28) were banned in many countries. In both municipalities, the reduction of pesticide uses in correspondence with the currently police of substitution of highly hazardous pesticides are demonstrated.

**Key words:** fungicides, health, toxicity.

\*Autor para correspondencia: [arturo.escobar60@gmail.com](mailto:arturo.escobar60@gmail.com); [perezconsuegranilda@gmail.com](mailto:perezconsuegranilda@gmail.com)

Recibido: 15/03/2024

Aceptado: 15/05/2024

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

**Contribución de los autores:** **Conceptualización:** Brizeidi Peña Suárez, Dayana Sosa Pacheco, Nilda Pérez-Consuegra, Arturo C. Escobar Medina. **Curación de datos:** Brizeidi Peña Suárez. **Investigación:** Brizeidi Peña Suárez. **Metodología:** Brizeidi Peña Suárez, Dayana Sosa Pacheco, Nilda Pérez-Consuegra, Arturo C. Escobar Medina. **Recursos:** Nilda Pérez-Consuegra y Arturo C. Escobar Medina. **Supervisión:** Dayana Sosa Pacheco, Nilda Pérez-Consuegra, Arturo C. Escobar Medina. **Escritura borrador original:** Brizeidi Peña Suárez. **Redacción: revisión y edición:** Dayana Sosa Pacheco, Nilda Pérez-Consuegra, Arturo C. Escobar Medina.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel mundial (1). Su producción mundial promedio, en la década 2010-2019, fue de 449 millones de toneladas, lo que representó el 4,2 % de la producción agrícola total (2). En Cuba, su producción en el 2021, fue de 97 300 t (3). La provincia Mayabeque fue la mayor productora en el país, con una producción de 29 200 t en 2021 y un rendimiento de 19,8 t ha<sup>-1</sup> (4).

La papa es uno de los cultivos más dependientes de plaguicidas y, en muchos países, recibe la mayor cantidad de agroquímicos por hectárea en comparación con el resto de los cultivos (5). En Cuba, es un cultivo estratégico, al que el Estado le garantiza un paquete tecnológico para su producción, que es intensiva y depende en gran medida de la aplicación de plaguicidas. En el trienio 2011-2013, esta fue de 53 300 kg de ingrediente activo (i.a.) y las provincias con mayor consumo en este período fueron: Artemisa (5,53 kg i.a. ha<sup>-1</sup>), Ciego de Ávila (5,14 kg i.a. ha<sup>-1</sup>), Matanzas (4,67 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) y Mayabeque (3,52 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) (6). De manera general, la cantidad de kg i.a. ha<sup>-1</sup> y los tipos de plaguicidas empleados en papa en Cuba (6) son similares a otras regiones de América como Canadá (7), Ecuador (8) y Costa Rica (5).

A nivel global existen Convenios Internacionales, como el de Estocolmo y Róterdam, que regulan el tratamiento de las sustancias tóxicas. En este sentido, se ha prohibido o sustituido el uso de algunos plaguicidas altamente peligrosos (PAP) como los plaguicidas convencionales organoclorados y fosforados: DDT, aldrin, endrin, heptacloro, paratión metilo y malatión (6), por formulaciones nuevas, consideradas "más seguras" como los llamados "plaguicidas de uso actual" (PUA) (9) (ej, neonicotinoides, triazinas, azoles y carboxamidas). Sin embargo, algunos PUA han sido clasificados también como PAP por ser tóxicos, bioacumulables, persistentes en el suelo, el agua y contaminar los alimentos (10).

Algunos PAP se han prohibido en países que se encuentran en las regiones más desarrolladas del mundo como, por ejemplo, los que pertenecen a la Unión Europea (UE). Si bien su utilización es ilegal en sus Estados miembros, está permitido producirlos y exportarlos a terceros países, entre los que se encuentra Cuba, donde suponen riesgos para las personas y el medioambiente (11).

Cuba, como firmante de estos convenios internacionales tiene una política de reducción y sustitución del uso de plaguicidas (6). Sin embargo, existe información documentada, relevante, sobre el uso de plaguicidas que no está publicada, pero que es crucial para la evaluación de indicadores específicos que permiten determinar la tendencia de esta política de reducción en cada región. Es fundamental hacer pública esta información para obtener una visión completa del impacto del uso de plaguicidas en el medioambiente y la salud humana. Por tales razones, el objetivo de este estudio fue determinar la tendencia en el uso de plaguicidas en agroecosistemas de papa, en el

período 2013-2019 en los municipios de Batabanó y Quivicán, pertenecientes a la provincia Mayabeque.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Se seleccionó la provincia Mayabeque por ser la más productora de papa en el país. Los municipios Batabanó y Quivicán fueron seleccionados para el estudio porque tienen una historia en la producción intensiva de papa, en Mayabeque.

Batabanó y Quivicán se localizan al sur-oeste de Mayabeque, con una latitud de 22°55'41 N, longitud 82°17'38 O y latitud 22°49'29 N, longitud 82°21'21 O, respectivamente. En ambos municipios, en más de un 70 % de la superficie total predominan los suelos del tipo Ferralítico. El 50,8 % de la superficie del municipio se considera agrícola en Batabanó (12) y el 85,4 % en Quivicán (13). Se plantaron en Batabanó en el período 2013 - 2019 un promedio de 391 ha de papa, con rendimiento promedio de 23,3 t ha<sup>-1</sup> año (12,14). Estos valores para Quivicán, en el mismo período, fueron 196 ha de papa y rendimiento promedio de 21,8 t ha<sup>-1</sup> año (13,15).

