

Caracterización de la función pulmonar y niveles de monóxido de carbono intradomiciliar en viviendas rurales. Quetzaltenango, Guatemala. Agosto 2015

Chavarría, Gabriela

Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

Resumen

Antecedentes: En el 2011 la OMS determinó que tres mil millones de personas cocinan y calientan sus hogares quemando biomasa (madera, excrementos de animales) o carbón en fuegos abiertos o en cocinas y estufas con fugas (1). En el año 2009, el Sistema de Información Forestal de Guatemala, estableció que el 64% de la población guatemalteca depende de leña como fuente de energía, el 67% de ella se encuentra en el área rural y el 33% en el área urbana (2).

Objetivos: Caracterizar la función pulmonar y los niveles de monóxido de carbono intradomiciliar en las viviendas del área rural. Determinar la sintomatología de las mujeres expuestas al humo de leña, el tiempo de exposición al humo de leña y la relación de la saturación de oxígeno con el nivel de monóxido de carbono en la mujer que cocina con leña.

Diseño metodológico: Se realizó un estudio transversal, descriptivo y observacional en la aldea La Nueva Concepción. Se seleccionó aleatoriamente a 50 mujeres, que cocinaran con leña. Se evaluó la estructura de la casa y se midieron niveles de CO, FEV1, SatO2. Se recolectaron los datos utilizando una boleta. Se tabuló y se utilizó el software EPI INFO versión 6.04d, se construyeron indicadores y se obtuvo la estadística descriptiva y resultados con Chi cuadrado y ANDEVA.

Resultados: La media de CO fue de 419ppm, de FEV1 1.98L; SatO2 96% y frecuencia respiratoria 21rpm. Conclusiones 6 de cada 10 mujeres que cocinan con leña tienen la función pulmonar disminuida.

Palabras clave: Contaminación intradomiciliar, monóxido de carbono (CO), volumen expiratorio forzado en el primer segundo (FEV1), saturación de oxígeno (SatO2).

Background

In 2011 the WHO determined that three billion people use biomass (wood, animal dung and agricultural residues) to cook and as means of calefaction, and coal in open fires or stoves, most

of which have some kind of leak (1). In 2009, the Forest Information System of Guatemala, established that 64% of Guatemala's population depends on wood for energy, 67% of this population lives in rural areas and 33% in urban areas (2).

Objectives:

Describe the lung function and levels of carbón monoxide inside rural homes, and determine the symptoms of women exposed to wood fire, time of exposure and the relation between her oxygen saturation and the level of carbón monoxide.

Methodological design: a cross-sectional, descriptive and observational study was conducted in the Aldea La Nueva Concepción. 50 women who cooked with firewood were randomly selected. House structure was inspected; and levels of CO, FEV1 and SatO2 were measured. The data was collected using a slip. It was tabulated, and Epi Info version 6.04d software was used. Indicators were built and descriptive and statistical results with Chi square and ANOVA were obtained.

Results: The mean of CO was 419ppm, FEV1 1.98L; SatO2 96% and respiratory rate 21rpm. 60% of women had reduced lung function. *Conclusions* 6 of every 10 women who cook in wood fires present diminished lung function.

Key words: Intradomiciliar pollution, carbon monoxide (CO), forced expiratory volumen in the first second (FEV1), Oxygen saturation (SatO2).

Introducción

En septiembre del 2011 la Organización Mundial de la Salud (OMS) determinó que tres mil millones de personas cocinan y calientan sus hogares quemando biomasa (madera, excrementos de animales o residuos agrícolas) o carbón en fuegos abiertos o en cocinas y estufas con fugas (1).

Las principales causas de contaminación intradomiciliar son el humo de leña o gas y el tabaco. Sin embargo, se deben mencionar las mascotas, hongos en las paredes, hacinamiento, cucarachas y roedores. La estructura de la vivienda tiene relación inversa con el nivel de contaminación: mientras más ventilación (número de habitaciones y ventanas) menos contaminación intradomiciliar.

En el año 2008 Rivas, Edith realizó estudio Fuentes de contaminación intradomiciliar y enfermedades respiratorias en jardines infantiles y salas cunas de Temuco y Padre Las Casas Chile, determinó que 74.6% el cigarrillo; 65.3% el carbón; 62.2% el polvo; 54.2% parafina y se clasificaron como contaminantes extradomiciliarios: 89.4% humo; 74.6% combustión de vehículo; 46.8% tierra-polvo; 71.5% combustión de fábricas.(2)

En el año 2009, el Sistema de Información Forestal de Guatemala (SIFGUA), estableció que el 64% de la población guatemalteca depende de la leña como fuente de energía, el 67% de ella se encuentra en el área rural y el 33% en el área urbana (3).

