

FACTORES CONDICIONANTES DE LA EXPOSICIÓN A PESTICIDAS DE AGROAPLICADORES POR ÁREAS ECOLÓGICAS HOMOGÉNEAS DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA, ARGENTINA

MARCELO BLANCO *
MARIA JOSEFINA LANTIERI **
MARIA INES STIMOLO ***
MARIANA BUTINOF ****
RICARDO ANTONIO FERNÁNDEZ *****
OLGA PADRÓ *****
MARIA DEL PILAR DIAZ *****

El objetivo del presente estudio fue evaluar los principales factores condicionantes de la exposición de la población de agroaplicadores de pesticidas de la provincia de Córdoba, Argentina, estratificada en base a su pertenencia a una de las cinco áreas ecológicas homogéneas (AEH) en que ésta se divide. Las actividades asociadas con el uso de la tierra están mostrando profundas transformaciones tecnológico-productivas. Argentina es uno de los países donde el avance de la agricultura en las últimas décadas condujo a importantes cambios estructurales. En la zona central del país, esta nueva realidad es representada por Córdoba. Entre 1994/95 y 2011/2012 la superficie con cultivos extensivos se incrementó de 3.397.050 ha a 7.500.000 ha, el 65 % correspondió a soja, con creciente uso de pesticidas. Se estudiaron 1374 aplicadores, caracterizándolos según edad, estado civil, nivel de instrucción, uso de equipo de protección personal (EPP), tipo de pulverizadoras, superficie trabajada, antigüedad en la tarea e implementación de receta fitosanitaria. Se encontraron diferencias significativas entre AEH. La tecnología utilizada (tipo de pulverizadoras, bajo uso de EPP, uso de productos y dosis sin prescripción por profesional idóneo), las amplias superficies/año trabajadas y la antigüedad en la tarea, se hallaron altamente regionalizados según las áreas, dando cuenta de escenarios de riesgo muy diferentes en toda la provincia. Las AEH de reciente agriculturización mostraron trabajadores con prácticas más seguras mientras que las tradicionalmente agrícolas registraron menor uso de medidas de seguridad laboral. La falta de uso de receta fitosanitaria plantea, además, importantes riesgos ambientales.

PALABRAS CLAVES: PESTICIDAS; EXPOSICIÓN OCUPACIONAL; ÁREAS ECOLÓGICAS; CÓRDOBA - ARGENTINA.

-
- * Engenheiro Agrônomo, Mestre em Tecnologia de Alimentos, Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba, Argentina (e-mail: blancomar@hotmail.com).
- ** Doutoranda em Ciências da Saúde, Faculdade de Ciências Médicas (FCM), UNC, Córdoba, Argentina (e-mail: mjlantieri@fcm.unc.edu.ar).
- *** Mestre em Estatística, Departamento de Matemática e Estatística (DME), Faculdade de Ciências Econômicas (FCE), UNC, Córdoba, Argentina (e-mail: mstimolo@eco.unc.edu.ar).
- **** Doutora em Medicina, Escola de Nutrição (EN), FCM, UNC, Córdoba, Argentina (e-mail: mariana@butinof.com.ar).
- ***** Médico, Faculdade de Medicina, Universidade Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina (e-mail: ricardoantoniofernandez@yahoo.com.ar).
- ***** Mestrando em Estatística Aplicada, DME, FCE, UNC, Córdoba, Argentina (e-mail: olgapadro@gmail.com).
- ***** Doutora em Estatística, EN, FCM, UNC, Córdoba, Argentina (e-mail: pdiaz@fcm.unc.edu.ar).

1 INTRODUCCIÓN

Argentina es el segundo país más grande de América del Sur. En el centro-este de la región, se encuentra una llanura que se extiende por más de 50 millones de hectáreas, cuya alta fertilidad y productividad proporcionan importantes ventajas comparativas para la producción agrícola (HALL *et al.*, 1992, citado en MANUEL-NAVARRETE *et al.*, 2009).

La provincia de Córdoba está localizada en la región central de Argentina, donde están bien representadas tres de las seis ecorregiones en las que se divide el país, el Chaco Seco, el Espinal y la Pampa (CABIDO & ZAK, 2010). Esta particularidad hace que en la provincia se combinen diversas variables geográficas, edafo-climáticas y económico-tecnológicas que dan lugar a un fuerte desarrollo agrícola y ganadero; esta actividad utiliza el 48,02 % de la superficie de Córdoba (DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS..., 2008).

La superficie sembrada de cultivos extensivos (soja *Glycine max* (L.) Merr; maíz *Zea mays* L., trigo *Triticum aestivum* L., maní *Arachis hypogaea* L., sorgo *Sorghum vulgare* Pers. y girasol *Helianthus annuus* L.) aumentó de 3.397.050 ha en la campaña 1994/95 a 7.500.000 ha en 2011/2012 (SIIA, 2013); en la campaña 2008/2009 el 65 % correspondía a soja, que a su vez representaba alrededor de 30 % de la superficie cultivada de esta oleaginosa en Argentina (SECRETARÍA DE AGRICULTURA..., 2010). Durante el período 1988-2002, la superficie dedicada a cultivos anuales en Argentina se expandió a una tasa media cercana al 0,3 % anual. Ese cambio no fue homogéneo a nivel nacional, ya que los mayores incrementos ocurrieron en Córdoba, incorporando un 14 % más de su superficie a la agricultura (PARUELO *et al.*, 2005).