### Recolección de los datos

Los datos sobre registro de empleo de plaguicidas: nombre técnico, formulación, dosis, superficie tratada y número de hectáreas plantadas y cosechadas de papa, se obtuvieron de las bases de datos de la Estación Territorial de Protección de Plantas de Batabanó-Quivicán. Los datos recolectados se organizaron en una base de datos de Excel (versión 2016) para su posterior procesamiento y análisis.

La selección y determinación de los indicadores se hicieron según se describe en Benbrook y Groth (16): cantidad de i.a. utilizado (kg i.a.), cantidad de i.a. aplicado por unidad de superficie tratada (kg i.a. ha<sup>-1</sup>) (carga tóxica), clase de plaguicidas y el número de i.a. empleados. Se determinó también el número y la cantidad de kg de i.a. de PAP aplicados. Los PAP fueron identificados según los criterios establecidos en la Lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos publicada por *Pesticide Action Network* (PAN) (17) y FAO-WHO (18).

### Análisis estadístico

El procesamiento de los datos se realizó con la herramienta Microsoft Excel versión 2016 y el análisis estadístico con R versión 4.2.0. El análisis de varianza con arreglo factorial (ANOVA) fue realizado para comparar las cantidades de kg i.a. ha<sup>-1</sup> utilizadas (variable dependiente) entre los municipios y las clases de plaguicidas (variables independientes). El ANOVA se realizó seleccionando los datos kg i.a. ha<sup>-1</sup> en todos los años. Para ello se utilizó la función *aov* de RStudio. Se realizó un t-test ajustando la corrección "Bonferroni" para p-valor, mediante la función *pairwise.t.test* de RStudio. P-valor ≤ 0,05 indicó que existieron diferencias significativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

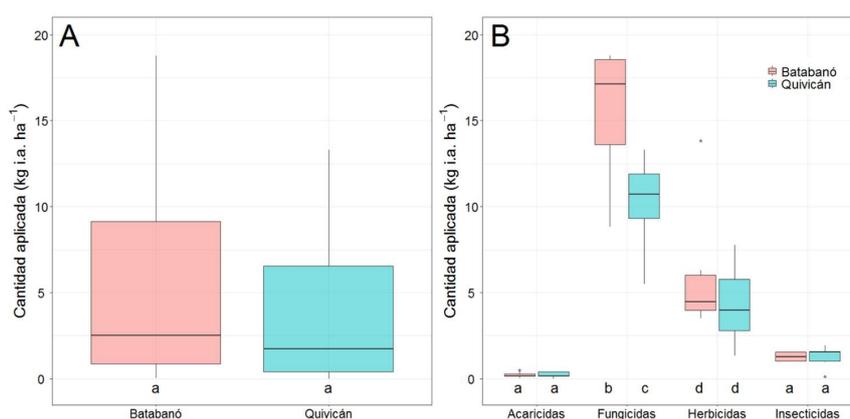
### Clases de plaguicidas utilizados por hectárea tratada (kg i.a. ha<sup>-1</sup>) en el período 2013-2019 en Batabanó y Quivicán

En la **Figura 1** se muestra la dosis aplicada (kg i.a. ha<sup>-1</sup>) según cada clase de plaguicida (acaricida, fungicida, herbicida e insecticida) en Batabanó y Quivicán. El rango de dosis fue de 0,01 - 18,8 kg i.a. ha<sup>-1</sup> en Batabanó y 0,12 - 13,3 kg i.a. ha<sup>-1</sup> en Quivicán. Las medias de estos valores fueron 5,8 kg i.a. ha<sup>-1</sup> en Batabanó y 4,0 kg i.a. ha<sup>-1</sup> en Quivicán, y no se encontró diferencias significativas entre las dosis en los dos municipios (p-valor = 0,254) (**Figura 1 A**). Los fungicidas fueron la clase de plaguicidas con mayor dosis de empleo, seguido de los herbicidas; con diferencias significativas respecto a las otras clases de plaguicidas (p-valor < 2xe-16, **Figura 1 B**). La media de la dosis de fungicidas por hectárea tratada fue superior en Batabanó (15,6 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) que en Quivicán (10,2 kg i.a. ha<sup>-1</sup>), con diferencias significativas entre estos dos municipios (p-valor=0,0167, **Figura 1 B**). Las dosis en las otras clases de plaguicidas no mostraron diferencias entre los municipios estudiados (p-valor = 0,935 para acaricidas, p-valor = 0,323 para herbicidas y p-valor = 0,932 para insecticidas) (**Figura 1 B**).