Las personas con más riesgo de presentar enfermedades causadas por la contaminación intradomiciliar son las mujeres, personas de la tercera edad y niños menores de cinco años, quienes permanecen dentro del hogar aproximadamente un 80% a 90% del tiempo. Por otro lado, las mujeres embarazadas expuestas al humo de cigarro o leña tienen riesgo de complicaciones durante el embarazo, o de tener un hijo con bajo peso al nacer. Los hombres, al igual que las mujeres expuestas a humo, tienen 3 veces más el riesgo de padecer enfermedad pulmonar obstructiva crónica. La exposición crónica puede tener un efecto mutágeno, causando malformaciones congénitas, cáncer pulmonar, cáncer laríngeo o cáncer nasofaríngeo. Es de suma importancia determinar cuántas personas están en riesgo de padecer enfermedades adquiridas por contaminación del ambiente del interior de la vivienda, cuáles son los principales contaminantes para prevenir numerosas enfermedades, muertes y ahorrar gastos en salud. El presente estudio pretende investigar la relación entre el nivel de Monóxido de Carbono intradomiciliar y la función pulmonar, en mujeres expuestas al humo de leña al cocinar.

Metodología

Para recolectar los datos se utilizaron los siguientes dispositivos:

a) Saturador de oxígeno - Concord Sapphire

- Saturación de Oxígeno: 0 –100%
- Rangos: normal >90%
- Resolución: +-1%
- Exactitud: +-2% (70% - 100%) 35% - 70%
No especificado

b) Medidor de monóxido de carbono - BG-20

Indicios por intoxicación por CO	
0-1 ppm	Concentración de fondo normal
9 ppm	Concentración máxima admisible para espacios interiores
50 ppm	Máxima exposición de 8 horas
200 ppm	Ligero dolor de cabeza, fatiga, náuseas y mareos
400 ppm	Dolor frontal de cabeza, amenaza para la vida después de 3 horas
800 ppm	Mareos, náuseas, calambres, la muerte se produce en un intervalo de 2-3 horas
1600 ppm	Náuseas en el intervalo de 20 minutos, la muerte se produce en 1 hora
12800 ppm	La muerte se produce en un intervalo de 2-3 minutos

Fuente: Manual de uso BG20, TROTEC

c) Piko-1

Se utilizó para obtener el valor de FEV1 de las mujeres que utilizan leña para cocinar. Luego ese valor se utilizó para clasificar la función pulmonar como “normal” o “disminuida”, según los parámetros internacionales para población hispana de Hankinson. Para obtener los datos se siguió la secuencia que se describe a continuación:

- Elegir aleatoriamente 50 viviendas
- La intérprete explicaba en Mam el objetivo del estudio y pedía autorización para realizar las pruebas
- Iniciar a llenar la boleta de recolección de datos
 - o Datos generales: Edad, número de casa
 - o Inspeccionar: → Llenar las características de la vivienda
 - o Preguntar:
 - Lo enciende más de una vez al día.
 - Duración del fuego.
 - Cuántas horas está expuesta al día.
 - Hora que enciende el fuego.
 - Cuántos años ha estado expuesta.
 - Cuánta leña utiliza al día y cuánta para cocinar.
 - Hay alguien que fume en su casa.
 - Trabaja

- Realizar mediciones
- Preguntar acerca de la presencia de síntomas.
- Explicar cómo se realizarán las mediciones, hacer ejercicio de la prueba de función pulmonar.
- Explicar acerca el significado de los valores obtenidos.
- Niveles de CO.
- Impartir plan educacional.
- FEV1-PEF (realizar ejercicios previos para asegurarse que se entendió adecuadamente, luego realizar al menos 3 pruebas)
- 4. Tabular y analizar datos.
- Saturación de oxígeno.

