

ARTÍCULO ORIGINAL

## Prevalencia de insomnio en adultos de 18 a 60 años de edad y exposición a campos electromagnéticos en hogares de Barranquilla, Colombia

Martha Elena Peñuela-Epalza<sup>1</sup>, Daniela Alejandra Páez-Jiménez<sup>2</sup>, Laura del Carmen Castro-Cantillo<sup>2</sup>, Joyce Carolina Harvey-Ortega<sup>2</sup>, Javier Alexander Eljach-Cartagena<sup>2</sup>, Luis Alejandro Banquett-Henao<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación UNI-Barranquilla, Departamento de Salud Pública, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia

<sup>2</sup> Programa de Medicina, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia

**Introducción.** El insomnio, trastorno del sueño que afecta la salud individual y colectiva, no se ha estudiado en Barranquilla. Los estudios previos sobre la influencia de la exposición a campos electromagnéticos en los trastornos del sueño, son controversiales.

**Objetivo.** Estimar la prevalencia de los síntomas de insomnio en adultos de 18 a 60 años de edad, y su relación con la presencia y la intensidad de campos electromagnéticos en dos barrios de Barranquilla, Colombia.

**Materiales y métodos.** Se llevó a cabo un estudio transversal en 220 viviendas de dos barrios de Barranquilla, uno con una alta exposición a antenas de radio y telefonía móvil, y otro con muy poca exposición. Después de obtener el consentimiento informado, se hizo una encuesta a un adulto por vivienda para indagar sobre la presencia de síntomas de insomnio, los hábitos de sueño, los datos sociodemográficos, la cercanía a antenas de radio y telefonía móvil y el uso de medicamentos. Siempre que fue posible, se midieron los campos electromagnéticos en el dormitorio mediante teslámetros. Los datos se tabularon en Excel™ y se analizaron con el programa SPSS™, versión 18.

**Resultados.** Se observó que 164 (74,5 %) de los sujetos presentaban algún grado de insomnio, principalmente de tipo leve, en tanto que el 25,5 % restante tenía un patrón normal de sueño. Se encontró un porcentaje más alto de personas con insomnio en el barrio con mayor exposición a antenas de radio y telefonía móvil (85,4 %) que en el barrio con menor exposición (63,3 %), razón de prevalencias 1,34 (IC<sub>95%</sub> 1,14-1,57).

**Conclusiones.** Este estudio sugiere una mayor prevalencia de insomnio en los sujetos residentes en zonas con mayor exposición a radiaciones electromagnéticas, donde hay una gran concentración de antenas de radio y telefonía móvil.

**Palabras clave:** trastornos del sueño/epidemiología, campos electromagnéticos, efectos de la radiación, prevalencia.

doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2459>

### Prevalence of insomnia in adults aged 18 to 60 years and exposure to electromagnetic fields in households of Barranquilla, Colombia

**Introduction:** Insomnia, a sleep disorder that affects both individual and public health, has not been studied in Barranquilla. Prior studies about the effects of exposure to electromagnetic fields on sleep disorders are controversial.

**Objective:** To estimate the prevalence of insomnia symptoms in adults aged 18 to 60 years and its relation to the presence and intensity of electromagnetic fields in two neighborhoods of Barranquilla, Colombia.

**Materials and methods:** A cross-sectional study was carried out in 220 households located in two neighborhoods of Barranquilla, one with high exposure to radio and cell phone antennas and the other one with low exposure. After informed consent, a survey was applied among adults residing in 220 households to investigate the presence of insomnia symptoms, socio-demographic data and intake of medicines. When it was allowed, electromagnetic fields were measured with teslameters in bedrooms. The database was created in Excel™ and the data analysis was done with SPSS™, version 18.

**Results:** Insomnia, mainly of the mild type, was present in 74.5% of the total study population while 25.5% reported a normal sleep pattern. According to the sleeping test score we found a higher

#### Contribución de los autores:

Martha Elena Peñuela-Epalza se encargó de la dirección del proyecto, la coordinación del trabajo de campo y el análisis estadístico. Daniela Alejandra Páez-Jiménez hizo el análisis estadístico.

Todos los autores participaron en el diseño del proyecto, el trabajo de campo y en la escritura del manuscrito.

prevalence of insomnia in the neighborhood with greater exposure to radio antennas and cell towers (85.4%) than in the one with lower exposure (63.3%), prevalence ratio 1.34 (CI 95% 1.14-1.57).

**Conclusions:** This study suggests a higher prevalence of insomnia among persons living in areas with higher exposure to electromagnetic fields where the number of radio antennas and cell towers was greater.

**Key words:** Sleep disorders/epidemiology, electromagnetic fields, effects of radiation, prevalence.

doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2459>

Los trastornos del sueño constituyen un problema que, además de afectar la salud, la productividad, la calidad de vida y la seguridad del individuo, tienen consecuencias importantes en la salud pública (1). Algunas revisiones sistemáticas señalan que tanto el sueño corto (<7 horas) como el sueño excesivo (>9 horas) se asocian a un mayor riesgo de mortalidad por todas las causas (2,3).

A nivel mundial, la prevalencia de dichos trastornos oscila entre 10 y 60 %, dependiendo de los criterios diagnósticos utilizados y las características sociodemográficas de la población, y el insomnio es el trastorno más común (4,5). En un estudio sobre los hábitos de sueño llevado a cabo en 25.579 personas mayores de 15 años de siete países europeos, se evaluó la relevancia clínica y epidemiológica de los algoritmos para el diagnóstico del sueño, según la Clasificación Internacional de los Trastornos del Sueño (*International Classification of Sleep Disorders*, ICSD) y el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-IV*, DSM-IV); se encontró que el 37 % de los sujetos presentaba insomnio a nivel de “queja”, el 34,5 %, a nivel de “síntoma”, el 9,8 %, a nivel de “criterio” y solo un 6,6 % satisfizo el diagnóstico basado en los criterios del DSM-IV (6).