La provincia de Córdoba se clasifica en cinco Áreas Ecológicas Homogéneas (AEH, Figura 1) en función a criterios edafo-climáticos, uso del suelo y combinación de las actividades productivas que en las mismas se realizan (CENTRO REGIONAL CÓRDOBA, INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA, SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA, 1987). El AEH I, denominada Ganadera Extensiva del Noroeste, se ha caracterizado tradicionalmente por la cría y recría de ganado vacuno en pastizales naturales. El AEH II, Agrícola–Ganadera Central, cuenta con cultivos extensivos y ganado vacuno con producción de carne. El AEH III, Lechera del Centro Este, constituye la principal cuenca lechera de la provincia y comparte un sector de su territorio con cultivos extensivos. El AEH IV, Agrícola del Sudeste, está basada principalmente en la actividad agrícola y finalmente, el AEH V, Ganadera–Agrícola del Sur, posee grandes extensiones dedicadas a cultivos extensivos con importante participación de la ganadería vacuna.

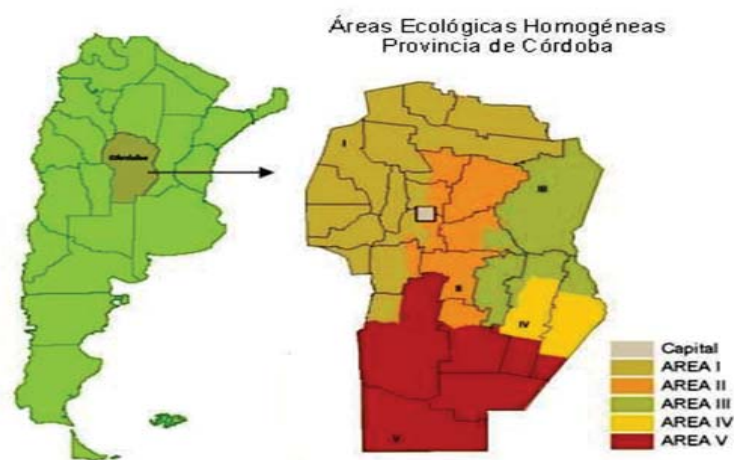


FIGURA 1 - MAPA DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA DIVIDIDA EN ÁREAS ECOLÓGICAS HOMOGÉNEAS

Diseño: María Inés Stimolo.

En las últimas décadas la agricultura ha ocupado aproximadamente 2.345.000 ha que, en 1971, estaban dedicadas a otros usos del suelo; el 87 % de este incremento correspondió al cultivo de soja (MARTELOTTO, SALAS y LOVERA, 2001). Así, el avance de la implantación de esta oleaginosa se realizó en detrimento de otros cultivos tradicionales o de áreas forestales y de disminución de establecimientos ganaderos y cuencas lecheras (DA VEIGA, 2005), dando cuenta de un cambio estructural en la provincia. El funcionamiento de este modelo tecnológico – productivo requiere volúmenes crecientes de agroquímicos; la cantidad comercializada en Argentina pasó de casi 140 millones de kg/L en 1998 a alrededor de 340 millones de kg/L en 2012 (MOLTONI, 2012). En consecuencia, diferentes escenarios a nivel tecnológico y económico se generaron en las AEH en que se divide la provincia de Córdoba (GHIDA DAZA y SÁNCHEZ, 2009). Si bien las tecnologías son beneficiosas en muchos aspectos, paralelamente generan riesgos. Éstos se agravan en un contexto en donde las empresas, dedicadas a los negocios agropecuarios, no siempre acompañan la realidad con una adecuada política de inversiones en prevención y seguridad. De esta manera, los trabajadores agrícolas suelen estar sistemáticamente menos protegidos que los que participan laboralmente del resto de las actividades económicas integrando el colectivo laboral más numeroso expuesto a pesticidas. Es importante señalar que estos trabajadores no están expuestos a un tipo exclusivo de plaguicida, sino a una diversidad de productos y en especial, a mezclas de los mismos (LÓPEZ GUARNIDO, 2005). Así, el uso de pesticidas entraña una exposición a productos cuya toxicidad configura niveles variables de riesgo para la salud y el ambiente (HAYES & LAWS, 1991; AL-SALEH, 1994). La exposición laboral en el ámbito rural configura un escenario complejo en el cual su población resulta con alta exposición y gran vulnerabilidad (MARONI, FAIT y COLOSIO, 1999). Existen amplios reportes que indican la ocurrencia de cuadros tóxicos agudos, de diferente grado de expresión clínica, en relación a la magnitud del tipo de exposición. A su vez, el impacto en la salud de exposiciones crónicas de bajo nivel es menos conocido, aunque existen muchos estudios que dan cuenta de alteraciones genotóxicas, mutagénicas e inmunológicas y que pueden expresarse como asociación con cáncer, déficit neurológicos y neurocognitivos (ALAVANJA, HOPPIN y KAMEL, 2004; ALAVANJA, 2009; BASSIL *et al.*, 2007; BINUKUMAR & DIP GILL, 2011), disrupción endócrina (CAPOROSSI & PAPALESIO, 2011; MCKINLAY *et al.*, 2008), malformaciones congénitas y problemas de fertilidad y reproducción (HANKE & JUREWICZ, 2004; SANBORN *et al.*, 2007; WESELAKE *et al.*, 2007).

Entre los trabajadores que enfrentan los mayores niveles de exposición directa se encuentran los aplicadores de pesticidas y, de manera indirecta, las familias, tanto de los agricultores como las de la comunidad general, que viven en terrenos próximos a campos cultivados. En efecto, las personas que viven en zonas agrícolas pueden estar expuestas a pesticidas a través de la deriva desde campos tratados hacia las viviendas, del polvo, del agua de bebida (ALAVANJA, 2009; WARD *et al.*, 2006). En este contexto, el conocimiento de las prácticas de los aplicadores terrestres de pesticidas es una cuestión prioritaria, a los fines de adecuar y fortalecer las estrategias preventivas, tendientes a mejorar las condiciones de higiene y seguridad de los trabajadores, sus familias y las comunidades aledañas, además de proteger los ecosistemas próximos a los campos tratados. Entre los factores básicos, condicionantes de la exposición ocupacional a pesticidas, se cuentan el tipo de producto y su toxicidad, la cantidad utilizada, la duración (SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE, 2007), el ambiente y la organización del trabajo, el entrenamiento en seguridad, las características de los trabajadores y sus comportamientos durante la tarea, el uso de equipo de protección personal, los hábitos de higiene luego de la labor, entre otros (QUANDT *et al.*, 2006).

