

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS



**ESTUDIO PRELIMINAR EXPLORATORIO-ECOLÓGICO DE LA “RAZÓN DE
INCIDENCIA ESTANDARIZADA” DE VARIOS TIPOS DE CÁNCER Y LAS
CONCENTRACIONES DE ARSÉNICO EN EL AGUA PARA CONSUMO
HUMANO EN GUANACASTE COSTA RICA**



PREPARADO POR: Darner Mora Alvarado

MARZO, 2011

ESTUDIO PRELIMINAR EXPLORATORIO-ECOLÓGICO DE LA “RAZÓN DE INCIDENCIA ESTANDARIZADA” DE VARIOS TIPOS DE CÁNCER Y LAS CONCENTRACIONES DE ARSÉNICO EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN GUANACASTE COSTA RICA

*Darner A. Mora Alvarado
Microbiólogo y Químico-Clinico / Master en Salud Pública
Director del Laboratorio Nacional de Aguas, AyA.*

RESUMEN

Objetivo: realizar un estudio preliminar de tipo exploratorio-ecológico, sobre la relación de la “Razón de Incidencia Estandarizada Suavizada” (RIES) de varios tipos de cáncer y los contenidos de arsénico, en las aguas para consumo humano (ACH) en 11 cantones o áreas de salud en la provincia de Guanacaste, Costa Rica.

Metodología: para cumplir con el objetivo del estudio se utilizaron los datos de la RIES del “Atlas de Incidencia para Cáncer en Costa Rica: 2000-2004”, de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), y los datos de calidad del agua del Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), con énfasis en las concentraciones de arsénico en los acueductos correspondientes. La metodología estadística utilizada fue la Correlación Lineal al 95% de confianza, entre la RIES para 5 grupos o tipos de cáncer y la concentración de arsénico en agua potable. Por otro lado, se realizó un análisis comparativo entre 4 cantones, 2 con concentraciones de arsénico superiores a los 10 µg/L (Bagaces y Cañas) y 2 con promedios de arsénico inferior a 10 µg/L (Liberia y Abangares), y la RIES por tipo de cáncer.

Resultados: ambos análisis estadísticos demuestran que no existen relación entre los contenidos de arsénico en el ACH y la RIES con las clasificaciones de todo tipo de cáncer, tumor maligno de piel, cáncer por otros órganos digestivos diferentes a estómago y colon, tumor de órganos genitourinarios, tráquea- bronquios y pulmón.

Conclusiones y Recomendaciones: los resultados indican que no existe asociación entre los contenidos de arsénico en el ACH y la RIES para los 5 grupos de cáncer estudiados; no obstante, se recomienda realizar estudios epidemiológicos más rigurosos, en las poblaciones cuyas aguas presentan concentraciones de arsénico superiores a 10 µg/L, con otras afectaciones como queratosis, pigmentación de la piel, diabetes tipo II y patologías cardiovasculares.

ESTUDIO PRELIMINAR EXPLORATORIO-ECOLÓGICO DE LA “RAZÓN DE INCIDENCIA ESTANDARIZADA” DE VARIOS TIPOS DE CÁNCER Y LAS CONCENTRACIONES DE ARSÉNICO EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN GUANACASTE COSTA RICA

1. INTRODUCCIÓN

El arsénico (As) ha sido utilizado desde hace 2500 años como ingrediente medicinal, para tratar afecciones de la piel (ácaros y piojos) e infecciones como sífilis, tuberculosis y algunos parásitos ⁽¹⁾. El As es un componente natural de suelos que muchas veces se adhiere a minerales, contaminación no antropogénica ligada a la intensidad volcánica ⁽²⁾. No obstante, la actividad humana lo moviliza significativamente y en forma general; por ejemplo la industria de agroquímicos y la minería liberan cantidades superiores a la contaminación natural ⁽³⁾. Las principales fuentes de arsénico son el agua subterránea, los herbicidas, las actividades de fundición de cobre, plomo, fármacos veterinarios y los remedios no tradicionales ⁽⁴⁾. El problema de contaminación de las aguas subterráneas en el mundo se ubica en ocho países americanos, dos de Europa, un país en África y seis naciones en Asia ⁽⁵⁾. En Centroamérica, se ha encontrado As en El Salvador, Nicaragua (El Zapote) ⁽⁶⁾ y en la provincia de Guanacaste, Costa Rica.

La población expuesta a la ingesta crónica de As está expuesta a padecer afecciones como:

- Alteraciones de la piel (hiperqueratosis).
- Enfermedad vascular periférica.
- Afectación del Sistema Nervioso.
- Enfermedad pulmonar crónica.
- Anemia.
- Cáncer (piel, pulmón, vejiga e hígado).

