



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE SUCRE  
ESCUELA DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOANÁLISIS

**DAÑO OXIDATIVO POR EXPOSICIÓN CRÓNICA AL HUMO PRODUCTO DE  
LA COMBUSTIÓN DE LA LEÑA, EN MUJERES DE LA POBLACIÓN DE RIO  
BRITO, MUNICIPIO SUCRE, ESTADO SUCRE**  
(Modalidad: Tesis de Grado)

ANDREÍNA CAROLINA RONDÓN CARABALLO  
MARÍA ELBA SUBERO AGUADO

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOANÁLISIS

CUMANÁ, 2022

DAÑO OXIDATIVO POR EXPOSICIÓN CRÓNICA AL HUMO PRODUCTO DE LA  
COMBUSTIÓN DE LA LEÑA, EN MUJERES DE LA POBLACIÓN DE RIO BRITO,  
MUNICIPIO SUCRE, ESTADO SUCRE

APROBADO POR:



---

Profa. Yanet Antón Marín  
Asesor



---

Jurado



---

Jurado

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
LISTA DE TABLAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	2
METODOLOGÍA.....	9
Población de estudio.....	9
Criterios de inclusión.....	9
Recolección de datos .....	9
Toma de muestras.....	9
Medición del estado nutricional .....	9
Determinación de los indicadores bioquímicos.....	10
Determinación de la concentración sérica de albúmina .....	10
Determinación de la concentración sérica de las proteínas totales.....	10
Determinación de la concentración sérica de bilirrubina total y sus fracciones.....	11
Determinación de la concentración sérica de ácido úrico .....	11
Análisis estadístico .....	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
CONCLUSIÓN .....	31
RECOMENDACIONES .....	32
BIBLIOGRAFÍA .....	33
APÉNDICES.....	40
ANEXOS .....	43
HOJAS DE METADATOS .....	50

## DEDICATORIA

A:

Dios Todopoderoso, Jesucristo, como guía y lumbrera de mis pasos. A Él toda la gloria y el honor. Sin Él, nada podemos hacer.

Mis padres Adela Josefina Caraballo de Rondón y Blas Ramón Rondón, quienes me llenaron de su paciencia y demostraron que no hace falta ser profesional para ser alguien en la vida, basta con hacer las cosas bien y dejar el manual a las generaciones futuras. Lo hice por ustedes.

Mi esposo Juan Augusto Aguilera Acenso y mi hijo amado Hendrick José Aguilera Rondón, mis dos motivos para levantarme cada día para contribuir en sus vidas para bien. Los amo.

Mis hermanos y hermanas que me dieron su apoyo incondicional en todo tiempo y de todas las maneras posibles.

Especial dedicatoria a la Comunidad de Río Brito, principalmente a la Lic. Marcela Amaya Rengel que con mucho amor y paciencia contribuyó a la realización de esta investigación.

***Andreína Carolina Rondón Caraballo***

A:

Mi Poder Supremo Dios, por darme la fortaleza y el valor para la realización de todos mis proyectos.

Mis padres Sonia Elena Aguado Hernández y Luis Felipe Subero Barreto, por ser el ejemplo a seguir en mi vida, me han dado todo lo que soy como persona y todo eso con mucho amor.

Mis hermanos Luis Felipe Subero Aguado mi ángel que me cuida desde el cielo y Luis Ernesto Subero Aguado que ha estado siempre junto a mi brindándome su apoyo.

Mi tía Mary que con sus consejos me ha ayudado afrontar los retos en mi vida.

Mis sobrinos que con sus travesuras y alegría me motivaron a seguir adelante.

***María Elba Subero Aguado***

## AGRADECIMIENTOS

A:

Profa. Yanet del Valle Antón Marín, por su paciencia, tiempo y asesoría para la realización de esta investigación. Eternamente agradecidas con usted.

Todos los profesores de la carrera de Licenciatura en Bioanálisis, por sus colaboraciones y apoyos brindados en el transcurso de nuestra carrera y principalmente por compartir con nosotros todas sus hermosas experiencias y conocimientos que son y serán siempre parte de nuestras vidas también.

La Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, por su colaboración al brindar sus instalaciones para que fuera nuestro segundo hogar y forjar profesionales con valores y conocimientos inigualables.

***Andreína Carolina Rondón Caraballo  
y María Elba Subero Aguado***

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores promedio de edades e índice de masa corporal (IMC) en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña de la población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre; comparadas con el grupo control. ....	13
Tabla 2. Alimentos de mayor consumo semanal, en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña de la población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre; y el grupo control. ....	14
Tabla 3. Valores promedios de marcadores bioquímicos de estrés oxidativo en mujeres provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre, expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña <i>versus</i> el grupo control. ....	18
Tabla 4. Frecuencias de los niveles de los biomarcadores según el estado nutricional en mujeres expuestas y no expuestas al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre. ....	23
Tabla 5. Frecuencias de los niveles de índice de masa corporal (IMC) y biomarcadores en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre <i>versus</i> el grupo control. ....	26

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Clasificación del nivel socioeconómico de las mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña, de la población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre; y el grupo control..... 13
- Figura 2. Frecuencia semanal del consumo de alimentos, en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña, de la población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre; *versus* el grupo control. .... 15
- Figura 3. Valores promedio del Índice de masa corporal (IMC) en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña de la población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre, *versus* el grupo control... 16
- Figura 4. Valores promedio del ácido úrico en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control. .... 19
- Figura 5. Valores promedio de la bilirrubina total en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control.... 20
- Figura 6. Valores promedio de la bilirrubina directa en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control.... 20
- Figura 7. Valores promedio de la bilirrubina indirecta en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control.... 21
- Figura 8. Distribución de frecuencia de los niveles de ácido úrico según el estado nutricional (IMC) en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre. .... 24
- Figura 9. Distribución de frecuencia de los niveles de la bilirrubina total según el estado nutricional (IMC) en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre. .... 24
- Figura 10. Distribución de frecuencia de los niveles del estado nutricional (IMC) en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control. .... 27
- Figura 11. Distribución de frecuencia de los niveles de la bilirrubina directa en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña

provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control. .... 28

Figura 12. Distribución de frecuencia de los niveles de la bilirrubina total en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control. .... 28

## RESUMEN

Se evaluó el daño oxidativo por exposición crónica al humo producto de la combustión de la leña en 25 mujeres, pertenecientes a la población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre. Esto se realizó mediante la determinación sérica de los biomarcadores: albúmina, proteínas totales, ácido úrico, bilirrubina directa, bilirrubina indirecta y bilirrubina total; y la determinación del estado nutricional a través del índice de masa corporal (IMC). Los resultados se compararon con 25 mujeres comparables en edad y condición socioeconómica, quienes cocinaban con gas licuado de petróleo (GLP). Estadísticamente, los valores del IMC fueron más altos en el grupo expuesto al humo de leña. Se hallaron diferencias estadísticas en los valores de ácido úrico y de las diferentes bilirrubinas, siendo mayores en el grupo expuesto. El estado nutricional mostró asociación estadística con el ácido úrico ( $p < 0,05$ ) y con la bilirrubina total ( $p < 0,01$ ) dándose con más frecuencia valores altos de estas biomoléculas en individuos con sobrepeso. El estado nutricional también mostró una asociación altamente significativa ( $p < 0,001$ ) con la exposición al humo en los individuos con sobrepeso. Por otro lado, la bilirrubina directa y la bilirrubina total tuvieron los valores más altos en los individuos expuestos al humo, mostrando un alto grado de asociación con éste. No se encontraron diferencias estadísticas entre grupos a nivel de las proteínas totales y la albúmina. Los resultados de este estudio sugieren que el ácido úrico, la bilirrubina y el IMC actúan como marcadores de estrés oxidativo en personas expuestas al humo leña.

## INTRODUCCIÓN

El estrés oxidativo es un estado en el cual se encuentra alterada la homeostasis del proceso de óxido-reducción intracelular, es decir, el balance entre prooxidantes y antioxidantes. Este desbalance se produce por una excesiva producción de especies reactivas de oxígeno (EROs) y/o por deficiencia en los mecanismos antioxidantes, conduciendo, invariablemente, a daño celular (Ríos, 2003).

Por otra parte, los radicales libres se generan continuamente en el organismo a través de reacciones bioquímicas de óxido-reducción con el oxígeno (redox), las cuales pueden ser producto del metabolismo normal de las células, tales como, por ejemplo, las implicadas en la fagocitosis; también pueden tener origen exógeno como una respuesta a la contaminación ambiental, a los efectos de las radiaciones, a la hiperoxia, a los químicos, a las toxinas y a la exposición del humo, tanto al de cigarrillo como al del producto de la combustión de la leña; entre otros. Una vez que se forman los radicales libres, se generan reacciones en cadena que pueden dañar todas las moléculas de importancia biológica, ya sea por una alteración directa de la estructura y función debido a la aceleración de la proteólisis endógena selectiva o por el incremento de la función enzimática (Céspedes y Sánchez, 2000; Zorrilla, 2002; Souki *et al.*, 2007).

Para determinar el daño oxidativo, se necesita analizar y correlacionar entre sí un conjunto de parámetros que caracterizan la existencia o no de estrés oxidativo en el individuo. Los niveles de EROs se pueden medir tanto directamente, como por el efecto que tienen sobre algunas biomoléculas tales como los lípidos, las proteínas y el ácido desoxirribonucleico (ADN). Otra forma de evaluar el estrés oxidativo es a través de la medida de la concentración de antioxidantes no enzimáticos de menor masa molecular, los cuales son capaces de reducir la oxidación por medio de la interacción directa o indirecta con las EROs. Son ejemplo de estas moléculas antioxidantes: el ácido úrico, la bilirrubina, la albúmina, las proteínas totales y el glutatión (GSH) (Pérez y Pérez, 2000; Montaña

*et al.*, 2009). En este sentido, el sistema de defensa antioxidante constituye un mecanismo protector de los tejidos ante los efectos de los radicales libres. Específicamente los antioxidantes no enzimáticos pueden aumentar o disminuir al interactuar con los EROs. En primer lugar, aumentan su concentración para contrarrestar el exceso de radicales libres y luego disminuyen su concentración, por ejemplo, cuando se acaba el estímulo oxidante o, en el peor de los casos, la reserva del mismo antioxidante. Sin embargo, cuando los antioxidantes aumentan sin control su concentración en sangre, actúan por el contrario, como elementos oxidantes (Pérez y Pérez, 2000; Delgado *et al.*, 2005; Montaña *et al.*, 2009).

Elejalde (2001), establece que algunas de las causas de la disminución de los compuestos antioxidantes se correlacionan con factores tales como el ejercicio físico, la dieta, la temperatura ambiental, la exposición a gases tóxicos y otros fenómenos que pueden conducir a estrés oxidativo. De igual modo, se ha comprobado que los niveles de antioxidantes pueden disminuir o aumentar por diferentes enfermedades, tales como cáncer, diabetes, obesidad, desnutrición, hipertensión arterial, insuficiencia respiratoria, entre otras, o debido a ciertas condiciones: depresión, envejecimiento y embarazo; por lo que se evalúan para ser utilizados como indicadores de daño oxidativo (Pérez y Pérez, 2000; Tapia-Saavedra, 2005; Montaña *et al.*, 2009; Mannaerts *et al.*, 2018).

Al respecto, algunos autores han evaluado el papel de estas biomoléculas ante sustancias generadoras de estrés oxidativo, por ejemplo, Noriega *et al.* (2003), estudiaron el efecto protector de la bilirrubina por intoxicación crónica debido a la exposición al ácido 5-aminolevúlico (ALA), el cual es un generador de EROs, demostrando que la bilirrubina previene efectivamente los efectos tóxicos generados por el ALA actuando como una defensa antioxidante fisiológica. Mientras que por otro lado Martínez *et al.* (2010), determinaron los valores séricos de las proteínas totales, la albúmina y el ácido úrico en personas expuestas a radiaciones no ionizantes y concluyeron que los sujetos expuestos a estas, presentaron un aumento significativo en los niveles séricos de proteínas totales y

de albúmina, debido a que estas moléculas poseen núcleos coordinados y su papel fundamental es captar las especies reactivas del oxígeno, formadas a partir de otras moléculas, evitando las reacciones en cadena.

De igual manera, las proteínas pueden verse afectadas por las EROs a través de su interacción directa con las mismas o a través de la oxidación de lípidos y azúcares que luego son capaces de reaccionar con las proteínas y afectar su estructura y función. Estas modificaciones oxidativas conducen a pérdidas funcionales y conformacionales que incrementan su susceptibilidad y la proteólisis, especialmente la vía proteosomal, que constituye una barrera de defensa contra el daño producido por el estrés oxidativo. Sin embargo, determinado tipo de daño oxidativo a las proteínas, pueden ocasionar una disminución del catabolismo proteico y una acumulación de proteínas oxidadas (aumentando su concentración en sangre), las cuales por su interacción con otras biomoléculas pudieran constituir factores patogénicos de importancia. (Delgado *et al.*, 2009).

