

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas

Análisis de efectos heterogéneos en salud neonatal como resultado de
exposición a pesticidas según estado civil de las madres

ADMI-1009

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Economista

Presentado por:

Maricis Alexandra Naranjo Valdiviezo

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a mi profesora de Materia Integradora, MSc. María Cristina Aguirre y a mi tutor de tesis, Bernard Moscoso, PhD, por la paciencia que demostraron al responder a mis preguntas y por brindarme una dirección clara cuando más lo necesitaba. Sus conocimientos, sugerencias y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo y éxito de este proyecto académico.

Declaración Expresa

Yo, Maricis Alexandra Naranjo Valdiviezo acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 2 de febrero de 2024.



Maricis Alexandra Naranjo
Valdiviezo

Evaluadores

María Cristina Aguirre Valverde, MSc.

Profesor de Materia

Henry Bernard Moscoso Miranda, PhD

Tutor de proyecto

Resumen

Este estudio examina los efectos heterogéneos de la exposición a pesticidas en la salud neonatal desde la perspectiva de la estructura familiar, a través de un modelo de regresión de Diferencias en Diferencias (DID). La investigación utiliza datos detallados sobre fumigaciones, indicadores de salud neonatal y características maternas de los recién nacidos cuyas progenitoras residieron en las proximidades de bananeras durante el embarazo en Ecuador en el periodo 2015 a 2017. Se evalúa cómo la estructura familiar modula los riesgos de la exposición a pesticidas en la salud de recién nacidos. Los resultados indican impactos adversos significativos, con diferencias notables según el estado civil. Hogares no maritales y monoparentales exhiben mayores déficits en peso al nacer, así como mayores riesgos de parto prematuro y recién nacidos de bajo peso, destacando la importancia de considerar estas disparidades en las políticas de salud materno-infantil, en el diseño de estrategias de mitigación sobre exposición a pesticidas y en las medidas de regulación de fumigación agrícola.

Palabras clave: Estado civil, exposición a fumigación aérea, peso al nacer, plantaciones de banano.

Abstract

This study examines the heterogeneous effects of pesticide exposure on neonatal health from the perspective of family structure, utilizing a Differences-in-Differences (DID) regression model. The research utilizes detailed data on pesticide spraying, neonatal health indicators, and maternal characteristics of infants whose mothers resided in proximity to banana plantations during pregnancy in Ecuador from 2015 to 2017. It evaluates how family structure modulates the risks of pesticide exposure on newborn health. The results indicate significant adverse impacts, with notable differences based on marital status. Non-marital and single-parent households exhibit greater deficits in birth weight, as well as higher risks of preterm birth and low birth weight, underscoring the importance of considering these disparities in maternal and child health policies, designing strategies to mitigate pesticide exposure, and regulating agricultural spraying practices.

Keywords: Marital status, aerial fumigation exposure, birth weight, banana plantations.

Índice general

Resumen.....	I
<i>Abstract</i>	II
Índice general.....	III
Índice de figuras.....	V
Índice de tablas.....	V
Capítulo 1.....	1
1. Introducción.....	2
1.1 Descripción del Problema.....	3
1.2 Justificación del Problema.....	4
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Marco teórico.....	6
1.4.1 Plantaciones de Banano en Ecuador.....	6
1.4.2 Pesticidas y Exposición Prenatal.....	8
1.4.3 Estado Civil Materno y Salud Prenatal.....	9
Capítulo 2.....	11
2. Metodología.....	12
2.1 Base de Datos.....	12
2.1.1 Registro de Recién Nacidos.....	12
2.1.2 Catastro de Bananeras.....	13
2.1.3 Registro de las Fumigaciones.....	14
2.1.4 Estado Civil Materno.....	15
2.2 Estrategia Empírica.....	16
2.2.1 Fuentes de Variación Exógena.....	17
2.2.2 Exposición geográfica.....	18

2.3 Modelo de regresión	19
Capítulo 3.....	23
3. Resultados y análisis.....	24
3.1 Resultados.....	24
3.2 Pruebas de Robustez	28
3.2.1 Efectos fijos de variables maternas.....	28
3.2.2 Efectos cuando el primer embarazo estuvo expuesto a pesticidas.....	30
3.3 Discusión	31
Capítulo 4.....	33
4. Conclusiones y Recomendaciones.....	34
4.1 Conclusiones	35
4.2 Recomendaciones.....	36
Referencias.....	38
Apéndice	46

Índice de figuras

Figura 1 Distribución geográfica de las plantaciones de banano (2015-2017).....	14
--	----

Índice de tablas

Tabla 1 Estadísticas Descriptivas.....	21
Tabla 2 Efectos de la intensificación estacional de las fumigaciones en el peso al nacer	25
Tabla 3 Efectos de la intensificación estacional de las fumigaciones sobre el Bajo Peso al Nacer - Efectos fijos maternos.....	29

Capítulo 1

1. Introducción

La incapacidad de producir suficientes alimentos, la inequidad en el acceso a ellos, el cambio climático y la limitación de recursos generan preocupación por la seguridad alimentaria. Para contrarrestar estos problemas, los agricultores han recurrido al uso de la tecnificación de cultivos, pesticidas, plaguicidas y agroquímicos que permitan mejorar la eficiencia agrícola y así cubrir la creciente demanda de alimentos (Cassou, 2018). El presente trabajo busca determinar si el estado civil materno cumple un rol en los cuidados que toman las mujeres durante el embarazo con la intención de mitigar los efectos del riesgo de exposición a agroquímicos.

En la última década, los registros de la Base de Datos Estadísticos Corporativos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAOSTAT, 2023) revelan un uso anual de más de 3 millones de toneladas de pesticidas a nivel global. No obstante, se ha demostrado que el uso extensivo de estos agroquímicos genera daños a la salud de la población y al medio ambiente. En Ecuador, país de larga tradición agrícola, el uso de pesticidas ha sido una preocupación creciente debido a su impacto potencial en la salud de las poblaciones cercanas a las plantaciones (Calzada et al., 2023). En particular, se desconoce las implicaciones en individuos en situación de vulnerabilidad por su estructura familiar, lo que puede afectar en el diseño de estrategias de mitigación o cuidado hacia los plaguicidas.

Entre las medidas de mitigación promovidas en países como Tailandia, está el informar y capacitar a los trabajadores para usar el equipo de protección adecuado; el monitoreo a nivel nacional de los insecticidas agrícolas y otros pesticidas en los recursos de agua potable de la comunidad (Suwannarin et al., 2020; Rattanawitoon et al., 2023). En cuanto a salud materna, investigaciones en este tema recomiendan desarrollar programas educativos y de sensibilización sanitaria, ofrecer servicios de asesoramiento accesibles para todas mujeres y

advertir de los riesgos de parto, entre otras estrategias para mejorar la situación socioeconómica de las mujeres (Atinkut Asmare et al., 2022).

1.1 Descripción del Problema

Históricamente, las plagas han desencadenado crisis alimentarias en diversas economías mundiales (Sadurní, 2020; Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2020). De manera que, en un mundo donde la agricultura moderna es vital para la seguridad alimentaria, el uso de pesticidas plantea desafíos significativos con impactos en la salud humana.

El uso generalizado de pesticidas ha sido esencial para potenciar la productividad agrícola, pero su aplicación extensiva ha suscitado una cuestión de creciente inquietud a nivel medioambiental y de salud pública (Kaur et al., 2019; Zikankuba et al., 2019). A pesar de su contribución en la protección de cultivos y al aumento de la producción de alimentos, su impacto en la salud humana, particularmente en mujeres embarazadas y neonatos, es motivo de cuidado. La exposición materna a pesticidas se ha vinculado con riesgos como bajo peso al nacer, parto prematuro y malformaciones congénitas (Jaacks et al., 2019).

La situación se complica al considerar el estado civil de las madres, ya que las diferencias en condiciones de vida, acceso a recursos y atención médica podrían influir en la mitigación de estos riesgos ambientales (Barbour y Guthman, 2018). La creciente evidencia científica sugiere que la exposición a pesticidas puede tener efectos adversos en la salud de neonatos (Cecchi et al, 2021; Nuseir et al., 2022; Calzada et al., 2023). De forma similar, se ha observado que el matrimonio está asociado con un menor riesgo de parto prematuro y mejores condiciones de salud para los neonatos (Shah et al., 2011; Barr y Marugg, 2019); sin embargo, se sabe poco sobre la relación entre el estado civil de las madres expuestas a pesticidas y la salud de los recién nacidos en zonas agrícolas.

En Ecuador, la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento Agroecológico destaca la importancia de resguardar la salud de comunidades expuestas a

agroquímicos, fomentando prácticas agrícolas sostenibles y reduciendo la exposición a pesticidas. En términos de la salud materna durante el embarazo, el Estado, conforme al Artículo 43 de la Constitución, se compromete a garantizar "*la gratuidad de los servicios de salud materna*". Este compromiso se materializa en la Ley de Maternidad Gratuita y Atención a la Infancia, en su artículo 6, en el que se refiere a la coordinación de esfuerzos entre municipios y el Ministerio de Salud Pública para implementarla efectivamente en zonas rurales. Paralelamente, el Código Orgánico de la Salud impone la obligatoriedad de controles prenatales, destacando la necesidad esencial de identificar y mitigar riesgos asociados a la exposición a pesticidas, especialmente en áreas agrícolas.

La normativa legal antes expuesta, converge en la protección de la salud comunitaria y materna, estableciendo un contexto integral para la investigación propuesta. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos destinados a implementar políticas y estrategias de mitigación, en diversos gobiernos locales los mandatos de la Ley de Maternidad Gratuita y Atención a la Infancia aún no se cumplen en su totalidad (Larrea Gómez, 2011). Lo que sugiere que todavía persiste un considerable trecho por recorrer para asegurar la aplicación efectiva de estas leyes, permitiendo así que un mayor número de habitantes pueda acceder a los beneficios que brindan.

1.2 Justificación del Problema

En palabras de León Ajila et al. (2023), Ecuador es uno de los principales países productores y exportadores de banano a nivel mundial, el cual es considerado un alimento primordial por su aporte nutricional y su capacidad de producirse durante todo el año. Además, este sector productivo forma parte fundamental de la economía del país por tener un impacto crucial en la creación de fuentes de empleo y de fuentes de divisa, generados mediante la exportación de productos locales (Arias, 2013).

Por un lado, los esfuerzos de los productores nacionales por aumentar la eficiencia de sus plantaciones mediante el uso a gran escala de pesticidas (Organización de las Naciones

Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2016), plantean riesgos para trabajadores y residentes cercanos a las plantaciones, en especial madres embarazadas y recién nacidos (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022). Por otro lado, el control prenatal y la atención médica adecuada durante el desarrollo del embarazo son de vital importancia para el crecimiento y vitalidad fetal. No obstante, los controles prenatales ocurren en mayor proporción en áreas urbanas, mientras que las mujeres residentes de zonas rurales tienen una mayor probabilidad de iniciar sus controles de manera tardía (Baer et al., 2019).

Este estudio se fundamenta en la necesidad de atender la escasez de controles y el conocimiento limitado de los riesgos de exposición a pesticidas durante el embarazo. Se centra especialmente en medidas de mitigación dirigidas a mujeres embarazadas en el contexto agrícola ecuatoriano, teniendo en cuenta su situación vulnerable dentro de la estructura familiar. Los hallazgos revelan que la falta de experiencia en el manejo de plaguicidas contribuye a prácticas arriesgadas. Por ejemplo, la reutilización de envases y la aplicación de pesticidas altamente tóxicos, con un uso mínimo de equipo de protección personal, principalmente limitado al empleo de botas de caucho (Sinchire Castillo et al., 2023).