La suma total de kg i.a. ha<sup>-1</sup> empleado estuvo entre 16,1 - 33,7 kg i.a. ha<sup>-1</sup> en Batabanó y 13,6 - 20,3 kg i.a. ha<sup>-1</sup> en Quivicán (**Figura 2 A y B**). De manera general, se apreció en Batabanó (**Figura 2 A**), una disminución de un 48,6 % en la suma de la dosis en 2019 (17,3 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) con respecto a 2013 (33,7 kg i.a. ha<sup>-1</sup>). En estos años se observó que el mayor valor del indicador se alcanzó en 2013 (33,7 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) y después se evidenció una disminución de un 29,0 % en 2014 (23,9 kg i.a. ha<sup>-1</sup>), valor que se mantuvo

aproximadamente constante entre 2014 y 2017 (22,9 kg i.a. ha<sup>-1</sup>). Sin embargo, aparece nuevamente una disminución de un 29,7 % en la suma de la dosis a partir de 2018 (16,1 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) con respecto a 2017, valor que tiene, posteriormente, un ligero incremento (7,4 %) en 2019 (17,3 kg i.a. ha<sup>-1</sup>). Por otra parte, en Quivicán (**Figura 2 B**), la tendencia entre 2013 y 2019 fue variable y, de manera general, solo se apreció una disminución de un 6,7 %; comportamiento que fue diferente al observado en Batabanó. El mayor valor del indicador en Quivicán se observó en 2014 (20,4 kg i.a. ha<sup>-1</sup>), en donde se evidenció un aumento de 24,3 % con respecto al 2013 (16,4 kg i.a. ha<sup>-1</sup>). Posteriormente, el valor disminuyó en un 27,4 % en el 2015 (14,8 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) con respecto a 2014 y nuevamente aumentó en un 18,2 % en 2016 (17,5 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) con respecto al año anterior. En el resto de los años, el comportamiento fue similar, aunque con algunas fluctuaciones (14,4 kg i.a. ha<sup>-1</sup> en 2017, 13,6 kg i.a. ha<sup>-1</sup> en 2018 y 15,3 kg i.a. ha<sup>-1</sup> en 2019).

Aunque los fungicidas fueron la clase de plaguicidas más utilizados (**Figura 2 A y B**), su uso disminuyó entre 2013 y 2019, en un 44,8 y 22,4 % en Batabanó y Quivicán, respectivamente. Los herbicidas e insecticidas en Batabanó mostraron también una disminución entre 2013 y 2019 de 58,0 y 13,3 %, respectivamente, así como los insecticidas en Quivicán (40 %). Sin embargo, los herbicidas en Quivicán mostraron variaciones entre los diferentes años, aunque en el período se observó un incremento 52,5 % en 2019 con respecto a 2013. En el caso de los acaricidas, se aplicaron muy bajas dosis y la tendencia fue variable en ambos municipios. Sin embargo, de manera general, en el período se apreció un incremento en los acaricidas de un 21,4 % entre 2013 y 2019 en Batabanó, y un incremento en Quivicán de un 14,3 % entre 2013 y 2018, ya que en el 2019 no se aplicaron.



Según el ANOVA, letras diferentes indican que existen diferencias significativas (p-valor < 0,05) entre las medias de la cantidad aplicada de kg i.a. ha<sup>-1</sup> de todos los años por municipio (A) y según la clase de plaguicida (B). Las cajas representan el 25<sup>o</sup> y 75<sup>o</sup> percentil, las barras negras el 10<sup>o</sup> y 90<sup>o</sup> percentil. Los puntos fuera de lugar indican los valores extremos y la línea negra dentro de la caja indica la mediana de los valores

**Figura 1.** Cantidad de ingredientes activos utilizados (i.a.) por hectárea tratada (kg i.a. ha<sup>-1</sup>) en los municipios Batabanó y Quivicán (A) y por clase de plaguicida (acaricida, fungicida, herbicida e insecticida) (B)

## Tendencia en la cantidad de ingredientes activos (kg i.a.) aplicados en el período 2013-2019 en Batabanó y Quivicán

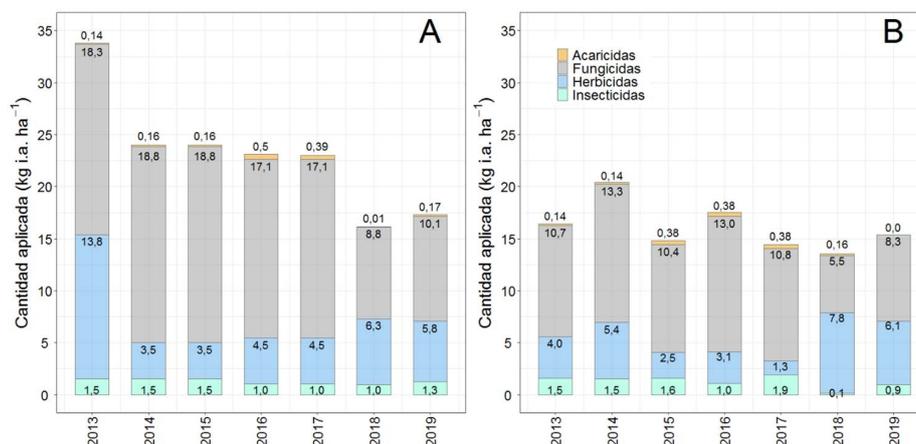
En la **Figura 3** se muestran los ingredientes activos utilizados y la cantidad de kg que se empleó en el período 2013 a 2019. En este período se emplearon 52 i.a., de estos, 43 en los dos municipios y el resto fue solo utilizado en uno de los dos (cinco en Batabanó y cuatro en Quivicán). La suma total de la cantidad de i.a. consumida en los siete años fue de 61 993 kg i.a. en Batabanó y 17 103 kg i.a. en Quivicán. Los fungicidas representaron el 84,4 % y el 83,6 % del total aplicado en Batabanó y Quivicán, respectivamente. De manera general, se aprecia una disminución del 55 % en la cantidad empleada en Batabanó, la cual fue de 14 351 kg i.a. en 2013 a 6 452 kg i.a. en 2019. Por otra parte, en Quivicán, existió un incremento de 263 % al comparar el año 2014 (4 024 kg i.a.) con respecto a 2013 (1 109 kg i.a.). Posteriormente, se evidenció una disminución del 62 % en el año 2019 (1 514 kg i.a.) en Quivicán.