Trabajos previos realizados en la población de aplicadores de pesticidas de toda la provincia de Córdoba han permitido analizar algunos de los principales condicionantes de la exposición de los trabajadores; como resultado se ha podido determinar la existencia de un complejo escenario de riesgo en el cual la población está altamente expuesta e identificar su asociación con una alta prevalencia de síntomas y de consultas médicas y hospitalización relacionadas al uso de

agroquímicos durante la labor (LANTIERI *et al.*, 2009, 2011a, b; BUTINOF *et al.*, 2011). Resultados preliminares analizados según la pertenencia a áreas ecológicas homogéneas (AEH) en que se divide la provincia, dieron cuenta a su vez, de la existencia de diferentes escenarios de riesgo en el territorio provincial (LANTIERI *et al.*, 2011a). Así, el objetivo del presente estudio fue profundizar la evaluación de condicionantes de la exposición de la población de aplicadores terrestres de pesticidas de la provincia de Córdoba, según su pertenencia a las distintas AEH, considerando un conjunto de variables socio-demográficas y los recursos tecnológicos empleados por los trabajadores, a la luz de los cambios ocurridos a partir del avance de la agricultura en Argentina y en Córdoba, en particular.

2 MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio observacional transversal en la población de aplicadores terrestres de pesticidas de la provincia de Córdoba, durante el período 2007-2012. La información se recolectó mediante la utilización de una encuesta auto-administrada, elaborada a partir de la adaptación a las condiciones de esta provincia (traducción, estudio y puesta a punto) de los cuestionarios que se utilizan en el estudio de cohorte por el *Agricultural Health Study* (AHS) de los Estados Unidos (ALAVANJA *et al.*, 1996). El instrumento, ya descrito en Lantieri *et al.* (2009), y revisado en Lantieri *et al.* (2011a), consta de 6 módulos: 1) características socio-demográficas; 2) uso de pesticidas; 3) información sobre cultivos y tecnología utilizada, como el tipo de equipo de protección personal (EPP), maquinaria empleada para la aplicación e intervención de un ingeniero agrónomo en la prescripción de pesticidas con receta fitosanitaria; 4) prácticas de trabajo; 5) estilo de vida; 6) información sobre la salud del trabajador y de su familia, valorando la posible exposición actual y pasada a pesticidas. A los fines de este estudio, se analizaron variables provenientes de los módulos uno y tres.

A partir de un universo aproximado de 3500, se conformó una muestra aleatoria de 1800 trabajadores directamente expuestos a pesticidas, considerando como tales a aquellos individuos que los mezclan/cargan y/o aplican. El instrumento fue completado por los asistentes a los cursos para aplicadores (de carácter obligatorio para la obtención de su licencia), dictados por personal capacitado perteneciente al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos de Córdoba en todo el territorio provincial (LEY PROVINCIAL 9164 – CÓRDOBA, 2004) durante los años 2007 a 2012. Luego de un análisis de consistencia y depuración, el tamaño final de la misma fue de 1374 trabajadores, analizados según su pertenencia a cada una de las AEH de la provincia de Córdoba.

Las variables analizadas en el presente trabajo fueron: edad (en años), nivel de instrucción (mayor nivel del sistema educativo formal alcanzado), estado civil (casados y otros); equipo de protección personal (EPP), equipos de aplicación (máquinas autopropulsadas con filtro de carbón activado, máquinas de arrastre con tractor con cabina y con filtro de carbón activado), uso de agroquímicos mediante receta fitosanitaria emitida por un ingeniero agrónomo, debidamente registrado como Asesor Fitosanitario tal como lo establece la ley provincial, superficie trabajada (cantidad de hectáreas promedio aplicadas/año) y años promedio que mezcla/carga y/o aplica.

Para evaluar el nivel de protección que emplean los aplicadores se utilizaron las ocho categorías propuestas por Dosemeci *et al.* (2002), establecidas por el tipo de elementos que componen el EPP utilizado, solo o combinado (Tabla 1), y donde la ponderación de los componentes del EPP está basada en mediciones realizadas en monitoreos de la exposición ocupacional a pesticidas durante la tarea. Se convino en categorizar al nivel de protección como sigue: no protegido (0 % de protección), parcialmente protegido (entre 20 y 70 % de protección) y protegido (90 % de protección).

Fueron construidas tablas de contingencia bivariadas para la verificación de hipótesis de independencia entre las variables cualitativas y estimados modelos lineales generalizados (McCULLAGH & NELDER, 1989), con componente aleatorio gama o normal, cuando la variable

respuesta era continua, para diferencias de medias entre las AEH. El nivel de significación adoptado fue $\alpha = 0,05$. Los análisis estadísticos fueron realizados en el software SPSS 15.0.

TABLA 1 - NIVELES DE PROTECCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS COMBINACIONES DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) UTILIZADOS

Nivel de Protección	Categorías de Protección	% Protección	Combinaciones de EPP utilizados
EPP 0	No Protegido	0	Ninguno
EPP 1	Parcialmente Protegido	20	Gafas de protección facial (protectores de cara o anteojos). Otra ropa protectora: botas, casco o sombrero
EPP 2		30	Máscara o cartucho (careta antigás). Ropa impermeable
EPP 3		40	Guantes de goma químicamente resistentes
EPP 4		50	EPP 1 y 2
EPP 5		60	EPP 1 y 3
EPP 6		70	EPP 2 y 3
EPP 7	Protegido	90	EPP 1, 2 y 3

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS ÁREAS

La población estudiada estuvo compuesta sólo por varones blancos con el 99,6 % de argentinos; siendo apenas el 0,4 % nacido en Bolivia y Chile. Las Tablas 2 y 3 presentan los estadísticos resumen de las variables estudiadas, por área y sus totales para toda la provincia.