Además de lo anterior, también se busca arrojar luz sobre la compleja relación entre la exposición a pesticidas, el estado civil de las madres y los resultados de salud neonatal. El propósito de este trabajo no es determinar si el estado civil materno *per se* afecta directamente a las medidas de prevención y mitigación del riesgo de exposición a agroquímicos que adoptan las madres de zonas agrícolas durante el embarazo. Al contrario, busca evaluar si el riesgo de pesticidas tiene un resultado distinto ante las potenciales mitigaciones conducidas por el estado civil, que puedan ser adoptadas en el diseño de prácticas de intervención y atención neonatal, así como, al formular recomendaciones en materia de políticas de salud y estrategias de prevención.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar las implicaciones del estado civil de las madres sobre los efectos heterogéneos en la salud neonatal causados por la exposición a pesticidas para la contribución de evidencia que soporte el diseño de políticas de salud neonatal en Ecuador.

1.3.2 Objetivos específicos

- Utilizar datos de panel en la evaluación entre el estado civil materno, la exposición a pesticidas durante el periodo de gestación e indicadores clave de salud neonatal.
- Comparar los efectos heterogéneos de la exposición a pesticidas en la salud neonatal según el estado civil de las madres (casada, en unión, soltera, separada, viuda o divorciada), cuantificando las diferencias estadísticamente significativas entre estos grupos.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Plantaciones de Banano en Ecuador

En concordancia con el Organismo Evaluador de Conformidad (OEC), por sí solo, Ecuador produce un cuarto de las exportaciones de banano, lo que lo posiciona como el mayor exportador de este producto a nivel internacional (Vargas et al, 2023). El clima tropical y las condiciones geográficas con las que cuenta, hacen de Ecuador un lugar ideal para el cultivo de banano. En 2015, en el país se plantaron 176,272 hectáreas del cultivo de banano a nivel nacional (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2016). Ya para el 2017, cubrían más de 186,000 hectáreas y producían de 6.5 millones de toneladas de banano, lo que representa un 6% de la producción mundial (Calzada et al, 2023).

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2023), en 2022, la superficie cosechada de banano fue de 167,544 hectáreas con una producción anual de 6.1 millones de toneladas provenientes de las provincias de Los Ríos, Guayas y El Oro, donde se agrupan el 92% de los productores. La mayoría de las fincas bananeras son de pequeños y medianos productores, lo que contribuye a la descentralización de la producción y a la generación de empleo en diferentes zonas rurales del país. Estas fincas, en su mayoría, son de tipo familiar y se dedican exclusivamente al cultivo de banano.

Toda la actividad bananera en Ecuador está altamente regulada por la Ley del Banano, misma que se encuentra vigente desde el año 2004 y cuya última reforma fue publicada en el año 2010. En esta, se prohíbe realizar nuevas siembras de banano y otras variedades destinadas para exportación, a fin de aumentar la productividad por hectárea. Las regulaciones también son excesivas en cuanto al uso de plaguicidas con el objetivo de mantener la salud de las plantas y así asegurar una producción estable y de alta calidad. La Ley de Banano prohíbe la aplicación aérea de plaguicidas extremadamente tóxicos o peligrosos para la salud de personas, animales u otros cultivos.

Además de sus reglamentos oficiales y leyes, como país signatario de los Convenios de Basilea, Estocolmo y Rotterdam, Ecuador se compromete a proteger la salud y el medio ambiente al gestionar sustancias químicas, incluyendo los plaguicidas.

A nivel nacional, se han desarrollado reglamentos y normativas con disposiciones que abordan desde la seguridad de las zonas de residencia aledañas a las plantaciones, la exposición laboral, el almacenamiento y comercio, hasta la regulación del manejo de plaguicidas en cultivos a fin de mitigar y controlar los impactos derivados de su uso. Entre ellos se encuentra el Código Orgánico del Ambiente, aprobado en 2017 y las resoluciones de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021) y

particularmente para este sector, las regulaciones del Sistema de Control Bananero (Unibanano).

A pesar de las diferencias entre los agricultores, todavía existen lagunas en la comprensión de los peligros de los productos, la gestión de residuos y el uso de medidas de protección (Yáñez, 2019; Polo, 2020). Esto resalta la ausencia de un control efectivo en el cumplimiento de normativas sobre pesticidas y la necesidad de una supervisión más rigurosa. Además, los resultados de ESPAC (INEC, 2022) revelan que un elevado porcentaje de los agricultores que emplean agroquímicos, utilizan productos altamente tóxicos (41.1%)¹, subrayando la falta de control en la calidad y selección de estos productos. Estos hallazgos enfatizan la imperiosa necesidad de implementar medidas más eficaces para asegurar el cumplimiento de estándares y proteger tanto la salud como el medio ambiente.

1.4.2 Pesticidas y Exposición Prenatal

El proceso productivo del banano se encuentra relacionado con la generación de residuos o desechos peligrosos que pueden ocasionar potencial contaminación de los recursos hídricos y del suelo, así como afectar la salud de los trabajadores. Para abordar esta preocupación, las autoridades ecuatorianas han implementado regulaciones y medidas de control para minimizar la exposición a los pesticidas. Estas incluyen la capacitación de los trabajadores agrícolas sobre el uso adecuado de pesticidas y la promoción de buenas prácticas agrícolas.

Un estudio realizado por Cecchi et al. (2021) en la Patagonia argentina buscó investigar la posible relación entre la proximidad residencial de las madres a tierras de cultivo frutícolas con aplicaciones intensivas de pesticidas y la ocurrencia de complicaciones durante el

¹ Los datos para esta estimación fueron tomados de la base de datos abiertos de la ESPAC 2022 (INEC): <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>. Se utilizó la información de los terrenos de producción agrícola para cultivos transitorios y el color de etiqueta de los herbicidas, identificado mediante el diccionario de variables de la ESPAC: <https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/935/datafile/F21>.

embarazo, así como alteraciones en los parámetros neonatales, en comparación con la población urbana. Los resultados sugieren que la cercanía a las zonas de aplicación de pesticidas podría aumentar el riesgo de complicaciones en el embarazo y de parámetros adversos en recién nacidos. Asimismo, se han encontrado asociaciones entre la exposición a pesticidas por la ocupación materna o lugar de residencia y un mayor riesgo de problemas de bajo peso al nacer (Burdorf et al., 2011), pequeño para la edad gestacional y nacimiento prematuro (Ahmed & Jaakkola, 2007; Simões et al., 2023).

Según Atinkut Asmare et al. (2022), otro desafío es la tendencia a pensar que solamente en los entornos laborales hay riesgos de exposición a pesticidas, ignorando la amenaza en los hogares. Las mujeres enfrentan peligros durante actividades domésticas como lavar ropa y utensilios contaminados, almacenar pesticidas, manipular envases vacíos, controlar plagas y aplicar insecticidas en interiores (London et al., 2002; Atinkut Asmare et al., 2022). Este enfoque destaca la necesidad de considerar exhaustivamente diversas situaciones de exposición, ampliando la atención más allá de los entornos laborales para abordar integralmente los riesgos en entornos domésticos.

1.4.3 Estado Civil Materno y Salud Prenatal

El estado civil materno no solo tiene relación con el embarazo, sino, con la salud prenatal. Raatikainen et al. (2005), señalaron que, en la década de 1990, los embarazos fuera del matrimonio estaban asociados con una mayor probabilidad de resultados adversos durante el nacimiento. También encontraron que la atención médica gratuita no marcaba una diferencia significativa. En otra investigación, Barr y Marugg (2019) confirmaron, con datos de partos entre 2012 y 2014, que el matrimonio sigue relacionándose con menor riesgo de problemas neonatales, aunque la sociedad actual sea más tolerante hacia la maternidad fuera del matrimonio. Es así como, aún con la aceptación creciente de la maternidad no marital, persiste una conexión entre el matrimonio y mejores resultados en los nacimientos. De manera

particular, ambas investigaciones coinciden en que el efecto protector del matrimonio estaría explicado por mejores condiciones socioeconómicas y la participación paterna, más que por el estado civil.

Otros estudios han establecido una relación entre el peso al nacer y la estructura del hogar al sugerir que el tipo de hogar ya sea monoparental o biparental, puede ser un factor importante asociado al bajo peso al nacer (Sow et al., 2021). Mientras que, de acuerdo con Augustyn y Maiman (1994), las madres con pareja pueden experimentar una gestación más saludable al compartir el apoyo durante el embarazo, abordando conjuntamente las responsabilidades domésticas y económicas. En el caso de las madres solteras, esa carencia de apoyo las expone a riesgos de salud perinatal y resultados adversos en el nacimiento (Barr y Marugg, 2019). Adicionalmente, Dello Iacono et al. (2022) indicaron que, aunque algunas madres solteras busquen el apoyo de la familia extendida, su ayuda no puede contrarrestar la situación desventajosa que en un inicio las empujó a buscar ese apoyo.

La OMS (2016) reconoce que las madres solteras enfrentan desafíos específicos durante este periodo. La falta de apoyo familiar y circunstancias sociales adversas pueden aumentar el estrés y afectar su salud prenatal. El respaldo emocional y social durante el embarazo es vital para el bienestar de estas mujeres, subrayando la importancia de la red de apoyo durante este periodo. En especial durante los controles prenatales, ya que en el estudio de Timoteo-Barrantes y Castillo-Velarde (2023), se identificó que el estado civil soltera es uno de los factores de riesgo para el abandono de control prenatal. En su mayoría, esto ocurre debido a la falta de educación, tareas domésticas y responsabilidades parentales, la ausencia de empleo, recursos económicos limitados, la ubicación geográfica del hogar y del centro asistencial, la carencia de afiliación a la seguridad social, entre otras variables (García-Balaguera, 2017, Piña, 2020).

Capítulo 2

2. Metodología

En este trabajo se utilizó la base de datos recopilada por Calzada et al. (2023) como componente central para el análisis de la información. Los investigadores en cuestión llevaron a cabo un estudio exhaustivo que aborda aspectos cruciales relacionados con los efectos de los pesticidas en la salud de los recién nacidos en áreas cercanas a plantaciones de banano. Se consideró que su conjunto de datos ofrece una sólida plataforma para profundizar y expandir la comprensión de esta área específica.

Este conjunto de datos considera una muestra total de 21,393 recién nacidos, de los cuales se utilizan diferentes tablas para las distintas submuestras. La base de datos empleada en la investigación integra diversos conjuntos de datos administrativos: el registro estadístico de nacidos vivos para el período 2015-2017²; el censo y catastro bananero del año 2013³; y los registros de fumigaciones aéreas de 2016-2018⁴.