Más del 80 % del total empleado en ambos municipios estuvo representado por 10 tipos de i.a.: mancozeb, clorotalonilo, fosfito de potasio, azoxiesterobina, propineb, glifosato, azufre, metribuzina, spirotetramat y diafentiuon. Los dos i.a. más empleados fueron los fungicidas mancozeb y clorotalonilo, con el 33,7 y el 22,7 % del total en Batabanó y el 42,3 y 19,0 % en Quivicán, respectivamente. En el uso de estos 10 i.a. también se encontraron fluctuaciones en los dos municipios estudiados en el período 2013 a 2019, incidiendo en las variaciones que se discutieron anteriormente según la clase de plaguicidas. Por ejemplo, como se aprecia en la **Figura 3**, en Batabanó, los i.a.: mancozeb, clorotalonilo, potasio fosfito, propineb y diafentiuon evidenciaron una disminución en su aplicación. Mientras que los i.a., azoxiesterobina, glifosato, spirotetramat y metribuzina,

mostraron un incremento. Por el contrario, en Quivicán, seis de los 10 i.a. más utilizados (mancozeb, clorotalonilo, potasio fosfito, metribuzina, spirotetramat y diafentiuon) mostraron una tendencia al incremento en el año 2014 con respecto a 2013 y, posteriormente una disminución hasta el 2019. Además, el uso de propineb y glifosato presentó variaciones en el período estudiado en este municipio. Por otra parte, el azufre solo fue empleado en un año en ambos municipios.

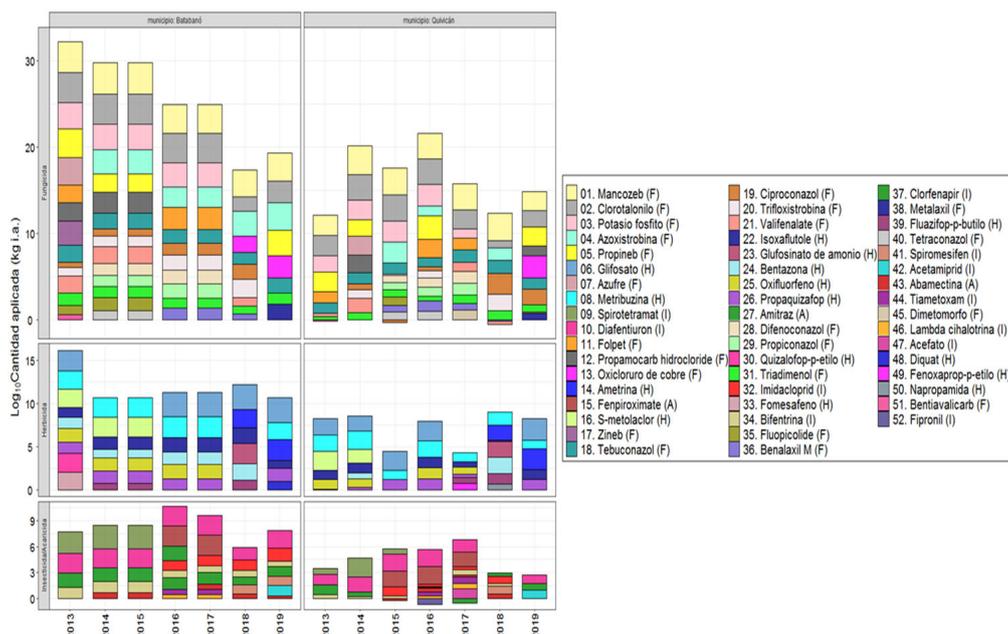
## Cantidad de Plaguicidas Altamente Peligrosos (PAP) utilizados en el período 2013-2019 en Batabanó y Quivicán

