

Investigación empírica y análisis teórico

Evaluación de tareas cognitivas de infantes en vulnerabilidad socioambiental utilizando una versión corta del WISC IV

Evaluation of cognitive tasks of infants in socio-environmental vulnerability using a short version of WISC IV

Yañez Quijada, Adrian Israel¹; Camarena Gómez, Beatriz Olivia^{1*} y Morales Villegas, Raúl²

Resumen:

El objetivo del estudio descrito en este artículo fue asociar la vulnerabilidad social con el desempeño cognitivo en grupos de población infantil que viven en contextos de amenaza ambiental. El diseño de la investigación fue no experimental, de correlación-comparativo y se llevó a cabo en dos fases. Participaron niños de seis a doce años de edad, residentes en Hermosillo, Sonora, México (n=432), 88.2% en localidades agrícolas y el 11.8% restante en contexto urbano, en la primera fase participaron 184 sujetos y en la segunda 248. Se utilizaron indicadores del Índice de Vulnerabilidad Social, la prueba de AMAI, la escala de matrices progresivas y la prueba WISC IV. En resultados, se observó correlación negativa entre la vulnerabilidad social en contextos de amenaza y el desempeño cognitivo ($r = -.437$); y se identificaron dos conglomerados, el denominado "Mayor Vulnerabilidad Social" (n=115) y el nombrado "Menor Vulnerabilidad Social" (n=41). El estudio concluyó en la necesidad de integrar variables biofísicas y sociales al análisis del desempeño cognitivo de infantes.

Palabras Clave: *desempeño cognitivo, amenaza ambiental, vulnerabilidad social, plaguicidas, memoria de trabajo.*

Abstract:

The objective of the study described in this article was to associate social vulnerability with cognitive performance in groups of children living in contexts of environmental threat. The research design was non-experimental, correlation-comparative, and carried out in two phases. Children from six to twelve years old, residing in Hermosillo, Sonora, Mexico (n = 432), 88.2% in agricultural localities and the remaining 11.8% in urban context participated, in the first phase 184 subjects participated and in the second 248. Indicators of the Social Vulnerability, the AMAI test, the progressive matrix scale and the WISC IV test were used. In results, a negative correlation was observed between social vulnerability in threat contexts and cognitive performance ($r = -.437$); and two clusters were identified, the so-called "Greater Social Vulnerability" (n = 115) and the named "Less Social Vulnerability" (n = 41). The study concluded on the need to integrate biophysical and social variables to the analysis of the cognitive performance of infants.

Keywords: *cognitive performance, environmental hazard, social vulnerability, pesticides, working memory.*

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.

² Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

*Correspondencia: betica@ciad.mx

En los últimos años, siendo cada vez más evidente el rol fundamental que tienen los procesos de interacción ambiente-individuo (Valencia, 2016), han cobrado también relevancia los estudios que abordan la amenaza ambiental y la vulnerabilidad social en relación con la salud humana. La vulnerabilidad según Lampis (2012) refiere a la susceptibilidad al daño y se utiliza regularmente para estudiar fenómenos como la pobreza y el desarrollo (Chambers, 1995), el manejo del riesgo en desastres (Wisner, Blaikie, Blaikie, Cannon & Davis, 2004) y, en contextos comunitarios, en su relación con procesos de adaptación al cambio climático (Adger 2006; O'Brien, Quinlan & Ziervogel, 2009). Brooks (2003), por su parte, refiere que al conceptualizar la vulnerabilidad usualmente se le liga con procesos de riesgo, peligro, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación o resiliencia; y para Valencia (2016), dicho concepto atiende aspectos relativos a la organización, las relaciones y estructuras sociales, con sus lógicas particulares en cada contexto y situación de riesgo.

En las distintas aproximaciones conceptuales y metodológicas suscitadas al abordar la vulnerabilidad destacan dos enfoques analíticos: el biofísico y el social (Brooks, 2003). El enfoque biofísico emerge en los estudios sobre vulnerabilidad social y manejo de riesgo en desastres que priorizan los peligros naturales y sus impactos, centran su mirada analítica más en la exposición a una amenaza que en la capacidad de respuesta del sujeto. Según O'Brien, Eriksen, Nygaard & Schjolden (2007), las evaluaciones de vulnerabilidad biofísica están enraizadas en una epistemología positivista, siendo la vulnerabilidad una función de la naturaleza, se le asume como un peligro físico-ambiental, como extensión de la exposición de un sistema hu-

mano y la sensibilidad de tal sistema a los impactos de ese peligro (Valencia, 2016).

El enfoque social en los estudios de vulnerabilidad, por su parte, aborda el manejo del riesgo en desastres a través de la ecología política (Wisner *et al*, 2004) y considerando las condiciones de pobreza (Barrientos, 2013). Esta aproximación analítica proviene de una tradición más crítica de la investigación, en la cual los procesos sociales y políticos son considerados como determinantes del impacto de las llamadas amenazas naturales (Fraser, 2014). En esta línea, Cutter, Boruff & Shirley (2003), refieren que la vulnerabilidad social es parcialmente producto de las desigualdades sociales ya que éstas actúan como determinantes de los factores de influencia que van a moldear la sensibilidad de los grupos al daño, a la vez que impactarán su manera de responder a las amenazas ambientales. Por ende, la vulnerabilidad incluye factores determinantes de las desigualdades, como son el ingreso, ocupación, educación, estructura familiar, procesos de ruralidad-urbanidad, migración, condiciones de infraestructura, entre otros.

En esta investigación se ha retomado el concepto de vulnerabilidad social que asocia la sensibilidad al daño con las condiciones y variables sociales que tienden a potenciar el impacto negativo del riesgo o daño al residir en contextos de amenaza ambiental. Estudiar la vulnerabilidad adoptando un enfoque social implica suponer que, en un contexto de amenaza ambiental, a mayor vulnerabilidad social, mayor riesgo de impacto. Por ejemplo, de vivir en un contexto de exposición a contaminación, sea por presencia de plaguicidas u otros neurotóxicos, los grupos de población que presenten condiciones de mayor desventaja social serán los que resulten más afectados por la amenaza o riesgo de exposición.

La presencia de plaguicidas en el suelo, aire, agua o incluso en alimentos se considera una amenaza ambiental para la población, siendo los niños especialmente vulnerables a la exposición a agroquímicos debido a que los sistemas nervioso central (SNC) e inmunológico se encuentran en desarrollo en los primeros meses de vida, tanto a nivel estructural y de conexiones nerviosas; de manera que, si en esa etapa temprana de vida, compuestos como los plaguicidas destruyen las células cerebrales y/o alteran la modulación de las células gliales, existe un alto riesgo de producirse disfunciones o daños permanentes e irreversibles en el sujeto, las cuales podrían expresarse con disminución del funcionamiento cognitivo y/o trastornos del comportamiento (Slotkin & Seidler, 2007; Vester & Caudle, 2016).