El AEH I se caracterizó por poseer los aplicadores más jóvenes de la provincia, con 64,8 % de menores de 35 años de edad y el menor porcentaje (8,1 %) de trabajadores mayores de 45 años; el 63,1 % tuvo una antigüedad en la tarea menor a 6 años y la categoría de mayor antigüedad (21 años o más) es la menos representada, respecto a las otras AEH. En cuanto al nivel de instrucción, fue un área donde se registró el menor porcentaje en la categoría de escuela primaria incompleta y también el menor en cuanto a secundario completo o superior (29,2 %); el nivel de secundario incompleto concentra el mayor porcentaje de todas las áreas (39,24 %). Es en esta AEH donde se registró la menor cantidad de sujetos casados o unidos de hecho (56,8 %) (Tabla 2). Se observó también en el AEH I el mayor porcentaje de trabajadores con protección completa (53,7 %) y el mayor uso de la receta fitosanitaria (58,3 %). Esta área estuvo en el tercer lugar (63,9 %) en cuanto al uso de máquinas autopropulsadas con cabina con filtro de carbón activado y simultáneamente, el menor empleo de máquinas de arrastre con las mismas características (2,9 %). La superficie promedio/año tratada (9717 ha) fue una de las mayores de todas las áreas, luego del AEH III (Tabla 3).

TABLA 2 - CARACTERIZACIÓN SOCIO-DEMOGRÁFICA DE LOS APLICADORES TERRESTRES DE PESTICIDAS POR ÁREAS ECOLÓGICAS HOMOGÉNEAS DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA, ARGENTINA, 2007-2012

	ÁREAS					Total
	I	II	III	IV	V	
n	41	641	230	156	259	1327
Edad (años)						
Media	32,3	35,8	34,9	37,6	34,8	35,6
Desviación Estandar	8,6	11,6	9,9	10,9	11,9	11,3
14 – 24	16,2	16,5	16,1	12,8	21,2	16,9
25 – 34	48,6	36,0	38,1	30,2	32,8	35,4
35 – 44	27,0	24,9	28,7	30,2	25,2	26,3
> 45	8,1	22,6	17,0	26,8	20,8	21,4
Estado Civil (%) ¹						
Casado o unido de hecho	56,8	66,8	61,7	78,9	58,6	65,5
Soltero, divorciado o viudo	43,2	33,2	38,3	21,1	41,4	34,5
Nivel de Instrucción (%)						
Primaria Incompleta	2,4	11,1	13,5	7,1	10,8	10,7
Primaria Completa	29,3	27,9	27,8	29,5	32,0	28,9
Secundaria Incompleta	39,0	26,6	21,3	22,4	23,9	25,1
Secundaria Completa o Superior	29,2	34,3	37,4	41,0	33,2	35,2

¹ Porcentaje sobre el total de respuestas.

En el AEH II se observó que los trabajadores de 45 años o más de edad (11,7 %) ocuparon el segundo lugar, luego del área IV. El nivel de instrucción estuvo más concentrado en la categoría secundario completo o superior (34,3 %) con un importante porcentaje (11,1 %) de trabajadores que no concluyó sus estudios primarios, siendo la segunda área en relación a la cantidad de trabajadores casados o unidos de hecho (66,8 %) (Tabla 2). El 38,7 % se protege completamente durante la tarea, con escaso empleo de máquinas autopropulsada con cabina con filtro de carbón activado (49,7 %). El 54,8 % de los aplicadores utilizó receta fitosanitaria y la superficie promedio/año aplicada fue la menor de todas las AEH (Tabla 3).

TABLA 3 - TECNOLOGÍAS EMPLEADAS, SUPERFICIES APLICADAS ANUALMENTE Y ANTIGÜEDAD EN LA TAREA DE LOS APLICADORES DE PESTICIDAS POR AEH EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA, ARGENTINA, 2007-2012

	ÁREAS					Total
	I	II	III	IV	V	
n	41	641	230	156	259	1327
Nivel de Protección (%) ¹						
No Protegido	12,2	12,5	12,2	9,0	17,0	12,9
Parcialmente Protegido	34,1	48,8	46,1	55,8	52,1	49,4
Protegido	53,7	38,7	41,7	35,3	30,9	37,8
Superficie Promedio Anual Aplicada (ha)						
Media	9717	5226	9923	6535	7182	6719
Error Standard	1488	363	619	557	547	249
Años que Mezcla/Aplica Pesticidas (%)						
≤ 1	26,3	11,2	22,4	10,3	17,0	14,6
2 – 5	36,8	31,6	34,5	27,7	38,3	33,1
6 – 10	18,4	23,5	23,8	23,9	21,3	23,0
11– 20	10,5	21,4	13,5	23,9	15,8	18,9
21 ≥ 30	2,6	11,7	5,4	14,2	6,3	9,5
Uso de Pesticidas con Receta Firmada por Ingeniero Agrónomo (%)						
Si	58,3	54,8	46,4	53,8	33,7	49,9
Aplica c/ Máquina Autopropulsada c/ Cabina c/ Filtro de Carbón Activado (%)						
Si	63,9	49,7	74,1	67,9	63,2	58,7
Aplica con Máquina de Arrastre con Cabina y Filtro de Carbón Activado (%)						
Si	2,9	8,4	4,9	6,2	7,9	7,3

¹ Porcentaje sobre el total de respuestas.

En el área III se verificó la presencia de aplicadores con uno de los más altos porcentajes en la categoría de escuela secundaria completa o superior, aunque simultáneamente se registró el mayor porcentaje de trabajadores con escuela primaria incompleta (13,5 %). El 61,7 % se encontró casado o unido de hecho y es una de las áreas con menor porcentaje de aplicadores con 21 años o más de antigüedad (5,4 %). Estos trabajadores reportaron el mayor uso de máquinas autopropulsadas con filtro de carbón activado (74,1 %) y la mayor superficie promedio anual aplicada (9923 ha) respecto de las áreas restantes (Tabla 3).