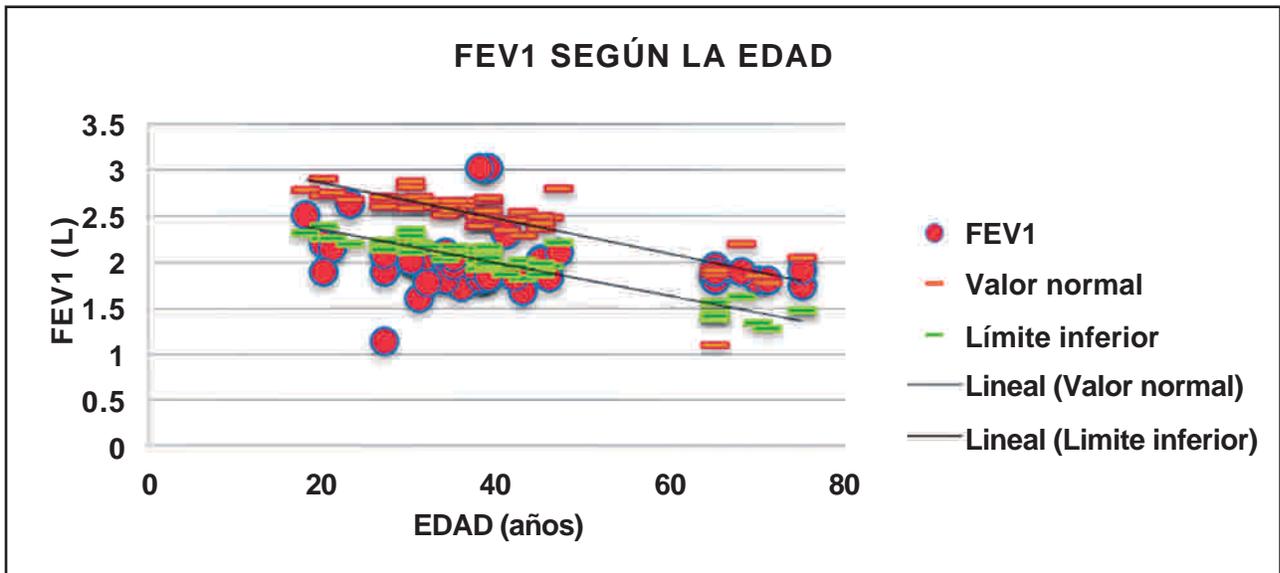
Resultados

El estudio se llevó a cabo con información de un total de 50 mujeres y sus viviendas. **Cuadro 1:** Indicadores del monóxido de carbono (CO) y sus efectos en las mujeres expuestas al humo de leña de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango, Guatemala 2015.

Característica		Media o Porcentaje	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
CO en la vivienda				
Media de la cantidad de monóxido de carbono en la vivienda (ppm) (CO)		419.2 ppm	410.0 ppm	428.4 ppm
Grupos según exposición al CO (ExpoCO)	Baja	8.0%	2.2%	19.2%
	Media	16.0%	7.2%	29.1%
	Alta	34.0%	21.2%	48.8%
	Muy alta	42.0%	28.2%	56.8%
Grupos según exposición al CO (ExpoCO1)	Riesgosa (Baja y media)	24.0%	13.1%	38.2%
	Peligrosa (Alta y muy alta)	76.0%	61.8%	86.9%
Marcadores de función pulmonar en las mujeres				
Media de PEF (PEF)		280.9 L/min	277.5 L/min	284.3 L/min
Media de FEV1 (FEV1)		1.98 L	1.90 L	2.07 L
Media de la saturación de oxígeno (SatO2)		95.9 %	95.6 %	96.2 %
Media de la frecuencia respiratoria (FrecResp)		21.2 rpm	20.7 rpm	21.6 rpm
Síntomas en las mujeres				
Porcentaje de mujeres con lagrimeo (lagrimeo)		18.0%	8.6%	31.4%
Porcentaje de mujeres con tos (tos)		34.0%	21.2%	48.8%
Porcentaje de mujeres con rinorrea (rinorrea)		6.0%	1.3%	16.5%
Porcentaje de mujeres con fatiga (fatiga)		2.0%	0.1%	10.6%
Porcentaje de mujeres con cefalea (cefalea)		2.0%	0.1%	10.6%
Porcentaje de mujeres con confusión mental (ConfMent)		4.0%	0.5%	13.7%
Grupos de mujeres según su función pulmonar (FuncPul)	Disminuida	60.0%	45.2%	73.6%
	Normal	40.0%	26.4%	54.8%

Información obtenida de boleta de recolección de datos
n=50 personas/viviendas

Gráfica 1: Relación entre FEV1 y la edad de las mujeres expuestas al humo de leña de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango, Guatemala 2015

