

Estimación de exposición a plaguicidas sintéticos aplicados en nopal verdura de tres localidades urbanas en Morelos, México, con Sistemas de Información Geográfica

Itzel Martínez-Ortega^a, Víctor López-Martínez^{a*}, Nidia Bélgica Pérez-de la O^b, Edgar Martínez-Fernández^c, Irán Alia-Tejaca^l, Porfirio Juárez-López^a

^aUniversidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cuernavaca, Mor., México. victor.lopez@uaem.mx

^bColegio de Postgraduados, Postgrado en Fitosanidad-Entomología y Acarología, Montecillo, EdoMéx., México.

^cUniversidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones Biológicas, Cuernavaca, Mor., México.

Biotecnología y Ciencias Agropecuarias

Abstract

The study aimed to calculate the volume of synthetic pesticides applied around three urban areas from Morelos, Mexico (Tlalnepantla, Tlayacapan, and Totolapan) associated with cultivating the prickly pear cactus. The cultivated area was calculated by polygonizing all production units within three buffer zones (50, 500, and 1,000 m) around the urban areas of interest. Information associated with pesticides applied to the crop was collected. Tlalnepantla was the municipality with the largest cultivated area (313,767 ha) and the highest risk of pollution due to drift exposure to its residents (8,374). The application of up to 17 different pesticides is recorded in the crop, and 14 are banned worldwide.

Keywords: pollution, organophosphates, public health.

Resumen

El objetivo del estudio fue calcular el volumen de plaguicidas sintéticos aplicados alrededor de tres áreas urbanas de Morelos, México (Tlalnepantla, Tlayacapan y Totolapan,) asociadas al cultivo de nopal verdura. Se calculó el área cultivada al poligonizar todas las unidades de producción dentro de tres áreas buffers (50, 500 y 1,000 m) alrededor de las áreas urbanas de interés. Se recopiló información asociado a los plaguicidas aplicados en el cultivo. Tlalnepantla fue el municipio con mayor superficie cultivada (313.767 ha) y el que mayor riesgo de contaminación por deriva muestra a sus habitantes (8,374). En el cultivo se registra la aplicación de hasta 17 plaguicidas distintos, 14 de ellos son prohibidos a nivel mundial.

Palabras clave: contaminación, organofosforados, salud pública.

Problemática

Las poblaciones urbanas están expuestas a la contaminación por deriva de plaguicidas sintéticos asociados a la producción de alimentos de origen vegetal. Es necesaria la cuantificación del volumen de productos aplicados, para poder estimar el riesgo al que se enfrentan los habitantes.

Usuarios

Habitantes de tres municipios (Tlayacapan, Tlalnepantla y Totolapan), asociaciones de productores de nopal verdura, personal técnico fitosanitario de los Comités Estatales de Sanidad Vegetal, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), centros de investigación y de enseñanza agrícola, estudiantes de agronomía.

Introducción

Morelos es el estado con la mayor producción y calidad de nopal verdura a nivel nacional (RAM 2020), abastece al mercado interno y exporta a Estados Unidos, Canadá y Europa (RAM 2019). La principal limitante productiva es la presencia de un complejo de insectos plaga y enfermedades, responsables de pérdidas considerables (Reyes-Terrazas et al. 2023). En el área de producción del cultivo en los municipios