En España, Ohayon (7) encontró que el 20,8 % de 4.065 entrevistados reportaba al menos un síntoma de insomnio (IC<sub>95%</sub> 19,6-22,1) durante tres noches a la semana; esta prevalencia fue mayor en mujeres (23,9 %) que en hombres (17,6 %), y se incrementaba con la edad. El diagnóstico más frecuente fue el de insomnio primario (2,9 %), seguido por el de insomnio debido a una enfermedad mental de

base (1,1 %), el trastorno del sueño inducido por sustancias (1,6 %) y el insomnio inducido por una condición médica general (0,9 %).

Según el estudio “Calidad psicológica y de salud de los factores de la vida asociados con el insomnio en una muestra de la población general”, llevado a cabo en Canadá, 308 personas (32,3 %) presentaban síntomas de insomnio y 147 (15,4 %), síndrome de insomnio; la mayoría de ellas eran mujeres (8).

En Colombia, se estima que los trastornos del sueño ocupan el segundo lugar entre los trastornos mentales. En un estudio hecho en Sabaneta, Antioquia, en el 2006, se reportó una prevalencia de insomnio global de 43 % (Franco AF, Marín AH, Aguirre DC, Cornejo W, García FA. Prevalence of sleep disorders in Colombia: P02.010. *Neurology*. 2006;66(Suppl.2):A77-8. Annual Meeting Society for Neuroscience). En la misma región, Contreras publicó un estudio sobre trastornos del sueño en niños de 5 a 12 años, en el que informaba sobre la presencia de insomnio en 14,9 % de ellos y, de ronquido, en 39,2%, así como de otras parasomnias (9).

Algunas investigaciones sobre la fisiología del sueño afirman que en su regulación global participan tres estructuras anatómico-funcionales: 1) la función homeostática, que regula su duración y profundidad, mediada por el área preóptica del hipotálamo; 2) la función encargada de la alternancia cíclica entre el sueño de movimientos oculares rápidos (MOR) y el sueño no MOR, que involucra el tallo cerebral rostral, y 3) el sistema circadiano, que regula el momento en que ocurre el sueño y el estado de alerta, mediado por el hipotálamo anterior. Además, en la regulación del sueño participan diferentes neurotransmisores: acetilcolina, norpinefrina, serotonina, dopamina y orexina (10,11). La melatonina, hormona secretada por la glándula pineal, regula el ritmo circadiano, y su producción es controlada por la exposición a la luz y por otros factores, entre ellos, los campos electromagnéticos (12) (Bardasano J. Electro-

Correspondencia:

Martha Peñuela-Epalza, Grupo de Investigación UNI-Barranquilla, Departamento de Salud Pública, Universidad del Norte, km 5, vía a Puerto Colombia, Barranquilla, Colombia  
Teléfono: (575) 350 9287; fax: (575) 359 8852  
mpenuelae@yahoo.com, mpenuela@uninorte.edu.co

Recibido: 06/07/14; aceptado: 17/04/15

magnetismo, glándula pineal y salud pública. Ponencia presentada en las Jornadas “Campos electromagnéticos, salud pública y laboral”. Madrid, diciembre, 2002).

Diversos investigadores del electromagnetismo en los Estados Unidos, señalan que las frecuencias ideales del cerebro humano durante las horas de vigilia son de la gama de 8 a 20 Hz, mientras que en el sueño las frecuencias pueden caer hasta un mínimo de 2 Hz. Por esta razón, de acuerdo con John Zimmerman, presidente del *Bio-Electro Magnetics Institute* de Utah, las frecuencias más altas de los campos electromagnéticos producidos por las corrientes eléctricas de los aparatos domésticos, pueden interferir y perturbar las frecuencias resonantes naturales del cerebro y, con el paso del tiempo, conducir a la fatiga celular. Por otra parte, el acupunturista M. M. van Benschoten, de Reseda, California, afirma que “incluso a 60 Hz los patrones electromagnéticos están vibrando mucho más rápido que los patrones del cuerpo humano y las ondas cerebrales en reposo” (13).

En la actualidad, los humanos y otras especies vivas estamos más expuestos a los campos electromagnéticos debido a la creciente demanda de electricidad que impone el avance tecnológico, con el subsecuente aumento de las fuentes artificiales de dichos campos. Todos somos vulnerables a la compleja gama de campos electromagnéticos débiles provenientes de electrodomésticos, equipos industriales, aparatos de radio y televisión, hornos microondas, computadoras, radares y, más recientemente, de los teléfonos móviles y sus respectivas estaciones de base, razón por la cual han surgido preguntas sobre los posibles efectos de los campos electromagnéticos en la salud.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que la relación entre la intensidad y las frecuencias emitidas por los campos electromagnéticos y sus efectos sobre el organismo, es compleja. Actualmente, los límites de exposición recomendados están determinados para aquellos tipos de tecnología con efectos en la salud, entre ellos, la electricidad en el hogar, las estaciones de base de la telefonía móvil y los hornos de microondas. En respuesta a la preocupación pública por los efectos de la exposición a dichos campos, la OMS creó en 1996 el Proyecto Internacional CEM (sobre campos electromagnéticos), para evaluar las pruebas científicas de los posibles efectos en la salud de estos campos en el intervalo de frecuencias de 0 a 300 GHz. El Proyecto CEM

fomenta las investigaciones dirigidas a llenar importantes lagunas de conocimiento, evaluar los riesgos y facilitar el desarrollo de normas aceptables internacionalmente que limiten la exposición a dichos campos.

Por todo lo anterior, nuestro grupo de investigación se planteó el objetivo de estimar la prevalencia de los síntomas de insomnio en la población de Barranquilla y los factores asociados, con particular énfasis en la influencia de los campos magnéticos, en dos sectores de la ciudad con alta y baja exposición a antenas de radio y de telefonía móvil. Los resultados del estudio establecen una primera base para futuras investigaciones en este campo, poco explorado en Colombia.