La albúmina por su parte representa el agente antioxidante circulante predominante en el plasma, (Pinar *et al.*, 2010). Esta es una proteína de 66.5 kDa que muestra varias funciones fisiológicas; participa en el mantenimiento de la presión arterial coloidosmótica, enlaza y transporta ácidos grasos, hormonas, bilirrubina, vitaminas, cationes metálicos y fármacos (Torres *et al.*, 2012). Esta proteína es conocida por la unión de una gran variedad de moléculas, incluidos los ácidos grasos, medicamentos, hormonas e iones metálicos. Los principales ligandos de la albúmina implicados en funciones antioxidantes directas o indirectas de las proteínas son iones de metal de transición (hierro y cobre esencialmente) (Sistar *et al.*, 2013).

La mayoría de las propiedades antioxidantes de la albúmina pueden atribuirse a su estructura bioquímica única. La albúmina de suero humano tiene 35 residuos de cisteína (Cys), 34 de los cuales están implicados en enlaces disulfuro y un tiol libre en la posición 34. La Cys-34 libre está fácilmente disponible para la formación de enlaces disulfuro con otros grupos tioles libres, tales como glutatión (GSH);

estos grupos tioles redox, en relación con la alta concentración de albúmina sérica en la circulación, representan 80% de tioles en plasma, constituyendo la principal fuente extracelular de tioles libres reactivos (Taverna *et al.*, 2011).

Además de la albúmina, el ácido úrico (AU) está, desde hace algún tiempo, siendo considerado un efectivo antioxidante no proteico, abundante en el plasma, que representa hasta el 60% de la capacidad sérica de barrido de radicales libres y es un importante eliminador de radicales libres intracelulares durante el estrés metabólico. La medición de su nivel sérico, por lo tanto, refleja también la capacidad antioxidante del organismo (Haj *et al.*, 2010). El AU, ejerce un efecto protector ante la acción de las EROs (Lippi *et al.*, 2008). Su forma soluble en el plasma es el urato, encargado de capturar el ión radical superóxido ( $O_2^-$ ), el radical OH, el anión  $O_2^-$  y quelar metales de transición. De igual forma, el AU contribuye en gran medida, al mantenimiento de los niveles de óxido nítrico (NO) y la función endotelial, al prevenir la degradación de la enzima superóxido dismutasa (SOD) extracelular (Thérond *et al.*, 2000; Granota y Kohenb, 2004).

Por otro lado, el uso de madera para cocinar o para calentar está difundido en todo el mundo y más especialmente en países subdesarrollados donde se queman en cocinas ineficientes y abiertas con pobre nivel de ventilación en las habitaciones (Junemann y Legarreta, 2007).

El humo de leña es una compleja mezcla de sustancias particuladas y moléculas volátiles y no volátiles, las cuales se han identificado, muchas de ellas, como sustancias químicas peligrosas y que además han sido señaladas de contener ciertos productos químicos de uso industrial, tales como el benceno y el formaldehído. Otros componentes encontrados son el monóxido de carbono (CO), el óxido de nitrógeno (NO), el dióxido de sulfuro ( $SO_2$ ) y aromáticos policíclicos, además de material particulado. Se han identificado más de 200 compuestos químicos, la mayoría de ellos (más del 90%) se encuentra en el rango de partículas inhalables, con un diámetro menor a 10 micrones, muchas de ellas

presentes también en otras sustancias tales como los humos provenientes de los cigarrillos y de los combustibles fósiles (Viegi *et al.*, 2004; Jaeseong *et al.*, 2012; Lomnicki *et al.*, 2014; Lakey *et al.*, 2016).

El CO, por ejemplo, tiene una afinidad 250 veces mayor por la hemoglobina que el O<sub>2</sub>, esta unión competitiva reduce el suministro de oxígeno a los tejidos, sobre todo, al miocárdico y nervioso. El CO se une al citocromo – C oxidasa de la cadena de transporte de electrones, lo que termina en la asfixia celular (Melgarejo-Pomar *et al.*, 2020).

Se ha señalado que las personas expuestas al humo de leña tienen niveles elevados de estrés oxidativo debido a la gran cantidad de radicales libres que generan estos componentes (Delgado *et al.*, 2005; Smith y Pillarisetti, 2012; Peters *et al.*, 2018). El humo de leña se ha asociado con una variedad de efectos sobre la salud, incluyendo disminución de la función pulmonar, asma, así como aumento en la aparición de enfermedades respiratorias, tales como bronquitis crónica y enfermedad pulmonaria obstructiva (EPOC) (Fullerton *et al.*, 2008; Kurmi *et al.*, 2010)

Al respecto, Ruiz (2011), demostró en Ciudad de Guatemala, que las trabajadoras de las tortillerías a base de leña, presentaron concentraciones de carboxihemoglobina (COHb) mayores a las normales debido a la exposición a altas emisiones de CO, constituyendo un riesgo para su salud por estrés oxidativo. Los mismos resultados se obtuvieron en México, cuando se investigó el potencial daño al ADN asociado con la exposición a CO en mujeres que cocinaban con leña, donde se demostró que la exposición a CO y componentes presentes en el humo de la leña, pueden causar daño genotóxico a las mujeres que hacen uso de este combustible para cocinar (Herrera-Portugal *et al.*, 2009). Boy *et al.* (2002) establecieron que ocurre daño fetal debido a la exposición al humo de leña, demostrando que los recién nacidos de madres que estuvieron expuestas durante el embarazo a dicho humo, tuvieron 60-70 g de peso menos al nacer, comparados con niños cuyas madres usaron chimeneas, cocinas a gas o eléctricas.

De acuerdo con datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el año 2009, alrededor del 35% de la población en América Central carecía de acceso a la electricidad y utilizaba leña y otros combustibles tradicionales para fines de calefacción y cocción de alimentos. Más de ocho millones de centroamericanos, representando una cantidad mayor a un millón y medio de hogares, aún no cuentan con acceso a este servicio. En los países desarrollados también se ha incrementado el uso de la leña como fuente de combustión y calefacción debido a los altos costos de la energía eléctrica. Mientras que más del 80% de los hogares en China, India y África Subsahariana usan leña como combustible para cocinar, en áreas rurales de Latinoamérica su uso varía entre 30 y 75%. Lamentablemente, en lo que concierne a Venezuela, no existen datos publicados específicos sobre este aspecto (Fenerca, 2003; Montaña *et al.*, 2009; López *et al.*, 2014).

Al respecto, en Venezuela existen comunidades rurales en donde se utiliza la leña de forma cotidiana como fuente de combustión, tal es el caso de la comunidad de Río Brito, ubicada en la parroquia San Juan II de la ciudad de Cumaná, municipio Sucre, estado Sucre. Esta comunidad la conforman 352 habitantes distribuidos en 107 familias. La principal actividad económica y fuente de alimentación es la cosecha de árboles frutales y la agricultura. Aproximadamente el 70% de las familias utilizan leña como principal fuente de combustión para cocinar (Amaya *et al.*, 2010).

En vista de los efectos perjudiciales que causa el estrés oxidativo en el estado de salud general, y que en Venezuela no se han realizado estudios que evalúen el estado redox de mujeres expuestas al humo de leña, se consideró importante realizar esta investigación, en el mismo se evaluaron los niveles de algunos indicadores bioquímicos de daño oxidativo en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña de la población de Río Brito, municipio Sucre, estado Sucre a la vez que se compararon con un grupo control.

Para realizar esta investigación fue necesario conocer el estado nutricional según el índice de masa corporal de la población que se tomó como muestra, además de la determinación de las concentraciones de ácido úrico, proteínas totales, albúmina y bilirrubina. Se relacionó cada uno de los indicadores bioquímicos evaluados con la exposición crónica al humo producto de la combustión de la leña y se estableció a su vez la relación entre el estado nutricional con la exposición al humo de leña en los grupos de interés.

## METODOLOGÍA

### **Población de estudio**

La muestra poblacional estuvo conformada por 25 mujeres, con edades comprendidas entre 20-50 años, expuestas crónicamente durante al menos los últimos cinco años, al humo producto de la combustión de la leña, las cuales eran habitantes de la comunidad de Río Brito, municipio Sucre, estado Sucre. Adicional a esto, se escogieron 25 mujeres de la misma comunidad, en el mismo rango de edades e igual condición socioeconómica que cocinaban con gas licuado de petróleo (GLP), las cuales representaron el grupo control.

El número de muestras representativas para este estudio se calculó de acuerdo con la fórmula propuesta por Cochran, (1985).

$$n = \frac{K^2 \times N \times PQ}{e^2 \times (N - 1) + (K^2 \times PQ)}$$

Donde,

K= 1,96 es el nivel de confiabilidad

P= 0,05 es la probabilidad de aceptación

e= 0,06 representa el error de estudio

Q= 0,995 es la probabilidad de rechazo

N= corresponde al tamaño de la muestra

Tomando en cuenta que en la población de Río Brito, vivían 40 mujeres censadas que cocinaban con leña, y que cumplían con los criterios de inclusión, se obtuvo, por la fórmula antes señalada, que el número de muestras representativas era de 23 personas. Sin embargo, sólo 25 de las 40 mujeres censadas dieron su consentimiento para participar en el estudio.

### **Criterios de inclusión**

Tanto para el grupo de mujeres expuestas al humo de leña como para el grupo control se escogieron mujeres adultas, sanas, no embarazadas, que no presentaron

ninguna sintomatología de enfermedad vascular, endocrina, hepática, respiratoria, renal u otra enfermedad aguda o crónica; no fumadoras activas y que no utilizaron medicamentos antioxidantes, antibióticos y/o esteroides en el mes anterior al estudio.

### **Recolección de datos**

Para el desarrollo de esta investigación, se emplearon encuestas para la recolección de datos personales, nivel socioeconómico, condiciones de vivienda y estilos de vida, cumpliéndose con las pautas éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos, del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS, 2002) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS). Por tal motivo, se hizo del conocimiento de las personas las ventajas y desventajas de su participación en el estudio, así como también los avances y objetivos a alcanzar con la información obtenida (anexos 1 y 2).

### **Toma de muestras**

Se extrajeron cinco mililitros de sangre por punción venosa de la fosa antecubital, bajo estrictas condiciones de asepsia. Las muestras se colocaron en tubos de ensayos secos y estériles para la determinación de ácido úrico, proteínas totales, albúmina y bilirrubina, las mismas fueron transportadas al laboratorio en cavas con hielo para su conservación hasta el momento de su análisis. En todos los casos, se tomaron las medidas preventivas para evitar realizar determinaciones en sueros ictericos, lipémicos o hemolizados que pudieran aportar resultados alterados en los parámetros a cuantificar (Meyes, 1990).

### **Medición del estado nutricional**

A fin de determinar el estado nutricional de la población en estudio, se tomó a cada participante las medidas antropométricas (peso y talla), con las que se determinó el índice de masa corporal (IMC) el cual es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla, que se utiliza frecuentemente para identificar el

sobrepeso y la obesidad en los adultos. El IMC se calculó dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), utilizándose la siguiente fórmula:

$$\text{IMC} = \text{peso (Kg)} / \text{talla (m}^2\text{)}$$

Clasificación del IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ): bajopeso:  $<18,5$ ; normopeso:  $18,5-24,9$ ; sobrepeso:  $\geq 25,0$ ; obesidad:  $> 30,00 \text{ Kg}/\text{m}^2$  (OMS, 2016).

### **Determinación de los indicadores bioquímicos**

#### Determinación de la concentración sérica de albúmina

La determinación de albúmina se realizó utilizando el método verde de bromocresol. Este método se basa en la unión específica del verde de bromocresol (un colorante aniónico), y la proteína a un pH ácido con el consiguiente desplazamiento del espectro de absorción del complejo. La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de albúmina en la muestra la cual se mide espectrofotométricamente. Para esto se mezclaron  $10 \mu\text{l}$  de suero con dos mililitros del reactivo verde de bromocresol, en un tubo de ensayo, se dejaron reposar a temperatura ambiente durante un minuto y se midió la capacidad de absorción frente al blanco reactivo a  $500 \text{ nm}$  en un espectrofotómetro. Finalmente, se comparó con una disolución patrón de albúmina sometida al mismo tratamiento (Núñez y Maldonado, 2015; Díaz, 2016).