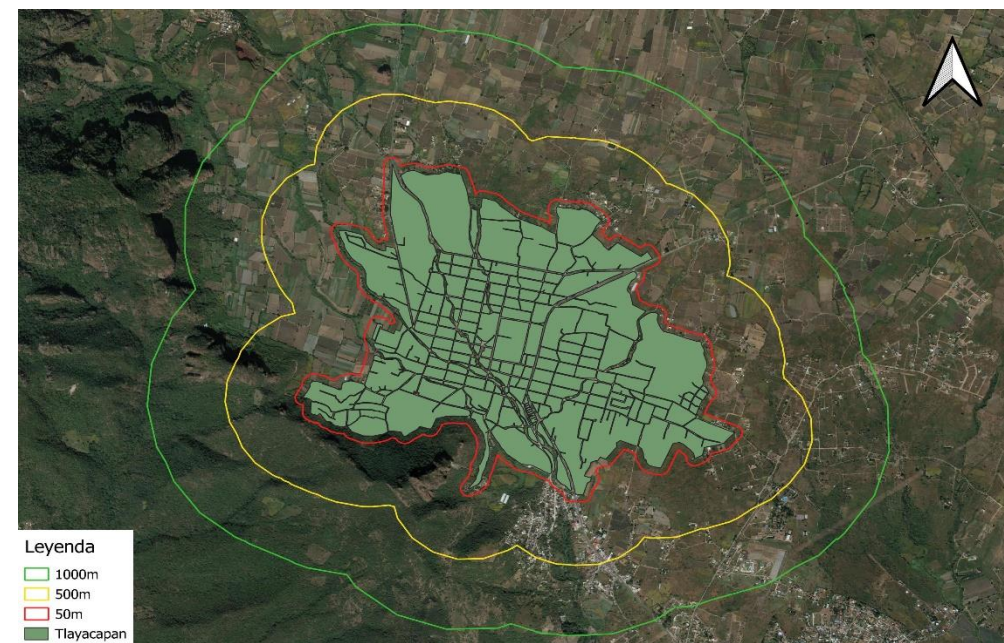


Figura 1. Ejemplo de buffers (50, 500 y 1,000 m) construidos alrededor de las manzanas urbanas de Tlayacapan, Morelos, México.

de Tlayacapan, Tlalnepantla y Totolapan, se emplean insecticidas pertenecientes a los grupos químicos carbamatos, piretroides, organoclorados y organofosforados (Ramírez et al. 2018). La proximidad de los hogares a campos de cultivo incrementa la exposición por deriva de plaguicidas (Dereumeaux et al. 2020). La población infantil es altamente susceptible por su estructura física, comportamiento y fisiología. Los problemas de salud asociados a la exposición de plaguicidas sintéticos incluyen cáncer infantil, déficit cognitivo conductual, reducción de la función pulmonar, cáncer de mama, entre otros padecimientos, con efectos agudos y crónicos (Dawson et al. 2018; Kim et al. 2016; Dereumeaux et al. 2020). Los modelos de sistemas de información geográfica (SIGs) permiten estimar la superficie agrícola cultivada alrededor de los hogares de los pobladores, y pueden ser utilizados para medir la exposición a plaguicidas sintéticos (Dereumeaux et al. 2020).

Objetivos

Calcular la exposición de pobladores de tres poblaciones urbanas cercanas a áreas de nopal verdura, a plaguicidas sintéticos.

Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en tres municipios productores de nopal verdura de Morelos, México (Tlayacapan, Tlalnepantla y Totolapan). Se utilizó la imagen satelital del área de estudio proveniente de Google satélite contenida dentro de la extensión QuickMapServices ver 0.19.33 del software QGIS ver. 3.28.2-Firenze. La capa vectorial con las localidades de estudio fue obtenida del portal de INEGI (www.inegi.org.mx), posteriormente se crearon con la herramienta buffer, tres áreas de influencia (50, 500 y 1000 m) (Figura 1). Se analizó el área dentro de cada buffer y se clasificó el uso de suelo como nopal verdura, aguacate, temporal, hortalizas, perturbado, temporal-aguacate, nopal-aguacate y suelo desnudo. Para cada espacio observado se construyó un polígono para delimitar cada tipo de uso de suelo. Posteriormente, fue calculada la superficie en hectáreas para cada polígono con la herramienta calculadora de campos dentro de QGIS por cada buffer delimitado. La información de superficie y la clase que se asignó a los polígonos fue concatenada con el software GeoDa ver. 1.20.0.22. Se realizó una búsqueda en literatura especializada (PubMed, Google Scholar; palabras clave: plaguicidas nopal verdura, pesticidas prickly pear; período 2000-2023) de los plaguicidas utilizados en la producción de nopal verdura de la región, una vez obtenido el listado se calculó el volumen de plaguicidas empleando la dosis baja de cada plaguicida y la superficie en hectáreas de las tres áreas buffers asociadas a las áreas urbanas de los tres municipios.