En la actualidad, para medir el desempeño cognitivo en poblaciones vulnerables expuestas a neurotóxicos se utilizan varios estudios integrados en pruebas psicométricas y neuropsicológicas (Morales, 2016). En el caso de los estudios neurotoxicológicos centrados en el impacto sobre el funcionamiento cerebral, se han desarrollado distintas metodologías de medición/evaluación psicológica (Anger, 2003), que van desde los diseños clásicos que emplean herramientas psicométricas estandarizadas para valorar habilidades y capacidades intelectuales globales, hasta los enfoques de la psicología cognitiva que usan las baterías neuroconductuales para medir respuestas sensoriales y motoras específicas, a través de tareas e imágenes digitales computarizadas. Importa precisar que las herramientas psicométricas estandarizadas utilizadas en los diseños clásicos para valorar, particularmente, el factor “g” de inteligencia, así como la triada de inteligencia verbal y manipulativa de Wechsler, se han cuestionado por considerar el coeficiente intelectual como un efecto final (Manga y Ramos, 1999).

Recientemente se ha popularizado el uso de pruebas derivadas del paradigma neuropsicológico que pretenden vincular los déficits/daño de las funciones psicológicas/cognitivas superiores (memoria, atención, funcionamiento ejecutivo, praxias, gnosias, capacidad intelectual y lenguaje), utilizando baterías neuropsicológicas que evalúan de manera global el funcionamiento, o bien pruebas específicas estandarizadas y validadas; y según Morales (2016), la ventaja de esas baterías neuropsicológicas que pretenden evaluar déficits neurológicos está en sus bases teóricas, se sustentan en modelos explicativos de la organización cerebral de Luria (Coelho, Da Silva, Ribeiro y Perea, 2006). Por ello, les resulta factible asociar los déficit y daños a estructuras corticales específicas, cuando las otras pruebas cognitivas y psicométricas realizan una evaluación desligada de la organización cerebral. En todo caso, la desventaja de las baterías neuropsicológicas es que su administración consume mucho tiempo y, por lo mismo, resultan poco prácticas para evaluar muestras grandes de población y requieren, además, una formación teórica sólida en los profesionales que han de aplicarlas.

Frente a estas dificultades se ha optado por utilizar las pruebas psicométricas que tradicionalmente arrojan un puntaje general del rendimiento (coeficiente intelectual), basados en la agrupación de pruebas específicas formadas por tareas verbales, ejecutivas, de velocidad perceptual y memoria, como una opción de interpretación. Tales instrumentos ofrecen la posibilidad de reorganizar las tareas para conformar nuevos índices basados en otros constructos teóricos. Este es el caso de la interpretación del WISC IV desde la teoría CHC, y el uso de versiones cortas, para aplicarse en casos de discapacidades que comprometen algunas vías sensoriales como la visión y audición. Desde la neuropsicología

se ha sugerido el análisis de subpruebas del WISC IV que por su naturaleza pueden relacionarse con algunas funciones psicológicas superiores como la memoria, la atención y la función ejecutiva (Flanagan & Kaufman, 2009).

En México, investigaciones en el campo de la neuro toxicología ambiental, han empleado compuestos clínicos (conceptos, conocimiento, secuenciación y organización visoespacial), derivados de las escalas Wechsler (WISC RM), con interpretación neuropsicológica que proporcionan un espectro de funciones psicológicas/cognitivas específicas: comprensión verbal, fluidez verbal, número, espacio, percepción de velocidad, memoria y razonamiento. En esa línea, Calderon, Hudgens, Le, Schreinemachers & Thomas (1999), utilizaron el WISC RM para valorar los efectos del arsénico y plomo en el funcionamiento neuropsicológico de niños escolares residentes en una zona minero metalúrgica en la ciudad de San Luis Potosí, a través del modelo de compuestos Banatynne. Al finalizar su estudio reportaron niveles altos de arsénico en la orina de los infantes estudiados y una correlación significativa de tales niveles con el bajo rendimiento cognitivo en la memoria a largo plazo y en abstracción lingüística. En esa misma línea de investigación, Rocha (2008) utilizando la metodología de interpretación de compuestos clínicos, reveló asociación entre las tareas de organización visoespacial y razonamiento verbal, con altas concentraciones de arsénico en orina, además de bajas puntuaciones en memoria verbal a largo plazo y altas concentraciones de flúor en orina.

En el campo de los estudios científicos centrados en valorar la influencia de variables sociales sobre lo cognitivo, con más de nueve décadas de historia, sobresalen los abordajes con enfoque educativo y desde la psicología

del desarrollo (Bradley & Corwyn, 2002; Yoshikawa, Aber & Beardslee, 2012). En esa línea, Duncan y Magnuson (2012) precisan que cuando se miden variables sociales para indagar su influencia en el funcionamiento cognitivo, se remite a lo económico (ingreso y riqueza material) y social (prestigio social, nivel escolar), para correlacionarlos con características específicas de las familias a evaluar. Los estudios realizados por Noble y colaboradores (Farah et al., 2006; Noble, McCandliss y Farah, 2007; Noble, Norman, y Farah, 2005) presentan evidencia de la influencia que tienen ciertas variables sociales en el desempeño de tareas neurocognitivas en niños (las medidas incluyeron una tarea de memoria de trabajo espacial y una tarea de ir y no ir para evaluar el control inhibitorio). En estudio realizado con niños de 10 a 13 años se encontró que había disparidad significativa relacionada con la memoria de trabajo ($p = .06$), más no hubo diferencias asociadas al control inhibitorio (Farah et al, 2006; Noble et al, 2005). En otro estudio, de alcance multiétnico, donde participaron 150 niños de 6 a 12 años residentes de Estados Unidos, se observó relación entre condiciones socioeconómicas precarias y un desempeño bajo en memoria de trabajo y control inhibitorio (Noble et al, 2007).

Otra investigación, realizada en Argentina y en la cual también participaron niños de entre 6 y 12 años (Arán-Filippetti & Richaud, 2012), arrojó que variables socioeconómicas explicaron entre el 10.7% y el 55.7% de la varianza en una gama de tareas de funciones ejecutivas. Los niños en el grupo de Nivel Socioeconómico Bajo (NSE) estuvieron expuestos a condiciones de privación mucho mayores que las típicamente encontradas en los países industrializados, incluso falta de suministro público de agua y de saneamiento.

Sarsour *et al.*, (2011), por su parte, estudiaron las asociaciones independientes e interactivas entre el estatus socioeconómico familiar y el ser madre o padre soltero (monoparental) con el fin de predecir funciones cognitivas infantiles de control inhibitorio, flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo. También examinaron las habilidades del lenguaje expresivo y el ambiente familiar como posibles mediadores de estas asociaciones. En el estudio participaron sesenta familias californianas de diversos estratos sociales que tenían un hijo en edad escolar ($X = 9.9$ años). El funcionamiento ejecutivo infantil se midió usando una batería breve que incluía la Escala de Inteligencia Wescheler para niños en su versión V y el *Trail Making Test*. La calidad del entorno del hogar se evaluó utilizando el inventario de Observación del hogar para la medición del medio ambiente. Los autores encontraron que el NSE de las familias predijo las tres funciones ejecutivas de los niños. Los NSE monoparental y familiar se asociaron de manera interactiva con el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva; de modo que los niños de familias con un nivel bajo de NSE que vivían con uno de los padres obtuvieron resultados inferiores. La capacidad de respuesta de los padres, las actividades de enriquecimiento y el compañerismo familiar mediaban la asociación entre el NSE familiar y el control inhibitorio infantil y la memoria de trabajo.