La menor cantidad de trabajadores menores de 25 años de edad (12,8 %) fue estimada en el área IV y la mayor en la categoría de mayores de 45 años de edad, al igual que el porcentaje mayor

de aplicadores casados o unidos de hecho (78,9 %) y la mayor proporción con escolaridad secundaria completa o superior (41 %). Paradójicamente, en esta región se registró apenas el 35,3 % de individuos con protección completa durante la labor y la mayor cantidad de trabajadores con 21 años o más en la tarea (14,2 %). Se verificó además, uno de los mayores porcentajes de uso de receta fitosanitaria (53,8 %) y de máquinas autopropulsadas con cabina con filtro de carbón activado (67,9 %). La superficie promedio anual tratada es una de las más bajas (6535 ha) en relación al resto de las áreas.

El Área V presentó el mayor porcentaje (21,2 %) de trabajadores menores de 25 años de edad, la menor cantidad de trabajadores que se protegen totalmente (30,9 %) y el menor uso de receta fitosanitaria (34 %). Es una de las áreas donde menor empleo se realizó con máquinas autopropulsadas con filtro y el mayor empleo (7,9 %) con máquina de arrastre. Es de señalar que, en esta región de la provincia, el 55,3 % tuvo una antigüedad en la tarea menor a los 5 años.

3.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ÁREAS

En términos generales, las áreas mostraron diferencias significativas en la distribución de la edad de los trabajadores ($p < 0,05$), observándose además diferencias en la cantidad de trabajadores de 45 años o más entre el AEH I (8 %) y IV (26,8 %). También se registraron diferencias significativas en la categoría casados o unidos de hecho ($p < 0,01$) y en el nivel de instrucción ($p < 0,05$). Con respecto al nivel de protección (Tabla 3), se observaron diferencias significativas entre las AEH I, II, III respecto del AEH V ($p < 0,05$), estando en los extremos esta última con sólo el 31 % de aplicadores que se protegió totalmente y el AEH I con casi el 54 % de los trabajadores que trabajaron en estas condiciones. El AEH I también difirió significativamente del AEH IV, ésta con sólo 35,4 % de sujetos con protección completa durante su labor.

El área IV, con el mayor porcentaje de trabajadores con escuela secundaria completa o superior, posee uno de los valores más bajos en cuanto a protección completa, lo que concuerda con estudios realizados en esta provincia (LANTIERI *et al.*, 2009, 2011a,b) así como en otros países (GARCÍA, RAMÍREZ y LACASANA, 2002; MACFARLANE *et al.*, 2008; SCHENKER, ORENSTEIN y SAMUELS, 2002), que reportaron no asociación entre nivel de instrucción y nivel de protección personal; por el contrario los mismos estudios de esta región no mostraron coincidencia con los resultados del presente, en relación a la asociación entre la categoría casado o unido de hecho y mayor protección. El análisis de la antigüedad en la tarea mostró que el área II y IV son de particular importancia pues registraron valores de entre 56 % a 62 % de individuos con 6 años o más de actividad en la labor. La superficie trabajada anualmente resultó, en promedio, alrededor de 6700 ha, encontrándose diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el AEH III con el mayor promedio (9923 ha) y las AEH II, IV y V.

La Ley n° 9164 establece que los pesticidas sean prescriptos por un profesional ingeniero agrónomo. Este estudio mostró que el uso de receta fitosanitaria fue sólo de alrededor de 50 % promedio en toda la provincia, difiriendo significativamente el AEH V ($p < 0,05$), la de menor uso, con el resto de las AEH. El análisis del uso de tecnologías para la aplicación de pesticidas, discriminado por AEH, muestra que el mayor empleo de máquinas avanzadas, como las autopropulsadas con cabina y con filtro de carbón activado fue en el AEH III (74,1 %) y difirió significativamente de las AEH II y V ($p < 0,05$) siendo el AEH II la que menor uso hace de esta tecnología. Por el contrario, no se encontraron diferencias significativas en el uso de máquinas pulverizadoras de arrastre con tractores con cabina y con filtro, tecnología muy poco empleada en todas las áreas. Si se consideran los porcentajes conjuntos de máquinas autopropulsadas y de arrastre con cabina y filtro, resta una importante cantidad de trabajadores que aplicaron con pulverizadoras sin cabina o con cabina pero sin filtro, lo que agrega un riesgo adicional de exposición.

Un análisis especial merece el AEH I, tradicionalmente dedicada a la cría y recría de ganado vacuno en pastizales naturales y de reciente desarrollo agrícola, producto de la deforestación y la

expansión de la frontera agropecuaria. En efecto, entre el censo nacional agropecuario del 2002 y el 2008, los pastizales y los bosques naturales tuvieron un retroceso del 14,6 % y 7,1 % respectivamente, en casi todos los departamentos de esta área. Mientras que, desde el 2001, la superficie sembrada con cultivos extensivos, principalmente soja y maíz, pasó de aproximadamente 240.000 ha en la campaña 2001/2002 a casi 480.000 ha en la campaña 2007/2008 (SÁNCHEZ, 2013). Observaciones realizadas a terreno, en esta región del noroeste de la provincia, permitieron conocer que el reciente avance de la agricultura ha estado acompañado de la intervención de empresas que brindan servicios tecnológicos, entre ellos los de aplicación de pesticidas, obligándolas a un mayor cuidado de la seguridad laboral y el cumplimiento de la reglamentación vigente sobre uso de agroquímicos. Esto explicaría, al menos en parte, el hecho de tener trabajadores con menor antigüedad en la tarea y muy pocos con 25 años o más de antigüedad, poseer los mayores porcentajes de aplicadores que usan protección personal completa y pesticidas con receta fitosanitaria firmada por ingeniero agrónomo, además de ser la tercer área en importancia en el uso de tecnología avanzada para la aplicación de agroquímicos. Por el contrario, áreas como la II, IV y V, con una historia agrícola-ganadera de larga data, explicarían sus características de menor y significativas diferencias con el resto, en nivel de protección, probablemente debido a comportamientos impuestos por la tradición y heredadas de generación en generación.