#### Determinación de la concentración sérica de las proteínas totales

Se realizó colorimétricamente a través de la reacción de Biuret, en la cual se forma un quelato entre el ión  $\text{Cu}^{2+}$  y los enlaces peptídicos de las proteínas en medio alcalino con la formación de un complejo coloreado violeta cuya absorbancia es medida fotométricamente. La intensidad del color producido es proporcional a la concentración de proteínas en la muestra. Para ello, se mezcló  $20 \mu\text{l}$  de suero con un mililitro del reactivo de Biuret, en un tubo de ensayo, se incubó a  $37^\circ \text{C}$  durante 10 minutos. Se leyó la absorbancia de la muestra y la de una disolución patrón sometida al mismo tratamiento, a  $500 \text{ nm}$  frente al blanco de reactivo (Núñez y Maldonado, 2015; Díaz, 2016).

#### Determinación de la concentración sérica de bilirrubina total y sus fracciones

La determinación sérica de bilirrubina se fundamentó en la reacción de la bilirrubina con el reactivo de Ehrlich (ácido diazosulfanílico) que forma azobilirrubina, un compuesto de color rojo-violáceo, cuya intensidad de color es directamente proporcional a la cantidad de bilirrubina presente en la muestra y es medida espectrofotométricamente a una longitud de onda de 540 nm. Para la bilirrubina total (BT) se dispuso del reactivo A de Ehrlich compuesto por un gramo de ácido sulfanílico, 15 ml de ácido clorhídrico concentrado y todo ello diluido en agua hasta 1 000 ml. Y el reactivo B, que contiene 0,50 g de nitrato sódico disueltos en 100 ml de agua. Se tomaron 0,40 ml de suero y se diluyó en 3,60 ml de agua destilada (1:9). Se mezclaron cinco mililitros del reactivo A con 0,50 ml del reactivo B. Seguidamente, se tomó un mililitro de esta mezcla y se añadió a la muestra de suero diluido. Se realizó la medición colorimétricamente y se comparó con una disolución patrón de bilirrubina sometida al mismo tratamiento. Para determinar la bilirrubina directa, se adicionó cinco mililitros de metanol a la mezcla suero-reactivo de Ehrlich y se midió la intensificación del color. La bilirrubina indirecta resulta de la diferencia de la bilirrubina total menos la bilirrubina directa. (Macarulla y Goñi, 1994; Díaz, 2016).

#### Determinación de la concentración sérica de ácido úrico

La determinación sérica de ácido úrico (AU), se llevó a cabo mediante el uso del método colorimétrico uricasa/peroxidasa, el cual se fundamenta en que el AU es oxidado por la acción de la uricasa, en alantoína y peróxido de hidrógeno. En presencia de peroxidasa la mezcla de diclorofenolsulfonato (DCFS) y 4-aminoantipirina (4-AA) se condensa por acción del peróxido de hidrógeno, formando una quinoneimina coloreada proporcional a la concentración de AU en la muestra, con un máximo de absorción de 520 nm. Se mezclaron 25 µl de suero con un mililitro del reactivo, en un tubo de ensayo y se dejó reposar durante 10 minutos a temperatura ambiente. Finalmente se leyó la absorbancia de la muestra,

así como la de una disolución patrón sometida al mismo tratamiento, a 520 nm frente al blanco de reactivo (Núñez y Maldonado, 2015; Díaz, 2016).

### **Análisis estadístico**

Se utilizaron estadísticas descriptivas sobre las variables recolectadas: frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas, y medias, desviaciones estándar, mínima y máxima para las cuantitativas. Se efectuó un análisis de varianza simple (ANOVA) sobre los biomarcadores para ver si había diferencias entre los grupos definidos por la exposición al humo de leña. Cuando hubo diferencias, el ANOVA fue seguido de una prueba a *posteriori* SNK al 95%. De igual forma se realizó un análisis de chi cuadrado para determinar si existían asociaciones entre el índice de masa corporal, como expresión del estado nutricional de los sujetos, y los biomarcadores, así como la asociación entre éstos dos y el humo de leña. Las estadísticas se realizaron utilizando el programa estadístico Statgraphic Plus 10.0 (Sokal y Rohlf 1979).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para este estudio fueron consideradas 50 mujeres, 25 expuestas crónicamente al humo de leña y 25 que cocinaban con gas doméstico. La edad promedio fue de 34 años, con un mínimo de 20 años y un máximo de 50 años, siendo mayor el promedio de edad en el grupo de mujeres expuestas al humo de leña (tabla 1).

Tabla 1. Valores promedio de edades e índice de masa corporal (IMC) en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña de la población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre; comparadas con el grupo control.

Variables	No expuestas (n=25) ( $\bar{X} \pm DE$ )	Expuestas (n=25) ( $\bar{X} \pm DE$ )	P
Edad (años)	31,50 $\pm$ 1,68	36,1 $\pm$ 1,77	-----
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20,88 $\pm$ 0,44	24,08 $\pm$ 0,73	0,0005*

$\bar{X}$ : Medias; DE: Desviación estándar; \* Altamente significativo,  $p < 0,001$ .

El grupo de estudio fue clasificado en el estrato IV de pobreza relativa, de acuerdo al estudio socioeconómico realizado (figura 1). Así mismo, se halló que la alimentación de las mujeres expuestas al humo estaba basada, principalmente, en verduras, hortalizas, frutas y pescado; mientras que el grupo de mujeres no expuestas afirmó consumir con más frecuencia huevos y queso (figura 2; tabla 2).



Figura 1. Clasificación del nivel socioeconómico de las mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña, de la población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre; y el grupo control.

Tabla 2. Alimentos de mayor consumo semanal, en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña de la población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre; y el grupo control.

Alimentos	Grupo Expuesto Consumo:		Grupo no expuesto Consumo:	
	Sí	No	Sí	No
Queso		X	X	
Leche de vaca		X	X	
Carne de res		X	X	
Carne de cerdo		X	X	
Vísceras		X	X	
Huevos	X		X	
Pescados	X		X	
Arroz		X	X	
Trigo (pasta)		X	X	
Maíz		X	X	
Lechosa	X		X	
Aguacate	X		X	
Mango	X		X	
Guayaba	X		X	
Merey	X			X
Parchita	X		X	
Apio	X		X	
Yuca	X		X	
Ñame	X		X	
Auyama	X		X	
Batata	X		X	
Ocumo	X		X	
Coliflor		X	X	
Brócoli		X	X	
Pimentón	X		X	
Tomate	X		X	
Cebolla	X		X	
Frijol	X		X	
Caraota	X		X	
Lentejas	X		X	
Arvejas	X		X	
Papa	X		X	
Zanahoria	X		X	
Aceite	X		X	
Azúcar	X		X	
Flor de Jamaica (té)	X			X

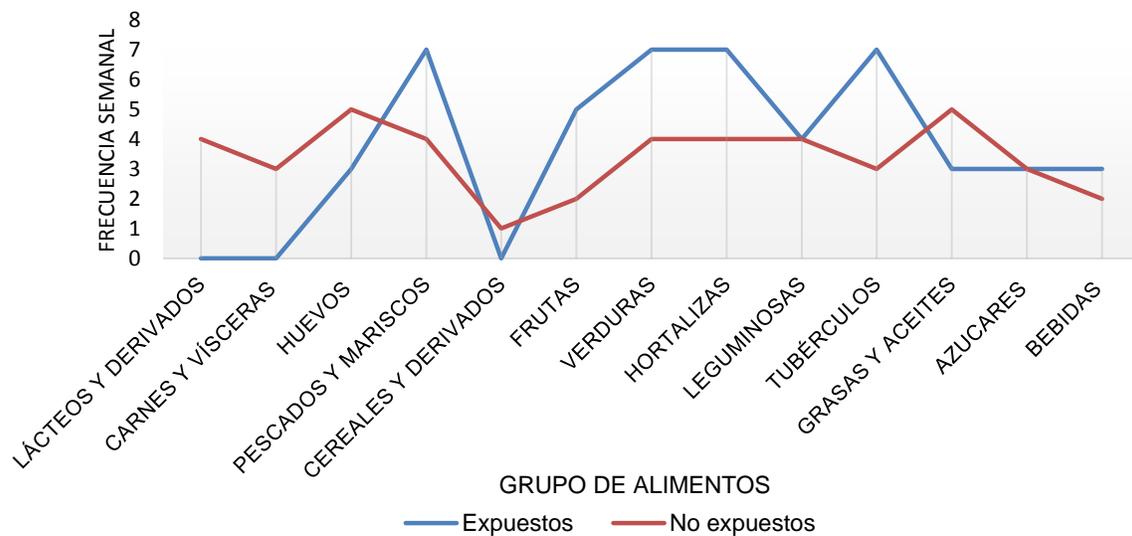


Figura 2. Frecuencia semanal del consumo de alimentos, en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña, de la población de Río Brito, municipio Sucre, estado Sucre; *versus* el grupo control.

Está documentado que una dieta rica en frutas y vegetales contribuye a una buena fuente de antioxidantes no enzimáticos, los cuales actúan en el organismo para combatir los efectos de los radicales libres. Entre estas fuentes de antioxidantes podemos nombrar los que contienen vitamina E: aguacate, papa, apio, pimentón y frutos secos; con vitamina C: verduras de hojas verdes, tomates, cítricos, lechosa, piña, fresa, guayaba; con  $\beta$ -caroteno: zanahoria, espinacas, mango, melón. Además, hay antioxidantes en el ajo, cebolla, avena, menta, albahaca, flores de Jamaica, auyama, remolacha, tomate de árbol y none (Coronado *et al.*, 2015).

En los pescados se pueden encontrar cantidades importantes de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga u omega-3, los cuales, al ser ingeridos, se incorporan rápidamente a los fosfolípidos de las membranas celulares donde pueden ser liberados por enzimas, originando productos con potentes propiedades citoprotectoras y especialmente antiinflamatorias (Valenzuela *et al.*, 2011). Por lo cual, las mujeres expuestas al humo de leña, objeto de este estudio, pueden tener buenas fuentes de antioxidantes exógenos en su dieta ya que consumen 7 veces a la semana pescado, frutas, vegetales y verduras.

A pesar de que las mujeres expuestas al humo de leña manifestaron tener buena ventilación en sus cocinas, las paredes de éstas se observaron totalmente llenas de hollín, además que la leña, por lo general, permanecía encendida todo el día. Esto se puede interpretar como una emisión de humo intensa y prolongada, aunque la persona no se expone a la inhalación directa del humo debido a la buena ventilación. Se ha reportado que una buena ventilación en la cocina evita la acumulación del humo dentro del hogar y por consiguiente, se disminuye la inhalación del mismo por parte de las personas que viven en la vivienda. El humo en el interior de los hogares está catalogado como el octavo mayor contribuyente en la generación de enfermedades (Roden *et al.*, 2006; Zelikoff *et al.*, 2012).

Respecto al índice de masa corporal (IMC), ambos grupos de estudio (expuesto y no expuesto) estuvieron en promedio dentro del rango de clasificación de normopeso. Sin embargo, el ANOVA mostró diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ); siendo el grupo expuesto al humo de leña el que presentó los valores más altos de IMC (24,08) (tabla 1; figura 3; apéndice 1).

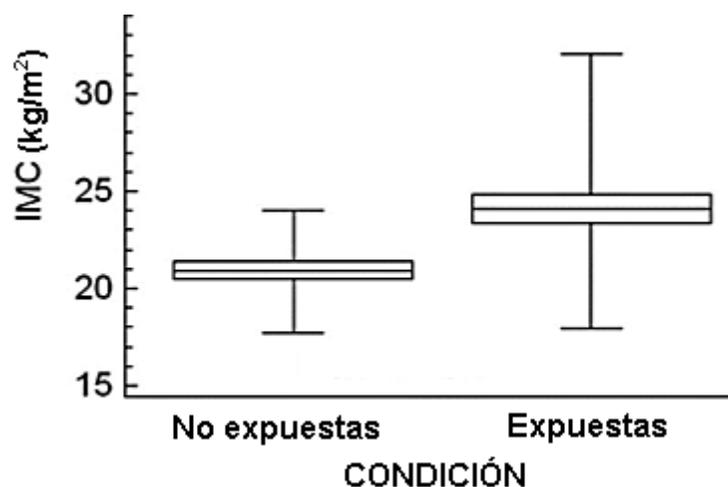


Figura 3. Valores promedio del Índice de masa corporal (IMC) en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña de la población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre, *versus* el grupo control.