Lawson, Duda, Avants, Wu & Farah (2013), evaluaron la asociación entre dos medidas principales del NSE infantil (el ingreso familiar y la educación de los padres) y el grosor de la sustancia gris en subregiones específicas de la corteza prefrontal así como con la asimetría de estas áreas, el estudio contó con 433 participantes de 4 a 16 años de edad. Sus resultados evidenciaron asociación significativa entre la educación de los padres y el grosor cortical de la circunvolución cin-

gulada anterior derecha y la circunvolución frontal superior izquierda; ello sugiere que la estructura del cerebro en las regiones frontales puede proporcionar un vínculo significativo entre el NSE y la función cognitiva entre los niños sanos y con desarrollo típico.

Hackman, Gallop, Evans & Farah, (2015), midieron el efecto del NSE sobre el funcionamiento cognitivo en 1009 niños de California y observaron que el ingreso familiar y la educación materna eran predictores de la planificación para el primer grado y en el rendimiento de la memoria operativa prevista a los 54 meses. Los efectos del NSE inicial se mantuvieron constantes durante la infancia media, lo cual indica que la relación entre los indicadores tempranos de NSE y funcionamiento cognitivo surge en la infancia (1-3 años) y persiste sin estrecharse o ampliarse en la niñez temprana y media (5-10 años).

Lawson & Farah (2017), llevaron a cabo un estudio con el propósito de conocer el grado en que el funcionamiento ejecutivo (en la dimensión de memoria de trabajo) mediaba las asociaciones entre la educación e ingreso familiar y el aprovechamiento en lectura y matemática en una muestra de 336 niños de 6 a 15 años. Emplearon la Escala de Inteligencia Wescheler para niños en su versión III, específicamente la subprueba de retención de dígitos y el Cambridge Neuropsychological Test Battery (CANTAB), y para el aprovechamiento en matemáticas y español, la batería III de Woodcock-Johnson III (WJ-III). A través de un modelo de ecuaciones estructurales encontraron que el NSE predijo cambios significativos en los logros de lectura y matemática durante un período de dos años; y que la función ejecutiva, más no la memoria verbal, medía parcialmente la relación entre las variables de NSE y el cambio en el rendimiento de las matemáticas.

En síntesis, los resultados de todos los

estudios descritos sugieren que la función ejecutiva puede ser un vínculo importante entre el NSE familiar y el logro académico.

En México, Morales (2016) abordó el desempeño cognitivo de niños en situación de vulnerabilidad socioambiental, utilizando para ello el WISC IV y la batería Woodcock-Muñoz. En dicho estudio participaron 84 niños indígenas residentes en contextos de riesgo de exposición a plaguicidas y se consideraron como variables sociales la escolaridad y ocupación de los padres, además del ingreso y la alimentación familiar. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los niños con NSE bajo y NSE muy bajo en las pruebas cognitivas que evalúan habilidad intelectual, inteligencia cristalizada e inteligencia visual. Sus hallazgos concuerdan con lo reportado por Arán-Filippetti (2011), cuando refiere relación directa de tres indicadores socioeconómicos con el desempeño cognitivo de niños (nivel educativo y ocupacional de sus padres e ingreso familiar), siendo el nivel educativo el que marcó mayores diferencias (Noble et al, 2007).

Ahora, se presenta una breve caracterización de las condiciones sociales y ambientales (amenaza) del contexto y región del estado de Sonora, México, particularmente de localidades agrícolas ubicadas en el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 144 de Hermosillo. Respecto al contexto ambiental, diversos estudios han identificado la presencia y uso de plaguicidas no permitidos por organismos internacionales en esta región (Gutiérrez et al, 2012, Silveira et al, 2018), han mostrado la presencia de plaguicidas organoclorados en distintas muestras de suelo (Cantú et al, 2011; Leal et al, 2014), y detectado residuos de distintos plaguicidas en mezclas de suero, leche materna y en semen de jornaleros (Gómez, 2007; Silveira, Cardoza, Rodríguez, Aldana & Zuno, 2011; Valenzuela, 2008). Los estudios sugieren un contexto de amenaza am-

biental en las localidades del DDR 144.

En relación con indicadores de vulnerabilidad social, datos oficiales dan cuenta de la precariedad que prevalece en las localidades de dicha región. El 14% de las casas habitación del DDR 144 carecen de agua entubada, el 33% no tienen drenaje y el 14% cuenta con piso de tierra, lo cual es indicativo de una infraestructura que facilita la exposición crónica a plaguicidas (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2010; Silveira et al, 2016; Secretaria de Desarrollo Social [SEDESOL], 2015). Sobre el perfil familiar, en estudio realizado por Ochoa, Camarena, Valenzuela y Silveira (2018), al caracterizar las condiciones socioeconómicas de las familias residentes en localidades agrícolas del centro, sur y norte de Sonora, observaron que la mayoría de los niños provenían de un sector social vulnerable (padres con primaria como escolaridad promedio, orientados a la actividad agrícola como ocupación primaria, con ingresos familiares mensuales ≤ 5000 pesos).

Las investigaciones y datos anteriores permiten justificar el objetivo general de esta investigación: explorar el desempeño cognitivo de los niños que residen en un contexto de amenaza ambiental, en relación con esas variables que conforman la vulnerabilidad social. Y cuatro objetivos específicos: i) describir la situación social en la que se encuentran los niños participantes en estudio; ii) caracterizar su funcionamiento cognitivo; iii) comparar el funcionamiento cognitivo de niños en situación de vulnerabilidad social con sus pares no vulnerables; iv) asociar el desempeño cognitivo con la vulnerabilidad social en contextos de amenaza ambiental. El supuesto es que los habitantes de hogares con niveles socioeconómicos bajos, ubicados en contextos rurales y agrícolas, presentan condiciones económicas, de infraestructura y de servicios que potencian el riesgo de exposición a pla-

guicidas, precisamente por residir en hogares que carecen, en el mayor de los casos, de suelo de concreto y de drenaje, por consumir agua proveniente de pozos contaminados, por realizar actividades cerca de los campos de cultivo (juego de los niños), y por tener poco o nulo conocimiento de la amenaza que representan los agroquímicos para su salud (Ochoa, 2018). En pocas palabras, que existe relación inversa entre la vulnerabilidad social y el desempeño cognitivo de niños residentes en contextos de amenaza ambiental

Método

Tipo de investigación

Se partió de un diseño no experimental transversal de correlación y comparativo.

Contexto del estudio

El estudio comprende localidades agrícolas de Hermosillo, que representan el 80% de la superficie del Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 144 y el 93% de su población. (Figura 1).