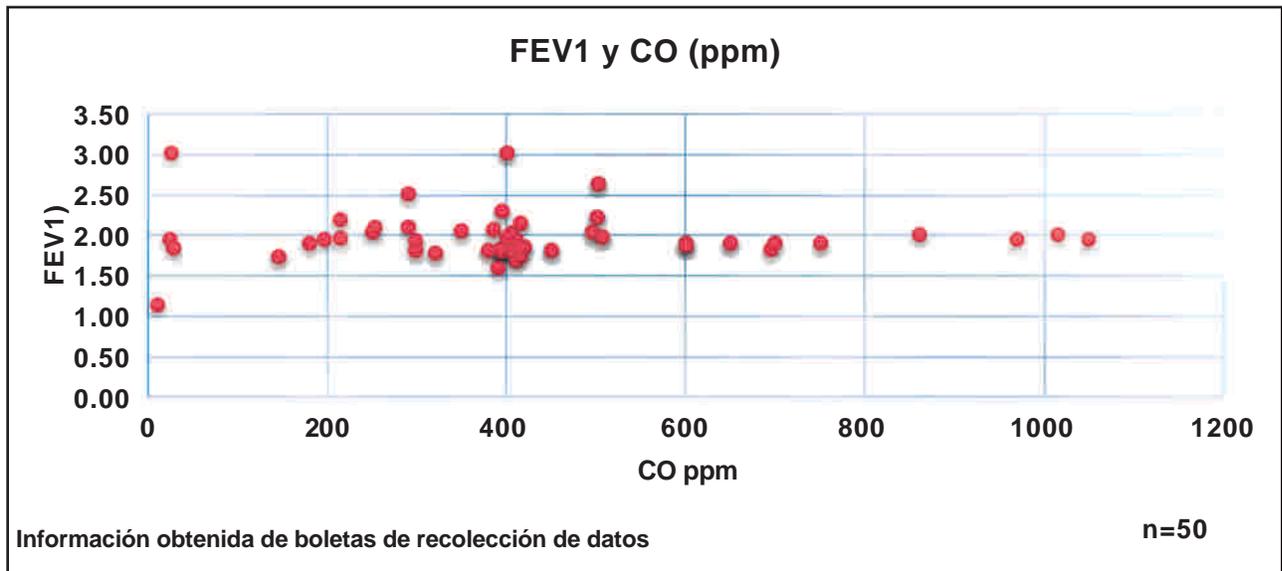


Información obtenida de boletas de recolección de datos

En la gráfica anterior se muestran los valores normales y el límite inferior¹ según los criterios de Hankinson para población hispana. El FEV1

graficado es el obtenido de las mujeres de La Nueva Concepción, se observa que la mayoría está por debajo de los valores normales.

Gráfica 4: Relación entre FEV1 y monóxido de carbono (CO) en las mujeres expuestas al humo de leña de San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango, Guatemala 2015



Puede observarse que no existe asociación entre FEV1 y niveles de monóxido de carbono ($P > 0.05$).

¹<http://www.cdc.gov/niosh/topics/spirometry/RefCalculator.html>

Discusión de Resultados

El estudio se llevó a cabo en diferentes comunidades de la aldea La Nueva Concepción, ubicada en San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango. Las viviendas en las cuales se midió el nivel de monóxido de carbono fueron elegidas aleatoriamente. Se entrevistaron 50 mujeres, entre las edades de 18 a 75 años. Sin patología previa ni síntomas de infecciones respiratorias. El idioma que predomina en la población de la Aldea La Nueva Concepción es el Mam. Al momento de la entrevista iban traductores para facilitar la comunicación.

La estructura, de las viviendas de la aldea es, en su mayoría, un cuarto en donde se ubicaban las camas para toda la familia y en un cuarto aparte, pero no independiente, la cocina. Carecen de servicios básicos; únicamente cuentan con luz, agua no potable (no todas las casas tienen chorro intradomiciliario), únicamente utilizan letrina (no tienen drenajes). Según los estándares aceptados en Estados Unidos, los niveles promedio en los hogares que no tienen estufas de gas están entre 0.5 a 5ppm. Los niveles de monóxido de carbono cerca de las estufas de gas debidamente ajustadas frecuentemente son de 5 a 15 ppm y con las estufas que están mal ajustadas puede llegar a ser de 30 ppm o más. No hay estándares guatemaltecos. Sin embargo, los indicadores de seguridad según el manual del BG-20 establece que: 0-1ppm es la concentración de fondo normal; 9ppm concentración máxima admisible para espacios interiores; 50 ppm máxima exposición de 8 horas; 200ppm genera ligero dolor de cabeza, fatiga, náuseas y mareos; 400ppm dolor frontal de cabeza y amenaza la vida después de 3 horas; 800ppm mareos, náuseas, la muerte se produce a un intervalo de 2-3horas y 1600ppm náuseas en el intervalo de 20 minutos, la muerte se produce en 1 hora.