2.1 Base de Datos

2.1.1 *Registro de Recién Nacidos*

El registro de nacidos vivos del INEC es un conjunto de datos que contiene información sobre todos los recién nacidos en Ecuador. Se utilizó la información del periodo 2015 a 2017, para el cual se dispone de la dirección de las madres durante el embarazo. El registro incluye

² La información de los nacimientos vivos se obtuvo de la base de datos del INEC, disponibles para el público en la página: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/nacimientos-y-defunciones-informacion-historica/>. También se solicitó al INEC el domicilio de las madres durante el embarazo a través de su dirección de correo oficial: sugerencias@inec.gob.ec

³ Los datos de las bananeras se obtuvieron del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (<http://geoportal.agricultura.gob.ec/>). La información de los cultivos fue tomada del Catálogo de Datos Abiertos: <https://datosabiertos.gob.ec/dataset/mapa-de-catastro-bananero-en-el-ecuador-continental-escala-1-5-000-ano-2013>

⁴ La información sobre las fumigaciones de las plantaciones de plátanos se obtuvo del Ministerio de Medio Ambiente, Agua y Transición Ecológica, a través del Subsistema de Inteligencia de Estadísticas Socio Ambientales de las Actividades Productivas (SIESAP). El enlace genérico para acceder a esta información es: <http://pras.ambiente.gob.ec/web/siesap/agricola-y-pecuario>

datos de más de 270,000 recién nacidos por año en todo el país, pero, este trabajo solamente se centra en aproximadamente 22,000 recién nacidos⁵, que representan a quienes durante la gestación vivían en áreas cercanas a bananeras y, por tanto, también estaban expuestos a la variación estacional del uso de pesticidas.

Los datos incluyen indicadores de salud de los recién nacidos como: el peso al nacer medido en gramos, la duración de la gestación en semanas y variables binarias que muestran si los recién nacidos nacieron con bajo peso al nacer y si fueron prematuros. Adicionalmente, contiene información sobre las condiciones del nacimiento (número de controles prenatales, tipo de parto, número de partos anteriores, partos múltiples), características del recién nacido (sexo, orden de nacimiento) y características de la madre (nivel de educación, etnia, estado civil, cesárea, domicilio durante la gestación) que son factores relevantes para la salud de los recién nacidos (Almond et al., 2005; Almond y Currie, 2011; Bharadwaj et al., 2013).

Respecto al domicilio materno, se utilizó el provisto durante el embarazo y se asumió que las madres mantuvieron la misma residencia durante la gestación. La fecha de nacimiento y el número de semanas de gestación fueron utilizados para calcular la fecha de gestación.

2.1.2 Catastro de Bananeras

Los datos de las plantaciones de banano se recopilaron del Catastro Bananero 2013, recopilado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). El censo contiene información de la localización y el perímetro de las plantaciones, lo que fue utilizado para construir la variable de exposición geográfica. También contiene otros datos relevantes como el método de fumigación (aérea o manual) y la superficie. En este análisis asume que el perímetro de las

⁵ Bozzoli y Quintana-Domeque (2014) utilizaron la información de madres entre 15 y 49 años, excluyendo a los recién nacidos cuyo peso era inferior a 500 gramos o superior a 9,000 gramos. Larsen et al. (2017), omitieron los nacimientos muy prematuros con una gestación inferior a 26 semanas y aquellos nacimientos después de las 50 semanas. Siguiendo las investigaciones anteriores, se excluyeron 4,500 observaciones de recién nacidos por el rango de edad de las madres y otras 613 observaciones por no cumplir el criterio de las semanas de gestación. No se excluyeron observaciones por motivo del peso al nacer.

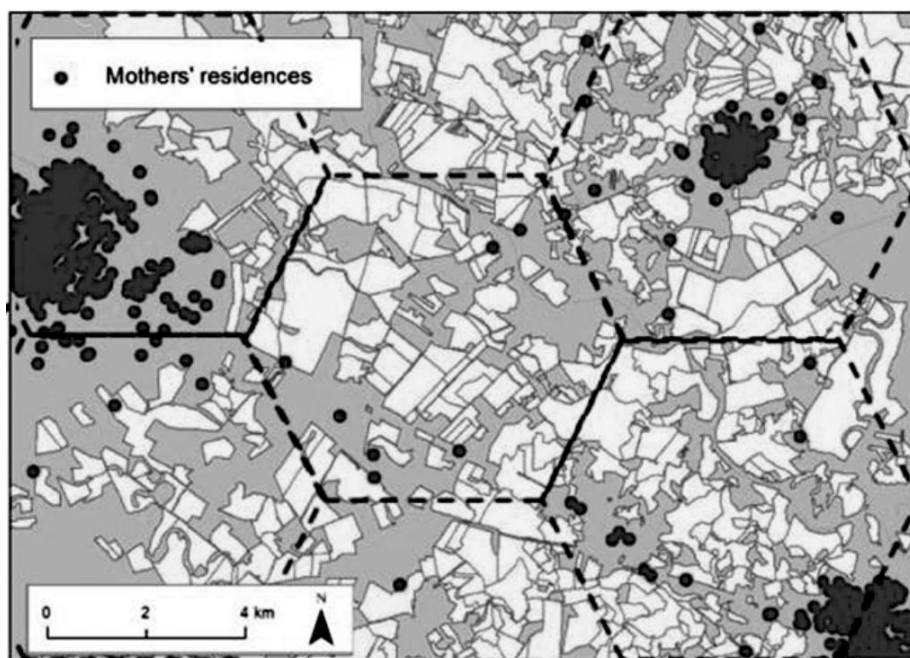
plantaciones ha permanecido sin modificaciones desde 2013, momento en el que el MAG creó el censo de plantaciones para controlar la expansión de terrenos dedicados a la producción de banano.

2.1.3 Registro de las Fumigaciones

La información sobre el tipo y cantidad de pesticidas utilizados en plantaciones de plátanos proviene del registro de fumigación aérea de 2016-2018, recopilado por la Dirección General de Aviación Civil y proporcionado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica en Ecuador. Este registro detalla fechas, coordenadas, compuestos químicos, toxicidad y cantidades de agroquímicos en galones. El conjunto de datos revela que, durante el periodo de análisis, se aplicaron casi 7.4 millones de galones de agroquímicos, siendo el 90% de toxicidad moderada a alta. Los pesticidas, clasificados del 1 al 5 según su toxicidad, incluyen clorpirifos, ditio-carbamato y triazol, considerados de "baja toxicidad"⁶.

Figura 1

Distribución geográfica de las plantaciones de banano (2015-2017)



⁶ Con el fin de simplificar la evaluación, se adoptó el enfoque de Larsen et al. (2017), calculando los galones de todos los tipos de pesticidas aplicados en cada celda de la cuadrícula, para cada mes.

Nota. El gráfico representa cómo las residencias de las madres suelen estar rodeadas por plantaciones a diferentes distancias. Tomado de Calzada et al. (p. 1637), 2023.

Luego, Calzada et al. (2023), combinaron estos registros con herramientas de sistema de información geográfica, dividiendo los terrenos en 151 celdas de una cuadrícula hexagonal de 5 x 5 km, como se muestra en la Figura 1. Las áreas blancas representan las plantaciones de plátanos que aplican fumigación aérea, y los puntos oscuros señalan la localización de las residencias maternas durante el embarazo. El conjunto final de datos fue de 21,393 recién nacidos, que durante el periodo de gestación estuvieron dentro de las 151 celdas cuadriculares que estuvieron expuestos a una variación estacional en el uso de pesticidas en bananeras. El registro no contiene datos sobre fumigaciones aéreas de otros cultivos.

2.1.4 Estado Civil Materno

En el presente trabajo, los hogares biparentales engloban los estados civiles de matrimonio, unión libre y unión de hecho, diferenciándose en su formalización legal y reconocimiento oficial. Según el Art. 81 del Código Civil ecuatoriano, el matrimonio se define como “*un contrato solemne que une a un hombre y una mujer con la finalidad de convivir, procrear y auxiliarse mutuamente*”, estableciendo una sociedad conyugal. Por lo que se refiere a los términos "unión libre" y "unión de hecho", ambos describen situaciones de convivencia no formalizadas por matrimonio, distinguiéndose en su reconocimiento legal.

De acuerdo con el Registro Civil, la inscripción de uniones busca facilitar el ejercicio de derechos y obligaciones derivadas de convivencias estables y monogámicas. Los cohabitantes en una unión de hecho disfrutan de los mismos derechos y responsabilidades que un matrimonio (Art. 222, C.C.)⁷. Entre estos se incluye la sucesión en ausencia de descendencia (segundo orden de sucesión), una porción conyugal equivalente al 25% de los bienes del

⁷ Código Civil, Art. 222.- La unión estable y monogámica entre dos personas libres de vínculo matrimonial, mayores de edad, que formen un hogar de hecho, genera los mismos derechos y obligaciones que tienen las familias constituidas mediante matrimonio y da origen a una sociedad de bienes.

difunto, la constitución de una sociedad de bienes con análogas implicaciones a la sociedad conyugal, entre otros beneficios legales.

Esta distinción entre uniones no maritales y matrimonio resultó fundamental para el estudio. Investigaciones anteriores, como la de Merklinger-Gruchala y Kapiszewska (2023), indican que el estatus no marital de las madres, incluso cuando el padre reconoce la paternidad, sigue siendo una experiencia estresante con consecuencias negativas sobre los resultados del embarazo.

2.2 Estrategia Empírica

El objetivo de este trabajo es analizar el efecto del estado civil materno de las mujeres que habitan cerca de las plantaciones de banano en la exposición a pesticidas y los resultados del embarazo. Una limitación en este análisis es que las características socioeconómicas no observadas de los hogares podrían afectar tanto los resultados de salud de recién nacidos como la ubicación de su residencia. Por ejemplo, podría ser que las propiedades cercanas a las plantaciones sean menos costosas o que los trabajadores de las plantaciones vivan en las proximidades. Otra limitación es la incapacidad para diferenciar entre distintos grados de participación paterna o el total de familiares con quienes residen. El registro estadístico de nacidos vivos no recopila datos para diferenciar entre mujeres solteras que cohabitan, tienen una relación sentimental o están separadas del padre del bebé.

En estos casos, la variación en el peso al nacer alrededor de las plantaciones podría estar relacionada con las características de los hogares y no solo con el efecto de los pesticidas. Para superar los desafíos de identificación planteados por las correlaciones económicas, se ha optado por una estrategia de diferencia en diferencias (DID) basada en la estacionalidad de las fumigaciones de las plantaciones que rodean la residencia de la madre.

Las plantaciones son fumigadas varias veces al año para garantizar la producción continua de la fruta. Sin embargo, son más intensas en los meses en que el nivel de humedad

favorece la propagación de enfermedad de la plaga Sigatoka Negra. Con la información del registro nacional de fumigaciones aéreas se creó la variable binaria de exposición estacional (Fumigaciones Intensivas), que indica si los recién nacidos fueron gestados en un periodo con fumigaciones intensivas (meses de tratamiento).

Se aplicaron herramientas de sistema de información geográfica para determinar la ubicación de las madres durante el embarazo. También se establecieron los perímetros de las plantaciones que las rodean para construir una variable binaria de exposición geográfica (Exposición a Bananas). Esta variable determina si los recién nacidos estuvieron cerca de las plantaciones fumigadas (grupo de tratamiento). Con estas medidas, se estimó un modelo de DID, comparando la diferencia entre los recién nacidos gestados en áreas geográficamente expuestas durante las temporadas de fumigación intensiva y no intensiva, de acuerdo con el estado civil materno. La comparación se basó en la diferencia entre los recién nacidos gestados en áreas no geográficamente expuestas durante las mismas dos temporadas.

2.2.1 Fuentes de Variación Exógena

Con el objetivo de asegurar una producción continua, los agricultores fumigan las plantaciones de banano varias veces al año, especialmente en la temporada de lluvias, aumentando la frecuencia y cantidad de pesticidas. Para evaluar el riesgo de exposición durante la gestación, se crearon las variables binarias Exposición Bananera y Fumigación Intensiva⁸ basándose en la investigación de Calzada et al. (2023).