El clima de esta región varía de seco a muy seco, presenta temperaturas mínimas de 15°C en los meses de invierno y máximas entre 37°C y 48°C en los meses de verano, y precipitaciones de 75 a 250 mm entre junio y agosto. El área agrícola del distrito es predominantemente de riego, la agricultura comercial ocupa aproximadamente 94 000 ha, si bien la superficie cultivada varía año con año, depende de la disponibilidad de agua y de los cultivos anuales sembrados (INEGI, 2014). De acuerdo con el último censo de localidades (INEGI, 2010) había 310 localidades con más de 100 habitantes cada una en el DDR 144, el 90% de ellas ubicadas a poca distancia de campos agrícolas, pobladas en su mayoría por jornaleros agrícolas y sus familias. Silveira et al, (2016) destacan que tales limitaciones de infraestructura y de servicios en las viviendas

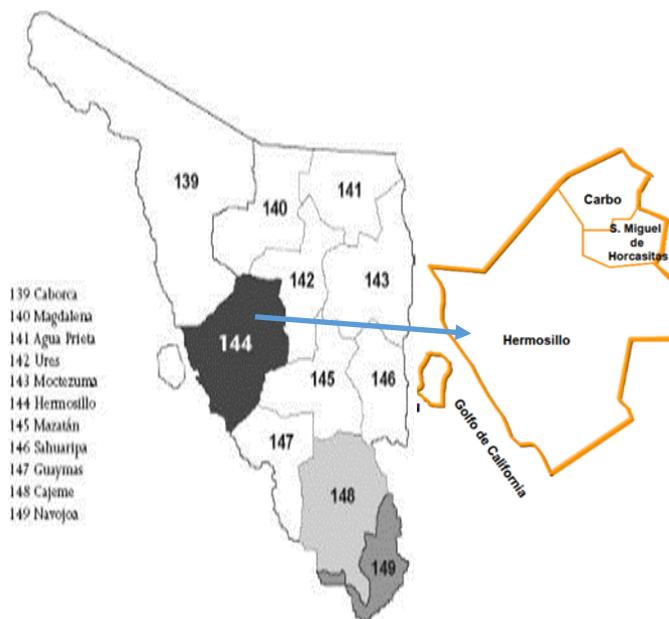


Figura 1. Distrito de Desarrollo Rural 144

del DDR 144 (SEDESOL, 2015), facilitan la exposición a tóxicos por el aire, a través de la vestimenta agrícola y/o de la aplicación domiciliar de los agroquímicos, entre otras (Quandt et al, 2006, Remoundou, Brennan, Hart & Frewer, 2014).

En el estudio participaron niños de cinco localidades agrícolas del DDR 144 (La Peaña, El fundador, Ejido Salvador Alvarado, Los Pocitos y El Ejido Ávila Camacho), todas incluidas en investigación precedente (Ochoa, 2018).

Participantes

El estudio comprende dos fases, la primera se llevó a cabo los años 2016 y 2017, a partir de un muestreo no aleatorio por conveniencia fueron seleccionados 184 niños que cumpliesen tres criterios de inclusión: residir en una localidad evaluada como vulnerable socialmente, asistir a una escuela ubicada muy próxima a los campos de cultivo y que sus padres se desempeñaran laboralmente en el sector agrícola. La segunda fase se realizó el año 2018 y, utilizando el mismo diseño de muestra, se logró la participación de 197 infantes.

La edad promedio de los niños fue 9.8 años, siendo mujeres el 57.7 del total. En esta última fase, con fines de comparación, fueron seleccionados 50 niños que asisten a una escuela pública urbana ubicada en la capital del estado de Sonora, México (56.2 hombres y 10.1 años de edad promedio), el criterio de inclusión considerado para conformar este grupo fue que los padres de tales niños no se hubieran dedicado a ningún tipo de actividad agrícola.

Instrumentos

Se utilizó el Test de Matrices Progresivas forma cuadernillo (Raven & Raven, 1993), constituido por ilustraciones de figuras geométricas abstractas que representan un patrón de pensamiento, una matriz, de manera incompleta. La tarea consiste en elegir la figura que falta entre las alternativas proporcionadas. Esta prueba se divide en tres series (A, Ab, B) de 12 problemas cada una. La serie A evalúa la capacidad para completar una pauta continua, la serie Ab la capacidad para aprehender figuras discretas como un todo relacionado y la serie B el razonamiento por analogías (Raven & Raven, 1993). Al terminar, el test otorga un cociente intelectual des-

crito por los rangos percentiles. Finalmente, se obtuvo una validez convergente con el rendimiento académico por edad y la consistencia interna se midió a través del método de confiabilidad de Alfa de Cronbach en 665 niños residentes en Cajeme, Sonora (Ver tabla 1).

Se aplicó la *Escala Weschler de Inteligencia para Niños IV (2003)* en su versión corta de 7 sub-pruebas, de las cuales derivaron cuatro índices y un puntaje global, descritos a continuación

- Comprensión verbal; habilidades de formación de conceptos verbales, expresión de relaciones entre conceptos, riqueza y precisión en la definición de vocablos, conocimientos adquiridos y agilidad e intuición verbal.
- Razonamiento perceptual; habilidades prácticas constructivas, formación y clasificación de conceptos no verbales, análisis visual y procesamiento simultáneo.
- Memoria de trabajo; analiza la capacidad de retención y almacenamiento de información, de operar mentalmente con esta información, transformarla y generar nueva información.

Tabla 1.
Propiedades psicométricas del Test de Matrices Progresivas por edad y rendimiento académico

Edad	N	R	Alfa	Sig.
6 años	108	.331	.736	.032
7 años	100	.309	.549	.002
8 años	103	.320	.666	.002
9 años	95	.529	.545	.000
10 años	100	.381	.748	.000
11 años	84	.321	.746	.000
Total	665		.703	

Nota. r= correlación Pearson. La tabla fue elaborada a partir del estudio de Fernández y Mercado (2014).

- Velocidad de procesamiento; capacidad para explorar, ordenar o discriminar información visual simple de forma rápida y eficaz.

En cuanto a los baremos que la prueba se refiere, cada sub-prueba produce una puntuación escalar (que va de 1 a 19) con una media de 10 y una desviación estándar de 3. Los índices factoriales y el CI (también llamados puntuaciones compuestas) tienen una media de 100 y una desviación estándar de 15. El Índice de Comprensión verbal y el Índice de Razonamiento perceptual tienen un rango de puntuación estándar de 45 a 155. El índice de memoria de trabajo y el índice de Velocidad de procesamiento (IVP) tienen un rango de puntuación estándar de 50 a 150. Y el CI Total (CIT) tiene un rango de puntuación estándar de 40 a 160. Tales puntuaciones se retoman para identificar diferencias en el rendimiento respecto a las habilidades cognitivas de niños residentes en escenarios socio-ambientales vulnerables.

Es conveniente precisar que, en lo que respecta a México, la estandarización de esta prueba se realizó con 1,100 participantes de 6 a 16 años 11 meses, en once Estados de la república, entre ellos Sonora. Las puntuaciones normales obtenidas en las sub-pruebas que evalúa la versión corta seleccionada para este proyecto oscilan entre 9.9 y 10.4 en lo que alude a su media. Estos puntajes se retoman como parámetro para medir las habilidades cognitivas de la muestra del estudio que se propone en este trabajo, por ser las poblaciones con desempeños normales en la prueba Wisc IV (Ver Tabla 2).

En cuanto a los indicadores de vulnerabilidad social se utilizaron dos escalas, la primera fue el Nivel Socioeconómico NSE, creado por la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión Pública (AMAI, 2011), con base en análisis

Tabla 2.

Normas para la evaluación de las sub-pruebas del WISC IV para

Sub-área del WISC	Media	Desviación estándar
Diseño de cubos	10	3.01
Semejanzas	10.1	2.6
Retención de Dígitos gv	9.9	2.9
Claves	10.4	2.7
Vocabulario	10.1	2.3
Matrices	10.1	2.5
Búsqueda de símbolos	10.4	2.5

estadístico para agrupar y clasificar a los hogares mexicanos en siete niveles según sea su capacidad para satisfacer las necesidades de sus integrantes en términos de: vivienda, salud, energía, tecnología, prevención y desarrollo intelectual. La satisfacción de estas dimensiones determina su calidad de vida y bienestar. Para este estudio fue utilizada la “Regla AMAI 8X7”, la cual es un algoritmo desarrollado por el comité de Niveles Socio Económicos y mide el nivel de qué tan satisfechas están las necesidades más importantes del hogar. Esta Regla produce un índice que clasifica a los hogares en siete niveles, los cuáles son:

Nivel A/B: Es el segmento con el más alto nivel de vida del país. Este segmento tiene cubierta todas las necesidades de bienestar y es el único nivel que cuenta con recursos para invertir y planear para el futuro. Actualmente representa el 3.9% de los hogares del país.