Los niveles de monóxido de carbono detectados en las viviendas sobrepasan el límite considerado como aceptable. Las personas están expuestas a concentraciones tóxicas todos los días: la media de niveles de monóxido de carbono es de 419ppm; la concentración máxima en una vivienda fue de 1050ppm. Es más, en días muy fríos, en que las temperaturas descienden a 0°C, las familias duermen alrededor del fuego para calentarse, pasando más de 8 horas continuas expuestas al humo de leña. En algunas viviendas los niveles de monóxido de carbono variaban considerablemente cuando las hornillas estaban tapadas y al momento de destaparlas para colocar las ollas. Se iniciaba la medición con las hornillas tapadas, y los niveles de CO oscilaban en valores por debajo de 100ppm,

y al momento de destaparlas, los niveles se elevaban por arriba de 500ppm. Los valores normales de FEV1, según J. Johnson, para un adulto sin patología pulmonar son de 3 a 4.5L; para un adulto con obstrucción pulmonar moderada son de 1.5-2.5L con un descenso anual de 27 a 33mL por año. Sin embargo, Hankinson et. Al, en un estudio titulado "Spirometric reference values from a sample of the general U.S population", llevado a cabo en el año 1999, realizó una espirometría a una muestra de 20,627 personas, siguiendo los criterios establecidos por American Thoracic Society. Su población se dividía en caucásicos, afro-americanos y mexico-americanos. Se establecieron los valores normales según la talla y según la edad (Anexo 2). La medición de función pulmonar en las mujeres participantes del estudio se realizó siguiendo los criterios de American Thoracic Society (la persona debe estar de pie, realizar como mínimo 3 pruebas y se toma el valor más alto y no se debe pinzar la nariz al momento de la prueba). Al tener los valores de FEV1, se clasificaron según la talla y edad como función pulmonar normal o disminuida, según las gráficas de Hankinson. Sin embargo, únicamente se determinaron 5 mujeres con función pulmonar normal. Por lo que se buscó otro método para clasificarlo: se encontró una calculadora de función pulmonar siguiendo los criterios de Hankinson para población hispana. Únicamente se debía colocar el sexo, la edad, la estatura en centímetros y el valor de FEV1 para obtener el rango normal (valor normal y el límite inferior). De esta forma se clasificó: 20 mujeres con función pulmonar normal y 30 con función pulmonar disminuida.

Un objetivo del estudio, era determinar la sintomatología de las mujeres expuestas al humo de leña. Se colocaron síntomas provocados por el humo: lagrimeo, tos, rinorrea; y síntomas provocados por las concentraciones elevadas de monóxido de carbono: náusea, mareo, fatiga (aparecen a niveles bajos de CO); cefalea, confusión mental y síncope (aparecen a niveles moderados de CO). Se determinó que el 34% presentó tos, 18% presentó lagrimeo y 6% rinorrea. Por otro lado, 4% ha presentado más de alguna vez confusión mental, 2% fatiga y cefalea. Al estar expuestos al monóxido de carbono, la saturación disminuye debido a que el CO desplaza al oxígeno y la afinidad es 245 veces más que la del oxígeno. La saturación de las mujeres estaba en un rango entre 93-98%, es decir en rangos normales, a pesar de los niveles tan altos de CO. La saturación en el grupo de mujeres que han estado menos de 15 años expuestas al humo de leña es mayor (96.6%) en comparación a la de las mujeres expuestas por más de 15 años (95.8%). Por lo tanto, si hay relación entre los niveles de monóxido de carbono y saturación de oxígeno.