Por un lado, la variable Exposición Bananera⁹ determina el grupo de recién nacidos geográficamente expuestos a pesticidas que fueron usados para este análisis. La variable toma

⁸ Para la variable “Fumigación Intensiva” se consideró un umbral de 4 galones de pesticidas al mes por celda de cuadrícula 5 x 5 km, en base al estudio de Cassou (2018), en el cual afirma que en los países latinoamericanos esta es la dosis promedio empleada en cada mes. Por tanto, los registros que excedieran esta cantidad por celda de cuadrícula serían reconocidos como aplicación intensiva.

⁹ Calzada et al. (2023) destacan la dificultad de analizar la relación entre la proximidad a plantaciones y los efectos en recién nacidos solo mediante la distancia hogar-plantación. Introducen la variable Tope de

el valor de 1 para los recién nacidos de madres que viven dentro de los 150 metros del perímetro de la plantación y con un valor Tope de Exposición por encima de 6,000, que es el valor en el cual ya no se puede rechazar la hipótesis nula de un efecto nulo del tratamiento de pesticidas en el peso al nacer.

Por otro lado, la variable Fumigación Intensiva refleja si los recién nacidos se expusieron a los periodos de intensa fumigación durante la gestación. La misma toma el valor de 1 para los recién nacidos que, durante la gestación, pasaron al menos tres meses (o durante los tres meses de un trimestre de gestación) en una celda de la cuadrícula con más de 4 galones de pesticidas por hectárea.

La variable Exposición Bananera identifica a 8,865 recién nacidos geográficamente expuestos a las fumigaciones y a 41,181 recién nacidos no expuestos geográficamente, dentro de los 2,500 metros de la plantación de plátanos más cercana. Cabe destacar que este análisis empírico se centró en 151 celdas de la cuadrícula que mostraron variabilidad en la dosis de pesticidas por encima y por debajo del umbral de 4 galones por hectárea por mes. Como resultado, la muestra final incluye a 5,707 recién nacidos expuestos y 15,686 no expuestos.

2.2.2 *Exposición geográfica*

Por lo tanto, se asumió que los recién nacidos potencialmente afectados por las fumigaciones son aquellos que viven dentro de los 150 metros del perímetro de la plantación y que residen cerca de un área fumigada relativamente grande.

La variable Exposición Bananera identifica a 8,865 recién nacidos geográficamente expuestos a las fumigaciones y a 41,181 recién nacidos no expuestos geográficamente dentro de los 2,500 metros de la plantación de plátanos más cercana. Cabe destacar que este análisis empírico se centró en 151 celdas de la cuadrícula que mostraron variabilidad en la dosis de

Exposición, representando metros cuadrados ponderados de plantaciones fumigadas en un radio de 2.5 km. El umbral crítico es 6,000, donde la hipótesis nula de ningún efecto del tratamiento de pesticidas en el peso al nacer ya no se puede rechazar.

pesticidas alrededor del umbral de 4 galones por hectárea en cada mes. Como resultado, la muestra final incluye a 5,707 recién nacidos expuestos y 15,686 no expuestos.

2.3 Modelo de regresión

Este trabajo toma el modelo presentado por Calzada et al. (2023), en el cual se analizó la variación de los efectos heterogéneos del riesgo de exposición por la fumigación de pesticidas en bananeras a través de un modelo DID. Se comparó la diferencia entre los recién nacidos de madres que, por su lugar de residencia durante el embarazo, se encontraban geográficamente expuestas a niveles de fumigación intensiva y no intensiva, en relación con la diferencia en los resultados de madres embarazadas que durante el mismo periodo residieron en áreas no expuestas a la fumigación.

Para estudiar esta relación desde la perspectiva del estado civil materno, que es el interés de esta investigación, se añadió una restricción en el tamaño de la muestra de acuerdo con el estado civil materno. Se definió una variable binaria para las madres casadas y otra para las que están en condición de unión libre o unión de hecho, mientras que para el resto (madres solteras, separadas, divorciadas y viudas) se definió la variable Hogar Monoparental.

Se estimaron los siguientes modelos:

$$\begin{aligned}
 Y_{ijmy} = & \beta_0 + \beta_1 \text{Exposición Bananer } a_{ijmy} + \beta_2 \text{Fumigación Intensiva } a_{ijmy} \\
 & + \theta \text{Exposición Bananer } a_{ijmy} \times \text{Fumigación Intensiva } a_{ijmy} + \delta X_i + \mu_j + \psi_m \\
 & + \phi_y + \varepsilon_{ijmy}
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{ijmy} = & \beta_0 + \beta_1 \text{Exposición Bananer } a_{ijmy} + \sum_{z=1}^3 \beta_z Z^{th} \text{Fumigación Intensiva } a_{ijmy} \\
 & + \sum_{z=1}^3 \theta_z \text{Exposición Bananer } a_{ijmy} \times Z^{th} \text{Fumigación Intensiva } a_{ijmy} + \delta X_i \\
 & + \mu_j + \psi_m + \phi_y + \varepsilon_{ijmy}
 \end{aligned} \tag{2}$$

donde Y_{ijmy} muestra el resultado del peso al nacer de cada recién nacido (i), por cada cuadrícula de celda (j), mes (m), y año (y). La variable binaria *Exposición Bananera* a_{ijmy} toma el valor de 1 para los recién nacidos cuyas madres estuvieron geográficamente expuestas a pesticidas. La variable binaria *Fumigación Intensiva* a_{ijmy} toma el valor de 1 para los recién nacidos que estuvieron expuestos a extensos niveles de fumigación durante los tres meses de un trimestre de gestación (Z^{th}).

El vector X_i contiene un conjunto de variables de control que incluyen tanto características de la madre como del recién nacido: si la madre tuvo un solo bebé durante el parto, el nivel de educación materno, la edad de la madre, el número de controles prenatales, el sexo del bebé, el grupo étnico de la madre (mestizo, afroecuatoriano, blanco, montubio, indígena, entre otros), el número de hijos vivos, el número de hijos nacidos, y el tipo de parto (cesárea o parto normal).

La Tabla 1 contiene un resumen estadístico de las características maternas y de todos los recién nacidos considerados en la muestra final para las variables seleccionadas. Se observa que el peso medio al nacer es menor en los casos de progenitoras con estado civil de unión libre o que no viven con su pareja. Respecto a la asociación entre la cohabitación parental y el peso al nacer, estudios han encontrado que los hijos de madres que conviven en unión no marital tienen una mayor probabilidad de experimentar resultados adversos durante el embarazo, como un bajo peso al nacer, en comparación con sus homólogos, los recién nacidos de madres casadas (Luo et al., 2004, Schmeer, 2011). Estos hallazgos denotan que persisten disparidades en los resultados de los embarazos entre las uniones libres y los matrimonios convencionales.

Los modelos de las ecuaciones (1) y (2) incluyen una cuadrícula de 2.5×2.5 km (μ_j), el mes (ψ_m) y el año (ϕ_y) para controlar los efectos indirectos que pueden estar relacionados con la actividad agrícola y las condiciones climáticas, en lugar de la contaminación por la fumigación. También, se trabajó bajo la suposición de que el término de error ε_{ijmy} es

Tabla 1*Estadística Descriptiva: Promedio (Desviación Estándar) de variables en hogares*

	Todos los recién nacidos (1)	Recién nacidos en unión libre o unión de hecho (2)	Recién nacidos en matrimonio (3)	Recién nacidos en hogar monoparental (4)	Recién nacidos en unión libre o unión de hecho y expuestos a pesticidas (5)	Recién nacidos en matrimonio y expuestos a pesticidas (6)	Recién nacidos en hogar monoparental y expuestos a pesticidas (7)
Peso al nacer	3127.8 (885.65)	3097.9 (572.09)	3187.0 (325.68)	3138.9 (595.34)	3116.4 (229.80)	3197.7 (126.42)	3149.3 (244.66)
Semanas de gestación	38.44 (3507.56)	38.39 (2283.17)	38.44 (1328.05)	38.49 (2310.99)	38.40 (873.25)	38.59 (540.96)	38.60 (986.00)
Bajo peso al nacer	0.0816 (43.59)	0.0920 (30.54)	0.0728 (15.15)	0.0740 (27.20)	0.0960 (12.88)	0.0729 (5.78)	0.0721 (10.93)
Parto prematuro	0.0634 (38.05)	0.0715 (26.62)	0.0691 (14.73)	0.0536 (22.89)	0.0845 (12.00)	0.0541 (4.93)	0.0442 (8.43)
Edad materna	24.53 (547.29)	23.97 (361.55)	28.73 (262.07)	23.76 (355.04)	23.70 (143.85)	28.28 (96.30)	23.65 (139.91)
Bebé es varón	0.514 (150.36)	0.514 (98.59)	0.515 (55.68)	0.514 (98.92)	0.509 (40.21)	0.525 (21.64)	0.507 (39.76)
No acabó el colegio	0.431 (127.20)	0.443 (85.58)	0.323 (37.36)	0.452 (87.44)	0.508 (40.16)	0.393 (16.57)	0.510 (40.02)
Hospital público	0.833 (327.24)	0.821 (205.61)	0.740 (91.31)	0.875 (254.77)	0.867 (100.87)	0.840 (47.18)	0.891 (112.03)
Raza mestiza	0.964 (757.95)	0.974 (590.41)	0.955 (249.64)	0.957 (452.87)	0.976 (253.81)	0.969 (115.92)	0.975 (243.22)
Parto normal	0.530 (155.46)	0.538 (103.45)	0.417 (45.71)	0.559 (108.40)	0.566 (45.15)	0.508 (20.93)	0.611 (49.13)
Número de partos	2.285 (229.67)	2.286 (150.02)	2.561 (96.80)	2.198 (146.29)	2.346 (59.64)	2.619 (37.13)	2.260 (58.75)
Número de hijos vivos	2.324 (225.77)	2.324 (147.98)	2.613 (94.30)	2.232 (143.72)	2.379 (59.46)	2.692 (35.25)	2.309 (57.34)
Controles prenatales	6.027 (399.67)	6.067 (265.12)	6.551 (157.52)	5.821 (257.96)	5.814 (106.07)	6.285 (58.35)	5.702 (97.53)
Parto de un solo bebé	0.985 (1204.21)	0.985 (777.98)	0.978 (364.34)	0.988 (877.60)	0.985 (316.49)	0.986 (172.07)	0.986 (325.66)
Observaciones	21393	9209	2924	9260	1563	425	1539

independiente e idénticamente distribuido y se distribuye normalmente, y se agruparon los errores estándar a nivel de celda de cuadrícula.

Los parámetros de interés en este análisis DID son θ y θ_z , que captan la diferencia en los resultados de nacimiento generado por la exposición a pesticidas acorde con el estado civil de las madres. Este trabajo se basa en dos supuestos importantes. Primero, que la estructura familiar biparental o monoparental se mantiene constante durante todo el periodo de gestación del recién nacido hasta su nacimiento.