Nivel C+: Es el segundo grupo con el más alto nivel de vida del país. Al igual que el segmento anterior, este tiene cubiertas todas las necesidades de ca-

lidad de vida. Sin embargo, tiene ciertas limitantes para invertir y ahorrar para el futuro. Actualmente representa el 9.3% de los hogares del país.

Nivel C: Este segmento se caracteriza por haber alcanzado un nivel de vida práctica y con ciertas comodidades. Cuenta con una infraestructura básica en entretenimiento y tecnología. Actualmente este grupo representa el 10.7% de los hogares totales del país.

Nivel C-: Los hogares de este nivel se caracterizan por tener cubiertas las necesidades de espacio y sanidad y por contar con los enseres y equipos que le aseguren el mínimo de practicidad y comodidad en el hogar. Este segmento representa el 12.8% del total de hogares del país.

Nivel D+: Este segmento tiene cubierta la mínima infraestructura sanitaria de su hogar. Actualmente representa el 19.0% de los hogares del país.

Nivel D: Es el segundo segmento con menor calidad de vida. Se caracteriza por haber alcanzado una propiedad, pero carece de diversos servicios y satisfactores. Es el grupo más numeroso y actualmente representa el 31.8% de los hogares del país.

Nivel E: Este es el segmento con menos calidad de vida o bienestar. Carece de todos los servicios y bienes satisfactores. Actualmente representa el 12.5% del total de hogares del país.

Los ítems evalúan los siguientes indicadores: total de habitaciones, número de baños completos (con regadera y W.C.), si la regadera funciona en alguno de los baños, focos, automóviles, material con el que está hecho el piso, si se cuenta con estufa de gas o eléctrica y la escolaridad de la persona que aporta el mayor ingreso al hogar. La calificación del

NSE se obtiene al sumar las puntuaciones obtenidas en las ocho variables. Para la interpretación, las puntuaciones totales se clasifican acorde a los rangos de puntos por nivel.

También se emplearon indicadores del Índice de vulnerabilidad social en ambientes de peligro desarrollado por Cutter, Boruff & Shirley (2003), tales como ruralidad-urbanidad, ocupación de los padres, escolaridad de la madre, ingreso familiar, marginación y cantidad de integrantes en la familia. Cabe mencionar que la mayoría de los datos fueron obtenidos a través de un cuestionario socioeconómico de elaboración propia. El único dato que se obtuvo de cifras oficiales fue el de marginación (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2010) y un índice que va de 0 a 100.

También se utilizó el apartado de historial médico del WISC IV para descartar a niños que hubiesen presentado alguna complicación prenatal, perinatal o posnatal que pudieran fungir como variables extrañas para el estudio.

Procedimiento

En la primera fase de la investigación se visitaron los planteles escolares para invitar a los directores y madres de familia a participar en el estudio a través de su consentimiento informado. La logística del levantamiento de datos se estableció con personal especializado del centro de investigación. La aplicación del test de matrices progresivas se llevó a cabo de manera individual, cada una de las aplicaciones duró 15 minutos en promedio. Para aplicar el AMAI se citó a los padres de familia en un aula del centro escolar de adscripción de sus hijos participantes en estudio, en el sitio siempre estuvieron presentes el personal que apoyaba a la investigación para atender cualquier duda, el tiempo de llenado del cuestionario fue de aproximadamente 24 minutos. En la segunda fase, la aplicación de las sub-

pruebas del WISC IV y el cuestionario socio-económico se realizaron de manera individual, el tiempo estimado fue de 55 minutos por niño evaluado. Se siguió la guía de aplicación del Manual Moderno, en el cual se reiteran aspectos primordiales para recuperar información de manera confiable. Una vez terminada la valoración de los niños de las escuelas seleccionadas, se continuó con el proceso de “*breafing*” para realizar una base de datos utilizando el programa SPSS versión 22.

Tratamiento de datos y análisis estadísticos

Los análisis estadísticos pertinentes para cumplir los objetivos fueron: frecuencias para describir las características de la población de estudio. Análisis multivariado de cluster K medias para identificar la creación de conglomerados a partir de las variables sociales y fue necesaria la creación de puntuaciones z. La normalidad de los datos se valoró con la prueba Kolmogorov-smirnov.233 p.000, dado a que éstos no lo fueron, se recurrió a la estadística no paramétrica, se empleó la prueba para muestras independientes U de Mann-Whitney y la de correlación de Spearman. Para la obtención del tamaño del impacto y la potencia de la prueba se utilizó el programa *G*power* en su versión 3.1.9.4., además se empleó la clasificación de Cárdenas y Arancibia (2014), para estudios de psicología.

Resultados

Los resultados se presentan por fase de estudio. La primera engloba los resultados de las pruebas aplicadas a 184 niños y las variables sociales de sus familias. En cuanto a variables socioeconómicas se refiere, se obtuvo que el 57% de la muestra se ubicó con un NSE D, que alude al penúltimo nivel más bajo en el que se encuentran la gran mayoría de la población mexicana; le siguió el nivel E con un 13% que conlleva a las condiciones sociales

más precarias de México. Los resultados evidencian que un alto porcentaje de las comunidades elegidas se encuentran en condiciones de adversidad socioeconómica (Ver Tabla 3).

En la tabla 4 se describe el desempeño cognitivo alcanzado por los infantes, se observa una preponderancia en la obtención de puntajes por debajo del promedio debido a que el 52.2% de la muestra se encontró en tal condición.

En los resultados correspondientes a la fase 2, se encontraron condiciones similares, a partir de las variables que componen el índice de vulnerabilidad social en ambientes de amenaza se crearon dos conglomerados, el primero denominado infantes en mayor vulnerabilidad social con 115 integrantes y el segundo, denominado infantes en menor vulnerabilidad social, quedó conformado por 41 niños (Ver tabla 5). Cabe mencionar que no se incluyeron a 15 niños en el estudio que sus madres reportaron problemas durante el embarazo. Las diferencias entre ambos conglomerados se centran en variables sociales: en el de “mayor vulnerabilidad” los padres cursaron educación básica y en el denominado “menor vulnerabilidad” sus estudios corresponden al nivel medio superior; la diferencia en salario mensual fue de \$11,612.42 pesos entre ambos grupos; el primer grupo obtuvo puntajes de marginación (el otro grupo no) y presentó mayor número de integrantes de familia.

En la tabla 6 se presentan comparaciones no paramétricas para el funcionamiento cognitivo por conglomerado. Los puntajes fueron mayores en todos los índices del WISC IV, las menores diferencias se encontraron en memoria de trabajo con 5.74 y velocidad de procesamiento fue la mayor con 20.64. El primer conglomerado se ubicó entre promedio bajo y límite mientras que el segundo entre promedio bajo y promedio.