### **Materiales y métodos**

Se utilizó un diseño descriptivo transversal. La población incluida en el estudio estuvo constituida por personas de ambos sexos y edades comprendidas entre los 18 y los 60 años de edad, residentes en dos barrios de Barranquilla: uno con una gran concentración de antenas de radio y telefonía móvil, seleccionado por conveniencia (Nogales), y otro con muy poca concentración (Modelo), seleccionado aleatoriamente entre barrios ubicados en la localidad Norte de la ciudad. Los criterios de inclusión fueron un tiempo de residencia de, por lo menos, seis meses y la aceptación de firmar el consentimiento informado.

En el barrio con poca concentración de antenas de radio y telefonía móvil, las viviendas se seleccionaron por muestreo aleatorio en dos etapas: primero se escogieron las manzanas por azar simple y, luego, las viviendas de cada manzana por azar sistemático. En el barrio con gran concentración de antenas, se seleccionaron las manzanas y las viviendas cercanas a estas. La muestra calculada para una significancia de 0,05, un poder de 80 % y una prevalencia estimada de 33 %, fue de 363 personas.

Los datos se recolectaron directamente de las personas en sus viviendas mediante una encuesta estructurada en tres secciones, con preguntas principalmente cerradas. En la sección A se indagaba sobre las variables sociodemográficas (edad, sexo, nivel de estudios), la distancia entre la vivienda y las antenas de radio y telefonía móvil, la tenencia de electrodomésticos en el dormitorio, los hábitos generales de sueño y el uso de medicamentos. La sección B contenía la escala de insomnio de ocho preguntas del Institut

Ferran de España sobre la presencia durante el mes anterior de síntomas relativos a la conciliación y el mantenimiento del sueño, las consecuencias en el día y el uso de medicamentos para dormir. La sección C contenía la escala de Hamilton para valorar la ansiedad.

### **Medición de los campos magnéticos**

Cuando se contaba con el permiso para hacerlo, se medían los campos magnéticos en el dormitorio mediante teslámetros (modelo EMF 1394DL) debidamente calibrados, suministrados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad del Norte. Los encuestadores fueron entrenados por un ingeniero para el uso correcto de dichos medidores. Las mediciones se tomaron en el centro de la habitación, con el medidor a un metro de altura del suelo (14). Debido a la usual falta de homogeneidad de los campos magnéticos, se calculó el promedio de 10 mediciones repetidas expresadas en microteslas ( $\mu\text{T}$ ), recordando que  $1 \mu\text{T} = 10^{-6}$  teslas.

### **Análisis estadístico**

La base de datos se hizo en Excel™ de Microsoft Office 2007 y luego se importó al programa SPSS™, versión 18, para codificar de nuevo algunas variables y analizar los datos según los objetivos específicos del estudio. El análisis descriptivo se efectuó para las variables cuantitativas continuas con base en las medidas de tendencia central y de dispersión, y el de las categóricas, mediante porcentajes e intervalos de confianza del 95 %. La asociación del insomnio con las variables de interés, se hizo mediante cuadros de contingencia. Como pruebas de significancia estadística, se utilizaron la de ji al cuadrado o prueba de Fischer para las variables cualitativas y la prueba t de Student para la comparación de medias. Cuando esta prueba no podía usarse, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

Con base en el puntaje total obtenido en el test de insomnio, se conformaron cuatro grupos, así: 7 a 9: ausencia de insomnio; 10 a 14: insomnio leve; 15 a 21: insomnio moderado, y 22 a 28: insomnio grave.

### **Consideraciones éticas**

El protocolo de estudio fue avalado por el Comité de Ética de la Universidad del Norte. De acuerdo con la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, esta investigación se clasifica como de riesgo mínimo. Se obtuvo permiso de

la Alcaldía de la localidad Norte de Barranquilla, para hacer las visitas domiciliarias.

### **Resultados**

Se visitaron 290 casas, en las cuales se entrevistó a 220 personas que accedieron a participar, del total de la muestra calculada de 363, para una cobertura de 61,0 %. De estas personas, 110 residían en el barrio expuesto (Nogales) y 110 en el barrio no expuesto (Modelo). En el barrio Nogales, situado a mayor altura sobre el nivel del mar, se contaron 45 antenas de comunicación, mientras que en el barrio Modelo se contaron dos.

La mediana de edad de la población de estudio fue de 38 años, con una media de  $38,4 \pm 13,2$  años y una moda de 59. La distribución de las variables sociodemográficas, a excepción del estado civil, fue similar en ambos barrios, con predominio del sexo femenino, el estrato socioeconómico 4, una escolaridad superior y la condición laboral de empleado. En el barrio Nogales se registró un porcentaje mayor de personas casadas que en el barrio Modelo (cuadro 1).

De acuerdo con el puntaje obtenido en el test de insomnio, 56 personas (25,5 %) no padecían el problema, 125 (56,8 %) padecían de insomnio leve, 35 (16,7 %), de insomnio moderado y, solo tres (1,0%), de insomnio grave.

El promedio del puntaje obtenido en la población general con el test de insomnio, fue de  $11,864 \pm 3,27$ , lo cual correspondería a un insomnio leve (cuadro 2).

Con respecto a los síntomas de insomnio, casi la mitad de las personas (45,9 %) presentó síntomas de fatiga; el 46,4 % manifestó que la calidad del sueño era aceptablemente buena y el 33 % que era muy buena; el 45,5 % afirmó dormir entre 6 y 7 horas por noche, y el 57,7% señaló que en una noche se levantaba entre 1 y 3 una y tres veces (cuadro 3).