La toxicidad del As puede ser aguda o crónica; la primera se presenta por la ingesta de altas concentraciones de As en un tiempo corto, mientras que la segunda es por la ingesta de pequeñas cantidades en un largo tiempo (de 5 a 10 años) ⁽⁷⁾. En Bangladesh, en donde existen más de 30 millones de personas expuestas a más de 1000 µg/L en agua, se han identificado cuatro etapas en el arsenicismo:

- **Pre-clínico:** el paciente no muestra síntomas, pero el As puede ser detectado en muestras de tejido y orina.
- **Clínico:** oscurecimiento de la piel (melanosis) comúnmente en la palma de las manos, manchas oscuras en el pecho, espalda, miembros y encías. Un síntoma más serio es la queratosis. La OMS estima que esta etapa requiere una exposición de 5 a 10 años.

- **Complicaciones:** afectación de órganos internos como dilatación del hígado, los riñones y el bazo. También existe información de bronquitis y conjuntivitis.
- **Malignidad:** desarrollo de tumores o cánceres que afectan la piel u otros órganos. En esta etapa, la persona afectada puede desarrollar cáncer de piel, pulmón o vejiga.

Un dato importante de anotar es que el As valencia más 3 (As^{+3}) es, al menos, 10 veces más tóxico que el As valencia más 5 (As^{+5}), en virtud de su absorción celular. La escala de toxicidad del As decrece en el siguiente orden: arsina > As^{+3} inorg> As^{+3} orgánico> As^{+5} inorgánico > As^{+5} orgánico > compuestos arsenicales y arsénico elemental.

En Nicaragua, en algunos acueductos rurales se presentaron concentraciones que oscilaron de 10 $\mu\text{g/L}$ a más de 1000 $\mu\text{g/L}$ (pozo 2-Zapote), en donde los síntomas se apreciaron en unas 70 personas que injirieron agua del pozo mencionado ⁽⁹⁾.

En Costa Rica, el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) ha realizado aproximadamente 1000 análisis de arsénico total, en unas 800 fuentes de agua de acueductos. Se han detectado concentraciones superiores a 10 $\mu\text{g/L}$, límite máximo según el “Reglamento para la Calidad del Agua Potable” ⁽¹⁰⁾, en los cantones Guanacastecos de Bagaces, Cañas y en el acueducto rural denominado El Jobo en La Cruz. ⁽¹¹⁾; dichos valores oscilan entre 0 $\mu\text{g/L}$ a 76 $\mu\text{g/L}$ y, aunque ya se han tomado medidas correctivas en los acueductos de mayor población abastecida (Cañas y Bagaces), es necesario determinar si el consumo prolongado de As en las aguas de estos acueductos han provocado o no daños malignos como los diferentes tipos de cáncer.

En razón de esto se realiza este estudio preliminar exploratorio-ecológico, con el objetivo de determinar si existe asociación entre el consumo prolongado de As en agua para consumo humano (ACH), y los diferentes tipos de cáncer vinculados con este elemento como piel, pulmón e hígado, en 11 áreas de salud de Guanacaste.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Realizar un estudio preliminar de tipo exploratorio-ecológico sobre la relación de la “Razón de Incidencia Estandarizada Suavizada” (RIES) de varios tipos de cáncer y los contenidos de As en las ACH, en las zonas geográficas distribuidas en 11 áreas de salud de la provincia de Guanacaste en el período 2000 al 2004.

2.2. Específicos

- Identificar los tipos de cáncer vinculados con el consumo prolongado de agua con trazas de arsénico.
- Determinar las concentraciones de arsénico en las fuentes de agua o acueductos que abastecen las zonas de Liberia, Santa Cruz, Nicoya, Cañas, Abangares, Bagaces, Tilarán, La Cruz, Carrillo, Nandayure y Hojancha.
- Investigar la antigüedad de uso de las fuentes de agua que abastecen cuatro acueductos en Cañas, Liberia, Bagaces y Nandayure.
- Determinar, por área de salud, la RIES de la totalidad de todo tipo de cáncer, cáncer de tráquea, bronquios, pulmones y piel.
- Analizar si existe alguna asociación entre las zonas con diferentes concentraciones de arsénico en sus aguas y la RIES de cáncer de piel, tráquea-bronquios-pulmones, órganos digestivos diferentes a estómago y colon, además de neoplasias de órganos genitourinarios.
- Comparar la RIES de tumores malignos de piel, tráquea-bronquios-pulmón y todos los tipos de cáncer, en hombres y mujeres, en los cantones o áreas de salud de Cañas, Bagaces, Liberia y Abangares.

3. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos de este estudio preliminar se aplicarán los siguientes pasos:

3.1 Tipos de cáncer relacionados con el Arsenicismo

Para identificar los tipos de enfermedades relacionados con el consumo prolongado de As se analizó la literatura existente disponible.

3.2 Concentración de As en los acueductos

Con la técnica acreditada a través del procedimiento de trabajo AYA-PT-041, en el marco de la Norma: INTE-ISO/IEC 17025:2005, se realizaron análisis fisicoquímicos en acueductos operados por AyA, ASADAS y/o CAARS y 2 municipios, en los 11 cantones de Guanacaste.

3.3 Antigüedad del uso de las fuentes de Agua de Cañas, Bagaces, Liberia y Abangares

La determinación de la antigüedad de las fuentes de agua utilizadas en los cuatro cantones, se investigó con los funcionarios de operación de cada acueducto.

3.4 Incidencia por tipo de cáncer

La incidencia por cáncer en Costa Rica se obtuvo del “Atlas de Incidencia por Cáncer en Costa Rica 2000-2004” ⁽¹²⁾.

3.5 Análisis de posible asociación entre la incidencia de varios tipos de cáncer y las concentraciones de As

Aprovechando los datos de la RIES por tipo de cáncer y área de salud, publicado por Amada Aparicio y Melvin Morera de la CCSS, y los datos de las concentraciones de As total en los 11 cantones en estudio, se realizó en primer instancia una Correlación Lineal al 95% de confianza y luego, en segunda instancia, una comparación entre cuatro cantones, dos con presencia de As en sus aguas de consumo y dos sin arsénico, con el propósito de establecer si existe o no alguna relación entre la RIES de:

- a) Cáncer de todo tipo.
- b) Cáncer de piel.
- c) Cáncer de tráquea, bronquios y pulmones.
- d) Cáncer de otros órganos digestivos y de peritoneo, excepto estómago y colon.
- e) Tumor maligno de otros órganos genitourinarios.

3.6 Presentación de Resultados

Los resultados se presentan mediante cuadros y mapas comparativos para cada tipo de cáncer, separado por hombres y mujeres.

4. RESULTADOS

4.1 Selección de los tipos de cáncer relacionados con el arsénico

De conformidad con la literatura disponible y para efectos prácticos, se seleccionaron los siguientes grupos de tumores malignos.

Cuadro 1. Cáncer vinculados con el consumo prolongado de As en agua

Tipos de neoplasias	Código	Sexos	Justificación
Todo tipo de cáncer	-	ambos	Abarca la incidencia de todos los tipos de cáncer
Piel	C 44	ambos	Relacionado con la luz solar y consumo de As.
Tumor maligno de los órganos digestivos y del piroteno, excepto estómago y colon	C 15, C 17, C 20, C 26, C 48	ambos	Incluye cáncer de hígado vinculado con el consumo de As.
Tumor maligno de otros órganos genitourinarios	C 51, C 52, C 56, C 57, C 60, C 62, C 68	ambos	Incluye vejiga relacionado con el consumo de As y otros
Tumor maligno de tráquea, bronquios y el pulmón.	C 33, C 34	ambos	Relacionado con el fumado y el consumo de As y otros.

Fuente: Adaptada de nueva lista OPS 6/67 (13), según los códigos la CIE-03.

4.2 Concentración de As y la incidencia por tipo de cáncer

En el cuadro 2 se presentan las concentraciones de As y las RIES en los acueductos de los 11 cantones estudiados.

Cuadro 2. Concentraciones de Arsénico en Agua y la Razón de Incidencia Estandarizada por Tipo de Cáncer en 11 Áreas de Salud de Guanacaste												
Área de Salud	Código	Arsénico en agua µg/L	Razón de Incidencia Estandarizada Suavizada por Tipo de Neoplasia									
			Todo tipo de cáncer		Tumor maligno de piel		Órganos digestivos diferentes a colon y estómago		Órganos genitourinarios		Tráquea-bronquios-pulmón	
			Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Liberia	66	4	11,1	0,99	0,97	0,66	1,09	0,90	0,98	0,98	1,19	1,39
Santa Cruz	69	0	0,78	0,69	0,34	0,30	0,74	0,87	0,73	1,23	0,71	0,88
Nicoya	70	0	0,58	0,72	0,53	0,60	0,67	0,74	0,56	0,62	0,71	0,75
Cañas	73	24	0,81	0,74	0,67	0,45	0,79	0,96	0,65	0,85	0,72	1,04
Abangares	74	0	0,93	0,86	0,76	0,48	0,82	0,92	0,89	0,96	1,14	0,95
Bagaces	75	24	0,61	0,70	0,55	0,53	0,75	1,05	0,75	0,83	0,86	0,91
Tilarán	76	0	0,88	0,70	0,85	0,56	0,87	0,91	0,66	0,88	0,88	0,93
La Cruz	77	3	0,76	0,73	0,48	0,40	0,85	1,15	0,75	1,13	0,99	0,89
Carrillo	78	0	0,60	0,66	0,3	0,34	0,76	1,11	0,75	0,66	1,02	0,94
Nandayure	79	0	0,72	0,88	0,76	1,09	1,07	1,01	0,88	0,91	0,89	0,99
Hojancha	80	0	0,78	0,60	0,79	0,87	0,81	1,08	1,02	0,94	1,06	0,95