En la **Tabla 1** se aprecian los i.a. empleados que pueden provocar efectos nocivos a la salud humana de acuerdo con los datos de la Lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos (PAP) (17) y los i.a. cuyo empleo ha sido prohibido a nivel mundial. De los 52 i.a. utilizados en Quivicán y Batabanó, se listan un total de 33 i.a., según las clasificaciones antes mencionadas. El 31 % (n=16) de los 52 i.a. presentan algún efecto tóxico agudo o crónico sobre la salud humana (toxicidad aguda, posible o probable carcinógeno, disrupción endocrina, y daños para la reproducción, entre otros). La cantidad de i.a. que puede provocar efectos nocivos fue de 44 420 kg i.a. en Batabanó y 13 491 kg i.a. en Quivicán, lo que representa el 71,6 y el 78,8 % del total aplicado, respectivamente (**Tabla 1**). Entre los plaguicidas que pueden provocar efectos nocivos, fueron los fungicidas los que en mayor número se utilizaron (n=9). Le siguieron en orden los herbicidas (n=4) y los insecticidas (n=3). La cantidad de fungicidas que pueden provocar efectos nocivos fue superior con respecto a las otras clases de plaguicidas, siendo de 39 682 kg i.a. en Batabanó y 12 219 kg i.a. en Quivicán. Dicha cantidad representó el 89,3 y el 90,6 % del total de i.a. que pueden provocar efectos nocivos en Batabanó y Quivicán, respectivamente (**Tabla 1**).



La barra apilada significa la suma total de kg i.a. ha<sup>-1</sup> tratada en ese año. La división por colores de la barra apilada y el valor en la barra significan la suma de kg i.a. ha<sup>-1</sup> tratada según cada clase de plaguicida: acaricida (barra amarilla mostaza), fungicida (barra gris), herbicida (barra azul claro) e insecticida (barra verde-azul)

**Figura 2.** Tendencia en la aplicación de clases de plaguicidas según kg de ingrediente activo (i.a.) por hectárea (ha) (kg i.a. ha<sup>-1</sup>) entre los años 2013 y 2019 en los municipios Batabanó (A) y Quivicán (B)



**Figura 3.** Cantidad de ingredientes activos (kg i.a.) utilizados en Batabanó y Quivicán (Mayabeque) en el período 2013-2019. Los 52 ingredientes activos aparecen listados según el orden de mayor a menor cantidad

Por otra parte, el 54 % (n=28) de los i.a. empleados en Batabanó y Quivicán ha sido prohibido su uso en al menos un país (17); excepto en Cuba, donde todos los i.a. utilizados están permitidos (6). La cantidad aplicada de i.a. prohibidos en otros países fue 46 536 kg i.a. en Batabanó y 13 783 kg i.a. en Quivicán, lo que representa el 75,1 y el 80,6 % del total, respectivamente (Tabla 1). Los fungicidas también fueron la clase de plaguicidas con mayor número de prohibiciones (n=11), seguido de los herbicidas (n=9), insecticidas (n=7) y acaricidas (n=1). La cantidad utilizada de fungicidas que han sido prohibidos fue de 40 436 kg i.a. en Batabanó y 11 901 kg i.a. en Quivicán, lo que representó el 86,9 y el 86,3 % del total de i.a. prohibido, respectivamente.

Cinco de los diez plaguicidas más empleados en ambos municipios (mancozeb, clorotalonilo, propineb, glifosato y metribuzina), presentan algún efecto nocivo de los antes mencionados. Se resalta que cuatro de estos (mancozeb, clorotalonilo, propineb y glifosato) y el diafenturon, están prohibidos en al menos un país (17).

### Comparación de los resultados obtenidos con otros estudios en Cuba y en la región de América Latina y el Caribe

En los países tropicales las enfermedades que más afectan al cultivo de la papa son el tizón temprano causado por el hongo *Alternaria solani* Sorauer y el tizón tardío causado por el oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (1). Por eso, en América Latina y el Caribe los plaguicidas que más se emplean son los fungicidas, entre los que se destacan el mancozeb y el clorotalonilo. En Cuba estos dos plaguicidas están aprobados para el control de enfermedades fungosas foliares en papa, tomate, hortalizas y frijoles, entre otros (19).

Los resultados de este estudio son similares a los reportados para otras regiones de América Latina y el Caribe; donde los plaguicidas que más se emplearon fueron: mancozeb, paraquat, propineb, clorotalonilo, fosetil aluminio, cartap, metamidfos, y endosulfán (19). De los 10 i.a. que más se aplicaron en Batabanó y Quivicán en el período 2013-2019, siete también se emplean en el cultivo de la papa en el Perú (mancozeb, clorotalonilo, azoxiestrobina, propineb, azufre, metribuzina y spirotramat) (20) y en Chile (mancozeb, clorotalonilo, azoxiestrobina, glifosato, azufre, metribuzina y spirotramat) (21).

Estos resultados están en correspondencia con los que informaron en Costa Rica, donde los fungicidas fueron el 77 % del total de plaguicidas utilizados en papa, y los de mayor uso fueron: mancozeb, clorotalonilo, cimoxanilo y propineb (5) y, en Ecuador, donde el mancozeb representó el 80 % del total de plaguicidas usados en papa (22).