Tabla 3.

Nivel socioeconómico de los niños participantes en la fase 1

Nivel socioeconómico	Frecuencia	Porcentaje	Media	DS	Mínimo	Máximo
Global	184	100%	79.46	35.30	21	164
A/B		---				
C+	18	10%				
C-	15	8%				
D+	22	12%				
D	105	57%				
E	24	13%				

Tabla 4.

Desempeño cognitivo de los infantes en la fase 1.

Percentil	Frecuencia	Porcentaje
5 (Deficiente)	32	17.4%
10 (Por debajo del promedio)	24	13%
25 (Por debajo del promedio)	40	21.7%
50 (Término medio)	47	25.5%
75 (Término medio)	26	14.1%
90 (Superior al término medio)	5	2.7%
95 (Muy superior)	10	5.4%
Total	184	100%

Tabla 5.

Descripción de los conglomerados creados a partir de las variables relacionadas con la vulnerabilidad social

Variables	Mayor V. Social		Menor V. social	
	X	DS	X	DS
Escolaridad de las madres	7.5	3.35	12.97	3.62
Escolaridad de los padres	7.3	2.91	11.80	3.54
Ingreso familiar mensual	5,171.20	477.42	15,783.74	5,584.42
Cantidad de integrantes en la familia	5.08	1.46	3.85	1.84
Marginación	10.54	3.6	0.5	.2
Total	115		41	

Tabla 6.
Comparación del funcionamiento cognitivo por conglomerado

Variables	Mayor V. Social n=115		Menor V. Social n= 41		U	D	1- β
	X	DS	X	DS			
Comprensión verbal	75.85**	10.24	87.90**	14.23	1130	.97	.91
Razonamiento perceptual	84.01**	9.11	98.78**	17.78	1101	1.04	.99
Memoria de trabajo	85.35**	9.40	91.09**	9.42	1497	.60	.99
Velocidad de procesamiento	87.45**	12.70	102.09**	13.94	1004	1.09	.99
Cociente intelectual total	78.14**	9.98	93.98**	15.07	835	1.23	.99

Tabla 7.
Correlaciones no paramétricas del funcionamiento cognitivo por conglomerado

	Índices del WISC IV				
	ICV	IRP	IMT	IVP	CIT
Conglomerado de pertenencia	-.396	-.406	-.280	-.437	-.492
Sig.	.001	.001	.001	.001	.001
P	.62	.63	.52	.66	.70
1- β	1	1	.99	1	1

Por último, en la tabla 7 se presenta las correlaciones no paramétricas Spearman del funcionamiento cognitivo por conglomerado. Los resultados constataron la hipótesis debido a que en los cinco índices se obtuvieron correlaciones negativas. La mayor fue para cociente intelectual total ($r = -.492$ $p = .00$) y la menor fue memoria de trabajo ($r = -.280$, $p = .000$).

Discusión y conclusiones

Se partió del objetivo de asociar la vulnerabilidad social con el desempeño cognitivo de niños residentes en contextos de amenaza ambiental por plaguicidas en Hermosillo. Cabe

reiterar que aunque no se midieron marcadores bioquímicos de riesgo por la exposición a agroquímicos de los niños participantes, se parte de la aproximación conceptual de la amenaza ambiental, la cual representa un escenario previo a los riesgos, no obstante la única presencia de una condición negativa (amenaza), podría desencadenar resultados negativos a futuro (Smith & Petley, 2009). A partir de esto, los hallazgos encontrados respecto al funcionamiento cognitivo de la población evaluada fueron similares a los encontrados por Martos *et al.*, (2013), en 42 niños con riesgo de exposición a plaguicidas.

Los autores evidenciaron que el residir en contextos de riesgo se relaciona con un menor desempeño cognitivo, específicamente en tareas asociadas con la memoria a corto plazo, tal y como se encontró en la presente investigación.

Otro estudio que reporta resultados similares a los de esta investigación fue el elaborado por Gaspar *et al.*, (2014), en una región agrícola en California, Estados Unidos. Los investigadores partieron del objetivo de examinar la relación de la presencia de plaguicidas organoclorados y el desempeño cognitivo de 595 niños de 7 a 10.5 años de edad. De igual manera, utilizaron el WISC IV y encontraron asociaciones con la velocidad de procesamiento en niños de 7 años. Al compararlo con el presente trabajo se evidenció que el índice de velocidad de procesamiento obtuvo diferencias en los niños que residen en contextos de amenaza ambiental con más de 12 puntos, puntaje que cayó en el rango promedio (Ver Tabla 6).

Rowe *et al.*, (2016), llevaron a cabo un estudio con el propósito de examinar las asociaciones entre la proximidad residencial a plaguicidas en campos agrícolas y el desempeño cognitivo en 501 niños de 10 años residentes de California, Estados Unidos. Los resultados indicaron que los hijos de madres en el cuartil más alto en comparación con el cuartil más bajo de uso de plaguicidas proximales tuvieron un menor rendimiento en razonamiento perceptual [$\beta = -4.0$; (-7.6, -0.4)], y memoria de trabajo [$\beta = -2.8$; (-5.6, -0.1)]. Aunque en el estudio realizado en el DDR 144 de Hermosillo se abordó la presencia de plaguicidas desde un alcance exploratorio por la amenaza ambiental, se encontraron diferencias significativas en los niños que viven prácticamente en los campos de cultivo, las

pruebas arrojaron, en promedio, cocientes y alcance longitudinal, centradas en evaluar el impacto de la exposición a plaguicidas en la salud humana, particularmente su relación y efecto en el desempeño cognitivo de poblaciones infantiles. Esta investigación permitió constatar que la vulnerabilidad social se asocia con el desempeño cognitivo del infante y explorar algunas variables del contexto socio-ambiental. Se recomienda profundizar en este tipo de estudios con vistas a diseñar lineamientos de política pública, específicos para atender y revertir las condiciones de precariedad económica y social que prevalecen en las localidades agrícolas del país, particularmente sus efectos en la salud de las familias y población infantil, que en ellas residen.

Finalmente, importa precisar que el estudio partió de la conceptualización de la amenaza ambiental, entendida ésta como un elemento inicial en el análisis del posible impacto que pueden tener los agroquímicos en el funcionamiento cognitivo de niños en escenarios de vulnerabilidad, y que si bien tal marco conceptual resultó pertinente para realizar este primer acercamiento en las variables mencionadas, se reitera la importancia de integrar en esta línea de investigación, los diseños dosis-exposición para identificar con mayor certeza las posibles afectaciones directas. E igual, incorporar en estos indicadores variables que pueden estar influyendo en el bajo funcionamiento cognitivo registrado, como son, por ejemplo, la alimentación, la estimulación temprana de los padres, la formación escolar de padres y de docentes, entre otros, que pueden marcar diferencias representativas en los contextos explorados. También, se recomienda ampliar el tamaño de la muestra y extender el alcance del estudio a otras regiones agrícolas del estado de Sonora y del país.