Por su parte el Cuadro 3 presenta, por Área de Salud de la provincia de Guanacaste, la clasificación estadística utilizada en la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) para las patologías consideradas en este estudio.

Cuadro 3. Áreas de Salud de Guanacaste con Razón de Incidencia Suavizada significativamente diferente al promedio nacional de varios tipos de cáncer: 2000-2004

Área de Salud	Razón de Incidencia Estandarizada Suavizada de varios tipos de cáncer									
	Todo tipo de cáncer		Tumor de piel		Órganos digestivos		Órganos Genitourinarios		Tráquea-Pulmón	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Cañas	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	NS	Infra	Infra	Infra	Infra
Abangares	NS	Infra	Infra	Infra	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Bagaces	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	NS	Infra	Infra	NS	NS
Tilarán	Infra	Infra	NS	Infra	NS	NS	Infra	Infra	NS	NS
La Cruz	Infra	Infra	Infra	Infra	NS	NS	Infra	Infra	NS	NS
Carrillo	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	NS	NS	NS	NS	NS
Nandayure	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Hojancha	Infra	Infra	NS	NS	Infra	NS	NS	NS	NS	NS
Liberia	Sob	NS	Sob	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Nicoya	Infra	Infra	Infra	NS	Infra	Infra	Infra	Infra	NS	NS
Santa Cruz	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	Sob	NS	NS

Fuente: CCSS: Atlas de Incidencia por cáncer en Costa Rica: 2000-2004

* Órganos digestivos diferentes a estómago y colon.

Infra: Infra incidencia NS: No significativa Sob: Sobre incidencia H: Hombres M: Mujeres

4.3 Antigüedad de las fuentes de Agua en las Áreas de Salud

En el siguiente cuadro 4, se presenta la antigüedad promedio de las fuentes de agua que abastecen los acueductos de las 4 cabeceras de cantón o áreas de salud.

Cuadro 4. Áreas de Antigüedad de los Acueductos de Liberia, Abangares, Cañas y Bagaces.

Áreas de Salud	Código	Promedio de Años de los Acueductos	Origen
Liberia	66	46 años	Antes de 1964
Cañas	73	Pozo 6- contaminado (12 años)	1964
Abangares	74	ND	ND
Bagaces	75	Pozo 2 -contaminado (12años)	1978- AyA 1976

ND: no determinado

4.4 Análisis de correlación o asociación entre los tipos de cáncer y las concentraciones de As en el agua

En el cuadro 5 se presenta la Correlación Lineal al 95% de confianza y por género, entre las concentraciones de arsénico en los acueductos y la RIES por tipo de cáncer en las 11 áreas de salud o cantones estudiados en la provincia de Guanacaste, en donde se demuestra que la correlación o asociación entre las concentraciones de As en el ACH con los diferentes tipos de cáncer es muy débil.

Cuadro 5. Correlaciones Lineales al 95% de confianza, por género, de las concentraciones de As en las Áreas de Salud de Guanacaste con la RIES de diferentes tipos de cáncer

Tipo de cáncer									
Todo tipo de cáncer		Tumor maligno de piel		Órganos digestivos ≠ a colon y estómago		Órganos geniuterinos		Traquea-bronquios-pulmón	
Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
-0,04	-0,06	-0,02	-0,18	-0,18	0,16	-0,25	-0,14	-0,32	0,13

En el cuadro 6, se presenta un análisis comparativo entre las concentraciones de As en los acueductos de Cañas, Bagaces, Liberia y Abangares y sus respectivos datos de la RIES de todo tipo de cáncer, tumor maligno de piel, cáncer de órganos genitourinarios, cáncer de órganos digestivos diferentes a estómago y colon, y tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmones.

Cuadro 6. Estudio comparativo de las RIES por tipo de cáncer y las concentraciones de Arsénico en los acueductos de Cañas, Bagaces, Liberia y Abangares.