12. Bibliografía / Bibliography

1. Organización Mundial de la Salud, nota descriptiva No. 292 (sede Web). (Fecha de última actualización septiembre de 2011). "Contaminación del aire de interiores y salud". <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/es/>
2. Rivas, Edith et. Al. "Fuentes de contaminación intradomiciliar en jardines infantiles y salas cunas en Temuco y Padre Las Casas, Chile". *Revista Médica de Chile*. 2008. (Consultado 2 de febrero de 2014) Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S003498872008000600013&script=sci_arttext
3. Sistema de Información Forestal de Guatemala SIFGUA. "Propuesta de estrategia nacional de producción sostenible y uso eficiente de leña 2013-2024". Guatemala. 2013. (Consultado el 11 de febrero de 2014) Disponible en: <http://www.sifgua.org.gt/Documentos/Informes/Estrategia%20lena%20140812.pdf>
4. De la Cruz Morales, Manuel A. Et al. "Caracterización clínico-epidemiológico de mujeres del área rural expuestas al humo de leña utilizada como combustible para cocinar. Estudio transversal realizado en mujeres de las aldeas San Andrés Semetabaj, Sololá, Estancia de la Virgen, El Llano y San Jacinto, Chimaltenango y Santa Cruz, Río Hondo, Zacapa 20 enero al 3 de marzo del 2010. Universidad de San Carlos de Guatemala, Tesis de Licenciatura en Medicina. 2010. (Consultado 11 de febrero de 2014) Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_8690.pdf
5. Dra. Herrera, Astrid B, Dra Rodríguez, Laura. "Contaminación biológica intradomiciliar y su relación con síntomas respiratorios indicativos de asma bronquial en preescolares de Bucaramanga, Colombia. Red de Revistas Científicas de América Latina y El Caribe, España y Portugal, Revista: Biomédica. 2011. (Consultado 2 de febrero de 2014). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84322460008>
6. Organización Panamericana de la Salud. "Carga económica de las enfermedades no transmisibles en la región de las Américas", Informe temático sobre las enfermedades no transmisibles. Washington. Estados Unidos, 2010. Consultado el 10 de febrero de 2014. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=14371&Itemid=
7. Dr. Guzmán, Nelson y Dr. De la Hoz, Fernando. "Contaminación del aire domiciliario y enfermedades respiratorias (infección respiratoria aguda baja, EPOC, cáncer de pulmón y asma): evidencias de asociación. Colombia. 2008. (Consultado 2 de febrero de 2014). Disponible en: [http://www.researchgate.net/publication/237767020_CONTAMINACION_DEL_AIRE_DOMICILIARIO_Y_ENFERMEDADES_RESPIRATORIAS_\(INFECCION_RESPIRATORIA_AGUDA_BAJA_EPOC_CANCER_DE_PULMON_Y_ASMA\)_EVIDENCIAS_DE_ASOCIACION_Home_air_pollution_and_respiratory_illnesses_\(low_sharp_respiratory_infection_COPD_lung_cancer_a](http://www.researchgate.net/publication/237767020_CONTAMINACION_DEL_AIRE_DOMICILIARIO_Y_ENFERMEDADES_RESPIRATORIAS_(INFECCION_RESPIRATORIA_AGUDA_BAJA_EPOC_CANCER_DE_PULMON_Y_ASMA)_EVIDENCIAS_DE_ASOCIACION_Home_air_pollution_and_respiratory_illnesses_(low_sharp_respiratory_infection_COPD_lung_cancer_a)
8. Organización Mundial de la Salud, comunicado de prensa. (Sede web). (Fecha de última actualización 27 de octubre de 2009). "Controlar los factores de riesgo para la salud podría prevenir millones de muertes". http://who.int/mediacentre/news/releases/2009/health_risks_report_20091027/es/index.html
9. Smith, Kirk R. "El uso doméstico de leña en los países en desarrollo y sus repercusiones en la salud". California, Estados Unidos. Depósito de documentos de la FAO. 2009 (Consultado 2 de febrero de 2014) Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/009/a0789s/a0789s09.htm>
10. Cortés, Alejandra y Ridley, Ian. "Efectos de la combustión de leña en la calidad del aire intradomiciliario. La ciudad de Temuco como caso de estudio". Chile. *Revista INVI*. Agosto 2013. (Consultado 2 de febrero de 2014) Disponible en: <http://www.revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/812/1102>
11. Dr. Oyarzún, Manuel. "Contaminación aérea y sus efectos en la salud". *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*. Chile. 2010. (Consultado 2 de febrero de 2014). Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rcher/v26n1/art04.pdf>

Tema 1 "Gestión de la calidad del aire". CEPAL –D0 SERIE Seminarios y Conferencias. (Consultado 2 de febrero de 2014). Disponible en: http://www.cepal.org/search/default.asp?idioma=ES&base=/tpl/topbottom.xslt&as_sitesearch=www.eclac.cl/
12. Organización Mundial de la Salud. "Energía doméstica y salud, combustibles para una vida mejor". Francia, 2007. (Consultado: 10 de febrero de 2014) Disponible en: <http://www.who.int/indoorair/publications/fuelforlife-es.pdf>
13. El Mundo. "La OMS alerta del aumento de la contaminación ambiental en las ciudades". (Artículo de periódico en línea), 07 de mayo del 2014. [accedido 2 de junio del 2014]. Disponible en: <http://www.elmundo.es/salud/2014/05/07/536a6608ca4741fe0d8b4573.html>
14. Fernández, Alex. "Smog: contaminación urbana". Fundación Eroski. 22 de septiembre de 2006. [accedido 3 de junio del 2014]. Disponible en: http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2006/09/22/155607.php
15. Banco Mundial. "Estudios abordan maneras de cocinar con menos contaminantes". [artículo en línea]. Agosto 06, 2013. [accedido el 18 de marzo del 2014]. Disponible en: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/08/06/studies-look-for-ways-to-clean-cooking-solutions>