Segundo, que las madres que cohabitan con el padre de los recién nacidos (madres casadas o en unión libre), se enfrentan a situaciones de menor estrés y preocupación porque reciben el apoyo de su pareja, lo que les permite prestar mayor atención a los cuidados prenatales, especialmente en los periodos de mayor riesgo por exposición a pesticidas. No obstante, en la realidad, la encuesta de nacidos vivos no registra información sobre el estado socioeconómico de las madres o de indicadores para medir el apoyo que recibieron por parte de su pareja o de su familia extendida durante el tiempo de gestación.

Finalmente, una limitación importante es el hecho de que no se pudo observar la ocupación laboral de las madres de los recién nacidos. Pues, es probable que quienes trabajaran en las plantaciones estuvieran expuestas a un nivel distinto al estimado por su ubicación geográfica. Además, esperamos que pocas mujeres embarazadas estuvieran trabajando en actividades directamente expuestas a los plaguicidas. Según Cooper (2015), mientras que en los países del Caribe entre el 40% y 45% de los trabajadores agrícolas en las plantaciones son mujeres, en América Latina continental el porcentaje desciende al 12.5%. En Ecuador, las mujeres constituyen el 12.5% de los trabajadores en las plantaciones bananeras, en muchas ocasiones con contratos a tiempo parcial. En principio, se espera que a las mujeres embarazadas y lactantes no se les asignaran tareas con exposición directa a los agroquímicos.

Capítulo 3

3. Resultados y análisis

En esta sección se comentan los resultados de las estimaciones del modelo DID indicado en las ecuaciones (1) y (2), en el cual se analizan los efectos de la intensificación estacional de las fumigaciones sobre el peso al nacer, según el estado civil de las familias.

3.1 Resultados

Los resultados de la Tabla 2, en las Columnas 1, 3 y 5, muestran que aun cuando la variable Exposición Bananera es positiva sobre el peso al nacer en familias monoparentales y negativa para las madres casadas y en unión no marital; la variable no es estadísticamente significativa para ningún grupo. De esto, se infiere que la proximidad de la residencia materna durante el embarazo, por sí sola, no incide sobre el peso de los recién nacidos. No obstante, en el caso de hogares sin vínculo matrimonial, se observa que el parámetro DID es negativo y significativo. Los neonatos de uniones no maritales nacen con un déficit de 57.9 gramos, mientras que los hijos de familias monoparentales muestran un déficit de 45 gramos. Esto sugiere que los recién nacidos concebidos cerca de plantaciones y expuestos a fumigaciones durante el embarazo, tienen un peso inferior en comparación con aquellos no expuestos.

Las Columnas 2, 4 y 6 analizan el efecto conjunto de las fumigaciones en los primeros tres trimestres de gestación. Por estado civil, se encuentra que la exposición a fumigaciones no tiene un efecto significativo sobre el peso al nacer de hijos de madres casadas. Aun así, los resultados son distintos para los otros dos grupos. En las madres en unión no marital, se aprecia un déficit de 82.5 gramos en los infantes expuestos durante el segundo trimestre. Por otro lado, en los neonatos de hogares monoparentales, los parámetros DID son negativos y significativos en cada trimestre de gestación, observándose un déficit en el peso al nacer de entre 63 y 75 gramos para cada período. De esto se infiere que los bebés de familias no casadas tienen un mayor riesgo de presentar un menor peso al nacer que los hijos de uniones matrimoniales.

Tabla 2*Efectos de la intensificación estacional de las fumigaciones en el peso al nacer*

	Peso al nacer					
	Estado civil unión no marital		Estado civil casada		Hogar monoparental	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Exposición Bananera	-21.48 (46.27)	-40.93 (41.61)	-5.919 (82.72)	-22.89 (79.55)	17.98 (40.78)	34.40 (37.19)
Fumigación Intensiva	28.92** (12.12)		19.51 (31.18)		30.93* (17.11)	
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva	-86.85* (52.16)		-56.40 (57.61)		-75.93*** (27.22)	
Fumigación Intensiva en el 1er trimestre		41.52* (23.55)		-6.488 (46.55)		8.967 (20.65)
Fumigación Intensiva en el 2do trimestre		0.734 (15.57)		23.98 (36.33)		39.75* (20.44)
Fumigación Intensiva en el 3er trimestre		0.381 (24.94)		-12.83 (29.06)		44.43** (18.86)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 1er trimestre		-67.52 (51.36)		-111.7* (59.06)		-74.31** (30.61)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 2do trimestre		-82.45** (32.91)		14.78 (41.25)		-101.8*** (30.80)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 3er trimestre		1.035 (48.02)		13.07 (60.21)		-108.3*** (27.06)
Observaciones	9189	9189	2900	2900	9242	9242
R ²	0.121	0.122	0.146	0.148	0.111	0.112
Número de clusters	114	114	86	86	122	122

Nota. Errores estándar en paréntesis, * p<.1, ** p<.05, *** p<.01

Este análisis se complementa estimando los efectos de la exposición a fumigaciones sobre otros indicadores de salud de los resultados del embarazo. El Apéndice 1 examina el efecto de los pesticidas sobre el periodo de gestación, mientras que el Apéndice 2 lo hace sobre el riesgo de que el nacimiento sea prematuro. En cada tabla, las Columnas 1, 3 y 5 analizan los efectos considerando el periodo total de gestación, en tanto las Columnas 2, 4 y 6 evalúan el efecto cuando se dividen los periodos de gestación.

En el Apéndice 1, las columnas impares muestran que, la variable Fumigación Intensiva no tiene un impacto sobre el número de semanas de gestación para ninguno de los estados civiles analizados. Sin embargo, los resultados son distintos en las columnas pares. La exposición a fumigaciones intensivas reduce las semanas de gestación entre 1 o 2 días para las madres en unión no marital que estuvieron expuestas durante el segundo trimestre de gestación.

Además, los resultados de la variable Exposición Bananera señalan que, en las madres con vínculo matrimonial y de hogares monoparentales cuya residencia se ubica cerca de las bananeras, las semanas de gestación disminuyen en 2 a 3 días si estuvieron expuestas durante el primer o segundo trimestre de gestación, respectivamente. Entonces, se encuentra que, para todos los estados civiles, el contacto directo o indirecto a niveles elevados de pesticidas tiene un efecto negativo y significativo sobre el periodo de embarazo.

Conforme a la información presentada en el Apéndice 2, los resultados exhiben variaciones entre los estados civiles. En el caso de las madres en convivencia no marital, la Columna 1 revela un aumento del 69.8% en el riesgo de parto prematuro para aquellas que residen en proximidad a plantaciones y están expuestas a fumigaciones durante la totalidad de su embarazo. Contrariamente, la Columna 2 indica que la exposición no incide en la probabilidad de riesgo a nivel de trimestres; no obstante, la mera condición de residir cerca de una bananera *per se* aumentaría en un 83% la probabilidad de que el parto sea prematuro.

A continuación, las Columnas 3 y 4 muestran que la exposición a fumigaciones intensivas no incrementa el riesgo de parto prematuro en familias casadas. Respecto a las madres que se encuentran en situación de monoparentalidad, la Columna 5 no revela un incremento en el riesgo asociado con la exposición. Sin embargo, la Columna 6, exhibe un aumento considerable y significativo en el riesgo de experimentar un parto prematuro, independientemente del trimestre de gestación en el que hayan sido expuestas.

El Apéndice 3 muestra los resultados de un modelo logit si el recién nacido fue un RNBP (Recién Nacido de Bajo Peso)¹⁰. En este análisis, las Columnas 1, 3 y 5, muestran que una interacción positiva y significativa entre las variables Exposición Bananera y Fumigación Intensiva en el caso de las familias monoparentales. Por otro lado, al examinar las Columnas 2, 4, 6 correspondientes a este grupo, se observa que incluso después de controlar para cada periodo, las interacciones relativas a los tres primeros trimestres se mantienen positivas y estadísticamente significativas (Columna 6). Por consiguiente, se infiere que la exposición a fumigaciones intensivas incrementa la probabilidad de manifestar RNBP en todas las etapas del embarazo. Adicionalmente, se encuentra que, en el caso de las progenitoras casadas, el riesgo de RNBP es positivo y significativo cuando la exposición ocurre durante el primer trimestre del embarazo (Columna 4).

Los resultados confirman los efectos adversos en la salud de los recién nacidos cerca de plantaciones de banano, con una mayor afectación a los hijos de madres no conyugales, indistintamente de si cohabitan o no con su pareja. Aunque la exposición a pesticidas debido a las fumigaciones agrícolas puede reducir el peso al nacer en más de 60 gramos, el efecto total depende del trimestre de gestación durante el cual estuvo expuesto y del estado civil materno. Además, sin importar el estado civil materno, la exposición a pesticidas puede reducir el tiempo

¹⁰ En términos de medicina, se define como un recién nacido de bajo peso (RNBP) a cada niño que nace con cifras inferiores a 2.500 gramos

de gestación y, en el caso de familias monoparentales y en matrimonio, incrementar la probabilidad de manifestar bajo peso al nacer.

3.2 Pruebas de Robustez

En este apartado se presentan las pruebas de robustez que fueron desarrolladas para examinar la validez de los resultados anteriores. Se estima el modelo de las ecuaciones (1) y (2) considerando una muestra de madres que tuvieron dos o más hijos en el periodo de estudio y que a su vez tuvieron un primer hijo que fue expuesto a distintos niveles de pesticidas durante la gestación.

3.2.1 Efectos fijos de variables maternas

El análisis de robustez se realiza sobre una muestra de 1.961 recién nacidos de 970 madres que al menos durante uno de los embarazos estuvo expuesta a niveles elevados de fumigación aérea y en otro no tuvo exposición a pesticidas. La

Tabla 3 muestra los resultados de la estimación de efectos fijos maternos sobre el peso al nacer para las familias biparentales (madres casadas o en unión libre) y familias monoparentales (madres solteras, divorciadas, separadas o viudas).

Las estimaciones de las Columnas 1a y 1b indican que la interacción de las variables Exposición Bananera y Fumigación Intensiva es negativa no significativa para los hogares biparentales, ya sea que se considere todo el periodo de gestación o uno de los trimestres. Sin embargo, en las Columnas 2a y 2b, aun cuando se encuentra que la interacción de las variables también es negativa y no significativa en familias monoparentales al analizar la información de todo el periodo de embarazo; sí resulta significativa cuando la exposición a fumigaciones ocurre en el penúltimo trimestre de gestación. La Columna 2b sugiere que se da un déficit de 498.4 gramos en los hermanos que geográficamente fueron expuestos al uso de pesticidas en bananeras y cuyo tercer trimestre coincidió con un periodo de fumigación intensiva, comparado

con sus hermanos que no estuvieron expuestos. También muestra que hay un déficit de 329.8 gramos cuando la madre está expuesta durante el segundo trimestre de embarazo.