Celli *et al.* (2004), determinaron, que en individuos con EPOC debido a exposición a humo producto del tabaco, polvos, gases y humo de leña, un IMC mayor a 21 kg/m<sup>2</sup>, por lo general, tiene un pronóstico poco favorable o peor, que un IMC menor o igual a 21 kg/m<sup>2</sup>. Así mismo Wonisch *et al.* (2012), hallaron que el estrés oxidativo puede estar relacionado con un aumento del IMC y este a su vez con un incremento en la aparición de los procesos inflamatorios, lo que causaría elevación en la producción de radicales libre y, en consecuencia, mayor estrés oxidativo y mayor daño a nivel de las moléculas blanco; pudiendo ser esta la posible causa por la cual, en las mujeres expuestas, el IMC es mayor al del grupo de mujeres control.

Cuando se compararon los resultados obtenidos con relación a los marcadores bioquímicos de estrés oxidativo, entre el grupo de mujeres expuestas y las no expuestas (tabla 3), el estadístico arrojó diferencias significativas en los promedios de ácido úrico ( $p=0,0268$ ;  $p<0,05$ ); bilirrubina directa ( $p=0,0023$ ;  $p<0,01$ ), indirecta ( $p=0,0107$ ;  $p<0,05$ ) y total ( $p=0,0005$ ;  $p<0,001$ ), encontrándose los valores más altos en el grupo de mujeres expuestas; mientras que no hubo diferencias estadísticas a nivel de las proteínas totales y la albúmina (apéndices 2 al 7).

Estudios previos han confirmado el aumento de parámetros como ácido úrico, bilirrubina total, directa e indirecta en individuos expuestos crónicamente al humo de cigarrillos (Dhouha *et al.*, 2011; Salazar-Lugo *et al.*, 2014; Barahona *et al.*, 2016) coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación. Así mismo, concuerdan con los resultados hallados por Mendoza *et al.*, (2012) en un estudio realizado en Maracaibo (Venezuela), en fumadores jóvenes, quienes hallaron que aun cuando los valores de ácido úrico permanecieron dentro de los rangos referenciales, los fumadores presentaron niveles significativamente más altos con relación al grupo control.

Tabla 3. Valores promedios de marcadores bioquímicos de estrés oxidativo en mujeres provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre, expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña *versus* el grupo control.

<b>Variables</b>	<b>No expuestas</b> (n=25) ( $\bar{X} \pm DE$ )	<b>Expuestas</b> (n=25) ( $\bar{X} \pm DE$ )	<b>P</b>
Ácido úrico (mg/dl)	4,88 ± 0,18	5,82 ± 0,37	0,0268*
Proteínas totales (gr/dl)	6,68 ± 0,09	6,50 ± 0,20	0,4398 <sup>NS</sup>
Albúmina (gr/dl)	3,92 ± 0,08	3,64 ± 0,14	0,1059 <sup>NS</sup>
Bilirrubina directa (mg/dl)	0,22 ± 0,01	0,33 ± 0,03	0,0023**
Bilirrubina indirecta (mg/dl)	0,63 ± 0,03	0,82 ± 0,05	0,0107*
Bilirrubina total (mg/dl)	0,84 ± 0,044	1,14 ± 0,06	0,0005***

$\bar{X}$ : medias; DE: desviación estándar; NS: No significativo. \* Significativo  $p < 0,05$ ; \*\*Muy significativo  $p < 0,01$ ; \*\*\* Altamente significativo  $p < 0,001$

Actualmente, se considera que en el organismo el ácido úrico y la bilirrubina, además de la albúmina, constituyen un amplio sistema antioxidante. Si este sistema falla, debido a un consumo deficiente de antioxidantes o a una mayor producción de radicales libres (característico en los individuos expuestos a sustancias generadoras de estrés oxidativo) se produce un incremento del daño oxidativo a importantes macromoléculas. El organismo como mecanismo de defensa ante el daño oxidativo, incrementa las concentraciones de estos parámetros para contrarrestar el efecto deletéreo de los radicales libres (Waring *et al.*, 2006; Vargas *et al.*, 2007).

El ácido úrico está presente en el fluido epitelial lignificado de las vías aéreas y contribuye, junto con otros antioxidantes como el glutatión y el ácido ascórbico, en la defensa antioxidante. Se cree que en el epitelio respiratorio este metabolito puede potenciar las resistencias antioxidantes, reduciendo el estrés oxidativo en las vías aéreas, disminuyendo en consecuencia el desarrollo de EPOC, así como el cáncer de pulmón y el asma (Sautin y Johnson, 2008; Liu *et al.*, 2019); pudiendo

entonces ser ésta la posible razón por la cual se observan valores más elevados en el grupo de mujeres expuestas al humo que en el grupo de mujeres pertenecientes al grupo control (figura 4), ya que estaría, en las primeras, actuando como antioxidante a nivel de las vías aéreas. Lo que significaría que, al parecer, en el grupo de mujeres expuestas al humo, el ácido úrico está funcionando, como factor de protección contra los radicales libres.

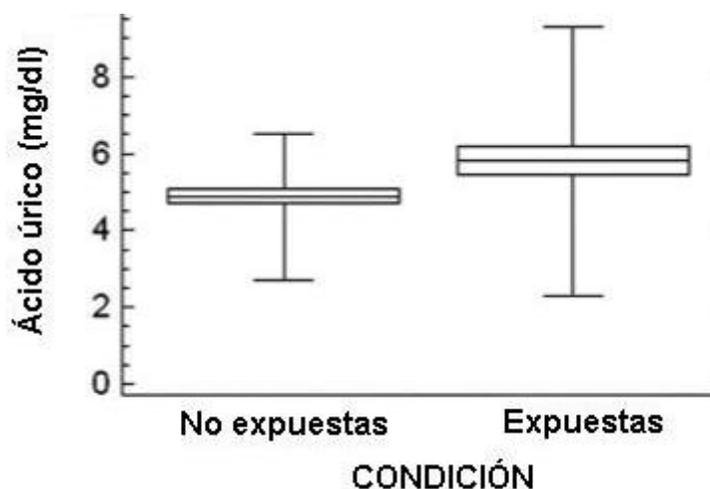


Figura 4. Valores promedio del ácido úrico en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control.

Se ha demostrado que la administración de ácido úrico eleva las defensas antioxidantes circulantes y permite la restauración de la vasodilatación dependiente del endotelio, por lo tanto, las concentraciones séricas de ácido úrico más elevadas podrían ser protectoras en situaciones caracterizadas por un mayor riesgo cardiovascular y de estrés oxidativo (Goraca y Skibska, 2005); de igual manera, altas concentraciones de ácido úrico se encuentran en el líquido del revestimiento epitelial humano de las vías respiratorias superiores e inferiores lo cual parece proporcionar una importante defensa de primera línea contra los oxidantes ambientales (Horsfall *et al.*, 2014), de aquí la importancia que pudiera tener el hecho de haber obtenido niveles de ácido úrico más altos en la población expuesta al humo de combustión de biomasa (leña).

Con respecto a la bilirrubina, los valores obtenidos en los grupos estudiados mostraron diferencias estadísticamente significativas, hallándose las concentraciones más altas de estas moléculas en el grupo de mujeres expuestas al humo de leña (figuras 5, 6 y 7).

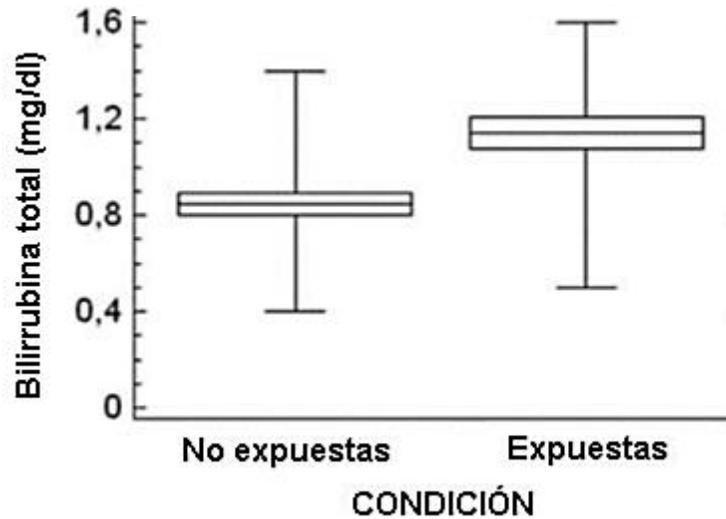


Figura 5. Valores promedio de la bilirrubina total en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control.

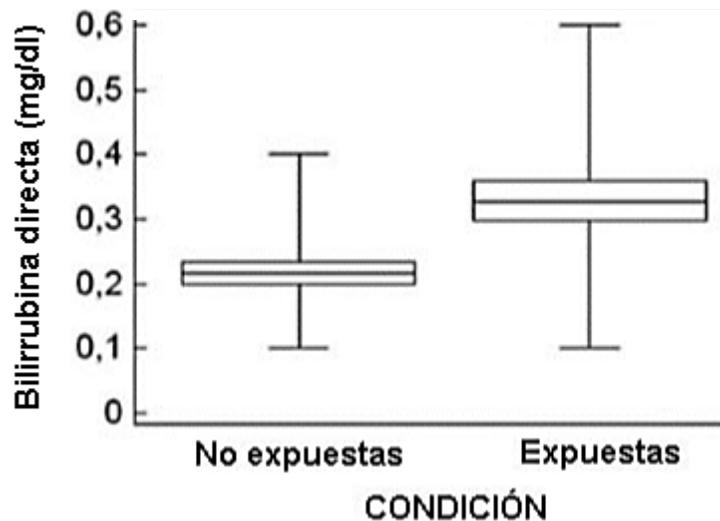


Figura 6. Valores promedio de la bilirrubina directa en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control.

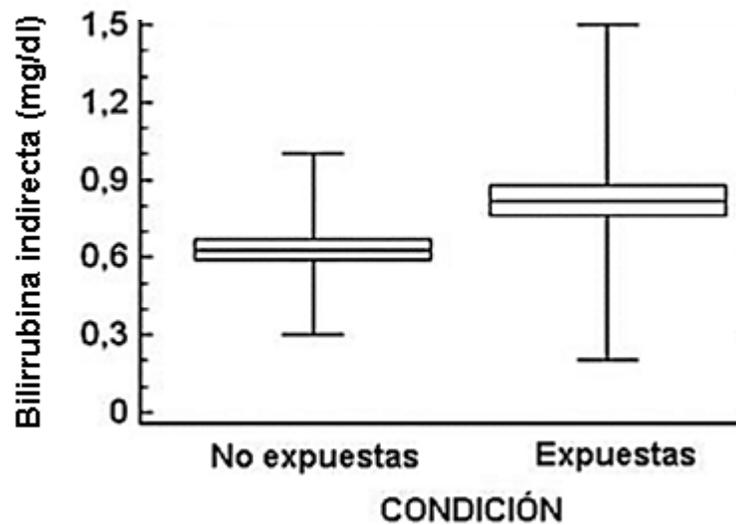


Figura 7. Valores promedio de la bilirrubina indirecta en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control.

La bilirrubina se ha reportado como una molécula con un rol fundamental dentro de la maquinaria de defensa antioxidante del organismo. Niveles medianamente elevados de bilirrubina en el suero, se han asociado de forma negativa con ciertos factores de riesgo cardiovascular, tales como la obesidad, el síndrome metabólico, la hipertensión arterial y el tabaquismo, entre otros, no obstante, de igual manera, se ha corroborado que la bilirrubina tiene propiedades antiinflamatorias (O`Malley *et al.*, 2014; Valášková y Muchová, 2016).

La bilirrubina ha sido considerada como un eficaz antioxidante y antiinflamatorio, por lo que puede evitar la oxidación de los lípidos y de otras sustancias, incluso de manera mucho más eficiente que la vitamina C, estimándose como uno de los principales mecanismos de defensa presentes en el suero contra el estrés oxidativo, siendo convertida a biliverdina cuando actúa como antioxidante. Es importante considerar el hecho que la bilirrubina es una sustancia insoluble en agua, pero soluble en lípidos, por lo que puede proteger a las células contra la peroxidación lipídica (Otero *et al.*, 2009; O`Malley *et al.*, 2014; Barahona *et al.*, 2016), reportándose, que la elevación media de los niveles de bilirrubina sérica se

asocia con una baja prevalencia de enfermedades que son mediadas por el estrés oxidativo tales como diabetes, hipertensión, arterosclerosis y cáncer, entre otras (Salazar-Lugo *et al.*, 2014), informándose a su vez, como una molécula con posible efecto protector de las vías respiratorias en individuos fumadores (Salas, 2018).