El número y la cantidad de kg i.a. que se informaron en este estudio fueron similares a los que reportaron en el período 2011-2013 en Cuba; donde 52 i.a. y un total de 53 263 kg i.a se usaron en papa. Al igual que en este estudio, el 76 % de los plaguicidas usados en papa en Cuba fueron fungicidas, siendo los más frecuentes el mancozeb y el clorotalonilo. Además, 16 i.a. se clasificaron con efecto sobre la salud humana en Cuba en el período 2011-2013, y la cantidad empleada de estos representó el 47 % del total aplicado. Sin embargo, la tendencia en el uso de plaguicidas en papa en Cuba entre 2011 y 2013 mostró un incremento de un 110 %, liderada por un incremento en el uso de fungicidas (6). Este comportamiento fue diferente a lo que se reportó en el presente estudio. No obstante, el autor encontró un incremento en el uso de herbicidas (6), resultados que son similares a los aquí reportados.

**Tabla 1.** Ingredientes activos aplicados en Batabanó y Quivicán que son altamente peligrosos (PAP) de acuerdo a su toxicidad aguda, crónica y medioambiental, así como el número de países en los que está prohibido su uso. Ninguno de estos i.a. está prohibido en Cuba

No.	Ingrediente activo	Clase <sup>a</sup>	Toxicidad aguda <sup>b</sup>					Toxicidad crónica <sup>b</sup>					kg i.a. utilizados	
			WHO lb	H330	IARC prob carc	EPA prob likel carc	GHS+ repro (1A, 1B)	EU EDC	GHS+ C2 & R2	Cantidad de efectos	No. Países donde está prohibido su uso <sup>b</sup>	Batabanó	Quivicán	
1	Mancozeb	F				1	1	1	1	1	4	29	20 872	7 232
2	Clorotalonilo	F	1			1				2	32	32	14 048	3 243
3	Propineb	F				1				1	29	29	3 167	939
4	Glifosato	H			1					1	3	3	3 030	771
5	Metribuzina	H						1		1	30	30	1 163	360
6	Diatenuron	I								1	2	2	1 082	322
7	Folpet	F		1				1		2	2	2	836	195
8	Ametrina	H								1	30	30	408	326
9	S-metolaclor	H								1	35	35	499	177
10	Zineb	F								2	1	1	370	146
11	Tebuconazol	F							1	1	1	1	124	360
12	Ciproconazol	F				1				1	1	1	242	61
13	Isoxaflutol	H								1	28	28	220	62
14	Glufosinato de amonio	H								1	1	1	202	51
15	Oxifluorfen	H				1				1	35	35	160	19
16	Amitraz	A								1	1	1	126	42
17	Difenoconazol	F								1	28	28	126	42
18	Propiconazol	F					1			1	28	28	116	21
19	Triadimenol	F					1			1	28	28	77	14
20	Imidacloprid	I								1	29	29	72	12
21	Bifentrina	I								1	29	29	71	7
22	Flupicolide	F								1	1	1	65	6
23	Clorfenapir	I								2	23	23	20	20
24	Metaxil	F								1	18	18	24	17
25	Fluazifop-p-butilo	H						1		1	28	28	8	9
26	Tetraconazol	F								2	35	35	6	6
27	Abamectina	I	1							1	1	1	23	20
28	Tiametoxam	I								2	1	1	18	8
29	Lambda cihalotrina	I								1	28	28	8	9
30	Acefato	I								2	36	36	6	6
31	Fenoxaprop-p-etilo	H								1	1	1	6	6
32	Napropamida	H								1	1	1	5	5
33	Fipronil	I								1	1	1	0,2	0,2
<b>Número de i.a. utilizados</b>			<b>WHO lb</b>	<b>H330</b>	<b>IARC prob carc</b>	<b>EPA prob likel carc</b>	<b>GHS+ repro (1A, 1B)</b>	<b>EU EDC</b>	<b>GHS+ C2 &amp; R2</b>	<b>Número total de i.a. con efectos</b>	<b>Número total de i.a. prohibidos en el mundo (no en Cuba)</b>	<b>kg i.a. usados en Batabanó Efectos nocivos</b>	<b>kg i.a. usados en Quivicán Efectos nocivos</b>	
<b>Total</b>			1	5	1	5	4	1	7	16	28	44 420	13 491	
<b>Acaricidas</b>			0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<b>Fungicidas</b>			0	3	0	3	4	1	4	9	11	39 682	12 219	
<b>Herbicidas</b>			0	0	1	2	0	0	1	4	9	4 637	1 243	
<b>Insecticidas</b>			1	2	0	0	0	0	2	3	7	101	29	

<sup>a</sup> Clase de plaguicidas: acaricidas (A), fungicidas (F), herbicidas (H) e insecticidas (I). <sup>b</sup> Clasificaciones de acuerdo con la Lista de PAP (PAN-Internacional, 2021) (17). WHO lb: altamente peligroso (Clase 1b) de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud. H330: "Letal por inhalación", clasificación de peligro de acuerdo con la Unión Europea (UE) o el Sistema Armonizado Globalmente de Japón (GHS, siglas en inglés). IARC prob carc: Probable carcinógeno de acuerdo con la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC, siglas en inglés). EPA prob likel carc: probable /posible carcinógeno (incluido "posiblemente provoca cáncer en humanos: a altas dosis" de acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA)). GHS+ repro (1A, 1B): se conoce o presume que presenta toxicidad reproductiva en humanos de acuerdo con UE o GHS. EU EDC: se conoce como un disruptor endocrino de acuerdo con la evaluación de la UE siguiendo Commission Regulation (EU) 2018/605. GHS+ C2 & R2: clasificación de carcinógeno categoría 2 y afectación reproductiva categoría 2 por UE y GHS. No. Países donde está prohibido su uso: número de países donde el ingrediente activo (i.a.) ha sido prohibido.