Tabla 3

Efectos de la intensificación estacional de las fumigaciones sobre el Bajo Peso al Nacer - Efectos fijos maternos

	Hogar biparental			Hogar monoparental		
	(1a)	(1b)	(1c)	(2a)	(2b)	(2c)
Exposición Bananera	213.7 (133.0)	387.3*** (129.7)				
Fumigación Intensiva	-178.3* (103.5)			-256.9*** (93.61)		
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva	120.4 (170.7)			-253.6 (191.4)		
Fumigación Intensiva en el 1er trimestre		220.8 (256.8)	70.94 (334.4)		-147.4 (112.1)	-119.9 (127.2)
Fumigación Intensiva en el 2do trimestre		18.30 (155.6)	-61.38 (128.8)		-329.8*** (102.4)	-78.52 (102.5)
Fumigación Intensiva en el 3er trimestre		-169.2 (223.6)	-149.3 (218.2)		-51.06 (106.2)	-100.3 (112.5)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 1er trimestre		-320.5 (261.1)	-100.3 (291.5)		-249.2 (189.6)	-267.6 (216.4)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 2do trimestre		190.5 (152.3)	163.3 (169.5)		140.0 (301.7)	-283.0* (153.1)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 3er trimestre		237.3 (296.2)	308.0 (255.5)		-498.4*** (159.6)	-423.7** (210.8)
<i>N</i>	968	968	778	432	432	400
<i>R</i> ²	0.883	0.884	0.893	0.947	0.948	0.952
Number of mothers	74	74	74	50	50	50

Nota. Errores estándar en paréntesis, * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

Las Columnas 1c y 2c repiten el análisis anterior restringiendo la muestra a las madres que mantuvieron el mismo domicilio en todos sus embarazos. En consecuencia, la muestra se redujo a 778 y 400 madres, respectivamente, y los resultados son cualitativamente similares a los anteriores, con la diferencia de que el efecto por exposición durante el segundo trimestre deja de ser significativo en las familias monoparentales.

3.2.2 Efectos cuando el primer embarazo estuvo expuesto a pesticidas

Siguiendo los análisis de Calzada et al. (2023), a continuación, se presentan los resultados del efecto de aprendizaje cuando las madres estuvieron expuestas a pesticidas en un primer embarazo. El Apéndice 4 exhibe los efectos sobre las madres con estado civil de unión no marital, mientras que el Apéndice 5 lo hace sobre las madres casadas, y el Apéndice 6 sobre los hogares monoparentales.

En las tablas antes mencionadas, las Columnas (1) a (4) estiman si la probabilidad de tener un embarazo en un periodo de fumigación intensiva disminuye a partir del segundo hijo. Los resultados indican que, para todas las estructuras familiares, no se observa un efecto de aprendizaje significativo que reduzca la probabilidad de concebir los siguientes hijos en periodos de fumigaciones intensivas. Del mismo modo, tampoco se observa una diferencia estadística entre las madres geográficamente expuestas a las fumigaciones por vivir cerca de las plantaciones.

Por otro lado, las estimaciones de las Columnas (5) a (8) se centran en la probabilidad de tener un embarazo cuando las familias tienen un primer hijo que fue expuesto a la fumigación por pesticidas. En las Columnas (5) se encuentra que, para cada estado civil, los hijos menores tienen una mayor probabilidad de ser concebidos en periodos de fumigación intensiva, incluso más en el caso de los hijos de matrimonios. Además, el que la interacción entre las variables Exposición Bananera y Recién nacido con hermano mayor expuesto a pesticidas no sea significativa para los estados civiles distintos del matrimonio, lleva a inferir

que, las madres con un hijo mayor que fue expuesto a pesticidas y que viven cerca de las plantaciones, no parecen tomar medidas para reducir la probabilidad de concebir en periodos de fumigación intensiva. Solamente en el caso de matrimonios, para quienes esta variable de interacción sí es significativa, se deduce que la probabilidad de gestación disminuye cuando ellas residen cerca de bananeras y tuvieron un primer embarazo bajo la exposición a pesticidas.

Al mismo tiempo, en las columnas restantes, para ningún estado civil se observa efectos significativos al observar los trimestres de gestación por separado. En resumen, los resultados sugieren que entre las madres con recién nacidos expuestos a fumigaciones no se observa evidencia significativa que aprendieron del primer embarazo y tomaron medidas para planificar los siguientes.

3.3 Discusión

Este trabajo evaluó la salud de los recién nacidos en las distintas estructuras familiares. El interés principal era investigar si los neonatos de madres no casadas son más vulnerables que los hijos de madres casadas a tener resultados adversos al nacer, similar a lo sugerido en la literatura sobre salud y estructura familiar. Para ello se utilizaron los datos de panel del estudio de Calzada et al. (2023), que recopilan información de los indicadores de salud neonatal, del estado civil de las madres y la dirección del domicilio materno durante el embarazo para el periodo de 2015 a 2017.

La regresión de la Tabla 2 mostró que la situación de unión de los padres en el momento del nacimiento del niño era importante en la salud de los neonatos en la salud de los neonatos expuestos a riesgos de pesticidas durante el embarazo. Los recién nacidos en hogares con progenitores no unidos en matrimonio exhibieron un peso inferior en comparación con aquellos nacidos de uniones matrimoniales, incluso cuando ambos grupos de madres estuvieron expuestos a fumigaciones intensivas durante la gestación.

Dado que las regresiones consideran controles para la situación económica y social de las madres, es posible que aquellas que no mantenían una situación conyugal dedicaran menos tiempo y compromiso a adoptar estrategias para mitigar la exposición a fumigaciones. Asimismo, es posible que las relaciones parentales no maritales generaran entornos más estresantes, con consecuencias en el estado de salud de los niños. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de otros artículos sobre salud y estructura familiar. Dichos estudios han identificado que los embarazos fuera del matrimonio pueden estar asociados con peores resultados para el bienestar infantil en comparación con entornos familiares matrimoniales (Raatikainen et al., 2005, Schmeer, 2011, Barr y Marugg, 2019, Sow et al., 2021).

Además, resultados de este estudio respaldan las conclusiones derivadas del análisis realizado por Calzada et al. (2023) y Simões et al. (2023), la exposición prenatal a pesticidas por la proximidad a las plantaciones puede aumentar el riesgo de defectos congénitos. También, se observa que, independientemente del estado civil materno de su estado civil, las madres cuyos primeros hijos estuvieron expuestos a fumigaciones intensivas durante el embarazo no planificaron sus embarazos posteriores para mitigar los efectos de dicha exposición.

Capítulo 4

4. Conclusiones y Recomendaciones

Las fumigaciones ocupan un papel importante en el desarrollo de la actividad agrícola, pero el uso indiscriminado de agroquímicos puede generar alteraciones en la salud de los recién nacidos. La importancia del trabajo desarrollado en este estudio radica en su contribución al entendimiento de la relación entre el estado civil materno con los resultados de salud neonatal en hogares vulnerables a la exposición de pesticidas y cercanos a plantaciones de banano.

Este análisis contribuye a la bibliografía médica, económico-social y ambiental mediante la evaluación de la relación causal entre la exposición a plaguicidas durante el embarazo y los resultados perinatales, según la estructura familiar del hogar. De esta manera, se destaca la relevancia de estos resultados para la salud materno-infantil y las posibles implicaciones en políticas de salud pública. Además, partiendo de la cohorte estudiada en Calzada et al. (2023), los resultados señalan que las madres embarazadas que viven cerca de las bananeras enfrentan un mayor riesgo de exposición a pesticidas y son aún más vulnerables cuando no están casadas.

Una consideración relevante es la posibilidad de que en las áreas agrícolas existan diversas características socioeconómicas que afecten los indicadores de salud de los recién nacidos, dependiendo del estado civil materno y la distancia entre el domicilio y las plantaciones. Para abordar este potencial problema de endogeneidad, se implementó un modelo DID (Diferencias en diferencias) que aprovecha los cambios estacionales en la intensidad de las fumigaciones. Se empleó la información mensual de los galones de pesticidas aplicados en cada plantación para construir la variable binaria de exposición por cada celda de cuadrícula.

Esta investigación puede contribuir en la mejora del diseño de políticas públicas en materia de salud y regulación de prácticas de fumigación en los terrenos de plantación nacionales y alrededor del mundo para mejorar los protocolos de cuidado durante el embarazo, especialmente al considerar la vulnerabilidad de las madres que crían solas a sus hijos.

Investigaciones futuras podrían basarse en estos resultados para explorar las estructuras familiares subyacentes a las estrategias de mitigación del riesgo de exposición a agroquímicos durante el embarazo en áreas cercanas a las plantaciones.

4.1 Conclusiones

El modelo DID compara las diferencias en los indicadores de salud de los recién nacidos expuestos geográficamente a niveles elevados de fumigación con los indicadores de aquellos no expuestos geográficamente y que fueron gestados en el mismo periodo. A continuación, se presentan las conclusiones de hallazgos significativos para los estados civiles casada, en unión libre y hogares monoparentales:

1.3 Los resultados de la Tabla 3 no evidencian un impacto en el peso de los recién nacidos debido a la intensificación estacional de las fumigaciones en las estructuras familiares biparentales. En cambio, se infiere que pueden existir diversos factores que afectan el peso al nacer. Por ejemplo, es posible que quienes residen cerca de las plantaciones gocen de una mejor nutrición, ya sea por trabajar en las bananeras, mantener huertos familiares u otras razones. También se considera la posibilidad de que las familias más cercanas a las bananeras estén más conscientes de los riesgos de salud vinculados a la exposición por fumigación, adoptando precauciones y estrategias de mitigación más efectivas.

1.3.1 Para los hogares monoparentales, la Tabla 3 muestra un déficit significativo en el peso de los recién nacidos. Al comparar los resultados de las Columnas 2b y 2c, se esperaría que el efecto sea más fuerte en los recién nacidos de las madres que no se mudan y no aprenden de los resultados adversos de su primer embarazo. Pese a ello, se observa un mayor déficit a nivel general, sugiriendo que, además de la posibilidad de que estas madres se enfrenten situaciones de mayor estrés o dificultad

socioeconómica, podrían existir otras condiciones no observables que influyen en estos resultados.

1.3.2 Los Apéndices 4, 5 y 6 destacan que las madres, independientemente de su estado civil y con un hijo mayor expuesto a pesticidas, no presentan una menor probabilidad de concebir un segundo hijo en periodos de fumigación intensiva. Aunque tampoco se observan diferencias marcadas entre periodos, se destaca un detalle específico para las madres casadas. En la quinta columna del Apéndice 5, la interacción entre las variables Exposición Bananera y Recién nacido con hermano mayor expuesto sugiere que las madres casadas mitigan la probabilidad de gestar a un niño durante fumigaciones intensivas.

4.2 Recomendaciones

Los resultados expuestos en este estudio requieren una interpretación cuidadosa, en vista de las limitaciones identificadas; siendo una de ellas la falta de abordaje sobre las disparidades en el apoyo recibido por las madres durante el embarazo, según su estado civil (Augustyn & Maiman, 1994). La estructura familiar, ya sea nuclear o extendida, podría ejercer influencia sobre los indicadores de salud neonatal. Además, aunque se estimaron dos medidas del riesgo de exposición a agroquímicos, evaluando la proximidad a las plantaciones y el nivel de fumigación en galones, se reconoce la posibilidad de un nivel de exposición adicional derivado de la actividad ocupacional de la madre. En caso de que las mujeres trabajen dentro de las plantaciones, es probable que se enfrenten a niveles más altos de pesticidas que los contemplados en este análisis.

Por consiguiente, a pesar de la inclusión de variables de control para mitigar algunos sesgos sistemáticos, se sugiere que futuras investigaciones incorporen otras variables, como el tamaño del hogar o una variable binaria que identifique si la madre trabaja en alguna de las plantaciones, con el propósito de obtener resultados más precisos. Asimismo, se propone

extender el periodo de estudio para recabar un mayor número de observaciones que permitan comparar el efecto de aprendizaje entre madres, empleando un modelo que utilice el cambio de residencia entre el primer y segundo embarazo como variable dependiente.