17. College of agricultura, University of Kentucky. "Chapter 7: Heating, ventilation, air conditioning (HVAC)" [monografía en línea]. [accedido 10 de abril del 2014]. Disponible en: <http://www.bae.uky.edu/energy/residential/guide/english/Chapter%207%20Heating%20Ventilation%20Air%20Conditioning.pdf>
18. EPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. "Monóxido de carbono en interiores". [artículo en línea] 2014. [accedido el 19 de abril del 2014]. Disponible en <http://www.epa.gov/espanol/saludhispana/monoxido.html>
19. Cimas Hernando, Juan Enrique y Pérez Fernández, Javier. "Espirometría" [monografía en línea]. 1999. [Accedido 15 de mayo del 2014]. Disponible en: <http://www.semm.org/espirm.html>
20. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) y Universidad Rafael Landívar. "Contaminación ambiental: Perfil ambiental de Guatemala 2008-2009, las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo". Guatemala 2010.
21. Morán Mérida, Amanda; Martínez, José Florentín y Noriega, Carlos. "Centro de estudios urbanos y regionales: vivienda y política en Guatemala". [Boletín 16]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Noviembre 1992.
22. Oliva Soto, Pablo Ernesto. "Calidad del aire en Guatemala, compilación de la información existente". Tesis de maestría en docencia universitaria con especialización en evaluación educativa. Universidad de San Carlos de Guatemala, Octubre 2008.
23. Smith, Kirk R.; Mehta, Sumi y Maeusezahl-Feuz, Mirjam. "Indoor air pollution from household use of solid fuels". [monografía en línea]. Capítulo 18. [accedido 12 de febrero de 2014]. Disponible en: <http://ehs.sph.berkeley.edu/krsmith/Publications/Chapter%2018%20IAQ%20from%20Solid%20Fuels.pdf>
24. Informe de desarrollo humano 2011. "Sostenibilidad y equidad: un mejor futuro para todos". Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
25. Arana Biblao, Miguel. "Fichas de sustancias químicas -D0 monóxido de carbono". Mutual de seguridad. [Accedido 7 de abril del 2014]. Disponible en: http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/esco/INGENIERIA_PREVENCION/Ficha_quimica_monoxido_carbono.pdf
26. Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Medicina. "Fisiología pulmonar". [artículo en línea]. [accedido 6 de abril del 2014]. Disponible en: <http://escuela.med.puc.cl/publ/Aparatorespiratorio/02Mecanica.html#>
27. Doctor Gallego, Hugo A. Toxicólogo Clínico. "Humo de leña: riesgos para la salud". [artículo en línea]. 2012. [accedido 14 de abril del 2014]. Disponible en: <http://www.conexionlasamericas.com/diciembre12/paginas/humodelenariessgosparalasalud.html>
28. Sood, Ashay. "Indoor Fuel Exposure and the Lung in both developing and developed countries: an update". Elsevier, 2012. [accedido 21 de febrero del 2014]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23153607>
29. Smith, Kirk; Desai, Manish y Mehta, Sumi. "Indoor smoke from solid fuels, assessing the environmental burden of disease at national and local levels". OMS, Geneva 2004.
30. United States Environmental Protection Agency. "Indoor Air pollution, an introduction for health professionals" D3. 2012. [accedido 21 de febrero del 2014]. Disponible en: http://www.epa.gov/iaq/pdfs/indoor_air_pollution.pdf
31. OPS. "Diagnóstico comparativo de la calidad del aire de los interiores de las viviendas de dos poblaciones indígenas del Perú". [Del informe de la 37 sesión del Subcomité de planificación y programación del comité ejecutivo de la OPS-OMS; Punto 7 "La familia y la salud" del 11 de febrero de 2003.
32. Benjamin, Regina. "Informe de la Cirujana general de los Estados Unidos: El humo del tabaco causa enfermedades". CDC 2010. [accedido 9 de abril del 2014]. Disponible en: http://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/sgr/2010/consumer_booklet/spanish/pdfs/consumer_sp.pdf
33. Cardona, Rokaël. "El problema metropolitano de la vivienda en Guatemala: notas introductorias para el estudio de políticas públicas". [monografía en línea]. Revista Centroamericana de Administración Pública, 1983. [Accedido el 23 de abril del 2014]. Disponible en: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/icce/unpan043066.pdf>
34. OMS. "Guía para la calidad del aire". [monografía en línea]. Lima 2004. [Accedido el 16 de abril de 2014]. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf
35. Hernández Florez, Luis Jorge; Quiroz Arcentales, Leonardo; Sarmiento, Rodrigo y Medina, Edna. "Protocolo de la vigilancia epidemiológica, ambiental y sanitaria del impacto en la salud por contaminación del aire". Secretaría distrital de salud, área de vigilancia en salud pública. Plan de intervenciones colectivas, Colombia, 2012.
36. Johnson, Jeremy; Theurer, Wesley. "A stepwise approach to the interpretation of pulmonary function tests". [artículo en línea]. 2014. [accedido en 5 de junio del 2014]. Disponible en: www.aafp.org/afp.
37. PiKo Monitors. Electronic lung health monitor. User's Manual. Inspire.
38. AMIR Medicina. "Fisiología pulmonar". Marbán, España, 2012.