Referencias

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global environmental change*, 16(3), 268-281. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006
- Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión Pública [AMAI]. (2011). *NIVELES SOCIOECONÓMICOS AMAI*. Recuperado de <http://nse.amai.org/?=v2>
- Anger, W. K. (2003). Neurobehavioural tests and systems to assess neurotoxic exposures in the workplace and community. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(7), 531-538. doi: 10.1136/oem.60.7.531
- Arán-Filippetti, V. (2011). Funciones ejecutivas en niños escolarizados: efectos de la edad y del estrato socioeconómico. *Avances en psicología latinoamericana*, 29(1), 98-113. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3699974>
- Arán-Filippetti, V. & Richaud, M. (2012). A structural analysis of executive functions and socioeconomic status in school-age children: Cognitive factors as effect mediators. *The Journal of Genetic Psychology*, 173(4), 393-416. doi: 10.1080/00221325.2011.602374
- Barrientos, A. (2013) Does Vulnerability Create Poverty Traps?. En: A. Shepherd & J. Brunt (Eds.), *Chronic Poverty. Rethinking International Development Series* (pp. 85-105). doi:10.1057/9781137316707_5
- Betancourt, L. M., Brodsky, N. L. & Hurt, H. (2015). Socioeconomic (SES) differences in language are evident in female infants at 7 months of age. *Early Human Development*, 91(12), 719-724. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378378215001668>
- Bradley, R. & Corwyn, R. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual review of psychology*, 53(1), 371-399. Recuperado de: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.psych.53.100901.135233>
- Brooks, N. (2003). Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. *Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper*, 38 (38), 1-16. Recuperado de: https://www.climatelearningplatform.org/sites/default/files/resources/Brooks_2003_TynWP38.pdf
- Calderon, R., Hudgens, E., Le, X., Schreinemachers, D. & Thomas, D. (1999). Excretion of arsenic in urine as a function of exposure to arsenic in drinking water. *Environmental Health Perspectives*, 107(8), 663-667. doi: 10.1289/ehp.99107663
- Cantú, E., Meza, M., Valenzuela, A., Félix, A., Grajeda, P., Balderas, J. & Aguilar, M. (2011). Residues of organochlorine pesticides in soils from the southern Sonora, Mexico. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 87(5), 556. doi:10.1007/s00128-011-0353-5
- Cárdenas, J. & Arancibia, H. (2014). Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en G* Power: complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. *Salud & sociedad*, 5(2), 210-244. doi:10.22199/S07187475.2014.0002.00006
- Chambers, R. (1995). "Poverty and Livelihoods: Whose Reality Counts?" *Environment and Urbanization* 7(1):173-204. doi:10.1177/095624789500700106
- Coelho, R., Da Silva, C., Ribeiro, C. & Perea, M. (2006). El modelo de Alexander Romanovich Luria (revisitado) y su aplicación a la evaluación neuropsicológica. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación*, 13 (11), 1138-1663. Recuperado de: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/7027/RGP_13-9.pdf
- Consejo Nacional de Población. [CONAPO] (2010). *Resultados principales por ubicación* Recuperado de: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion
- Cutter, S., Boruff, B. & Shirley, W. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social science quarterly*, 84(2), 242-261. doi: 10.1111/1540-6237.8402002
- Duncan, G. J., & Magnuson, K. (2012). Socioeconomic status and cognitive functioning: moving from correlation to causation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 3(3), 377-386. doi: 10.1002/wcs.1176
- Duncan, J., Yeung, W. J., Brooks-Gunn, J. & Smith, J. (1998). How much does childhood poverty affect the life chances of children? *American sociological review*, 63(3), 406. doi: 10.2307/2657556
- Farah, M., Shera, D., Savage, J., Betancourt, L., Gianetta, J., Brodsky, N. & Hurt, H. (2006). Childhood poverty: Specific associations with neurocognitive development. *Brain research*, 1110(1), 166-174. Recuperado de <http://www.psych.upenn.edu/~mfarah/>

- [Development-povertyassociation.pdf](#)
- Flanagan, D. & Kaufman, A. (2009). *Claves para la evaluación con WISC-IV*. Ciudad de México, México. Editorial El Manual Moderno.
- Fraser, A. (2014). *Rethinking urban risk and adaptation: the politics of vulnerability in informal urban settlements* (Doctoral dissertation). London School of Economics and Political Science, Londres, Inglaterra. Recuperado de: <http://etheses.lse.ac.uk/3130/1/Fra-ser Rethinking Urban Risk and Adaptation .pdf>
- Fernández, M. y Mercado, S. (2014). Datos normativos de las Matrices Progresivas Coloreadas en niños indígenas yaquis. *Anuario de psicología*, 44(3), 373-385. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/AnuarioPsicologia/article/view/285849>
- Gaspar, F., Castorina, R., Maddalena, R., Nishioka, M., McKone, T. & Bradman, A. (2014). Phthalate exposure and risk assessment in California child care facilities. *Environmental science & technology*, 48(13), 7593-7601. Recuperado de: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es501189t>
- Gómez, J. (2007). *“Identificación y cuantificación del DDT y sus metabolitos en Leche Materna de mujeres Residentes de Pesqueira, Sonora, México”* (Tesis de Licenciatura). 92 pp. Departamento de Ciencias Químico-Biológicas. México: Universidad de Sonora. Sonora.
- Gutiérrez, L., Valenzuela, A., Aldana, L., Grajeda, P., Cabrera, R., Ballesteros, M., Saucedo, M., Ortega, I. y Fierros Daniel (2012). Colinesterasa y paraoxonasa séricas como biomarcadores de exposición a plaguicidas en jornaleros agrícolas. *Biotechnia*. 14, 40-46. doi:10.18633/bt.v14i2.122
- Hackman, D., Gallop, R., Evans, G. & Farah, M. (2015). Socioeconomic status and executive function: developmental trajectories and mediation. *Developmental Science*, 18(5), 686-702. doi:10.1111/desc.12246.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], (2014). *Encuesta Nacional Agropecuaria*. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/agropecuarias/ena/ena2014/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], (2010). *Sonora. Población Total*. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=26>.
- Lampis, A. (2012) Vulnerabilidad frente al Cambio Climático: conceptos y mediciones. *Revista Colombiana de Geografía*, 22(2), 17-33. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4410553>
- Lawson, G., Duda, J., Avants, B., Wu, J. & Farah, M. (2013). Associations between children's socioeconomic status and prefrontal cortical thickness. *Developmental science*, 16(5), 641-652. doi: 10.1111/desc.12096
- Lawson, G. y Farah, M. (2017). Executive function as a mediator between SES and academic achievement throughout childhood. *International journal of behavioral development*, 41(1), 94-104. doi: 10.1177/0165025415603489
- Leal, S., Valenzuela, A., Gutiérrez, L., Bermúdez, D., García, J., Aldana, M.,... Valenzuela, C. (2014). Residuos de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas. *Terra latinoamericana*, 32(1), 1-11. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v32n1/2395-8030-tl-32-01-00001.pdf>
- Lipina, S. J. (2016). Critical considerations about the use of poverty measures in the study of cognitive development. *International Journal of Psychology*, 52(3), 241-250. doi: 10.1002/ijop.12282
- Manga, D. y Ramos, F. (1999). Evaluación neuropsicológica. *Clinica y Salud*, 10(3), 331-376. Recuperado de: <https://journals.copmadrid.org/clysa/archivos/50622.pdf>
- Martos, J., Saavedra, N., Wierna, R., Ruggeri, A., Tschambler, A., Ávila, M. Bonillo, M. & Bovi, M. (2013). Afectación de las funciones cognitivas y motoras en niños residentes de zonas rurales de Jujuy y su relación con plaguicidas inhibidores de la colinesterasa. Un estudio piloto. *Acta toxicológica argentina*, 21(1), 15-24. Recuperado de: https://www.toxicologia.org.ar/bibliotecavirtual/acta_toxicologica/vol_21_1/martos_mula.pdf
- Morales, R. (2016) Neuropsicología infantil y toxicología ambiental. En: M. Villa, M. Navarro y T. Villaseñor (Eds.), *Neuropsicología Clínica Hospitalaria* (pp.253-274) México: El manual moderno.
- Noble, K., McCandliss, B., y Farah, M. (2007). Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental science*, 10(4), 464-480.