4 CONCLUSIÓN

Los resultados del presente trabajo confirman los hallados en estudios previos sobre la existencia de factores de riesgo a los que la población de aplicadores de pesticidas de la provincia está expuesta. Además de confirmar la presencia de distintos escenarios de riesgo, estos resultados muestran características diferenciales entre las AEH, dando cuenta de una importante regionalización de la problemática.

En efecto, el tipo de maquinaria utilizada para la aplicación de pesticidas, los bajos niveles de protección personal completa durante la labor, el uso de productos y dosis no prescritas mediante receta emitida por un Asesor Fitosanitario, las amplias superficies anuales trabajadas y la antigüedad en la tarea, en algunas áreas con importantes cantidades de trabajadores con más de 10 años en la labor, actúan como condicionantes de diferentes niveles de intensidad de exposición y de exposición acumulada a pesticidas, según el área ecológica analizada, que amerita seguir investigando. Es de señalar que, la falta de prescripción de pesticidas por profesional idóneo, es un factor particularmente relevante en relación a los daños ambientales que pudieran generarse. En efecto, y tal como lo establece la legislación vigente en la provincia de Córdoba, en la receta debe constar el principio activo utilizado, la concentración y la dosis y, además, también debe hacerse expresa mención de la ubicación de los lotes a tratar, a los fines de tomar las medidas de precaución necesarias, cuando los campos a ser tratados o en sus cercanías hubiere cultivos susceptibles al o a los productos a utilizarse, cursos de agua, embalses utilizados como fuentes de abastecimiento de agua, abrevaderos naturales de ganado, áreas naturales protegidas o reservas forestales creadas en virtud de leyes vigentes y todo lo que pudiera verse afectado por la aplicación.

ABSTRACT

DETERMINANT FACTORS OF PESTICIDE EXPOSURE AMONG AGRICULTURAL APPLICATORS, BY HOMOGENEOUS ECOLOGICAL AREAS OF CÓRDOBA PROVINCE, ARGENTINA

The goal of this study was to assess the main determinant factors of pesticide exposure among terrestrial agriculture applicator population of Córdoba province, stratified based on their membership in one of five homogeneous ecological areas (AEHs) in which it is divided. The activities associated with land use are immersed in deep technological-productive transformations and Argentina is one of the countries where the development of agriculture in recent decades has led to significant structural changes. In the central region of the country, this new reality is represented by the province of Córdoba. Surface with crops has increased

from 3.397.050 to 7.500.000 ha in the 1994/95-2011/2012 period, being 65 % of soybean, with an increasing use of pesticides. It was studied 1374 applicators characterizing them according to age, marital status, level of education, use of personal protective equipment (PPE), application equipment, area worked, job seniority and implementation of agronomic recipe. Significant differences between AEH were found. The type of crop sprayers, low levels of PPE used, use of non-prescription products and doses, the broad surfaces / year sprayed and the seniority in the task varied according to region pointing very different risk scenarios across the province. One of the ecological areas, which it has recently joined the agricultural activity, showed workers with safer job practices in comparison to ecological areas traditionally engaged in agricultural activities. The lack of use of agronomic recipe also raises significant environmental risks.

KEY-WORDS: PESTICIDE; OCCUPATIONAL EXPOSURE; ECOLOGICAL AREAS; CORDOBA-ARGENTINA.