Según el puntaje del test, la prevalencia de insomnio de algún grado fue mayor en el barrio con más exposición a las antenas de radio y telefonía móvil (Nogales: 85,4 %), que en el barrio sin exposición (63,3 %); la razón de la prevalencia de insomnio fue de 1,34 ( $IC_{95\%}$ : 1,14-1,57) y la razón de la prevalencia de la exposición fue de 2,00 ( $IC_{95\%}$ : 1,29-3,09). Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ( $\chi^2=13,79$ ;  $p<0,05$ ) (cuadro 4).

**Cuadro 1.** Características sociodemográficas de la población de estudio según barrio

Variables	Nogales n=110		Modelo n=110	
	n	%	n	%
Edad				
Media	40,4		42	
Moda	36,3		36,5	
Mediana	55		±13,8	
Desviación estándar	24		±12,3	
Sexo				
Masculino	41	37,3	45	40,9
Femenino	69	62,7	65	59,1
Estrato socioeconómico				
Estrato 3	0	0	14	12,7
Estrato 4	77	70	96	78,6
Estrato 5	32	29,1	0	0
Estrato 6	1	0,9	0	0
Escolaridad				
Primaria	4	3,6	4	3,6
Secundaria	30	27,3	27	24,5
Técnica	17	15,5	29	26,4
Superior	59	53,6	50	45,5
Estado civil				
Soltero	45	40,9	51	46,4
Casado	50	45,5	35	31,8
Divorciado	5	4,5	3	2,7
Unión libre	8	7,3	20	18,2
Viudo	2	1,8	1	0,9
Ocupación				
Ama de casa	34	30,9	22	20
Estudiante	15	13,6	21	19,1
Empleado	53	48,2	61	55,5
Desempleado	8	7,3	6	5,5

La comparación de la prevalencia de los síntomas de insomnio entre los dos barrios (cuadro 5), mostró que la dificultad para conciliar el sueño, el despertar en la noche luego de haberse dormido y la sensación de sueño durante el día, registraron un porcentaje significativamente mayor en el barrio con gran concentración de antenas de radio y telefonía móvil ( $p < 0,05$ ). La sensación de fatiga al despertar, si bien fue más frecuente en el barrio con mayor exposición a las antenas, no mostró asociación estadística ( $p > 0,05$ ).

El mayor porcentaje de personas con insomnio se encontró en el rango de edad entre los 18 y 45 años. En cuanto al sexo, la mayoría de las personas con insomnio eran mujeres (103), lo que equivalía al 62,8 %. Sin embargo, este porcentaje no fue significativo debido a que se encuestaron muchas más personas del sexo femenino que del masculino.

La condición laboral más frecuente fue la de empleado, tanto en las personas con insomnio, 51,2 % (84/164), como en aquellas sin el problema,

53,6 % (30/56). Con respecto a la escolaridad, los que manifestaron haber cursado educación superior ( $n=83$ ) representaron el porcentaje más alto entre las personas con insomnio (50,6 %).

### **Promedio de campos magnéticos por barrio**

La medición de los campos magnéticos solo fue permitida en 24 viviendas del barrio con gran concentración de antenas (Nogales) y en 14 del barrio sin exposición (Modelo). Al comparar la media de campos magnéticos entre los barrios, se encontró que la media de  $\mu\text{T}$  (0,847; desviación estándar,  $DE = \pm 1,45$ ) fue mucho mayor en el barrio expuesto a las antenas que en el no expuesto (0,182,  $DE = \pm 0,182$ ). El análisis de igualdad de las varianzas mediante la prueba de Levene mostró que estas no eran homogéneas y, debido al número reducido de la muestra, no se pudo asumir que eran iguales, por lo que se usó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, la cual arrojó un valor de  $p$  de 0,287. En consecuencia, se mantuvo la hipótesis nula que afirmaba que la distribución promedio de los campos magnéticos era similar en los dos barrios.

### **Exposición electromagnética y cercanía a las antenas**

En el barrio Nogales, con una gran exposición a las antenas, se encontró que el 45,7 % de la población con insomnio vivía a 100 m o menos de una antena, en tanto que el 31,2 % reportaba un sueño normal ( $\chi^2 = 1,168$ ;  $p > 0,05$ ), lo cual indica que la diferencia carecía de significancia estadística.

De la población con dificultad para dormir, el 42 % vivía a menos de 100 m de distancia de las antenas, porcentaje similar al 45 % del grupo que no reportó dificultad para dormir ( $\chi^2 = 0,100$ ;  $p = 0,752$ ).

Entre quienes presentaron fatiga al despertar, el 32,8 % vivía a menos de 100 m de las antenas, en comparación con el 53,7 % del grupo de personas sin fatiga ( $\chi^2 = 5,106$ ;  $p = 0,024$ ), lo que sugiere una menor posibilidad de prevalencia de fatiga al despertar entre quienes vivían más cerca de las antenas.

En los dormitorios en donde se hicieron mediciones de los campos electromagnéticos ( $n=38$ ), estas fluctuaron entre 1 y 6,34  $\mu\text{T}$  en aquellos pertenecientes al 15,4 % de los participantes con insomnio, en contraste con un 9 % de la población sin insomnio; sin embargo, no se alcanzó a observar significancia estadística ( $p > 0,05$ ). Solo en los dormitorios de cinco casas próximas a

**Cuadro 2.** Promedio del puntaje del test de insomnio en la población total

	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Mediana	Desviación estándar
<b>Puntaje en el test de insomnio</b>	7,0	25,0	18	11,864	10	3,274

**Cuadro 3.** Porcentaje de síntomas asociados al insomnio

Variables	Total n (%)
Sensación de fatiga	
Sí	101 (45,9)
No	119 (54,1)
Calidad del sueño	
Muy buena	73 (33,2)
Aceptablemente buena	102 (46,4)
Ligeramente mala	33 (15)
Muy mala	12 (5,5)
Horas de sueño	
8	52 (23,6)
6-7	100 (45,5)
5-6	48 (21,8)
Menos de 5	20 (9,1)
Despertar en la noche	
Nunca	66 (30)
1-3 veces	127 (57,7)
4-5 veces	16 (7,3)
Más de 5 veces	11 (5)