El incremento de las concentraciones séricas de la bilirrubina total y sus fracciones en las mujeres expuestas al humo de leña, en comparación con el grupo control, podría estar relacionado con el papel citoprotector de la bilirrubina como antioxidante (Salazar-Lugo *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2020). Se estima que valores medios o ligeramente elevados de la bilirrubina total conserva las funciones del flujo microvascular coronario, confirmando que concentraciones de este metabolito a concentraciones medias y ligeramente altas pueden prevenir la arteroesclerosis (Lingenhela *et al.*, 2006).

De igual forma, el aumento de la concentración sérica de la bilirrubina indirecta puede deberse a que una vez formada, esta puede interactuar con radicales libres de oxígeno, produciéndose su oxidación, convirtiéndose nuevamente en biliverdina (su precursora). Esta reconversión es catalizada por la biliverdina reductasa y en virtud de esta, la bilirrubina detoxifica hasta 10 000 veces el exceso de oxidantes (Otero *et al.*, 2009). Por lo tanto, cuando la bilirrubina actúa como antioxidante es convertida a biliverdina, iniciando nuevamente la formación de bilirrubina no conjugada, acumulándose en el suero (Otero *et al.*, 2009; Ademiluyi *et al.*, 2017), por lo cual tiene el potencial de actuar como agente reductor de peróxidos, demostrando efectos citoprotectores en el epitelio del endotelio respiratorio (Mazza *et al.*, 2003).

En este caso, al igual que con el ácido úrico, se cree que la bilirrubina, en efecto, interviene como antioxidante citoprotector respiratorio en las mujeres expuestas, dado la elevación de sus valores séricos en las mismas.

Por otro lado, la no significancia en los resultados con respecto a los valores promedios de albúmina y proteínas totales hace pensar que, independientemente que se produzca un proceso de formación de radicales libres por la exposición al humo de leña, no parece existir daño marcado a las macromoléculas. Se ha sugerido que un aumento significativo en las concentraciones de proteínas totales y albumina en personas expuestas a EROs, tienen comprometido el equilibrio pro-oxidante/antioxidante, lo cual no parece suceder con las mujeres expuestas al humo de leña de este estudio (Delgado *et al.*, 2009).

Cuando se realizó la asociación entre el IMC y los diferentes parámetros bioquímicos, marcadores de estrés oxidativo, el análisis arrojó una asociación estadística significativa ( $p < 0,05$ ) con el ácido úrico, dándose con más frecuencia (50%) los valores altos en las mujeres con sobrepeso; mientras que los valores normales de esta variable fueron más frecuentes (82%) en los individuos con normopeso (tabla 4; figura 8). El IMC también mostró una asociación estadística muy significativa ( $p < 0,01$ ) con la bilirrubina total, dándose con más frecuencia (60%) los valores altos en individuos con sobrepeso, mientras que los valores normales dominaron las frecuencias (88%) en los sujetos con normopeso (tabla 4; figura 9).

Tabla 4. Frecuencias de los niveles de los biomarcadores según el estado nutricional en mujeres expuestas y no expuestas al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre.

<b>Variables</b>	<b>Bajopeso (n=7) (%)</b>	<b>Normopeso (n=33) (%)</b>	<b>Sobrepeso (n=10) (%)</b>	<b>P</b>
Ácido úrico <sup>a</sup>	71,4; 28,6	81,8; 18,2	50; 50	0,0254 *
Proteínas totales <sup>aa</sup>	0; 100	21,2; 78,8	50; 50	0,0519 <sup>NS</sup>
Albúmina <sup>aa</sup>	0; 100	15,2; 84,8	40; 60	0,0697 <sup>NS</sup>
Bilirrubina directa <sup>a</sup>	71,4; 28,6	81,8; 18,2	50; 50	0,1517 <sup>NS</sup>
Bilirrubina indirecta <sup>a</sup>	71,4; 28,6	66,7; 33,3	40; 60	0,2765 <sup>NS</sup>

Bilirrubina total <sup>a</sup>	85,7; 14,3	87,9; 12,1	40; 60	0,0052 **
--------------------------------	------------	------------	--------	-----------

NS: No significativo; \* Significativo p<0,05; \*\* Muy significativo p<0,01; <sup>a</sup>Normal/Alto; <sup>aa</sup>Bajo/Normal.

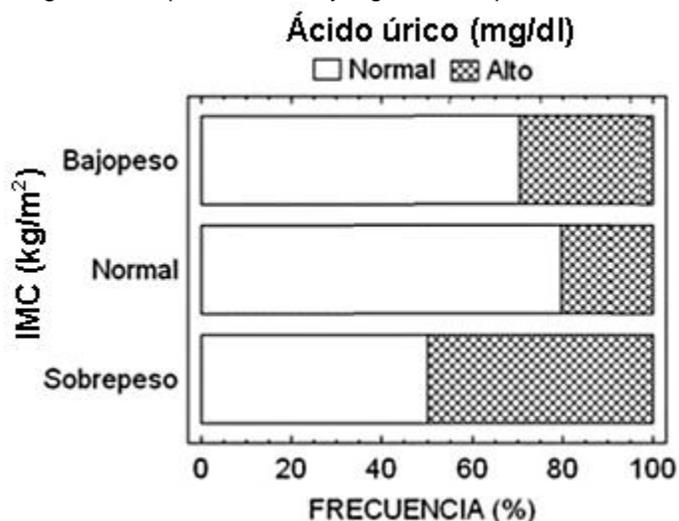


Figura 8. Distribución de frecuencia de los niveles de ácido úrico según el estado nutricional (IMC) en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre.

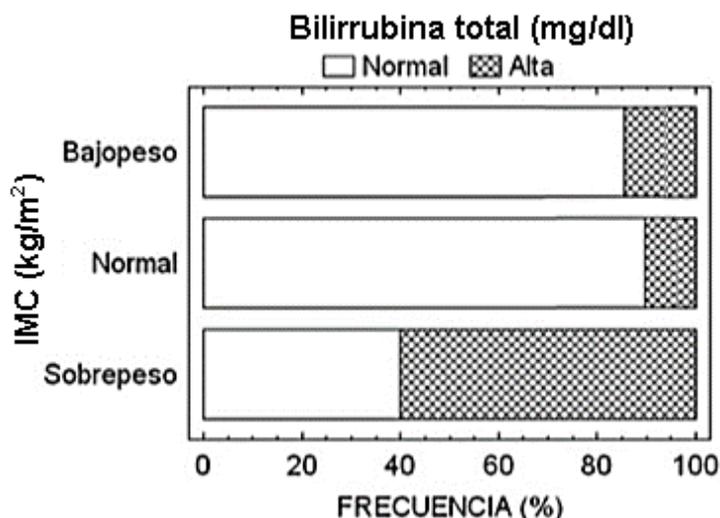


Figura 9. Distribución de frecuencia de los niveles de la bilirrubina total según el estado nutricional (IMC) en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre.

Al respecto, Wonisch *et al.*, (2012) hallaron asociaciones en los valores de ácido úrico con respecto al IMC, determinando que a medida que este último aumentaba, la concentración de ácido úrico lo hacía, misma situación que ocurrió

con la concentración de bilirrubina, es decir, los valores más altos, tanto del ácido úrico, como de la bilirrubina estuvieron asociados a IMC elevados (sobrepeso y obesidad), tal y como se obtuvo en la presente investigación con respecto a las mujeres con sobrepeso.

El incremento en los niveles de ácido úrico está relacionado con dietas que incluyen alto contenido de fructosa; las consecuencias del metabolismo de la fructosa resultan en estrés oxidativo, inflamación e incremento de la lipogénesis y se ha reportado que alto consumo de fructosa es un factor importante de desarrollo de desórdenes metabólicos que incluyen la obesidad, alta presión arterial, la resistencia a la insulina, diabetes, y el inicio de enfermedades renales y cardíacas (Wonisch *et al.*, 2012; Salazar-Lugo *et al.*, 2014; Jeong *et al.*, 2018).

Se ha demostrado una alta asociación entre el sobrepeso y los niveles en límites superiores de bilirrubina. Los resultados encontrados con relación a las concentraciones de bilirrubina parecen reflejar un balance entre el estrés oxidativo generado por el sobrepeso y la respuesta antioxidante del organismo (Salazar-Lugo, 2014). De igual manera, DiNicolantonio *et al.* (2018), propusieron que la bilirrubina es un mecanismo antioxidante y antiinflamatorio utilizado por el organismo para luchar contra la ganancia de grasa, pudiendo ser este el caso de las mujeres de este estudio.

En cuanto a la asociación del estado nutricional con la exposición crónica al humo de leña, el estadístico mostró una asociación muy significativa ( $p < 0,01$ ) entre el IMC y la exposición al humo de leña (40%), sólo en individuos con sobrepeso (tabla 5; figura 10).

Melgarejo-Pomar *et al.* (2020), estudió el estrés oxidativo por humo de leña en mujeres en La Paz (Bolivia); encontrando que el IMC de las mujeres expuestas al humo de leña tuvo una media de  $25 \text{ kg/m}^2$  (sobrepeso), coincidiendo con los resultados de este estudio. Igualmente, diversos autores afirman que los afectados

por EPOC relacionado al humo de leña, tienden a ser mujeres con mayor IMC que aquellas mujeres que presentan EPOC asociado a tabaco (López *et al.*, 2014; Torres-Duque *et al.*, 2016).

Tabla 5. Frecuencias de los niveles de índice de masa corporal (IMC) y biomarcadores en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control.

Variables	No Expuestas (n=25) (%)	Expuestas (n=25) (%)	P
IMC <sup>†</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	20; 80; 0	8; 52; 40	0,0011 *
Ácido úrico <sup>††</sup> (mg/dl)	0; 88; 12	4; 56; 40	0,0562 <sup>NS</sup>
Proteínas totales <sup>††</sup> (gr/dl)	12; 88; 0	36; 64; 0	0,0620 <sup>NS</sup>
Albúmina <sup>††</sup> (gr/dl)	8; 92; 0	28; 72; 0	0,0630 <sup>NS</sup>
Bilirrubina directa <sup>†††</sup> (mg/dl)	96; 4	52; 40	0,0013 *
Bilirrubina indirecta <sup>†††</sup> (mg/dl)	76; 24	48; 52	0,2134 <sup>NS</sup>
Bilirrubina total <sup>†††</sup> (mg/dl)	96; 4	60; 48	0,0063 *

\* Muy significativo,  $p < 0,01$ . NS: No significativo. <sup>†</sup>Bajopeso; Normopeso; Sobrepeso.

<sup>††</sup> Bajo; Normal; Alto. <sup>†††</sup> Normal; Alto.

El sobrepeso es una consecuencia de la acción de los radicales libres sobre la salud, ya que indica anomalías en el metabolismo de los lípidos y de la glucosa y además, está asociado al síndrome metabólico (Venturini *et al.*, 2012; Melgarejo-Pomar *et al.*, 2020).

Cabe destacar que el IMC es un factor fundamental para predecir el riesgo de aparición de otras enfermedades crónicas como cáncer, la hipertensión o EPOC. Estudios sobre la EPOC afirman que existe una amplia asociación de esta enfermedad con la exposición al humo de leña y al sobrepeso. Además, dichos estudios concluyen que mientras una presencia de IMC bajo se asocia con mayor mortalidad por dicha enfermedad, el sobrepeso y la obesidad parecen tener un efecto protector ante la misma (Sanz-Chávez *et al.*, 2013; Torres-Duque *et al.*,

2016), muy probablemente producto del efecto antioxidante, tanto del ácido úrico como de la bilirrubina, moléculas que ya se observaron en esta investigación, asociadas al IMC en mujeres expuestas con sobrepeso.

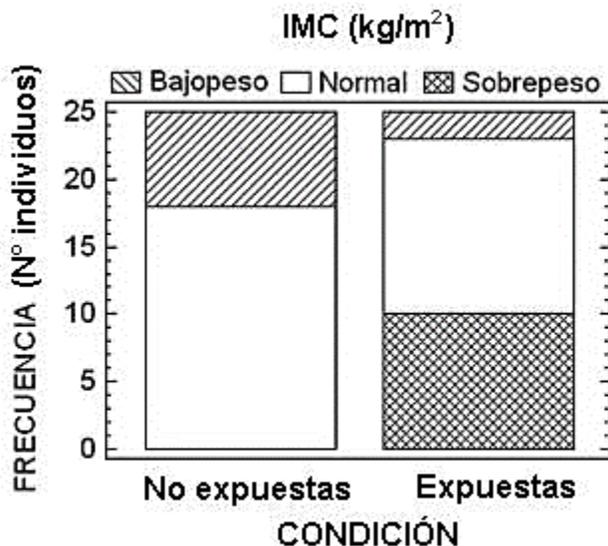


Figura 10. Distribución de frecuencia de los niveles del estado nutricional (IMC) en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control.