Estos hallazgos contribuyen a la escasa investigación sobre la relación entre la estructura familiar y el riesgo de exposición a pesticidas en la salud de los recién nacidos. Se subraya la necesidad de diseñar estrategias óptimas destinadas a garantizar una atención materna adecuada, considerando el contexto familiar específico de cada madre, particularmente en las madres solteras que residan cerca de áreas de cultivo. El propósito fundamental es mitigar posibles repercusiones negativas al término del embarazo.

Referencias

- Augustyn, M., & Maiman, L. A. (1994). Psychological and sociological barriers to prenatal care. *Women's health issues: official publication of the Jacobs Institute of Women's Health*, 4(1), 20–28. [https://doi.org/10.1016/s1049-3867\(05\)80106-9](https://doi.org/10.1016/s1049-3867(05)80106-9)
- Ahmed, P., & Jaakkola, J. J. (2007). Maternal occupation and adverse pregnancy outcomes: a Finnish population-based study. *Occupational medicine (Oxford, England)*, 57(6), 417–423. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqm038>
- Almond, D., Chay, K. Y., & Lee, D. S. (2005). The Costs of Low Birth Weight. *The Quarterly Journal of Economics*, 120(3), 1031–1083.
<http://www.jstor.org/stable/25098762>
- Almond, D., & Currie, J. (2011). Killing Me Softly: The Fetal Origins Hypothesis. *Journal of Economic Perspectives*, 25(3), 153–172. <https://doi.org/10.1257/jep.25.3.153>
- Arias, P. (2013). Módulo Ambiental Uso de Plaguicidas en la Agricultura 2013 (p. 30). *Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)*.
- Atinkut Asmare, B., Freyer, B. & Bingen, J. Women in agriculture: pathways of pesticide exposure, potential health risks and vulnerability in sub-Saharan Africa. *Environmental Science Europe*, 34, 89 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00638-8>
- Baer, R. J., Altman, M. R., Oltman, S. P., Ryckman, K. K., Chambers, C. D., Rand, L., & Jelliffe-Pawlowski, L. L. (2019). Maternal factors influencing late entry into prenatal care: a stratified analysis by race or ethnicity and insurance status. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 32(20), 3336–3342.
<https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1463366>

- Barbour, M. & Guthman, J. (2018). (En)gendering exposure: pregnant farmworkers and the inadequacy of pesticide notification. *Journal of Political Ecology*, 25(1). DOI: <https://doi.org/10.2458/v25i1.23028>
- Barr, J. J., & Marugg, L. (2019). Impact of Marriage on Birth Outcomes: Pregnancy Risk Assessment Monitoring System, 2012-2014. *The Linacre quarterly*, 86(2-3), 225–230. <https://doi.org/10.1177/0024363919843019>
- Bharadwaj, P., Loken, K. V., & Neilson, C. (2013). Early Life Health Interventions and Academic Achievement. *The American Economic Review*, 103(5), 1862–1891.
- Bozzoli, C., & Quintana-Domeque, C. (2014). The weight of the crisis: Evidence from newborns in Argentina. *The Review of Economics and Statistics*, 96(3), 550–562. <http://www.jstor.org/stable/43555343>
- Burdorf, A., Brand, T., Jaddoe, V. W., Hofman, A., Mackenbach, J. P., & Steegers, E. A. (2011). The effects of work-related maternal risk factors on time to pregnancy, preterm birth, and birth weight: the Generation R Study. *Occupational and environmental medicine*, 68(3), 197–204. <https://doi.org/10.1136/oem.2009.046516>
- Calzada, J., Gisbert, M. & Moscoso, B. (2023). The Hidden Cost of Bananas: The Effects of Pesticides on Newborns' Health. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 10(6), 1623-1663. <https://doi.org/10.7910/DVN/Z1DGDB>
- Cassou, E. (2018). Pesticides: Agricultural pollution. *Washington, DC: World Bank Group*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/689281521218090562/pdf/124345-BRI-p153343-PUBLIC-march-22-9-pm-WB-Knowledge-Pesticides.pdf>
- Cecchi, A., Alvarez, G., Quidel, N., Bertone, M. C., Anderle, S., Sabino, G., Magnarelli, G., Rovedatti, M. G. (2021). Residential proximity to pesticide applications in Argentine Patagonia: impact on pregnancy and newborn parameters. *Environmental*

Science Pollution Research 28, 56565–56579. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14574-2>

Código Civil. (2022, 15 de marzo). Asamblea Nacional. Registro Oficial No. 46.

<https://biblioteca.defensoria.gob.ec/handle/37000/3410>

Cooper, A. (2015). Women in the banana export. Regional Report on Latin America.

Working Paper Series for the World Banana Forum. Food and Agriculture

Organization, United Nations, Rome.

García-Balaguera, C. (2017). Barreras de acceso y calidad en el control prenatal. *Revista de la Facultad de Medicina*, 65(2), 305-310.

<https://doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.59704>

Dello Iacono, C., Requena, M. & Stanek, M. (2022). Partnership, living arrangements, and

low birth weight: evidence from a population-based study on Spanish mothers. *BMC*

Pregnancy Childbirth, 22, 925. <https://doi.org/10.1186/s12884-022-05263-0>

FAOSTAT. (julio de 2023). Plaguicidas Uso. *Estadísticas de FAO*.

<https://www.fao.org/faostat/es/#data/RP/visualize>

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2023). Boletín Técnico: Encuesta de

Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC).

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

[inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/Bolet%20C3%ADn_tecnico_ESPAC_2022.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/Bolet%20C3%ADn_tecnico_ESPAC_2022.pdf)

Jaacks, L. M., Diao, N., Calafat, A. M., Ospina, M., Mazumdar, M., Ibne Hasan, M. O. S.,

Wright, R., Quamruzzaman, Q., & Christiani, D. C. (2019). Association of prenatal pesticide exposures with adverse pregnancy outcomes and stunting in rural

Bangladesh. *Environment International*, 133(Pt B), 105243.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105243>

- Kaur, R., Mavi, G. K., Raghav, S. & Khan, I. (2019). Pesticides Classification and Its Impact on Environment. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* (IJCMAS), 8(3): 1889-1897. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.224>
- Larrea Gómez, M. C. (2011). Análisis del proceso de aplicación de la Ley de Maternidad Gratuita y Atención a la Infancia en los gobiernos locales de los cantones Sucúa y Logroño y en el área de salud No. 6 de la provincia de Morona Santiago en el período 1999-2009 [Tesis de grado FLACSO Ecuador]. *Repositorio FLACSO Andes*. <http://hdl.handle.net/10469/8452>
- Larsen, A. E., Gaines, S. D., & Deschênes, O. (2017). Agricultural pesticide use and adverse birth outcomes in the San Joaquin Valley of California. *Nature Communications*, 8(1), 302. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00349-2>
- León Ajila, J. P., Espinosa Aguilar, M. A., Carvajal Romero, H. R., & Quezada Campoverde, J. (2023). Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 7494-7507. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4981
- Ley para Estimular y Controlar la Producción y Comercialización del Banano, Plátano (barraganete) y Otras Musáceas afines destinadas a la Exportación [Ley del Banano]. (2010, 29 de diciembre). Art. 8.
- London, L., de, G. S., Wesseling, C., Kisting, S., Rother, H. A., & Mergler, D. (2002). Pesticide usage and health consequences for women in developing countries: out of sight, out of mind?. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 8(1), 46–59. <https://doi.org/10.1179/oeh.2002.8.1.46>
- Luo, Z. C., Wilkins, R., Kramer, M. S., & Fetal and Infant Health Study Group of the Canadian Perinatal Surveillance System (2004). Disparities in pregnancy outcomes

according to marital and cohabitation status. *Obstetrics and gynecology*, 103(6), 1300–1307. <https://doi.org/10.1097/01.AOG.0000128070.44805.1f>

Merklinger-Gruchala A, Kapiszewska M. (2023). Marital Status, Father Acknowledgement, and Birth Outcomes: Does the Maternal Education Matter? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6):4868.
<https://doi.org/10.3390/ijerph20064868>

Ministerio del Ambiente y Agua. (2021). Guía para la gestión adecuada de plaguicidas. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Guia-para-la-gestion-adecuada-de-plaguicidas.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2016). Boletín Situacional – Banano 2016.
<https://online.fliphtml5.com/ijia/acjb/#p=1>

Nuseir, K. Q., Tahaineh, L., Al-Mehaisen, L. M., Al-Kuran, O., Ayoub, N. M., Mukattash, T. L. & Al-Rawi, N. (2022) Organophosphate pesticide exposure prenatally influence on pregnancy outcomes, *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 35:25, 4841-4846, DOI: 10.1080/14767058.2020.1869719

Organización de las Naciones Unidas. (2020). Kenya, Etiopía y Somalia sufren la peor plaga de langostas del desierto desde hace décadas. *Noticias ONU*.
<https://news.un.org/es/story/2020/01/1468772>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2016). Ecuador's Banana Sector under Climate Change: An Economic and Biophysical Assessment to Promote a Sustainable and Climate-Compatible Strategy. *FAO*.
<http://www.fao.org/3/a-i5697e.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2016). La OMS señala que las embarazadas deben poder tener acceso a una atención adecuada en el momento adecuado.

<https://www.who.int/es/news/item/07-11-2016-pregnant-women-must-be-able-to-access-the-right-care-at-the-right-time-says-who>

Organización Mundial de la Salud. (2022). Residuos de plaguicidas en los alimentos.

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>

Piña Calle, E. A. (2020). Determinantes sociales de la salud que influyen en la adherencia al control prenatal. *Revista Publicando*, 7(26), 54-62. Recuperado a partir de

<https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/2136>

Polo, P. (2020). Determinación social de la salud en el territorio: miradas de los trabajadores bananeros en Tenguel (Ecuador). *Revista Ciencias de la Salud*, 18(Especial):1-22.

<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.9073>

Rattanawitton, T., Siriwong, W., Shendell, D., Fiedler, N., & Robson, M. G. (2023). An

Evaluation of a Pesticide Training Program to Reduce Pesticide Exposure and

Enhance Safety among Female Farmworkers in Nan, Thailand. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(17), 6635.

<https://doi.org/10.3390/ijerph20176635>

Raatikainen, K., Heiskanen, N., & Heinonen, S. (2005). Marriage still protects pregnancy.

BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology, 112(10), 1411–

1416. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2005.00667.x>

Sadurní, J. M. (2020). La gran hambruna irlandesa, un desastre humanitario. *National*

Geographic. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/gran-hambruna-irlandesa-desastre-humanitario_15669

Schmeer, K. K. (2011). The child health disadvantage of parental cohabitation. *Journal of*

Marriage and Family, 73(1), 181–193. [https://doi.org/10.1111/j.1741-](https://doi.org/10.1111/j.1741-3737.2010.00797.x)

[3737.2010.00797.x](https://doi.org/10.1111/j.1741-3737.2010.00797.x)

- Shah, P. S., Zao, J., Ali, S., & Knowledge Synthesis Group of Determinants of preterm/LBW births. (2011). Maternal marital status and birth outcomes: a systematic review and meta-analyses. *Maternal and child health journal*, 15(7), 1097–1109.
<https://doi.org/10.1007/s10995-010-0654-z>
- Simões, M., Vermeulen, R., Portengen, L., Janssen, N., & Huss, A. (2023). Exploring associations between residential exposure to pesticides and birth outcomes using the Dutch birth registry. *Environment international*, 178, 108085.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108085>
- Sinchire Castillo, R. N., Cayambe, J., & Heredia-R, M. (2023). Conocimiento, percepción y prácticas de los agricultores sobre la aplicación de plaguicidas: un estudio de caso de productores de arroz en Ecuador. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 35(1), 88–103.
<https://doi.org/10.37815/rte.v35n1.1013>
- Sow, M., De Spiegelare, M., & Raynault, M. F. (2021). Risk of Low Birth Weight According to Household Composition in Brussels and Montreal: Do Income Support Policies Variations Explain the Differences Observed between Both Regions?. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15), 7936.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18157936>
- Suwannarin, N., Prapamontol, T., Isobe, T., Nishihama, Y., & Nakayama, S. F. (2020). Characteristics of Exposure of Reproductive-Age Farmworkers in Chiang Mai Province, Thailand, to Organophosphate and Neonicotinoid Insecticides: A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 7871. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217871>
- Timoteo-Barrantes, P. G. y Castillo-Velarde, E. (2023). Factores sociodemográficos asociados al abandono del control prenatal en gestantes del Perú. *Revista*

Internacional de Salud Materno Fetal, 8(2), 01-06.