Resultados y Discusión

La superficie dedicada a la agricultura difirió entre municipios, con mayor superficie y unidades de producción calculadas para Tlayacapan (54.26 y 70.42 % del total, respectivamente) (Tabla 1). Tlalnepantla registra a su vez, mayor superficie cultivada cercana a las áreas urbanas en el buffer de

50m, con más del 100 % en comparación con Tlayacapan y Totolapan. En general, las unidades de producción son de tamaño pequeño (Tabla 1). Fue posible definir una orientación productiva por cada municipio, por ejemplo, Tlalnepantla concentró la mayor superficie cultivada de nopal verdura (46.87 % del total), así como de la asociación de nopal verdura-aguacate (58.10%). Totolapan reunió en cambio, la mayor producción de aguacate (57.10%) y de temporal (84.90%) y la totalidad de la asociación temporal-aguacate. En contraste, Tlayacapan se distingue por poseer la mayor superficie dedicada a hortalizas (84.31%) (Tabla 2). En cuanto a población se refiere, de acuerdo con el Censo Poblacional y Vivienda 2020, Tlayacapan cuenta con al menos 8,374 habitantes, Totolapan 6,798 y Tlalnepantla 4,383. Históricamente Tlalnepantla ha destacado como el principal productor de nopal verdura del país, en extensión y volumen. Las diferencias en las superficies registradas por municipios se relacionan principalmente a la orografía: Tlayacapan y Totolapan presentan sistemas montañosos que dificultan la expansión de las áreas agrícolas. Adicionalmente, Totolapan se ha distinguido por una vocación de producción de cultivos de temporal.

Tabla 1. Número, superficie y promedio de superficie por unidad de producción, en tres áreas buffers asociadas las áreas urbanas de tres municipios de Morelos, México.

Clasificación del suelo	Número de polígonos y superficie por clase		
	Tlayacapan	Tlalnepantla	Totolapan
Nopal verdura	416/176.4	1,195/313.767	278/179.172
Aguacate	20/3.758	309/65.73	173/92.511
Nopal verdura-Aguacate	6/3.478	179/32.157	33/19.705
Temporal	416/122.863	152/22.771	1,560/819.187
Hortalizas	70/20.824	5/0.571	3/3.043
Suelo desnudo	0/0	0/0	4/2.483
Temporal-Aguacate	0/0	0/0	61/30.711
Perturbado	27/5.753	75/12.471	82/42.292

Tabla 2. Polígonos, superficie y clases de uso de suelo calculados en un área buffer de 1 km² de tres municipios de Morelos, México.

Municipio	50 m	500 m	1,000 m	
Tlayacapan	Número de unidades de producción (parcelas)	41	199	436
	Superficie (ha)	10.48	72.44	167.55
	promedio/unidad de producción	0.255	0.364	0.384
Tlalnepantla	Número de unidades de producción (parcelas)	184	715	1,374
	Superficie (ha)	21.41	138.5	310.53
	promedio/unidad de producción	0.11	0.193	0.226
Totolapan	Número de unidades de producción (parcelas)	24	68	141
	Superficie (ha)	9.19	37.24	94.7
	promedio/unidad de producción	0.38	0.547	0.671

Estas diferencias se reflejan en el volumen potencial de plaguicidas a los que están expuestos los pobladores de cada municipio, donde vivir en el área urbana de Tlalnepantla incrementa la posibilidad de exponerse a los efectos agudos y crónicos de plaguicidas. En Tlalnepantla se aplican de 0.85 a 2.7 veces más producto en comparación con lo calculado para Tlayacapan y Totolapan, con volumen casi similar entre estas últimas localidades. Se registró el uso de carbamatos (2), organoclorados (1), organofosforados (9) y piretroides (4), ninguno autorizado para su uso en el cultivo y 14 (82.35 %) de ellos, prohibidos a nivel internacional.

Conclusiones

Tlalnepantla es el municipio en Morelos con mayor superficie sembrada de nopal verdura, ya sea como monocultivo o en asociación con aguacate, por lo que el volumen de aplicación de insecticidas es mayor en esta localidad. Derivado de lo anterior, la exposición de los pobladores de esta localidad es superior 0.85 a 2.7 veces en comparación con Tlayacapan y Totolapan.

Impacto Socioeconómico

Las poblaciones urbanas de tres municipios en Morelos enfrentan riesgos crónicos de contaminación por plaguicidas sintéticos debido a su cercanía con áreas de producción de nopal verdura. El impacto a la salud de los pobladores representa en el mediano y largo plazo, una inversión por efecto de tratamientos asociados a distintas enfermedades potenciales.