39. Pellegrino, R et al. "Interpretative strategies for lung function test" [artículo en línea] 2005. [accedido 17 de junio 2015]. Disponible en: <http://erj.ersjournals.com/content/26/5/948.short>
40. Hankinson, John; Odencrantz, John; Fedan, Kathleen. "Spirometric reference values from a simple of general U.S population". [artículo en línea] 1999. [accedido 17 de junio 2015]. Disponible en: <http://www.atsjournals.org/doi/pdf/10.1164/ajrccm.15.1.9712108>
41. MacIntyre, N. Et al. "Standardisation of the single breath determination of carbon monoxide uptake in the lung". [artículo en línea] 2005. [accedido 17 de junio 2015]. Disponible en: <http://erj.ersjournals.com/content/26/4/720>
42. Wanger, J. Et al. "Standardisation of the measurement of lung volumes". [artículo en línea] 2005. [accedido 18 de junio 2015]. Disponible en: <http://www.ersj.org.uk/content/26/3/511.full.pdf>
43. Hankinson, John; Knutti, Beth. "Third national health and nutrition examination survey III" Spirometry procedure manual. [artículo en línea] 1988. [accedido 18 de junio 2015]. Disponible en: <http://www.nber.org/nhanes/nhanes-III/docs/nchs/manuals/spiro.pdf>
44. Miller, M.R. et al. "Standardisation of spirometry". [artículo en línea] 2005. [accedido 18 de junio 2015]. Disponible en: <https://www.thoracic.org/statements/resources/pfet/PFT2.pdf>
45. Miller, M.R. et al. "General considerations for lung function testing". [artículo en línea] 2005. [accedido 18 de junio 2015]. Disponible en: <https://www.thoracic.org/statements/resources/pfet/PFT1.pdf>
46. Pérez- Padilla, Rogelio et al. "Reliability of FEV1/FEV6 to diagnose airflow obstruction compared with FEV1/FVC: The PLATINO longitudinal study". [artículo en línea] 2013. [accedido 18 de junio 2015]. Disponible en: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0067960>
47. Smith-Siversten, Tone et al. "Effect of reducing indoor air pollution on women's respiratory symptoms and lung function: the RESPIRE randomized trial, Guatemala". [artículo en línea] 2009. [accedido 6 de julio 2015]. Disponible en: <http://aje.oxfordjournals.org/content/170/2/211.full>
48. Lisanti, Raúl et al. "Comparación de las pruebas de función pulmonar en población adulta sana de la Provincia de Mendoza, Argentina con valores de referencia internacionales". [artículo en línea] 2013. [accedido 6 de julio 2015]. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S1852-236X2014000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
49. Pope, Daniel; Díaz, Esperanza; Smith-Siversten; Smith, Kirk et al. "Association of respiratory symptoms and lung function with measured carbon monoxide concentrations among nonsmoking women exposed to household air pollution: the RESPIRE trial, Guatemala" [artículo en línea] 2014. [accedido 6 de julio 2015]. Disponible en: <http://ehp.niehs.nih.gov/wpcontent/uploads/advpub/2014/11/ehp.1408200.acco.pdf>
50. Díaz, E.; Pope, D.; Smith, Kirk; Smith-Siversten, T et al. "Lung function and symptoms among indigenous mayan women exposed to high levels of indoor air pollution". [artículo en línea] 2007. [accedido 6 de julio 2015]. Disponible en: <http://www.ingentaconnect.com/content/iatld/ijtld/2007/00000011/00000012/art00018?token=00511e418741a75a2f95dd7e2a46762c6b665d7e763425453a4a6d2d673f7b2f27375f2a72752d700>