Específicamente en Batabanó, entre 2004 y 2009 se reportó el uso de 57 646 kg i.a. en papa, donde los fungicidas y los herbicidas fueron la clase de plaguicidas más empleada (6). Al igual que en este estudio, los autores encontraron que de las diez sustancias que más se emplearon, cinco presentaron un efecto nocivo reconocido sobre la salud y el ambiente (mancozeb, glifosato, metamidofos, endosulfán y paratión metilo) (6). Pero la tendencia en Batabanó mostró un incremento de un 132 % en 2009 (11 496 kg i.a.) con respecto a 2004 (4 944 kg i.a.) (6), lo cual fue diferente a lo que aquí se informó. Datos en Quivicán, sobre la cantidad de i.a. empleado y la toxicidad para la salud humana de los plaguicidas que se aplican en la papa no se han reportado con anterioridad, de acuerdo con la literatura disponible.

La tendencia observada en este estudio a la disminución en el uso de plaguicidas, puede relacionarse con las medidas establecidas por el gobierno cubano, desde hace ya varios años, para reducir el uso de estas sustancias químicas tóxicas (6). Estas medidas incluyen el uso de programas de Manejo Integrado de Plagas, la adopción de prácticas agroecológicas y la disponibilidad de alternativas biológicas. Estas medidas permiten la aplicación del control biológico en papa (ejemplo: uso de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* Berliner cepa 13 y 24, el hongo antagonista *Trichoderma* spp. y otros agentes de control biológico) (23); ya que en Cuba se aplica el paradigma de manejo ecológico o agroecológico de plagas (6). Sin dejar de mencionar que, en los últimos años, la causa principal de la reducción en el uso de plaguicidas se debe, en parte, a la disminución de su importación; a causa del recrudescimiento del bloqueo económico, comercial y financiero impuesto a Cuba por el gobierno de los Estados Unidos de América. Este limita, además, las posibilidades de acceder a financiamiento externo y a la inversión extranjera directa, adquisición de tecnologías, insumos y medios agrícolas (6).

## CONCLUSIONES

- Los fungicidas fueron la clase de plaguicidas más empleados en ambos municipios, donde se destacaron el mancozeb y el clorotalonilo. Estos resultados fueron similares a los reportados para otras regiones de América Latina y de Cuba.
- Se observó, de manera general, que la tendencia en el uso de plaguicidas fue a la disminución en ambos municipios. Aunque se apreciaron fluctuaciones en el comportamiento, según las clases de plaguicidas y los i.a. aplicados, siendo esta más acentuada en el municipio Quivicán.
- Cinco ingredientes activos (mancozeb, clorotalonilo, propineb, glifosato y metribuzina) que se encuentran entre los más empleados en el cultivo de la papa en ambos municipios, pueden tener efectos nocivos sobre la salud humana. El uso de la mayoría de estos está prohibido en varios países, pero en Cuba están autorizados.
- En ambos municipios se demuestra la reducción del uso de plaguicidas en correspondencia con la política actual de sustitución gradual de plaguicidas altamente peligrosos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ronnie-Gakegne E, Martínez-Coca B. Eficacia de dos biofungicidas para el manejo en campo del Tizón temprano (*Alternaria solani* Sorauer) de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Revista de Protección Vegetal. 2019;34(1). [Internet]. [cited 2024 Jan 25]. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v34n1/2224-4697-rpv-34-01-e09.pdf>
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. [Internet]. [cited 2023 Sep 25]. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
3. ONEI. Sector Agropecuario - Indicadores Seleccionados Cuba, Oficina Nacional de Estadística e Información, Mayabeque, Cuba. 2021. [Internet]. [cited 2023 May 5]. Available from: <http://www.onei.gob.cu/agricultura>.
4. ONEI, Anuario Estadístico Mayabeque, Oficina Nacional de Estadística e Información, Mayabeque, Cuba. 2021. [Internet]. [cited 2023 May 5]. Available from: <http://www.onei.gob.cu/aep-mayabeque-2021>.
5. Ramírez-Muñoz F, Fournier-Leiva ML, Ruepert C, Hidalgo-Ardón C. Uso de agroquímicos en el cultivo de papa en Pacayas, Cartago, Costa Rica. Agronomía Mesoamericana. 2014;25(2):339-45. [Internet]. [cited 2023 Jan 5]. Available from: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v25n2/a11v25n2.pdf>
6. Pérez-Consuegra N, Montano-Pérez M. Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en Cuba. IPEN/ACTAF/RAPAL Editora Agroecológica. 2021. pp. 56. [Internet]. [cited 2024 Feb 25]. Available from: [https://ipen-china.org/sites/default/files/documents/hhp\\_hhp\\_cuba\\_26\\_abril\\_2021\\_sp\\_anish\\_final\\_version.pdf](https://ipen-china.org/sites/default/files/documents/hhp_hhp_cuba_26_abril_2021_sp_anish_final_version.pdf)
7. Gallivan G, Surgeoner G, Kovach J. Pesticide risk reduction on crops in the province of Ontario. Journal of Environmental Quality. 2001;30(3):798-813. Available from: <https://doi.org/10.2134/jeq2001.303798x>
8. Yanggen D, Crissman CC, Espinosa P. Los plaguicidas: impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. Editorial Abya Yala. 2003. [Internet]. [cited 2024 Feb 15]. Available from: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3314/6/iniapsc211c1.pdf>
9. Kalyabina VP, Esimbekova EN, Kopylova KV, Kratasyuk VA. Pesticides: formulants, distribution pathways and effects on human health—a review. Toxicology Reports. 2021;8: 179-1192. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2021.06.004>
10. Geissen V, Silva V, Lwanga EH, Beriot N, Oostindie K, Bin Z, Pyne E, Busink S, Zomer P, Mol H. Cocktails of pesticide residues in conventional and organic farming systems in Europe—Legacy of the past and turning point for the future. Environmental Pollution. 2021;278 (116827):1-11. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116827>
11. Sarkar S, Dias Bernardes Gil J, Keeley J, Möhring N, Jansen K. Study The use of pesticides in developing