REFERENCIAS

- 1 ALAVANJA, M.C.R.; SANDLER, D.P.; MCMASTER, S.B.; ZAHM, S.H.; MCDONNELL, C.J.; LYNCH, C.F.; PENNYBACKER, M.; ROTHMAN, N.; DOSEMECI, M.; BOND, A.; BLAIR, A. The agricultural health study. **Environmental Health Perspectives**, v.104, p.362-369, 1996.
- 2 ALAVANJA, M.C.R.; HOPPIN, J.A.; KAMEL, F. Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. **Annual Review of Public Health**, v.25, p.155-197, 2004.
- 3 ALAVANJA, M.C. Introduction: pesticides use and exposure extensive worldwide. **Review of Environmental Health**, v. 24, n.4, p.303-309, 2009.
- 4 AL-SALEH, I.A. Pesticides: a review article. **Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology**, v.13, p. 151-161, 1994.
- 5 BASSIL, K.L.; VAKIL, C.; SANBORN, M.; COLE, C.; KAUR, J.S.; KERR, K.J. Cancer health effects of pesticides. Systematic review. **Canadian Family Physician**, v.53, n.10, p.1704-1711, 2007.
- 6 BINUKUMAR, B.K.; DIP GILL, K. Chronic exposure to pesticides- neurological, neurobehavioral and molecular targets of neurotoxicity. In: STOYTICHEVA M. (Ed.). **Pesticides in the modern world - effects of pesticides exposure**. 2011. p.3-20. Disponible en: <http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-effects-of-pesticides-exposure/chronic-exposure-to-pesticides-neurological-neurobehavioral-and-molecular-targets-of-neurotoxicity>. Consultado el: 12/08/2013.
- 7 BUTINOF, M.; FERNÁNDEZ, R.A.; STIMOLO, M.I.; LANTIERI, M.J.; BONSIGNOR, M.; MACHADO, A.L.; DÍAZ, M. DEL P. Adverse health events during occupational exposure to pesticides in Cordoba, Argentina. An estimation of its impact on agricultural applicators health. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v.65, suppl. 1, p. A268-A269. Abstract. Disponible en: http://jech.bmj.com/content/65/Suppl_1/A268.3.abstract?sid=d60c0c19-9d1c-42fc-b237-843635d78f88. Consultado el: 12/08/2013.
- 8 CABIDO, M.; ZAK, M. **Deforestación, agricultura y biodiversidad**. Hoy la Universidad. Prosecretaría de Comunicación Institucional. Universidad Nacional de Córdoba. 2010. Disponible en: <http://www.hoylauniversidad.unc.edu.ar/2010/junio/deforestacion-agricultura-y-biodiversidad-apuntes>. Consultado el: 15/09/2012.
- 9 CAPOROSI, L.; PAPALETTO, B. Effect on workers' health owing to pesticides exposure: endocrine target. In: STOYTICHEVA M. (ed.). **Pesticides in the modern world - effects of pesticides exposure**. p.33-58. 2011. Disponible en: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/effect-on-workers-health-owing-to-pesticides-exposure-endocrine-target>. Consultado el: 15/09/2012.
- 10 CENTRO REGIONAL CÓRDOBA, INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA/SECRETARÍA DE AGRICULTURA GANADERÍA Y PESCA. Subsecretaría de Desarrollo Agropecuario. **Análisis de la evolución, situación actual y problemática del sector agropecuario del Centro Regional Córdoba**. Córdoba, 1987. 106 p.
- 11 CÓRDOBA (Provincia). **Decreto N° 673/04, de 2 de junio de 2004**. La Legislatura de la Provincia de Córdoba sanciona con fuerza de Ley N° 9164, sobre productos químicos o biológicos de uso agropecuario. Disponible en: <http://web2.cba.gov.ar/web/leyes.nsf/0/7D956CE717057CCA03257234006576A6?OpenDocument&Highlight=0,9164,aplicadores,agroqu%EDmicos,DE,USO,AGROPECUARIO>. Consultado el: 17/07/2013.
- 12 DA VEIGA, G.A. La soja y la expansión de la frontera agrícola argentina. In: BRAGACHINI, M.; CASINI, C. (Ed.). **Soja, eficiencia de cosecha y post cosecha. Proyecto Eficiencia de Cosecha y Post cosecha de Granos**. Córdoba: Ediciones INTA, 2005. p.13-29, (Manual Técnico, 3 INTA - PRECOP).
- 13 DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS. Gobierno de la Provincia de Córdoba. **Producto geográfico bruto de la Provincia de Córdoba 1993-2007**, 2008. p.1-36. Disponible en: http://estadistica.cba.gov.ar/LinkClick.aspx?fileticket=_tl_30QMij4%3D&tabid=66&mid=855&language=es-AR. Consultado el: 10/08/2013.