**Cuadro 4.** Prevalencia de insomnio por barrio

	Insomnio		Total n (%)	Significancia (p)
	Sí n (%)	No n (%)		
Barrio Nogales	94 (85,4)	16 (14,6)	110 (50)	0,0002
Barrio Modelo	70 (63,3)	40 (36,7)	110 (50)	
Total	164	56	220 (100)	

$\chi^2=13,79$

las antenas de radio y telefonía móvil del barrio Nogales, se encontraron mediciones mayores de 1  $\mu$ T. Llama la atención que la mayoría de los sujetos entrevistados en ambos barrios dormía en dormitorios con aparatos eléctricos conectados (1 a 3 electrodomésticos en la habitación); sin embargo, no se encontró asociación estadística entre el número de electrodomésticos en la habitación y el insomnio.

### Hábitos personales

En lo que se refiere a tomar siestas, se encontró que, entre quienes las tomaban, el porcentaje de las personas que padecían insomnio según el puntaje del test fue similar (49,4 %) al de quienes no lo padecían (46,4 %) ( $\chi^2=0,052$ ;  $p>0,05$ ). Además, el 35,4 % de las personas con insomnio se consideraban sedentarias, el 26,8 % practicaban actividad física de forma irregular, el

**Cuadro 5.** Síntomas de insomnio por barrio

Síntomas	Nogales n (%)	Modelo n (%)	Significancia* (p)
Dificultad para conciliar el sueño			
Sí	50 (61,0)	32 (39,0)	0,018
No	60 (43,5)	78 (56,5)	
Despierta en la noche			
Sí	84 (60,0)	56 (40,0)	0,000
No	26 (32,5)	54 (67,6)	
Sensación de fatiga al despertar			
Sí	57 (56,4)	44 (43,6)	0,078
No	53 (44,5)	66 (55,5)	
Sueño durante el día			
Nunca	17 (33,3)	34 (66,7)	0,021
Poco	60 (52,2)	55 (47,8)	
Bastante	26 (57,8)	19 (42,2)	
Todo el tiempo	7 (77,8)	2 (22,2)	
Calidad del sueño			
Mala	30 (66,7)	15 (33,3)	0,012
Buena	890 (45,7)	95 (54,3)	

\*Prueba de significancia:  $\chi^2$  de Pearson; p a dos caras

22 % clasificaban en la categoría de regularmente activas y, el 15,9 %, en el de activas. Una distribución similar se encontró en las personas sin insomnio, con predominio del sedentarismo en 33,9 %, seguido de actividad física practicada irregularmente en 25 %, actividad practicada regularmente en 17,9 % y, por último, 23,2% de personas activas.

En cuanto a los hábitos para dormir, el retraso y el horario irregular para irse a dormir fueron conductas frecuentes entre los individuos que reportaron problemas para conciliar el sueño.

### Ansiedad

De acuerdo con el puntaje del test de Hamilton, la gran mayoría de los participantes del grupo con insomnio (93,9 %) y todos aquellos sin este problema no padecían de ansiedad, con lo que se descartó la influencia de este factor en el insomnio.

### Discusión

Este es el primer estudio llevado a cabo en la comunidad, que analiza los síntomas de insomnio y su relación con la exposición a campos magnéticos

en Colombia. Estos campos se producen cuando hay cargas en movimiento; todo aparato conectado a una red eléctrica genera a su alrededor un campo magnético proporcional a la cantidad de corriente que obtiene de la fuente, y su intensidad se expresa en función de la carga magnética que produce (13). Se comparó la prevalencia de insomnio entre dos barrios de Barranquilla con distinta exposición a antenas de radio y de telefonía móvil, con base en la carga de campos magnéticos medida en el dormitorio y en diversos factores sociodemográficos.

Los resultados obtenidos en esta investigación reflejan una alta prevalencia global de algún grado de insomnio (74,5 %); es decir, aproximadamente tres cuartas partes del total de los sujetos estudiados estarían afectados, con predominio del insomnio leve y el moderado, situación que sitúa este trastorno como un problema de salud pública importante en la ciudad. Este resultado es mayor a los obtenidos en el estudio SUECA (9) llevado a cabo en el departamento de Caldas, Colombia, en el 2004 (46,8 %) y el 2008 (47,2 %) y al del estudio hecho en Antioquia en el 2006 (43 %). Esto podría explicarse, en parte, por los distintos criterios diagnósticos utilizados. Además, mientras en el estudio SUECA se clasificó el insomnio como agudo (menos de un mes) y crónico (un mes o más), en el presente estudio se indagó por el problema en el último mes.

En cuanto al sexo, el mayor número de casos se presentó entre mujeres, lo que coincide con el estudio llevado a cabo en el 2001 entre habitantes de la ciudad de Bambuí, en el estado de Minas Gerais, al sureste de Brasil (15). Los estudios de Ohayon en España (7) y el de Morina, *et al.* (16), también reportaron una mayor prevalencia de insomnio en el sexo femenino (23,9 Vs. 17,6 %). Por el contrario, en el estudio SUECA II en Colombia, en el cual se evaluó la persistencia del insomnio, no se encontraron diferencias relacionadas con el sexo, el estrato socioeconómico o la ocupación (17). Cabe tener en cuenta que tanto el estudio SUECA II como el nuestro, coinciden en que la edad del sujeto de estudio sí fue un factor determinante en la presencia de insomnio, con la diferencia de que en el estudio SUECA II las alteraciones del sueño fueron más frecuentes en mayores de 65 años y, en esta investigación (que excluyó a los mayores de 60 años), el mayor porcentaje de personas con insomnio se registró entre los 20 y 45 años, es decir, adultos jóvenes en edad productiva.