<https://doi.org/10.47784/rismf.2023.8.2.268>

Vargas, O. G., Centanaro Quiroz, P. H., Morán Castro, C. E., Flores Cadena, C. A. (2023).

Análisis de las proyecciones del banano en Ecuador usando modelo de regresión y correlación de Pearson en los periodos 2014-2018. *Revista Científica FIPCAEC*

(*Fomento de la Investigación y Publicación Científico-técnica multidisciplinaria*).

ISSN: 2588-090X . *Polo De Capacitación, Investigación Y Publicación (POCAIP)*,

8(2), 610-632. <https://www.fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/848>

Yáñez Valverde, F. R. (2019). Implicaciones ambientales y sociales del uso y manejo de

agroquímicos en la producción de maíz suave en la Provincia de Bolívar. Estudio de caso: Recinto Achupallas, Cantón San Miguel [Tesis de maestría, FLACSO Ecuador].

Repositorio FLACSO Andes. <http://hdl.handle.net/10469/15759>

Zikankuba, V. L., Mwanyika, G., Ntwenya, J. E. & James, A. (2019). Pesticide regulations

and their malpractice implications on food and environment safety. *Cogent Food &*

Agriculture, 5(1): 1601544. DOI: 10.1080/23311932.2019.1601544

Apéndice

Apéndice 1

Efectos de la intensificación estacional de las fumigaciones sobre las semanas de gestación

	Semanas de Gestación					
	Efectos Fijos MCO					
	Estado civil unión no marital		Estado civil casada		Hogar monoparental	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Exposición Bananera	-0.0566 (0.163)	-0.0444 (0.160)	0.242 (0.204)	0.229 (0.205)	0.0203 (0.100)	0.204*** (0.0626)
Fumigación Intensiva	-0.0191 (0.0584)		0.141 (0.0895)		0.00422 (0.0448)	
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva	-0.0731 (0.110)		-0.0222 (0.153)		0.119 (0.132)	
Fumigación Intensiva en el 1er trimestre		0.131 (0.101)		0.0221 (0.0780)		0.0134 (0.0821)
Fumigación Intensiva en el 2do trimestre		-0.139* (0.0743)		-0.0442 (0.126)		0.0543 (0.0730)
Fumigación Intensiva en el 3er trimestre		-0.0377 (0.0669)		0.0900 (0.0944)		-0.00283 (0.0590)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 1er trimestre		-0.163 (0.118)		-0.244* (0.125)		-0.115 (0.0899)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 2do trimestre		-0.0546 (0.118)		0.222** (0.110)		-0.267** (0.105)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 3er trimestre		-0.0408 (0.117)		-0.112 (0.160)		-0.0546 (0.0776)
Observaciones	9189	9189	2900	2900	9242	9242
pseudo R^2	0.105	0.106	0.155	0.155	0.072	0.073
Número de clusters	114	114	86	86	122	122

Nota. Errores estándar en paréntesis, * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

Apéndice 2

Efectos de la intensificación estacional de las fumigaciones sobre el parto prematuro

	Nacimiento prematuro					
	Efectos Fijos Logit					
	Estado civil unión no marital		Estado civil casada		Hogar monoparental	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Exposición Bananera	1.502 (0.479)	1.830** (0.462)	1.223 (0.835)	1.322 (0.899)	1.292 (0.409)	0.772 (0.231)
Fumigación Intensiva	0.846 (0.117)		0.741 (0.176)		0.801** (0.0813)	
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva	1.698* (0.534)		1.180 (0.677)		1.062 (0.258)	
Fumigación Intensiva en el 1er trimestre		0.662 (0.234)		0.976 (0.272)		0.656** (0.121)
Fumigación Intensiva en el 2do trimestre		1.265 (0.213)		1.333 (0.593)		0.801 (0.207)
Fumigación Intensiva en el 3er trimestre		1.157 (0.199)		1.029 (0.268)		0.844 (0.137)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 1er trimestre		1.504 (0.531)		1.485 (0.830)		1.876*** (0.455)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 2do trimestre		1.206 (0.362)		0.567 (0.270)		2.836*** (0.964)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 3er trimestre		0.962 (0.229)		1.559 (0.819)		1.947** (0.509)
Observaciones	8818	8818	2574	2574	8751	8751
pseudo R^2	0.131	0.133	0.199	0.200	0.114	0.117
Número de clusters	69	69	42	42	64	64

Nota. Errores estándar en paréntesis, * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

Apéndice 3

Efectos de la intensificación estacional de las fumigaciones sobre el bajo peso al nacer

	Bajo Peso al Nacer Efectos Fijos Logit					
	Estado civil unión no marital		Estado civil casada		Hogar monoparental	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Exposición Bananera	1.788 (0.649)	1.925* (0.646)	0.867 (0.626)	1.041 (0.685)	1.106 (0.270)	0.836 (0.158)
Fumigación Intensiva	0.989 (0.122)		0.504*** (0.119)		0.686** (0.110)	
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva	1.173 (0.271)		2.427* (1.200)		1.819** (0.553)	
Fumigación Intensiva en el 1er trimestre		0.738 (0.159)		0.550* (0.193)		0.756 (0.137)
Fumigación Intensiva en el 2do trimestre		1.076 (0.139)		0.896 (0.266)		0.628*** (0.110)
Fumigación Intensiva en el 3er trimestre		1.203 (0.147)		0.477** (0.178)		0.670*** (0.0816)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 1er trimestre		1.083 (0.229)		3.034** (1.392)		2.432*** (0.612)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 2do trimestre		1.491 (0.398)		0.977 (0.365)		3.221*** (0.677)
Exposición Bananera × Fumigación Intensiva en el 3er trimestre		0.682** (0.124)		2.598 (1.591)		2.350** (0.823)
Observaciones	8986	8986	2565	2565	8845	8845
pseudo R^2	0.137	0.139	0.189	0.191	0.115	0.119
Número de clusters	75	75	45	45	68	68

Nota. Errores estándar en paréntesis, * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

Apéndice 4

Probabilidad de ser gestado durante el uso intensivo de plaguicidas para los hermanos menores: Madres en unión no marital

	Efectos Fijos MCO							
	Fumigación Intensiva durante el embarazo	Fumigación Intensiva en el primer trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva en el segundo trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva en el tercer trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva durante el embarazo	Fumigación Intensiva en el primer trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva en el segundo trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva en el tercer trimestre de embarazo
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Exposición Bananera	0.164 (0.0890)	0.253 (0.197)	-0.0948 (0.200)	0.0827 (0.134)	0.107 (0.0842)	0.227 (0.216)	-0.121 (0.181)	0.0849 (0.136)
Hijo menor recién nacido	-0.0366 (0.149)	-0.0287 (0.173)	-0.0230 (0.162)	0.388* (0.194)				
Recién nacido con hermano mayor expuesto					-0.222** (0.0751)	-0.0900 (0.120)	0.00823 (0.103)	0.124 (0.115)
Exposición Bananera × Hijo menor recién nacido	-0.0933 (0.0710)	-0.0543 (0.0941)	-0.111 (0.0841)	-0.0680 (0.113)				
Exposición Bananera × Recién nacido con hermano mayor expuesto					0.0541 (0.100)	-0.00294 (0.164)	-0.156 (0.137)	-0.192 (0.182)
Observaciones	664	664	664	664	664	664	664	664
R ²	0.963	0.927	0.934	0.901	0.966	0.928	0.935	0.903
Número de clusters	329	329	329	329	329	329	329	329

Nota. Errores estándar en paréntesis, * p<.1, ** p<.05, *** p<.01

Apéndice 5

Probabilidad de ser gestado durante el uso intensivo de plaguicidas para los hermanos menores: Madres casadas

	Efectos Fijos MCO							
	Fumigación Intensiva durante el embarazo	Fumigación Intensiva en el primer trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva en el segundo trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva en el tercer trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva durante el embarazo	Fumigación Intensiva en el primer trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva en el segundo trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva en el tercer trimestre de embarazo
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Exposición Bananera								
Hijo menor recién nacido	0.167 (0.401)	-0.248 (0.301)	0.0360 (0.326)	0.269 (0.435)				
Recién nacido con hermano mayor expuesto					-0.479*** (0.111)	0.0285 (0.107)	-0.183 (0.166)	-0.0666 (0.123)
Exposición Bananera × Hijo menor recién nacido	0.0364 (0.174)	0.111 (0.102)	0.0415 (0.130)	-0.206 (0.214)				
Exposición Bananera × Recién nacido con hermano mayor expuesto					0.368** (0.135)	0.0430 (0.177)	0.113 (0.214)	-0.406 (0.234)
Observaciones	278	278	278	278	278	278	278	278
R ²	0.971	0.959	0.936	0.937	0.979	0.959	0.938	0.945
Número de clusters	138	138	138	138	138	138	138	138

Nota. Errores estándar en paréntesis, * p<.1, ** p<.05, *** p<.01

Apéndice 6

Probabilidad de ser gestado durante el uso intensivo de plaguicidas para los hermanos menores: Hogares monoparentales

	Efectos Fijos MCO							
	Fumigación Intensiva durante el embarazo	Fumigación Intensiva en el primer trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva en el segundo trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva en el tercer trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva durante el embarazo	Fumigación Intensiva en el primer trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva en el segundo trimestre de embarazo	Fumigación Intensiva en el tercer trimestre de embarazo
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Exposición Bananera								
Hijo menor recién nacido	-0.330 (0.243)	-0.697* (0.277)	-0.0885 (0.205)	-0.0583 (0.244)				
Recién nacido con hermano mayor expuesto					-0.248*** (0.0681)	0.0860 (0.0906)	-0.0551 (0.0905)	-0.186* (0.0911)
Exposición Bananera × Hijo menor recién nacido	0.0291 (0.0941)	0.0396 (0.0929)	-0.0719 (0.0837)	0.0527 (0.0977)				
Exposición Bananera × Recién nacido con hermano mayor expuesto					0.0529 (0.122)	-0.0386 (0.152)	0.0386 (0.147)	-0.0150 (0.143)
Observaciones	432	432	432	432	432	432	432	432
R ²	0.958	0.942	0.951	0.923	0.963	0.942	0.951	0.928
Número de clusters	213	213	213	213	213	213	213	213

Nota. Errores estándar en paréntesis, * p<.1, ** p<.05, *** p<.01