- 14 DOSEMECI, M.; ALAVANJA, M.C.R.; ROWLAND, A.S.; MAGE, D.; ZAHM, S.H.; ROTHMAN, N.; LUBIN, J.H.; HOPPIN, J.A.; SANDLER, D.P.; BLAIR, A. A quantitative approach for estimating exposure to pesticides in the agricultural health study. **Annals of Occupational Hygiene**, v.46, n.2, p.245-260, 2002.
- 15 GARCIA, A.M.; RAMIREZ, A.; LACASANA, M. Prácticas de utilización de pesticidas en agricultores. **Gaceta Sanitaria**, v. 16, n.3, p.236-240, 2002.
- 16 GHIDA-DAZZA, C.; SÁNCHEZ, C. **Zonas agroeconómicas homogéneas: Córdoba. Área de influencia de INTA Estación Experimental (EEA).** Córdoba: INTA, 2009. 134 p. (Cartilla Digital Manfredi).
- 17 HANKE, W.; JUREWICZ, J. The risk of adverse reproductive and developmental disorders due to occupational pesticide exposure: an overview of current epidemiological evidence. **International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health**, v.17, n.2, p.223-243, 2004.
- 18 HAYES, W.J.; LAWS, E. R. (Eds.). **Handbook of pesticide toxicology**. San Diego: Academy Press, 1991.
- 19 LANTIERI, M.J.; MEYER-PAZ, R.; BUTINOF, M.; FERNANDEZ, R.A.; STIMOLO M.I.; DIAZ, M.P. Exposición a pesticidas en agroaplicadores terrestres de la Provincia de Córdoba, Argentina: factores condicionantes. **AgriScientia**, v.26, n.2, p.43-54, 2009. Disponible en <http://www.agriscientia.unc.edu.ar/volumenes/pdf/v26n02a02.pdf>. Consultado el: 15/09/2012.
- 20 LANTIERI, M.J.; BUTINOF, M.; FERNÁNDEZ, R.A.; STIMOLO, M.I.; BLANCO, M.; DÍAZ, M. DEL P. Work practices, exposure assessment and geographical analysis of pesticide applicators in Argentina. In: STOYTICHEVA, M. (Ed.). **Pesticides in the modern world - effects of pesticides exposure**, p.115-138. 2011a. Disponible en: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/work-practices-exposure-assessment-and-geographical-analysis-of-pesticide-applicators-in-argentina>. Consultado el: 20/08/2013.
- 21 LANTIERI, M.J.; FERNÁNDEZ, R.A.; STIMOLO, M.I.; BUTINOF, M.; BLANCO, M.; DÍAZ, M. DEL P. Occupational pesticide exposure in Cordoba, Argentina. An Assessment based on self-reported information of agricultural applicators. Abstract. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v.65, suppl 1, p. A468, 2011b. Disponible en: http://jech.bmj.com/content/65/Suppl_1/A468.1.abstract?sid=92e83aed-81d1-4350-9fd0-efbb596abb69. Consultado el: 18/08/2013.
- 22 LÓPEZ GUARNIDO, O. **Diversos marcadores bioquímicos en trabajadores de invernadero de la Costa Oriental de Andalucía**. 2005. 302 p. Tesis (Doctoral en Farmacia), Universidad de Granada, Granada, 2005.
- 23 McCULLAGH, P.; NELDER, J. **Generalized linear models**. 2nd ed. New York: Chapman & Hall, 1989. (CRC Monographs on Statistics & Applied Probability).
- 24 MACFARLANE, E.; CHAPMAN, A.; BENKE, G.; MEAKLIM, J.; SIM, M.; MCNEIL, J. Training and other predictors of personal protective equipment use in Australian grain farmers using pesticides. **Occupational and Environmental Medicine**, v.65, n.2, p.141-146, 2008.
- 25 MCKINLAY, R.; PLANT, J.A.; BELL, J.N.; VOULVOULIS, N. Endocrine disrupting pesticides: implications for risk assessment. **Environment International**, v.34, n.2, p.168-183, 2008.
- 26 MANUEL-NAVARRETE, D.; GALLOPÍN, G.C.; BLANCO, M.; DÍAZ-ZORITA, M.; FERRARO, D.O.; HERZER, H.; LATERRA, P.; MURMIS, M.R.; PODESTA, G.P.; RABINOVICH, J.; SATORRE, E.H.; TORRES, F.; VIGLIZZO, E.F. Multi-causal and integrated assessment of sustainability: the case of agriculturization in the Argentine Pampas. **Environment, Development and Sustainability**, v.11, n.3, p.621-638, 2009.
- 27 MARONI, M.; FAIT, A.; COLOSIO, C. Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides. **Toxicology Letters**, v.107, p.145-153, 1999.
- 28 MARTELLOTTO, E.; SALAS, H; LOVERA, E. **El monocultivo de soja y la sustentabilidad de la agricultura Cordobesa**. 2001. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/EI%20Monocultivo%20de%20Soja%20y%20la%20Sustentabilidad%20de%20la%20Agricultura%20Cordobesa.asp>. Consultado el: 19/04/2012.
- 29 MOLTONI, L. **Evolución del mercado de herbicidas en Argentina**. Instituto de Ingeniería Rural. Ministerio de Agricultura y Pesca. Presidencia de la Nación. Economía y Desarrollo Rural, v.1, n.2, p.1-6, 2012. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/economia-y-desarrollo-agroindustrial-boletin-1-2.-evolucion-del-mercado-en-argentina>. Consultado el: 20/08/2013.
- 30 PARUELO, J.M.; GUERSCHMAN, J.P.; VERÓN, S.R. Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. **Ciencia Hoy**, v. 15, n.87, p.14-23, 2005.
- 31 QUANDT, S.A.; HERNÁNDEZ-VALERO, M.A.; GRZYWACZ, J.G.; J HOVEY, J.D.; GONZALES, M.; ARCURY, T.A. Workplace, household, and personal predictors of pesticide exposure for farmworkers. **Environmental Health Perspectives**, v.114, n.6, p.943-952, 2006.
- 32 SÁNCHEZ, C. **Caracterización del territorio Noroeste de la provincia de Córdoba (AR)**. Proyecto Regional con Enfoque Territorial (PRET). Gestión de la innovación en el territorio del arco Noroeste de la provincia de Córdoba (CORDO 1262204). Córdoba: INTA, Estación Experimental INTA Manfredi, 2013. 52 p.

- 33 SANBORN, M.; KERR, K.J.; SANIN, L.H.; COLE, D.C.; BASSIL, K.L.; VAKIL, C. Non-cancer health effects of pesticides. Systematic review and implications for family doctors. **Canadian Family Physician**, v.53, n.10, p.1712-1720, 2007.
- 34 SCHENKER, M.B.; ORENSTEIN, M.R.; SAMUELS, S.J. Use of protective equipment among California farmers. **American Journal of Industrial Medicine**, v.42, n.5, p.455-464, 2002.
- 35 SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ALIMENTOS Y PESCA. Provincia de Córdoba. **Información agropecuaria**: cultivos extensivos. Campañas Anteriores. Campaña 2008/2009. Disponible en: [http://magya.cba.gov.ar/uploaded/Res %2008-09.xls](http://magya.cba.gov.ar/uploaded/Res%2008-09.xls). Consultado el: 28/07/2010.
- 36 SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE. **La problemática de los agroquímicos y sus envases**: su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta y el ambiente. Buenos Aires: OPS/AAMMA, 2007. 312 p. Disponible en: [http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UniDA/File/LIBRO %20Agroquimicos.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UniDA/File/LIBRO%20Agroquimicos.pdf). Consultado el: 10/4/2010.
- 37 SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA (SIIA). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. **Producción, área sembrada y cosechada**. Disponible en: <http://old.sia.gov.ar/index.php/series-por-tema/agricultura>. Consultado el: 17/05/2013.
- 38 WARD, M.H.; LUBIN, J.; GIGLIERANO, J.; COLT, J.S.; WOLTER, C.; BEKIROGLU, N.; CAMANN, D.; HARTGE, P.; NUCKOLS, J.R. Proximity to crops and residential exposure to agricultural herbicides in Iowa. **Environmental Health Perspectives**, v.114, n.6, p.893-897, 2006.
- 39 WESELAK, M.; ARBUCKLE, T.E.; WIGLE, D.T.; WALKER, M.C.; KREWSKI, D. Pre-and post-conception pesticide exposure and the risk of birth defects in an Ontario farm population. **Reproductive Toxicology**, v.25, n.4, p.472-480, 2008.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos de la provincia de Córdoba, Argentina, por su apoyo para la realización de las encuestas a los aplicadores de pesticidas y a todos los trabajadores que aceptaron participar de este estudio. Este trabajo fue realizado con subsidios del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Argentina y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (Préstamos BID 1728 OG/AR PICT 36035 y PICT 2008-1814) y de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba (SECyT-UNC) - Cód. 05/H207.