Si se tiene en cuenta la evidencia sobre el insomnio crónico reportado en 80,2 % de las 218 personas del estudio SUECA II llevado a cabo en Caldas (17), así como los hallazgos del presente estudio, se podría concluir que, de no atender a las personas detectadas con el problema de insomnio, sus manifestaciones podrían persistir en un porcentaje significativo de ellas, con consecuencias negativas para su salud y su calidad de vida en general.

El análisis comparativo del insomnio por barrio evidenció una mayor proporción de personas que duermen mal en el barrio Nogales, en el cual hay muchas antenas de radio y telefonía móvil, que la encontrada en el barrio Modelo, expuesto en mucha menor medida ( $p < 0,05$ ), lo que sugiere la posible influencia de una mayor carga de campos magnéticos proveniente de esta fuente y coincide con la teoría que proclama la acción supresora de la producción de la hormona melatonina durante la noche, mediada por el incremento en los radicales libres, debida a la exposición crónica a dichos campos (18). Este hallazgo concuerda con lo reportado en otros estudios recientes de similar diseño en Alemania (19) e Irán (20), aunque en ellos la distancia entre la vivienda y las estaciones de telefonía móvil fue reportada por los propios participantes.

En este estudio debe resaltarse la falta de asociación estadística entre la medida promedio en microteslas de los campos electromagnéticos y el insomnio, a pesar de que el porcentaje de personas con niveles de  $1 \mu\text{T}$  o más fue mayor que el de quienes no presentaban el trastorno. Este resultado podría explicarse, en parte, por el reducido tamaño muestral, el cual se debió a la falta de consentimiento para la toma de las mediciones, respuesta comprensible dada la inseguridad prevalente en la ciudad. Otra explicación es que la forma de medición de la exposición solo permitió hacer mediciones globales, pero no la exposición real de los sujetos según su distancia con respecto a las fuentes de exposición. Teniendo en cuenta que la población estudiada residía, por lo menos, desde hacía seis meses en el barrio, cabe la posibilidad de un efecto crónico de la exposición continua a los campos magnéticos de baja intensidad, la cual no se calculó en este estudio. Otra hipótesis es que la exposición a campos electromagnéticos de mayor intensidad tal vez produzca síntomas de agotamiento físico y mental que provoquen mucho más cansancio y somnolencia en las personas. Esta hipótesis se sustenta en estudios que han reportado

el síndrome de fatiga asociado a la exposición a los campos electromagnéticos (21) y a la intolerancia ambiental idiopática frente a ellos (22).

De acuerdo con lo planteado por Acuña en su informe científico sobre el efecto de los campos electromagnéticos en el sistema endocrino humano, el efecto inhibitor de la melatonina se produce con la exposición crónica a niveles relativamente bajos de campos electromagnéticos, a partir de los 0,2  $\mu\text{T}$  (23). En este estudio, a pesar del número reducido de hogares en donde se permitió practicar las mediciones de los campos magnéticos, se observó una tendencia a registrar niveles por debajo de 1  $\mu\text{T}$  en los hogares de quienes no presentaban insomnio, mientras que, entre quienes sí lo reportaron, los niveles fluctuaron entre 1  $\mu\text{T}$  y un máximo de 6  $\mu\text{T}$ .

Por otra parte, algunas investigaciones sobre el uso terapéutico de los campos electromagnéticos sostienen que la aplicación de corrientes electromagnéticas de baja frecuencia es efectiva para el tratamiento de las alteraciones del sueño (24-26), lo que indica que los efectos de dichos campos en el sueño podrían ser tanto de supresión como de inducción, según su intensidad. Sin embargo, llama la atención que en el barrio expuesto se registró un mayor número de personas que dormían suficientes horas y vivían a una mayor distancia de las antenas, por lo que se precisa estudiar más a fondo la influencia de los campos electromagnéticos en el sueño.

La alta prevalencia de insomnio hallada en el barrio Nogales puede atribuirse, hasta cierto punto, al hecho de que sus habitantes estaban previamente sensibilizados frente al problema de contaminación de las antenas. Los investigadores intentaron aminorar este potencial sesgo de información durante la encuesta, evitando mencionar que las antenas podrían generar mayor intensidad de campos magnéticos y enfocando, así, su atención en el efecto de los electrodomésticos usados regularmente en el hogar y, en particular, en el dormitorio. No obstante, este sesgo no se puede descartar completamente.

Dada la alta prevalencia de insomnio en algún grado reportada por los propios participantes, se recomienda a los servicios de salud practicar la tamización del insomnio en la consulta externa, con el fin de ofrecer un diagnóstico y un tratamiento oportunos a los afectados.

Del total de los encuestados, la mayoría tenía de uno a tres electrodomésticos en el dormitorio; sin

embargo, no se encontraron diferencias significativas con respecto al número de electrodomésticos en la habitación y la presencia de insomnio. Más de dos tercios de la población encuestada se consideraban sedentarios o practicaban alguna actividad física de forma irregular, lo que alerta sobre la alta prevalencia de un factor de riesgo importante, no solo para el insomnio, sino para muchas enfermedades crónicas.

Este proyecto de investigación sienta un precedente para futuros trabajos sobre un aspecto difícil de manejar, como lo es la medición precisa de los campos magnéticos en relación con la distancia exacta del objeto emisor. En los estudios llevados a cabo en España, los datos se recolectaron mediante entrevista telefónica, lo que imposibilitó establecer dichas mediciones. Además, en la mayoría de las investigaciones no se incluyeron varias prácticas cotidianas que deberían tenerse en cuenta cuando se presenta el insomnio, como el número de electrodomésticos en la habitación, la distancia a la que se encuentran de la cama del sujeto y el uso de medicamentos o productos naturales para dormir, factores que sí se consideraron en este estudio.