Con respecto a la asociación de los parámetros bioquímicos con la exposición crónica al humo de leña, el estadístico utilizado reveló que existe una relación altamente significativa ( $p=0,0013$ ) entre la bilirrubina directa y el humo de leña. Los valores más altos de este parámetro ocurrieron más frecuentemente en aquellas mujeres expuestas al humo (40%), mientras que en las mujeres pertenecientes al grupo control dominaron en frecuencia (96%) aquellas mujeres que poseían valores que se ubicaron dentro de los niveles normales (tabla 5; figura 11).

De igual manera se halló una asociación muy significativa ( $p=0,0063$ ) entre la exposición y la concentración de la bilirrubina total. Encontrándose que los valores más altos ocurrieron más frecuentemente en aquellas mujeres expuestas crónicamente al humo (48%), mientras que en las mujeres que no estuvieron

expuestas, dominaron en frecuencia (96%) las que mostraron niveles normales de bilirrubina total (tabla 5; figura 12).

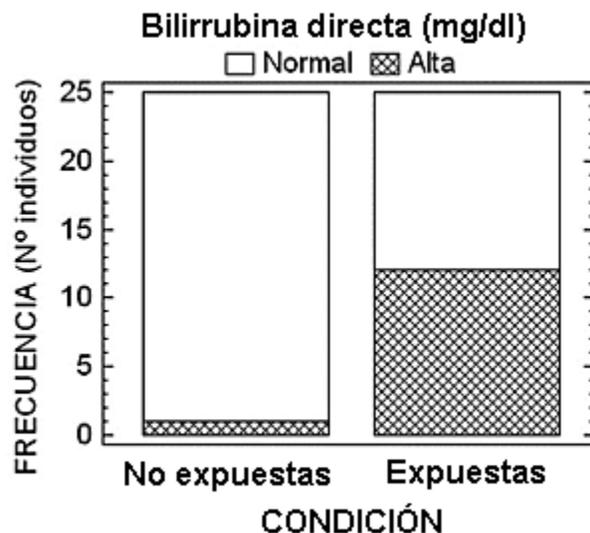


Figura 11. Distribución de frecuencia de los niveles de la bilirrubina directa en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control.

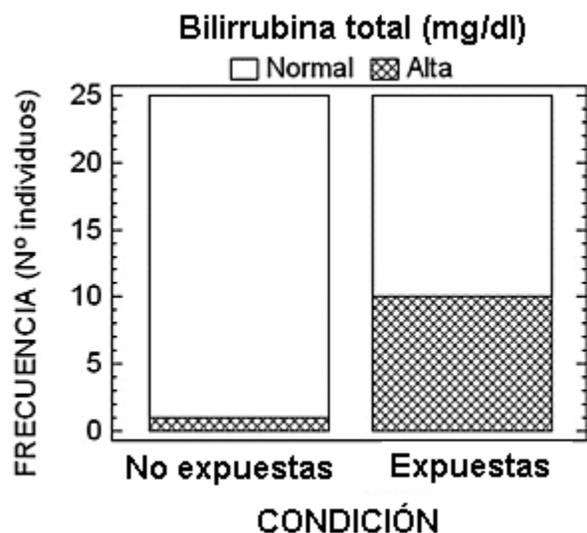


Figura 12. Distribución de frecuencia de los niveles de la bilirrubina total en mujeres expuestas crónicamente al humo producto de la combustión de la leña provenientes de población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre *versus* el grupo control.

Se han documentado diversos estudios donde se relaciona la exposición al humo con valores altos de moléculas antioxidantes como el ácido úrico y la bilirrubina en sus dos estados: directa e indirecta. De igual modo, ambas biomoléculas han sido reportadas como potentes participantes de la maquinaria de defensa antioxidante de la célula (Sautin y Johnson, 2008; Salazar-Lugo, 2014; Peters *et al.*, 2018).

Se ha demostrado el efecto protector de la bilirrubina ante la exposición de agentes generadores de EROs, concluyendo que ésta actúa como una defensa antioxidante fisiológica por lo que es considerada un potente antioxidante endógeno y citoprotector ya que neutraliza radicales libres evitando la peroxidación lipídica y generando efectos protectores cardiovasculares, neuronales, hepatobiliares, pulmonares e inmunológicos (Noriega *et al.*, 2003; Salazar-Lugo *et al.*, 2014).

El ácido úrico por su parte, además de ser considerado el antioxidante no enzimático por excelencia, también es considerado un potente citoprotector ante los efectos de las EROs. (Johnson *et al.*, 2007; Álvarez y Macarrón, 2011).

En vista de todos estos hallazgos se podría pensar que la bilirrubina y sus fracciones junto con el ácido úrico, pueden ser consideradas como las principales moléculas de defensa antioxidante que presentan las mujeres objeto de este estudio ante el estrés oxidativo al cual están siendo expuestas diariamente. La bilirrubina, cuando se une a la albúmina humana y en concentraciones presentes en el plasma humano normal, protege el ácido linoleico de la oxidación inducida por radicales de peróxido. Inicialmente, la bilirrubina unida a albúmina se oxida a la misma velocidad que se forman los radicales peróxido y la biliverdina se produce estequiométricamente como el producto de oxidación. Los datos indican que la unión de la albúmina con la bilirrubina juega un papel importante como antioxidante fisiológico en el plasma y en el espacio extravascular (Stocker *et al.*, 1987). A diferencia del ácido úrico que protege, principalmente y de forma más efectiva, el espacio intracelular (Vargas *et al.*, 2007).

Todos los resultados obtenidos en la presente investigación hacen suponer, que tanto el ácido úrico como la bilirrubina, juegan, en el grupo de mujeres objeto de estudio, un papel fundamental en la defensa de la integridad celular contra el estrés oxidativo generado por el humo de leña, considerándose que posiblemente, a nivel de las células blanco y de su entorno (espacio intercelular), estas biomoléculas protegen efectivamente contra el daño que pudiera ser ocasionado por los radicales libres, por lo que en virtud de las implicaciones a las que conllevan una alteración del sistema de oxidación/antioxidación, se puede comprobar en este estudio que, en estas mujeres, el incremento de los parámetros bioquímicos antes señalados certifica su función como antioxidantes en el organismo, actuando ambos de manera quizás, simultánea, uno para proteger las membranas de la peroxidación lipídica (bilirrubina) y el otro para proteger en la fase acuosa de las células (citósol y fluidos extracelulares, por ejemplo)

## CONCLUSIÓN

Los valores más elevados de IMC en las mujeres expuestas al humo de leña pudieran significar que las mismas están siendo sometidas a estrés oxidativo.

El ácido úrico en las mujeres expuestas al humo de leña, al parecer, pudiera actuar como elemento protector contra los efectos del estrés oxidativo.

La bilirrubina, en las mujeres expuestas, puede intervenir como citoprotector de las vías respiratorias, evitando la peroxidación lipídica de las membranas del epitelio respiratorio

El sobrepeso parece estar asociado a la exposición crónica al humo de leña y a valores altos de ácido úrico y bilirrubina.

La no significancia de los valores de proteínas totales y albumina sugiere que en este grupo de personas estudiadas puede existir un equilibrio prooxidante/antioxidante.

Es posible que la dieta basada principalmente en frutas, verduras y pescado, de la población expuesta al humo de leña, contribuya a mantener una buena defensa antioxidante ante los daños producidos por la exposición al humo de leña.

En la población de mujeres estudiadas, el ácido úrico, la bilirrubina y el sobrepeso, pueden ser considerados como posibles marcadores de estrés oxidativo producto del humo de leña.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar estudios que detallen los hábitos alimenticios y el porcentaje de grasa abdominal como variables de estudio para descartar el aumento de los niveles de IMC por causa de la dieta. De igual modo permitirá calcular la ingesta de antioxidantes en la dieta.

También es importante incluir el tiempo de exposición al humo de leña y relacionarlo con los niveles de biomarcadores de estrés oxidativo, incluso después de eliminar la exposición al humo para realizar las comparaciones respectivas de antes y después de la exposición.

Realizar el estudio en personas con edades, actividad física y ocupaciones muy similares para homogenizar los patrones de comportamiento de las biomoléculas relacionados con estas variables.

## BIBLIOGRAFÍA

Ademiluyi B, Sanya E, y Wahab K. 2017. Relationship between admission serum bilirubin and severity of acute ischaemic stroke in a Nigerian tertiary hospital. *Neurology*, 88:16.

Álvarez, L. y Macarrón, V. 2011. Is there anything good in uric acid? *Quarterly Journal of Medicine*, 104: 1015-24.

Amaya, M.; Zerpa, M. y Sánchez, Y. 2010. Diagnóstico de la comunidad de Río Brito. Trabajo de pregrado. Departamento de Educación. Universidad Nacional Abierta. Cumaná.

Barahona, A.; Guerron, A.; Tixicuro, E y Salazar, R. 2016. Ácido úrico, bilirrubina y tioles como indicadores del estado oxidativo en adultos evaluados nutricionalmente. *Biomedicina*. 29: 367-373.

Boy, E.; Bruce, N. y Delgado, H. 2002. Birth weight and exposure to kitchen wood smoke during pregnancy in rural Guatemala. *Environmental Health Perspectives*, 110(1):109-114.

Celli B, Cote C, Marin JM, Casanova C, Montes de Oca M, 2004 The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *The New England Journal of Medicine* 350: 1005-1012.

CEPAL. 2009. *Contribución de los servicios energéticos a los objetivos de desarrollo del milenio y a la mitigación de la pobreza*. Santiago de Chile.

Céspedes, T. y Sánchez, D. 2000. Algunos aspectos sobre el estrés oxidativo, el estado antioxidante y la terapia de suplementación. *Revista Cubana de Cardiología*, 14(1):55-60.

Cochran, W. 1985. *Técnicas de muestreo*. Quinta edición. Editorial México Continental. México.

Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas. 2002. "Pautas éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos". "CIOMS".  
<[http://www.cioms.ch/publications/guidelines/pautas\\_eticas\\_internacionales.htm](http://www.cioms.ch/publications/guidelines/pautas_eticas_internacionales.htm)> (19-11-2016).

Coronado, M.; Vega, S.; Rey, L.; Vázquez, M. y Radilla, C. 2015. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2):206-212.

Delgado, J.; Martínez, L. y Sánchez, T. 2005. Lung cancer pathogenesis associated with wood smoke exposure. *Chest*, 22:124-131.

Delgado, L.; Martínez, G. y Díaz, A. 2009. Determinación de marcadores de estrés oxidativo en pacientes con enfermedades cardiovasculares. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 43(3): 307-13.

Dhouha, M.; Asma, E.; Fadova, N.; Wahiba, D.; Lofi, G y Mohamed, F. 2011. Effect of cigarette smoking on plasma uric acid concentrations. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 16(5): 307-312.

Díaz, M. 2016. "Perfil hepático: valores normales e interpretación". "Tu chequeo". <http://tuchequeo.com/valores-normales-de-perfil-hepatico-interpretacion/> (22-11-2016).

DiNicolantonio JJ, McCarty MF, O'Keefe JH. 2018. Antioxidant bilirubin works in multiple ways to reduce risk for obesity and its health complications. *Open Heart*, 5:e000914.

Elejalde, J. 2001. Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. *Anales de Medicina Interna*, 18(6):326-335.

Fenerca. 2003. *Promoción de Energía Renovable en Centro América: Oportunidades para el planteamiento de políticas*. E+Co y BUN-CA. San José de Costa Rica.

Fullerton, D., Bruce, N. y Gordon. S. 2008. Indoor air pollution from biomass fuel smoke is a major health concern in the developing world. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 102(9): 843-51.

Goraca, A. y Skibska, B. 2015. Plasma antioxidant status in healthy smoking and non-smoking men. *Bratislavske Lekarske Listy*, 106(10): 301-306.

Granota, E. y Kohenb, R. 2004. Oxidative stress in childhood in health and disease states. *Clinical Nutrition*, 23:3-11.

Haj, M.; Ezzaher, A.; Neffati, F.; Douki, W.; Gaha, L. y Fadhel, M. 2010. Effect of smoking on plasma uric acid concentrations. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 16(5):307-312.

Herrera-Portugal, C.; Franco-Sánchez, G.; Pelayes, M.; Schlottfeldt, Y. y Pérez, B. 2009. Daño al ADN en mujeres expuestas al humo de la leña en Chiapas, México. *Acta Toxicológica Argentina*, 17(2):56-61.

Horsfall, L.; Irwin, N. y Petersen, I. 2014. Uric acid in serum and the risk of respiratory diseases: a population-based cohort study. *Tórax*, 69(11): 1021-1026.