- doi: 10.1111/j.1467-7687.2007.00600.x
- Noble, K., Norman, M., y Farah, M. (2005). Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental science*, 8(1), 74-87. doi: 10.1111/j.1467-7687.2005.00394.x
- O'Brien, K., Eriksen, S., Nygaard, L. P. & Schjolden, A. (2007). Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate policy*, 7(1), 73-88. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14693062.2007.9685639>
- O'Brien, K., Quinlan, T., & Ziervogel, G. (2009). Vulnerability interventions in the context of multiple stressors: lessons from the Southern Africa Vulnerability Initiative (SAVI). *Environmental science & policy*, 12(1), 23-32. doi:10.1016/j.envsci.2008.10.008
- Ochoa, B., Camarena, B., Valenzuela, A. & Silveira, M. (2018). Condiciones socioeconómicas y de salud de grupos de población infantil que residen en localidades rurales de Sonora, México. *Estudios sociales*, 28(51). doi:10.24836/es.v28i51.545
- Ochoa, B. (2018). *Población infantil vulnerable en contextos socio-ambientales rurales con presencia de agroquímicos* (Tesis doctoral). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Sonora, México.
- Quandt S.A., Hernández M., Grzwacs, J.D., Hovey M., Gonzalez & Arcury T. 2006. Workplace, Household, and Personal Predictors of Pesticide Exposure for Farmworkers. *Env Health Persp*. 114(6), 943-952. doi: 10.1289/ehp.8529
- Ramey, C. T. & Campbell, F. A. (1991). Poverty, early childhood education, and academic competence: The Abecedarian experiment. In A. Huston (Ed.), *Children reared in poverty* (pp. 190-221). New York, NY: Cambridge University Press.
- Raven, J., y Raven, J. C. (1993). *Test de matrices progresivas: manual/Manual for Raven's progressive matrices and vocabulary scales* Test de matrices progresivas. España: Editorial Paidós. Recuperado de: https://www.academia.edu/37129590/RAVEN_Manual_Completo
- Remoundou, K., M. Brennan, A., Hart & Frewer, L. (2014). Pesticide Risk Perceptions, Knowledge, and Attitudes of Operators, Workers, and Residents: A Review of the Literature. *Journal Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 20(4), 1113-1138. doi: 10.1080/10807039.2013.799405
- Riaño, M., Niño, Y., Quintero, K., Vélez, M., Díaz, A., Orellano, M. & Raynaud, N. (2018). Funcionamiento ejecutivo en niños de primaria en colegio público y privado de Cúcuta-Colombia: Contribuciones a la terapia neuropsicológica. *Archivos Venezolanos de farmacología y terapéutica*, 37(5), 500-504. Recuperado de: http://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/2486/Funcionamiento_ejecutivo_ni%C3%B1os.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Rivero, N. (2012). *Evaluación de los efectos en salud por la exposición a plaguicidas en niños de San Luis Potosí* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.
- Rocha, D. (2008). Efectos sobre el sistema nervioso central por la exposición simultánea a flúor y arsénico. (Tesis de Maestría) México. Universidad de San Luis Potosí. Repositorio Institucional NINIVE.
- Rowe, C., Gunier, R., Bradman, A., Harley, K. G., Kogut, K., Parra, K., & Eskenazi, B. (2016). Residential proximity to organophosphate and carbamate pesticide use during pregnancy, poverty during childhood, and cognitive functioning in 10-year-old children. *Environmental research*, 150, 128-137. doi: 10.1016/j.envres.2016.05.048
- Sarsour, K., Sheridan, M., Jutte, D., Nuru-Jeter, A., Hinshaw, S., & Boyce, W. (2011). Family socioeconomic status and child executive functions: The roles of language, home environment, and single parenthood. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(1), 120-132. doi: 10.1017/s1355617710001335
- Secretaría de Desarrollo Social (2015). Catálogo de localidades de Sonora. Unidad de microrregiones. Subdirección General de Planificación Micro Regional. Recuperado de: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/Default.aspx?tipo=clave&campo=mun&valor=26>
- Silveira, M., Aldana, L., M., Piri, J., Valenzuela, A., Jasa, G. & Rodríguez, G. (2018). Plaguicidas agrícolas: un marco de referencia para evaluar riesgos a la salud en comunidades rurales en el estado de Sonora, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(1), 7-21. doi: 10.20937/RICA.2018.34.01.01

- Silveira, M., Aldana, L., Valenzuela, A., Ochoa, C., Jasa, G. & Camarena, B. (2016). Necesidades educacionales sobre riesgo de plaguicidas en el contexto socio-ambiental de las comunidades agrícolas de Sonora. *Nova scientia*, 8(16), 371-401. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-07052016000100371&script=sci_arttext
- Silveira, M., Cardoza, V., Rodríguez, G., Aldana, L. & Zuno, F. (2011). Valoración del riesgo por exposición a insecticidas organofosforados en adultos del sexo masculino en Sonora, México. *Ciencia UAQ* 4 (2) 70-81.
- Slotkin, T.A. & Seidler F. J. 2007. Comparative developmental neurotoxicity of organophosphates *in vivo*: transcriptional responses of pathways for brain cell development, cell signaling, cytotoxicity and neurotransmitter systems. *Brain Res Bull* 72(4-6), 232-274. doi: 10.1016/j.brainresbull.2007.01.005
- Smith, K. & Petley, D. (2009). *Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster*. New York: Routledge.
- Valencia, S. (2016). *Caught Between Spaces: Socio-Environmental Vulnerability in Formal and Informal Peri-Urban Bogotá and Soacha, Colombia* (Tesis doctoral). Chalmers University of Technology, Sweden. Recuperado de: <https://lup.lub.lu.se/search/publication/1ed39250-a1d9-49aa-86fb-865f24bf18d7>
- Valenzuela, A.; Ortega, M.; Ballesteros, M.; Gutiérrez, L.; Grajeda, P.; Cabrera, R.; Saucedo, S.; y Contreras, A. (2008). Evaluación Directa a Plaguicidas de Jornaleros Agrícolas e Indirecta por Consumo de Agua y Alimentos y su Impacto en la Expresión del Síndrome Metabólico. Informe Técnico Final- CONACYT. (Documento interno, CIAD, A.C.)
- Vester, A. & Caudle, W. (2016). The Synapse as a Central Target for Neurodevelopmental Susceptibility to Pesticides. *Toxics*, 4(3), 18. doi: 10.3390/toxics4030018
- Yoshikawa, H., Aber, J. L., & Beardslee, W. R. (2012). The effects of poverty on the mental, emotional, and behavioral health of children and youth: implications for prevention. *American Psychologist*, 67(4), 272. doi: 10.1037/a0028015.
- Wisner, B., Blaikie, P. M., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Londres, Inglaterra: Psychology Press.