Otra fortaleza de este estudio es el control del sesgo de medición, ya que los equipos utilizados fueron calibrados y usados por personal previamente entrenado; además, el lenguaje de la encuesta se ajustó al nivel de los sujetos de estudio, lo que reduce la posibilidad de errores por falta de comprensión.

Algunos aspectos no explorados en este estudio y que merecen ser considerados en futuros proyectos, son la estimación de la exposición a los campos magnéticos en los distintos sitios en los que permanece el sujeto durante las 24 horas del día y el cálculo de la dosis acumulada por exposición crónica.

Un aspecto limitante en esta investigación fue la baja tasa de autorización para la toma de mediciones, lo que redujo el poder del estudio para hallar asociaciones estadísticas de significancia e impidió la generalización de los resultados. Por otro lado, existe la posibilidad de un sesgo de información ocasionado por la dificultad de algunas personas para recordar con exactitud los síntomas del insomnio, lo que pudo haber alterado el resultado final. Además, el diseño transversal utilizado no permite establecer asociaciones causales entre el insomnio y los factores estudiados.



Considerando la ausencia de efecto en el patrón del sueño de la exposición provocada a los campos electromagnéticos reportada en varios estudios internacionales (27,28), y coincidiendo con lo expresado por el *Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks* de la Comisión Europea, en este estudio se concluyó que aún no hay evidencia suficiente sobre el problema estudiado (European Commission Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks - SCENIHR. Opinion on the potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EFM), 9th Plenary meeting, January 27, 2015). Por ello, se resalta la necesidad de continuar y profundizar en el estudio de los mecanismos de acción de los campos electromagnéticos en los trastornos del sueño, y se recomienda analizar prospectivamente tanto la dosis acumulada como la interacción de varios factores mediante modelos multivariados.

Dado que la evidencia disponible proviene principalmente de países desarrollados, conviene promover estudios de base comunitaria en el país y en América Latina, con muestras representativas de la población.

Por último, en vista del número exagerado de nuevas solicitudes de instalación de antenas de telefonía móvil en Barranquilla, estimado en 498 por la Secretaría de Planeación Distrital en marzo de 2015, se recomienda atenerse a la normativa del plan de ordenamiento territorial y replantear su ubicación en áreas por fuera del perímetro urbano. De igual manera, dada la alta prevalencia del insomnio y sus consecuencias para la salud, es necesario educar a la comunidad en formas de reducción de la carga magnética en el hogar y fomentar hábitos saludables de sueño.

#### Agradecimientos

A las directivas de la División de Ciencias de la Salud y al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad del Norte, así como a la Alcaldía Menor de la localidad Norte de Barranquilla y a la comunidad residente en los barrios Nogales y Modelo, por su disposición a colaborar y a suministrar información confidencial.

#### Conflicto de intereses

No existe ninguno.

#### Financiación

Todo el estudio fue financiado por la Universidad del Norte y con recursos propios de los investigadores.

#### Referencias

1. **Rajaratnam SM, Barger LK, Lockley SW, Shea SA, Wang W, Landrigan CP, et al.** Sleep disorders, health and safety in police officers. *JAMA*. 2011;306:2567-78. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2011.1851>
2. **Gallicchio L, Kalesan B.** Sleep duration and mortality: A systematic review and meta-analysis. *J Sleep Res*. 2009;18:148-58. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2869.2008.00732.x>
3. **Cappuccio FP, D'Elia L, Strazzullo P, Miller MA.** Sleep duration and all-cause mortality: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Sleep*. 2010;33:585-92.
4. **Ohayon MM.** Epidemiology of insomnia: What we know and what we still need to learn. *Sleep Med Rev*. 2002;6:97-111. <http://dx.doi.com/10.1053/smr.2002.0186>
5. **Haro R, Labra A, Sánchez F.** Repercusiones médicas, sociales y económicas del insomnio. *El Residente*. 2010;5:130-8.
6. **Ohayon MM, Reynolds CF.** Epidemiological and clinical relevance of insomnia diagnosis algorithms according to the DSM-IV and the International Classification of Sleep Disorders (ICSD). *Sleep Med*. 2009;10:952-60. <http://dx.doi.com/10.1016/j.sleep.2009.07.008>
7. **Ohayon M, Sagales T.** Prevalence of insomnia and sleep characteristics in the general population of Spain. *Sleep Med*. 2010;11:1010-8. <http://dx.doi.com/10.1016/j.sleep.2010.02.018>
8. **LeBlanc M, Beaulieu-Bonneau S, Mérette C, Savard J, Ivers H, Morin C.** Psychological and health-related quality of life factors associated with insomnia in a population-based sample. *J Psychosom Res*. 2007;63:157-66.
9. **Díaz R, Ruano M, Chacón A.** Estudio de trastornos del sueño en Caldas, Colombia (SUECA). *Acta Med Colomb*. 2009;32:66-72.
10. **Carrillo-Mora P, Ramírez-Peris J, Magaña-Vásquez K.** Neurobiología del sueño y su importancia: antología para el estudiante universitario. *Rev Fac Med UNAM*. 2013;56:5-15.
11. **Reinoso-Suárez F.** Neurobiología del sueño. *Rev Med Univ Navarra*. 2005;49:10-7.
12. **Ross H, Keri B.** Los campos electromagnéticos. Innerself. Fecha de consulta: 5 de junio de 2013. Disponible en: [http://es.innerself.com/content/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4595](http://es.innerself.com/content/index.php?option=com_content&view=article&id=4595).
13. **Instituto Costarricense de Electricidad.** Campos electromagnéticos y salud humana. Fecha de consulta: 21 de junio de 2013. Disponible en: [http://www.grupoice.com/wps/portal/gjce/acerca\\_ice/acerca\\_ice\\_resp\\_amb/acerca\\_ice\\_resp\\_amb\\_apoyo/acerca\\_ice\\_resp\\_amb\\_apoyo\\_electro/lut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os\\_gLON\\_D2cLEwN\\_Vy8XA08zY09TUzNTi1BXY\\_2CbEdFAEO7eA8!/#.UHC8GZgmZ\\_g](http://www.grupoice.com/wps/portal/gjce/acerca_ice/acerca_ice_resp_amb/acerca_ice_resp_amb_apoyo/acerca_ice_resp_amb_apoyo_electro/lut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os_gLON_D2cLEwN_Vy8XA08zY09TUzNTi1BXY_2CbEdFAEO7eA8!/#.UHC8GZgmZ_g).
14. **Navarro EA, Segura J, Portolés M, Gómez-Perretta C.** The microwave syndrome: A preliminary study in Spain. *Electromagn Biol Med*. 2003;22:161-9.
15. **López F, Uchoa E, Guerra H, Firmo J, Vidigal P, Lima-Costa MF.** Prevalence of sleep complaints and associated