Jaeseong, J.; Heejin, K.; Ji, E.; Kyu, J y Sum, H. 2012. Cigarette smoking and serum bilirubin subtypes in healthy korean men: the korea medical institute study. *Medicine Public Health*, 45(2): 105-112.

Jeong, E., Kim, K. y Byul P. 2018. Association between Serum Uric Acid and Oxidative Stress in Korean Adults. *Korean Journal of Family Medicine*, 39(5): 295–299.

Johnson, R.; Segal, M.; Sautin, Y.; Nakagawa, T.; Feig, D. y Kang, D. 2007. Potential role of sugar (fructose) in the epidemic of hypertension, obesity and the metabolic syndrome, diabetes, kidney disease, and cardiovascular disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 86:899–906.

Junemann, A. y Legarreta, G. 2007. Inhalación de humo de leña: una causa relevante pero poco reconocida de enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Revista Argentina de Medicina Respiratoria*, 2: 51-57

Kurmi, O. P., S. Semple, P. Simkhada, W. C. S. Smith, and J. G. Ayres. 2010. COPD and chronic bronchitis risk of indoor air pollution from solid fuel: a systematic review and metaanalysis. *Thorax*, 65(3): 221-28.

Lakey, P.; Berkemeier, T.; Tong, H.; Arangio, A.; Lucas, K.; Pöschl, Y. y Shiraiwa, M. 2016. Chemical exposure-response relationship between air pollutants and reactive oxygen species in the human respiratory tract. *Nature*, 6: 1-6.

Lingenhela, A.; Kolleritsa, B.; Schwaigera, J.; Huntb, S.; Gressb, R.y Hopkins, P. Serun bilirubin levels, UGT1A1 polymorphisms and risk for coronary artery disease. *Atherosclerosis*, 184: 431-437.

Lippi, G.; Montagnana, M.; Franchini, M.; Favaloro, E. y Targher, G. 2008. The paradoxical relationship between serum uric acid and disease. *Clinical Chimica Acta*, 392:1-7.

Liu, D., Yun, Y.; Yang, D.; Hu, X.; Dong, X.; Zhang, N.; Zhang, L.; Yin, H. y Duan, W.2019. What Is the Biological Function of Uric Acid? An Antioxidant for Neural Protection or a Biomarker for Cell Death. Article ID 4081962 9 pp.

Lomnicki, S.; Gullett, B.; Stöger, T.; Kennedy, I.; Diaz, J.; Dugas, T.; Varner, K.; Carlin, D.; Dellinger, D. y Cormier, S. 2014. Combustion by-products and their health effects – Combustion engineering and global health in the 21st century: Issues and challenges. *International Journal of Toxicology*, 33(1): 3-13.

López, M.; Mongilardi, N. y Checkley, W. 2014. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por exposición al humo de biomasa. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 31(1):94-99.

Macarulla, J. y Goñi, F. 1994. *Bioquímica humana: curso básico*. Segunda edición. Reverté, S.A. Barcelona.

Melgarejo-Pomar, I.; Balanza-Erquicia, E.; Gómez-Mendivil, J. y Torrez-Colmena, L. 2020. Estrés oxidativo por humo de leña en mujeres nativas de gran altura - 3850 m s. n. m. *Horizonte Médico*, 20(1): 61-68.

Mannaerts, D., Faes, E., Cos, P., Briedé, J., Gyselaers, W., Cornette, J., Gorbanev, Y., Bogaerts, A., Spaanderman, M., Van Craenenbroeck, E. y Jacquemyn, Y. 2018. Oxidative stress in healthy pregnancy and preeclampsia is linked to chronic inflammation, iron status and vascular function. *Public Library of Science*, 13(9): e0202919.

Martínez, S.; Pérez, J.; García, M. y Jiménez, M. 2010. Valores séricos de proteínas totales, albúmina y ácido úrico en personal expuesto a las radiaciones electromagnéticas. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 39: 3-4.

Mazza, F.; Goodman, A.; Lombardo, G.; Vanella, A. y Abraham, N. 2003. Heme oxygenase-1 gene expression attenuates angiotensin II-mediated DNA damage in endothelial cells. *Experimental Biology and Medicine*, 228(5): 576-583.

Mendoza, L.; Reyna, N.; Linares, S; Bermúdez, V.; Nuñez, J.; Urdaneta, A.; Añez, R. y Faría, L. 2012. Características clínicas y metabólicas de riesgo para enfermedad cardiovascular en fumadores jóvenes. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*, 7:(2) 40-44.

Meyes, G. 1990. *Interpretación Clínica del Laboratorio*. Editorial Médica Panamericana LTDA. Bogotá.

Montaño, M.; Cisneros, J.; Pedraza-Chaverri, J.; Becerril, C.; Mendoza, C. y Ramos, C. 2009. Presencia de estrés oxidativo en un modelo de EPOC inducido con exposición al humo de leña en cobayos. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, 22(4): 272-279.

Noriega, G.; Tomaro, M. y Batle, A. 2003. Efecto protector de la bilirrubina frente al estrés oxidativo generado por el ácido 5-aminolevulico. *Revista Química Viva*, 2(1):405-408.

Núñez, T. y Maldonado, E. 2015. *Análisis Clínico I: Procesos Prácticos*. UTMACH. Ecuador.

Nuñez, X y Patiño, J. 2019. Parámetros bioquímicos y hematológicos en individuos expuestos crónicamente al humo de motores de combustión interna, provenientes de la población de Tacarigua, municipio Cruz Salmerón Acosta, estado Sucre. Trabajo de grado. Departamento de Bioanálisis, Universidad de Oriente, Cumaná. Venezuela. 66p.

O'Malley, S.; Wu, R.; Mayne, S. y Latlow, P. 2014. Quitting smoking is followed by an increase in serum bilirubin, an endogenous antioxidant associated with a lower risk of lung cancer and cardiovascular disease. *Nicotine Tobacco Research*, 16(8): 1145-1149.

Organización Mundial de la Salud. 2016. "Obesidad y sobrepeso". "OMS". <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es>> (09/09/2016).

Otero, W.; Velasco, H. y Sandoval, H. 2009. Papel protector de la bilirrubina en el ser humano. *Revista Colombiana de Gastroenterología*, 24(3):293-301.

Pérez, P. y Pérez, J. 2000. Métodos para medir el daño oxidativo. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 29(8): 192-198.

Peters, B.; Ballmann, C.; Quindry, T.; Zehner, E.; McCroskey, J.; Ferguson, M.; Quindry, J. 2018. Experimental Wood smoke exposure during exercise and blood oxidative stress. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 60(12) 1073–1081.

Pinar, A.; Seval, A.; Ezel, U.; Mkoray, G y Ufuk, C. 2010. Redox homeostasis of albumin in relation to alpha-lipoic acid and dihydrolipoic acid. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 3(3):206-213.

Ríos, M. 2003. El estrés oxidativo y el destino celular. *Revista Química Viva*, 2(1):115-119.

Roden, C.; Bond, T.; Conway, S. y Osorto, A. 2006. Emission Factors and Real-Time optical properties of particles emitted from traditional wood burning cookstoves. *Environmental Sciences and Technology*, 40(21):6750-6757.

Ruiz, M. 2011. Determinación de niveles de contaminación por monóxido de carbono en trabajadoras de tortillerías a base de leña de la ciudad de Guatemala. Trabajo de pregrado. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos. Guatemala.

Salas, N. 2018. La albúmina sérica y su relación con algunos marcadores de estrés oxidativo como indicadores antioxidantes en individuos fumadores crónicos. Trabajo de grado. Departamento de Bioanálisis, Universidad de Oriente, Cumaná. Venezuela. 51p.

Salazar-Lugo, R.; Barahona, A.; Santamaría, M.; Salas, H.; Oleas, M. y Bermeo, B. 2014. Marcadores de estrés oxidativo y su relación con el estado nutricional en adultos, Ecuador. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 64(4):264-270.

Sanz-Chávez, T.; Vilar-Compte, D.; Nicola-Delfín, L. y Meneses-García, A. 2013. Sobrepeso, obesidad, diabetes e hipertensión en cáncer de endometrio. *Revista de Medicina del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 51(3):326-329.

Sautin, Y. y Johnson, R. 2008. Uric acid: the oxidant-antioxidant paradox. *Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids*, 27(6): 608-19.

Sistar, M.; Aydin, S y Cakatay, U. 2013. Human serum albumin and its relation to oxidative stress. *Department of Medical Biochemistry*, 59(9-10):945-952.

Smith, K. y Pillarisetti, A. 2012. Breve historia del humo de leña y sus implicaciones para Chile. *Estudios Públicos*, 126:163-179.

Sokal, Y. y Rohlf, F. 1979. *Biometry W. H. Freeman y C. O.* San Francisco, USA.

Souki, A.; Cano, C.; Mengual, E.; García, D.; Torres, D.; Almarza, J.; Urdaneta, Y.; León, L.; Chávez, Z.; Molero, E.; Medina, M. y Amell, A. 2007. Marcadores biológicos de estrés oxidativo. Distribución por edad y sexo de las concentraciones basales de MDA, NO y ácido úrico en niños y adolescentes de Maracaibo-Venezuela. *AVFT*, 26(2):92-97.

Stocker, R.; Glazer, A. y Ames, B. 1987. Antioxidant activity of bilirubin bound to albumin. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, 84(16): 5918-5922.

Tapia-Saavedra, A. 2005. Oxidative stress and depression. A possible etiologic role? *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatría*, 43(4): 329-336.

Taverna, M.; Marie, A.; Mira, J. y Guidet, B. 2011. Propiedades antioxidantes específicas de la albúmina sérica humana. *Annals of Intensive Care*, 3(4):1-7.

Thérond, P.; Bonnefont, D.; Davit, A.; Conti, M. y Alain, A. 2000. Biomarkers of oxidative stress: an analytical approach. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 3:373-384.

Torres, M.; Turell, L.; Botti, H.; Antmann, L.; Carballal, S.; Ferrer, G y Álvarez, B. 2012. Modulación de la reactividad de tiol de la seroalbúmina humana y su derivado sulfénico por ácidos grasos. *Annals of Intensive Care*, 521: 102-110.

Torres-Duque, C.; García-Rodríguez, M.; González-García, M. 2016. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por humo de leña ¿un fenotipo diferente o una entidad distinta? *Archivos de Bronconeumología*, 52(8): 425-431.

Valášková, P. y Muchová, L. 2016. Metabolism of bilirubin and its biological properties. *Klinická biochemie a metabolismus*, 24(4): 198-202.

Valenzuela, R.; Tapia, G.; González, M. y Valenzuela, A. 2011. Ácidos grasos omega-3 (EPA Y DHA) y su aplicación en diversas situaciones clínicas. *Revista Chilena de Nutrición*, 38(3): 356-367.

Vargas, M.; Martínez, N. y Bravo, A. 2007. Influencia del hábito de fumar sobre las concentraciones séricas de cinc, cobre y selenio en adultos jóvenes. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 26(1): 42-47.

Venturini, D.; Simão, A.; Scripes, N.; Bahls, L.; Melo, P.; Belinetti, F.; Lozovoy, M. y Dichi, I. 2012. Evaluation of oxidative stress in overweight subjects with or without metabolic syndrome. *Obesity*, 20(12): 2361–2366.

Viegi, G.; Simoni, M. y Sconamiglio, A. 2004. Indoor air pollution and airway disease. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 8: 1401-15.

Wang, X., Wu, D. y Zhong, P. 2020. Serum bilirubin and ischaemic stroke: a review of literature. *Stroke & Vascular Neurology*, 10: 1136.

Waring W., McKnight J, Webb D., y Maxwell S. 2006. Uric acid restores endothelial function in patients with type 1 diabetes and regular smokers. *Diabetes*, 55(11): 3127-3132.

Wonisch, W., Falk, A., Sundl, I., Winklhofer-Roob, B. M., y Lindschinger, M. 2012. Oxidative stress increases continuously with BMI and age with unfavourable profiles in males. *The Aging Male*, 15(3), 159–165.

Zelikoff, J.; Chen, L.; Cohen, M. y Schlesinger, R. 2002. The toxicology of inhaled woodsmoke. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 5(3): 269-282.

Zorrilla, A. 2002. El envejecimiento y el estrés oxidativo. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 21(3):178-185.

## APÉNDICES

Apéndice 1. (A) Análisis de varianza de una vía para el índice de masa corporal entre tratamientos. (B) Análisis *a posteriori* (SNK al 95%).