- countries and their impact on health and the right to food. European Parliament. 2021. Available from: <https://doi.org/10.2861/28995>
12. ONEI. Anuario Estadístico de Batabanó, Oficina Nacional de Estadística e Información, Mayabeque, Cuba. 2018. [Internet]. [cited 2024 Jan 20]. Available from: [http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario\\_est\\_municipal/10\\_batabano\\_1.pdf](http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario_est_municipal/10_batabano_1.pdf).
  13. ONEI. Anuario Estadístico de Quivicán, Oficina Nacional de Estadística e Información, Mayabeque, Cuba. 2018. [Internet]. [cited 2024 Feb 25]. Available from: [http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario\\_est\\_municipal/11\\_quivican\\_1.pdf](http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario_est_municipal/11_quivican_1.pdf).
  14. ONEI. Anuario Estadístico de Mayabeque Batabanó, Oficina Nacional de Estadística e Información, Mayabeque, Cuba. 2021. [Internet]. [cited 2023 Oct 15]. Available from: [http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/publicaciones/2023-01/2410-anuario-estadidistico-batabano-2021\\_compressed.pdf](http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/publicaciones/2023-01/2410-anuario-estadidistico-batabano-2021_compressed.pdf)
  15. ONEI. Anuario Estadístico de Mayabeque Quivicán, Oficina Nacional de Estadística e Información, Mayabeque, Cuba. 2021. [Internet]. [cited 2023 Oct 15]. Available from: [http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/publicaciones/2023-01/2411-anuario-estadidistico-quivican-2021\\_compressed.pdf](http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/publicaciones/2023-01/2411-anuario-estadidistico-quivican-2021_compressed.pdf).
  16. Benbrook C, Groth E. Indicators of the sustainability and impacts of pest management systems. In: AAAS 1997 Annual Meeting, Seattle, Washington; 1997.
  17. PAN. International List of Highly Hazardous Pesticides. 2021. [Internet]. [cited 2023 Sep 10]. Available from: [https://pan-international.org/wp-content/uploads/PAN\\_HH\\_P\\_List.pdf](https://pan-international.org/wp-content/uploads/PAN_HH_P_List.pdf)
  18. FAO-WHO, International Code of Conduct on Pesticide Management. Guidelines on Highly Hazardous Pesticides, Rome. 2016. [Internet]. [cited 2024 Jan 20]. Available from: <http://www.fao.org/publications/card/c/a5347a39-c961-41bf-86a4-975cd2fd063>.
  19. Pérez N. Alternativas a los Plaguicidas Altamente Peligrosos en América Latina y el Caribe. 2018. [Internet]. [cited 2024 Feb 22]. Available from: [https://ipen.org/sites/default/files/documents/alternativas\\_pap\\_v\\_final\\_16\\_enero\\_19.pdf](https://ipen.org/sites/default/files/documents/alternativas_pap_v_final_16_enero_19.pdf)
  20. SENASA, *Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de la papa*. Dirección de insumos agropecuarios e inocuidad agroalimentaria. Subdirección de inocuidad agroalimentaria, [Internet]. [cited 2024 Jan 20]. Available from: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPA-PAPA.pdf>.
  21. *Listado de plaguicidas autorizados, series 1000, 2000, 3000 y 4000*, [Internet]. [cited 2024 Jan 24]. Available from: <https://datos.gob.cl/dataset/plaguicidas-autorizados>.
  22. Crissman CC, Cole DC, Carpio F. Pesticide use and farm worker health in Ecuadorian potato production. *American Journal of Agricultural Economics*. 1994;76(3):593-7. Available from: <https://doi.org/10.2307/1243670>
  23. MINAG. Instructivo Técnico para la producción de papa en Cuba. 2019. [Internet]. [cited 2023 Dec 15]. Available from: <https://docplayer.es/190871887-Instructivo-tecnico-para-la-produccion-de-papa-en-cuba.html>.