Cantones o Áreas de Salud	Concentración de As-total	Razón de Incidencia Estandarizada Suavizada									
		Todo tipo de cáncer		Tumor de Piel		Órganos digestivos		Órganos Genitourinarios		Tráquea-bronquios-pulmón	
		H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Cañas	24 µg/L	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	NS	Infra	Infra	NS	NS
Bagaces	24 µg/L	Infra	Infra	Infra	Infra	Infra	NS	Infra	Infra	NS	NS
Liberia	4 µg/L	Sob	NS	Sob	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Abangares	0 µg/L	NS	Infra	Infra	Infra	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NOTA: Infra: Infraincidencia Sob: Sobreincidencia NS: No Significativa H: hombres M: mujeres

4.5 Mapas de Incidencia por tipo de cáncer en Costa Rica

En los siguientes mapas, elaborados por la CCSS, se presenta la RIES por todo tipo de cáncer, tumor maligno de piel, cáncer por otros órganos digestivos diferentes o estómago y colon, cáncer genitourinario y tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmones, para ambos sexos en Costa Rica.

4.5.1 Todo tipo de cáncer

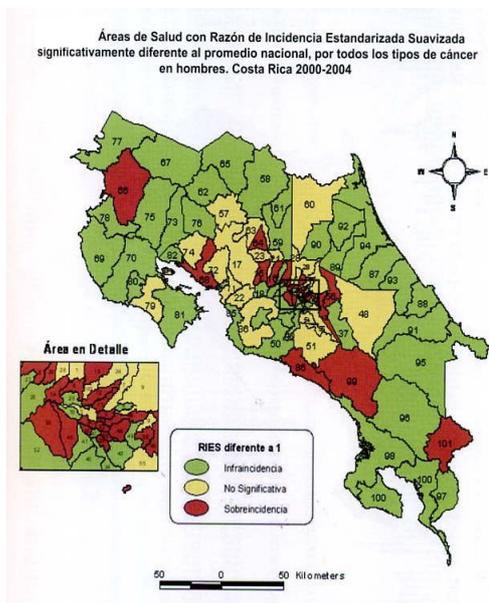


Figura 1. Todos los tipos de cáncer-Hombres

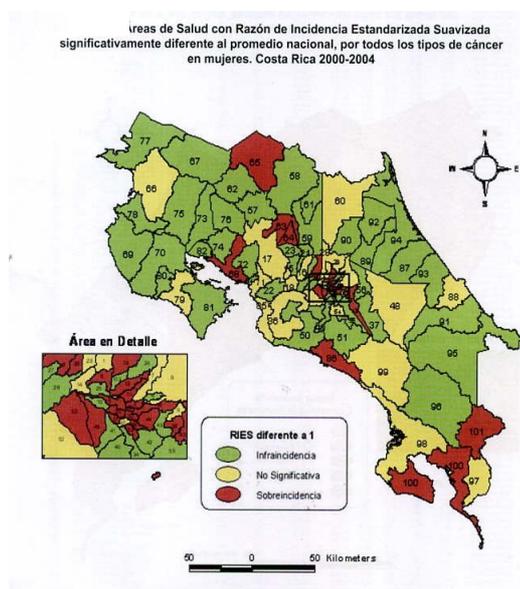


Figura 2. Todos los tipos de cáncer-Mujeres

4.5.2 Tumor maligno de piel

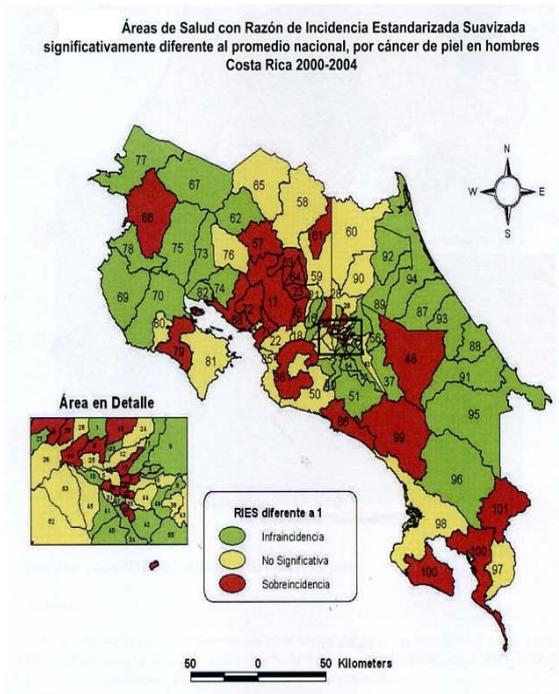


Figura 3. Cáncer de piel-Hombres

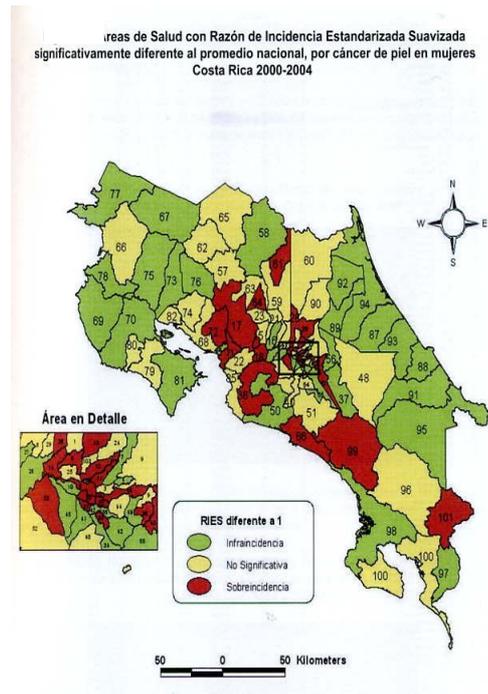


Figura 4. Cáncer de piel- Mujeres

4.5.3 Cáncer de otros Órganos Digestivos

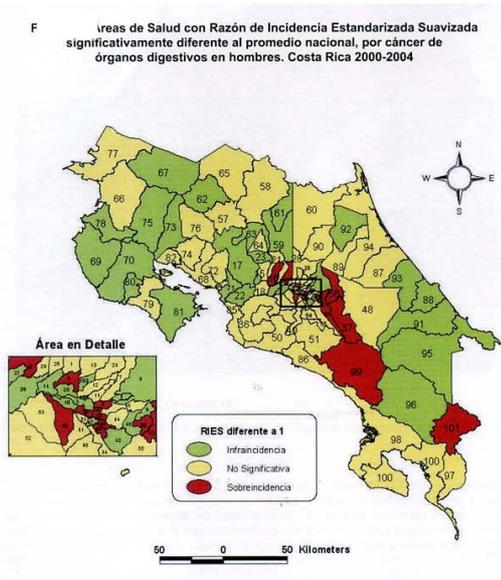


Figura 5. Cáncer órganos digestivos-Hombres

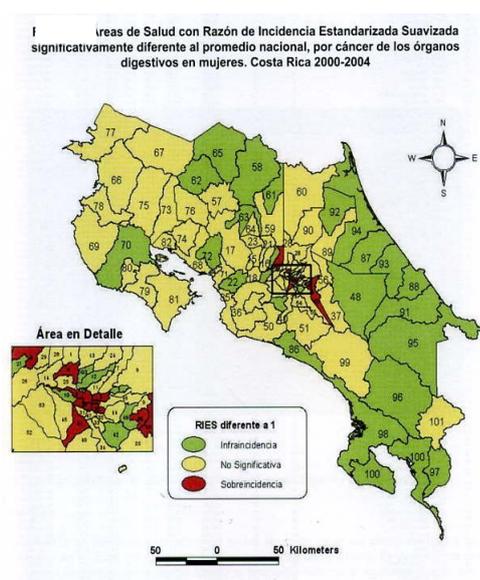


Figura 6. Cáncer órganos digestivos -Mujeres

4.5.4 Cáncer Genitourinario

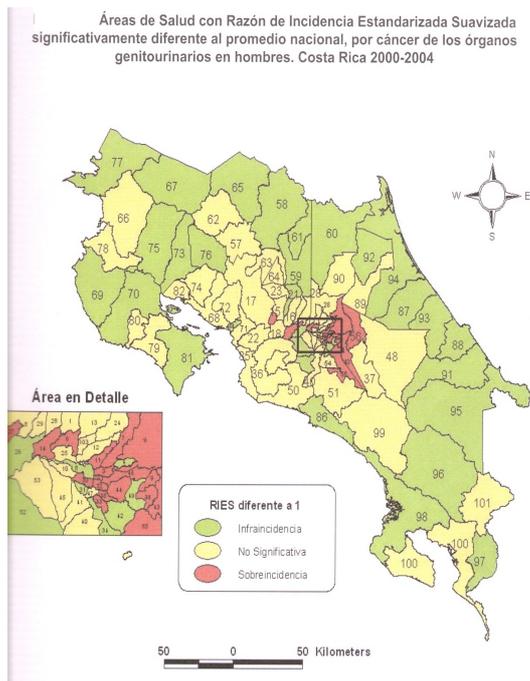


Figura 7. Cáncer órganos genitourinarios-Hombres

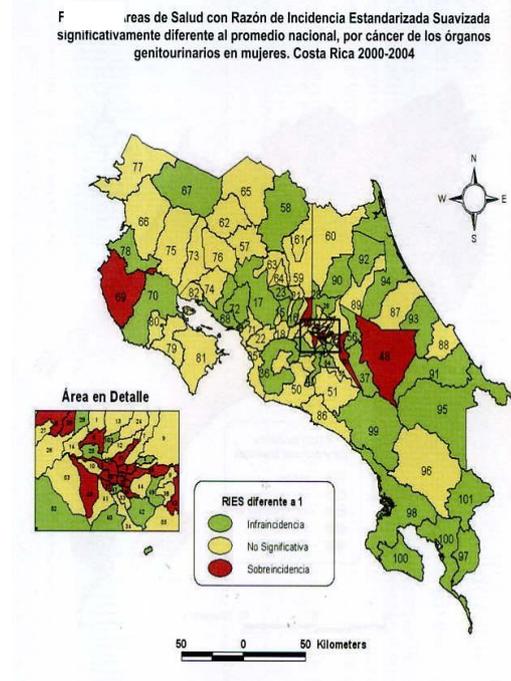


Figura 8. Cáncer órganos genitourinarios –Mujeres

4.5.5. Cáncer de tráquea, bronquios y pulmones

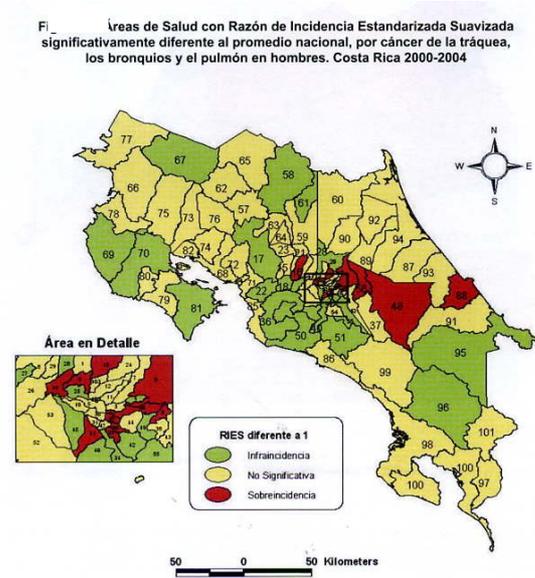


Figura 9. Tráquea, bronquios y pulmones-Hombres

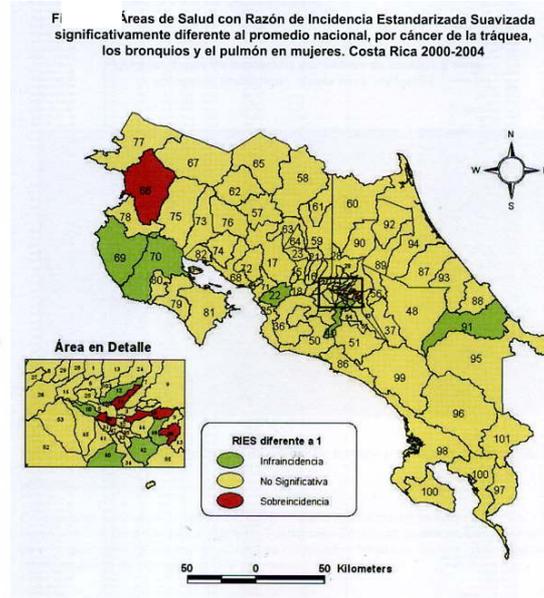


Figura 10. Tráquea, bronquios y pulmones Mujeres

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Selección de los grupos o tipos de cáncer

De acuerdo con la literatura disponible, se han definido varias afectaciones a la salud de los usuarios que han ingerido As a través del ACH por tiempos prolongados. Entre estas enfermedades podemos citar el cáncer de piel, otros órganos digestivos, diferentes a estómago y colon (en el cual se ubica el cáncer de hígado), tumor maligno de órganos genitourinarios (vejiga y otros) y el cáncer de tráquea, bronquios y pulmones. Por otro lado y para efectos prácticos, también se usa el grupo de “todos los tipos de cáncer” por área de salud. Estas patologías, se resumen en el cuadro 1.

5.2. Incidencias de tumores malignos en el período 2000-2004 y concentración promedio de As en Agua

En el cuadro 2 se presentaron las RIES para los 5 grupos de cáncer, y las concentraciones de As en las ACH de los acueductos en las 11 áreas de salud estudiadas. En el caso de las concentraciones de As, solamente Bagaces, Cañas y El Jobo en La Cruz presentaron valores superiores a 10 µg/L, el cuál es el valor máximo permisible del “Reglamento para la Calidad del Agua Potable”.