- factors in community-dwelling older people in Brazil: The Bambuí Health and Ageing Study (BHAS). *Sleep Med.* 2002;3:231-8.
16. **Morina CM, LeBlanca B, Daleya M, Gregoirec JP, Merette C.** Epidemiology of insomnia: Prevalence, self-help treatments, consultations, and determinants of help-seeking behaviors. *Sleep Med.* 2006;7:123-30.
  17. **Díaz R, Ruano I.** Prevalencia y persistencia de insomnio crónico. Estudio SUECA II. *Acta Med Colomb.* 2011;36:119-24.
  18. **Simkó M, Mattsson MO.** Extremely low frequency electromagnetic fields as effectors of cellular responses *in vitro*: Possible immune cell activation. *J Cell Biochem.* 2004;93:83-92. <http://dx.doi.com/10.1002/jcb.20198>
  19. **Eger H, Jahn M.** Spezifische symptom und mobilfunkstrahlung in Selbits (Bayern). Evidenz fur aine dosiswirkungsbeziehung. *Umwelt Medizin Gesellschaft.* 2010;23:130-9.
  20. **Shahbazi-Gahrouei D, Karbalaee M, Moradi HA, Baradara-Ghahfarokhi M.** Health effects of living near mobile phone base transceiver station (BTS) antennae: A report from Isfahan, Iran. *Electromagn Biol Med.* 2014;33:206-10.
  21. **D'Elmar R, Mujica G, Haure J.** Los efectos de los campos electromagnéticos en la salud. En: Rodríguez R, Echavarría M, editores. Seminario de procesos fundamentales físico-químicos y microbiológicos. especialización y maestría en medio ambiente. Universidad Tecnológica Nacional, Argentina. Bahía Blanca: Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional; 2009. p. 36-7. Fecha de consulta: 6 de noviembre de 2012. Disponible en: [http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem\\_fi\\_qui\\_micrb\\_09/campos\\_electromag\\_salud.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_micrb_09/campos_electromag_salud.pdf).
  22. **Baliatsas C, van Kamp I, Lebrecht E, Rubin GJ.** Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): A systematic review of identifying criteria. *BMC Public Health.* 2012;12:643. <http://dx.doi.com/10.1186/1471-2458-12-643>
  23. **Acuña D.** Informe científico sobre el efecto de los campos electromagnéticos en el sistema endocrino humano y patologías asociadas. Universidad de Granada, Departamento de Fisiología, Instituto de Biotecnología, 2006. Fecha de consulta: 22 de mayo de 2012. Disponible en: <http://cuadrodemando.unizar.es/informesp.pdf>.
  24. **Sage C, Sage S.** Evidence based on EMF medical therapeutics. Therapeutic uses of EMF. En: Carpenter D, Sage C, editors. *BioInitiative Report: A rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and FR).* Section 15. Sage Associates; 2007. p. 524-34. Fecha de consulta: 5 de junio de 2014. Disponible en: [http://www.biomag.net/testsite/index\\_html\\_files/Therapeutic\\_Uses\\_of\\_ElectroMagnetic\\_Fields.pdf](http://www.biomag.net/testsite/index_html_files/Therapeutic_Uses_of_ElectroMagnetic_Fields.pdf).
  25. **Kirsch D, Gilula M.** CES in the treatment of insomnia: A review and meta-analysis. *Practical Pain Management.* 2007;7:28-39. Fecha de consulta: 5 de junio de 2014. Disponible en: [http://stress.org/wp-content/uploads/CES\\_Research/kirsch-insomnia.pdf](http://stress.org/wp-content/uploads/CES_Research/kirsch-insomnia.pdf).
  26. **Kirsch D, Nichols F.** Cranial electrotherapy stimulation for treatment of anxiety, depression and insomnia. *Psychiatr Clin North Am.* 2013;36:169-76. Fecha de consulta: 21 de mayo 2014. Disponible en: <http://www.stress.org/wp-content/uploads/2011/08/Cranial-Electrotherapy-Stimulation-for-Treatment-of-Anxiety-Depression-and-Insomnia.pdf>.
  27. **Natakani-Enomoto S, Furubayashi T, Ushiyama A, Groiss SJ, Ueshima K, Simbba AY, et al.** Effects of electromagnetic fields emitted from W-CDMA-like mobile phones on sleep in humans. *Bioelectromagnetics.* 2013;34:589-98. <http://dx.doi.com/10.1002/bem.21809>
  28. **Schmid M, Loughran S, Regel SJ, Murbach M, Bratic-Grunauer A, Rusterholz T, et al.** Sleep EEG alterations: Effects of different pulse-modulated radio-frequency electromagnetic fields. *J Sleep Res.* 2012;21:50-8. <http://dx.doi.com/10.1111/j.1365-2869.2011.00918.x>