5.3. Antigüedad del uso de las fuentes de Agua

En el cuadro 3 se presentaron los datos de los años de usos de las fuentes de agua en Bagaces, Cañas, Liberia y Abangares en donde se demuestra que, de acuerdo con el período de elaboración de las RIES por tipo de cáncer (2000-2004), los pozos de Bagaces y Cañas tenían seis años de uso; en el caso de Liberia, el pozo tiene aproximadamente 47 años. Con respecto a Abangares, no se conoce los años de antigüedad. Estos cuatro acueductos se utilizaron para realizar el estudio comparativo de concentraciones de As y la RIES por los tipos de cáncer estudiados.

5.4. Estudios Estadísticos

En el cuadro 2, se presentaron los resultados de Correlación Lineal al 95% de confianza, en donde se demuestra que no existe ninguna asociación entre las concentraciones de As en el ACH y los tipos de neoplasias estudiadas.

En el cuadro 6 se presentaron los resultados del estudio comparativo de la RIES por los tipos de cáncer y las concentraciones de As, entre dos cantones (Cañas y Bagaces) con promedios de As superiores a 10 µg/L, y dos cantones (Liberia y Abangares) con menos de 10 µg/L. Los resultados demuestran que Liberia que tiene concentraciones inferiores a 10 µg/L, tiene una RIES por tipo de cáncer y tumor maligno de piel de sobreincidencia,

mientras que Bagaces y Cañas presentan Infraincidencia prácticamente en todos los cuatro grupos de neoplasias estudiadas.

5.5. Conclusiones y Recomendaciones

El análisis de los resultados de este abordaje preliminar, sobre la incidencia de tumores malignos y las concentraciones de As en las fuentes de agua superior a 10 µg/L del “Reglamento para la Calidad del Agua”, nos permite hacer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

5.5.1 Conclusiones

- No se observa asociación estadística entre los cánceres vinculados con el consumo prolongado de As en ACH, en los cantones de Bagaces y Cañas.
- Por el contrario, en cantones o áreas de salud como Liberia con concentraciones normales o inferiores a 10 µg/L, presentan sobreincidencia en el grupo de todo tipo de cáncer y en el cáncer de piel, en el período 2000-2004.
- El Cantón de Cañas es una de las zonas con menos RIES por todo tipo de cáncer.
- La zona del área de salud de Liberia, es una de las de mayor incidencia por cáncer de piel y todo tipo de cáncer” del país.

5.5.2 Recomendaciones

Es fundamental profundizar en los siguientes temas:

- a) Análisis epidemiológicos del consumo de As en agua en forma prolongada, y la operación de aspectos pre-clínicos como las concentraciones de As en orina de ciudadanos de Cañas, Bagaces y otros lugares con concentraciones superiores a 10 µg/L en sus aguas.
- b) Realizar estudios epidemiológicos para evaluar la incidencia de patologías de piel, como queratosis y otro tipo de afectaciones, en lugares con concentraciones anómalas de As en el ACH.
- c) Realizar estudios para detectar la proveniencia de la contaminación de las fuentes de agua en As, principalmente la de origen antropogénico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alain, G; tousignant, J, Rozenfort; E. **Chronic arsenic toxicity-** Int J- Dermatol; 1993.
2. M.L. Castro de Esparza. **Remoción del arsénico en el agua para bebida y biorremediación de suelos.** México City-International Congress: Natural Arsenic in Groundwaters of Latin América: 20-24 June 2006.
3. M.b. Castro de Esparza. **Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública.** México City. International Congress: Natural Arsenic in Groundwaters of Latin America: 20-24 June 2006.
4. Ricardo Torres. **Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y sus efectos en la salud pública.** CEPIS/BS/SDE/OPS.
5. Brunt, R, Grifio, J; Vasak,b. **Arsenic in groundwater: Probability of occurrence of excessive concentration on global scale.** Centro International de supervision de aguas subterráneas, UNESCO, Reporte SP 2004-1; 2004.
6. Gomez C. Alina. **Monitoreo y atención de intoxicados con arsenic en el Zapote. Municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa, Nicaragua 1994-2002.** En UNICEF. El arsénico y metales pesados en Nicaragua, 2003 (CD).
7. Guha Mazumder. **Diagnosis and treatment of chronic arsenic poisoning.** Caleutta. Revised Draft- Institute of Post Graduate Medical: 2000.
8. OMS. **Arsenic in Drinking- water Back ground document for development of who Guidelines for drinking-water Quality.** Who/ SDE/WSH/03-04/75:2003.
9. PIDMA/ UNICEF.2000. **Puntos de abastecimiento de agua contaminada por arsenic y plomo identificados en Nicaragua en Julio 2002.** En UNICET. El Arsénico y metales pesados en Nicaragua (CD).