<b>(A) Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>g.l.</b>	<b>Media Cuadrada</b>	<b>Razón F</b>	<b>Nivel significancia</b>
Entre grupos	128,256	1	128,256	14,08	0,0005 *
Dentro de grupos	437,384	48	9,11216		
<b>Total</b>	<b>565,64</b>	<b>49</b>			

\* Altamente significativo,  $p < 0,001$ ; g.l: grados de libertad

<b>(B) Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupos</b>
No expuestos	25	20,88	X
Expuestos	25	24,08	X

Apéndice 2. Análisis de varianza de una vía para las proteínas totales entre tratamientos.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>g.l.</b>	<b>Media Cuadrada</b>	<b>Razón F</b>	<b>Nivel significancia</b>
Entre grupos	0,3872	1	0,3872	0,61	0,4398 <sup>NS</sup>
Dentro de grupos	30,6296	48	0,638117		
<b>Total</b>	<b>31,0168</b>	<b>49</b>			

NS No significativo,  $p > 0,05$ ; g.l: grados de libertad

Apéndice 3. Análisis de varianza de una vía para la albúmina entre tratamientos.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>g.l.</b>	<b>Media Cuadrada</b>	<b>Razón F</b>	<b>Nivel significancia</b>
Entre grupos	0,98	1	0,98	2,72	0,1059 <sup>NS</sup>
Dentro de grupos	17,32	48	0,360833		
<b>Total</b>	<b>18,3</b>	<b>49</b>			

NS No significativo,  $p > 0,05$ ; g.l: grados de libertad

Apéndice 4. (A) Análisis de varianza de una vía para el ácido úrico entre tratamientos. (B) Análisis *a posteriori* (SNK al 95%).

<b>(A) Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>g.l.</b>	<b>Media Cuadrada</b>	<b>Razón F</b>	<b>Nivel significancia</b>
Entre grupos	11,2338	1	11,2338	5,22	0,0268 *
Dentro de grupos	103,311	48	2,15232		
Total	114,545	49			

\* Significativo,  $p < 0,05$ ; g.l: grados de libertad

<b>(B) Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupos</b>
No expuestos	25	4,88	X
Expuestos	25	5,82	
			X

Apéndice 5. (A) Análisis de varianza de una vía para la bilirrubina directa entre tratamientos. (B) Análisis *a posteriori* (SNK al 95%).

<b>(A) Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>g.l.</b>	<b>Media Cuadrada</b>	<b>Razón F</b>	<b>Nivel significancia</b>
Entre grupos	0,1568	1	0,1568	10,40	0,0023 *
Dentro de grupos	0,724	48	0,0150833		
Total	0,8808	49			

\*Muy significativo,  $p < 0,01$ ; g.l: grados de libertad

<b>(B) Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupos</b>
No expuestos	25	0,22	X
Expuestos	25	0,33	
			X

Apéndice 6. (A) Análisis de varianza de una vía para la bilirrubina total entre tratamientos. (B) Análisis *a posteriori* (SNK al 95%).

<b>(A) Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>g.l.</b>	<b>Media Cuadrada</b>	<b>Razón F</b>	<b>Nivel significancia</b>
Entre grupos	1,125	1	1,125	13,91	0,0005 *
Dentro de grupos	3,8832	48	0,0809		
Total	5,0082	49			

\* Altamente significativo,  $p < 0,001$ ; g.l: grados de libertad

<b>(B) Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupos</b>
No expuestos	25	0,84	X
Expuestos	25	1,14	
			X

Apéndice 7. (A) Análisis de varianza de una vía para la bilirrubina indirecta entre tratamientos. (B) Análisis *a posteriori* (SNK al 95%).

<b>(A) Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>g.l.</b>	<b>Media Cuadrada</b>	<b>Razón F</b>	<b>Nivel significancia</b>
Entre grupos	0,4418	1	0,4418	7,06	0,0107 *
Dentro de grupos	3,004	48	0,0625833		
Total	3,4458	49			

\* Significativo,  $p < 0,05$ ; g.l: grados de libertad

<b>(B) Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupos</b>
No expuestos	25	0,63	X
Expuestos	25	0,82	X

## ANEXOS

### ANEXO I

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE SUCRE  
ESCUELA DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOANÁLISIS

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Bajo la coordinación de la Dra. Yanet Antón, Profesora del Departamento de Bioanálisis, de la Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, se realizará el trabajo de investigación titulado **DAÑO OXIDATIVO POR EXPOSICIÓN CRÓNICA AL HUMO PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN DE LA LEÑA EN MUJERES DE LA POBLACIÓN DE RIO BRITO, MUNICIPIO SUCRE, ESTADO SUCRE.**

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

Yo, \_\_\_\_\_ C.I.: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
Género: \_\_\_\_\_ Telf.: \_\_\_\_\_ Domiciliado \_\_\_\_\_

Por medio de la presente otorgo mi libre consentimiento en participar en el proyecto de investigación antes mencionado cuyo objetivo es: **Evaluar algunos indicadores de daño oxidativo por exposición crónica al humo producto de la combustión de la leña en mujeres de la población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre.**

Declaro que se me ha informado ampliamente que, de acuerdo a los derechos constitucionales que me asisten, mi participación en el estudio es totalmente voluntaria y que puedo revocar mi consentimiento en cualquier momento que yo lo desee sin que esto cause represalia alguna. Se hizo de mi conocimiento que, para el desarrollo de este estudio, se tomarán las medidas de peso, talla y circunferencia abdominal al igual que una muestra de 5 ml de sangre por punción venosa del brazo, lo cual no ocasionará ningún daño ni molestia a mi persona. De igual modo se me informó que como beneficios derivados de mi participación, recibiré de forma oportuna los resultados obtenidos de los análisis que se realizarán y se me orientará en la manera que sea más competente en caso de encontrarse algún valor estadísticamente significativo. Los investigadores se han comprometido en preservar la confidencialidad de los datos otorgados, cuyo uso será exclusivo a los fines que persigue esta investigación.

\_\_\_\_\_  
Firma del Participante

\_\_\_\_\_  
Testigo

C.I:  
Teléf.:

Investigadores responsables:

**Br. Andreína Rondón**  
C.I.: 20 053 902

**Br. Maria Subero**  
C.I.: 19.345.427

## ANEXO II



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE SUCRE  
ESCUELA DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOANÁLISIS

### ENCUESTA COMUNITARIA

Nº de Encuesta: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Exposición al Humo de Leña: \_\_\_\_\_

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_

#### • UBICACIÓN DE LA VIVIENDA:

Municipio: SUCRE Parroquia: SAN JUAN II Comunidad: RÍO BRITO

#### • DATOS DEL ENTREVISTADO Y DEL GRUPO FAMILIAR:

**Nacionalidad:**  Venezolano  Extranjero **Sexo:**  F  M **Edad:** \_\_\_\_\_

**Estado Civil:**  Soltero(a)  Casado(a)  Divorciado(a)  Viudo(a)  Concubino(a)  
 Separado(a)

**Profesión u oficio:** \_\_\_\_\_

**Situación ocupacional:**  Ocupado  Desocupado  Otro: \_\_\_\_\_

**Dónde trabaja:**  Inst. Pública  Inst. Privada  Comercial  Por cuenta propia

**Nombre de la Empresa o Institución donde labora:**  
\_\_\_\_\_

**Grado de instrucción:**  Primaria  Secundaria  Superior  Sin instrucción

**Ingreso:**  - Sueldo Min.  -Sueldo Mín.  + Sueldo Min.  Sin ingresos

**Nº de miembros del Grupo Familiar:** \_\_ **Nº de Familias en la vivienda:** \_\_

#### DATOS DE LA VIVIENDA:

**Tipo:**  Casa  Quinta  Rancho  Otro: \_\_\_\_\_

**Tenencia de la Vivienda:**  Propia  Alquilada  Alojada  Invasada

**Condiciones de la Vivienda:**  Buena  Regular  Mala

**Condiciones de Salubridad:**  Limpia  Medianamente Limpia  Sucia

**Materiales del Techo:**  Zinc  Asbesto  Tejas  Platabanda Otro: \_\_\_\_\_

**Paredes:**  Frisadas  Sin frisar  Tablas  Bahareque o Adobe  Zinc  
Otro: \_\_\_\_\_

Hay animales domésticos en la vivienda:  Si  No

Perro	Gato	Cochino	Pato	Pavd <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> llina	Otros
-------	------	---------	------	-------------------------------	--------------------------------	-------

Hay presencia de otros animales dentro de la vivienda: Si No

Moscas	Hormigas	Ratones	Alacranes	Ciempíes	Cucarachas
--------	----------	---------	-----------	----------	------------

• **SERVICIOS PÚBLICOS:**

**Sistema de agua potable:**  Acueductos  Camión cisterna  Del río

Aducción pozos profundos  Manantiales Otro: \_\_\_\_\_

**Electricidad:**  Regular  Irregular

**Teléfono:**  Domiciliario  Celular  Tarjetero  Otro: \_\_\_\_\_

**Basura:**  Aseo Municipal  Por container  Quemada  Al aire libre  
Otro \_\_\_\_\_

**Sistema de recolección de aguas servidas:**  Cloacas  Pozos sépticos  Al aire libre

En bolsas  Otro \_\_\_\_\_

**Transporte:**  Propio  Público  Bestias  Otro: \_\_\_\_\_

**Vialidad:**  Asfaltada  De tierra  De piedras  Otro: \_\_\_\_\_

**Servicio de Gas:**  Por bombona  Otro: \_\_\_\_\_

¿A qué centro asistencial de salud acude para tratarse?

Clínica	Hospital	CDI	Ambulatorio	Mod. Barrio Adentro	Otro

## VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA

### 1. Retardo Mental y síntomas neurológicos

Autismo	Hiperactividad	Depresión	Déficit de atención	Dificultad de aprendizaje	Mareo
Cefalea	Temblor	Nerviosismo	Convulsiones	Parálisis	

### 2. Prevención y control de enfermedades

- Vacunas

Polio 1 2 3	BCG	Triple	Otras
-------------	-----	--------	-------

- Desparasitación: Ectoparásitos y Endoparásitos

Ladillas	Piojos	Nigua
----------	--------	-------

- Fumigación de áreas:

Mosquitos	Garrapatas	Roedores
-----------	------------	----------

### 3. Enfermedades respiratorias y síntomas respiratorios

Asma	Bronquitis	Neumonía	Aumento de la expectoración
Alergias	Tos	Disnea	

### 4. Enfermedades dermatológicas y síntomas dermatológicos

Lepra	Leptospirosis	Oncocercosis	Leishmaniasis	Chagas	Hongos
Escabiosis/sarna	Prurito	Erupción cutánea	Cianosis	Sudoración	Otras

### 5. Enfermedades de transmisión alimentaria y síntomas digestivos

Diarreas: amibiasis, giardiasis gastrointestinales, otras	Molestias faríngeas	Nauseas	Vómitos
Dolor abdominal	Estreñimiento	Hepatitis A	Otras

#### 1.6.-Enfermedades de transmisión sexual

HIV	VPH	Sífilis	Gonorrea	Hepatitis B
-----	-----	---------	----------	-------------

#### 1.7.-Enfermedades emergentes

Diabetes	Hipertensión arterial	Obesidad	Otras
----------	-----------------------	----------	-------

#### 1.8.-Enfermedades re-emergentes

Malaria	Dengue	Hepatitis	Tuberculosis
---------	--------	-----------	--------------

### 6. Enfermedades oftalmológicas

Ceguera	Cataratas	Visión borrosa	Lagrimo
---------	-----------	----------------	---------

### 7. Enfermedades renales

### 8. Cáncer

Próstata	Riñón	Pulmón	Hígado	Seno
Piel	Vejiga	Intestinal	Otro	

### 9. Abortos

### 10. Morbi-mortalidad infantil y adultos

- ¿Se enferman muchos los niños? Sí\_\_\_ No\_\_\_
- ¿Se enferman los adultos mayores? Sí\_\_\_ No\_\_\_

### 11. Enfermedades congénitas/Malformaciones

Psico-motor	Sexuales	Retardo mental	Pies	Faciales	Manos
-------------	----------	----------------	------	----------	-------

## ENCUESTA NUTRICIONAL

### 1. DATOS SOCIODEMOGRAFICOS

1.1 Nombre  1.2 Género   
1.3 Fecha de Nacimiento  1.4 Estado Civil   
1.5 Instrucción

### 2. ESTILOS DE VIDA SALUDABLES

2.1 ¿En los últimos dos meses fumó en alguna ocasión?

SI  NO

Frecuencia de Consumo y Tiempo

Diario  3-4 veces a la Semana  1-2 Veces a la Semana   
Compromisos

2.2 Consume usted bebidas alcohólicas? SI  NO

Frecuencia Diario  Entre semana  Compromisos

### 3. ACTIVIDAD FÍSICA

Actividades físicas realizadas	Tipo de Actividad			Días/ Semana	Duración	Minutos/ Semana	METS
	Leve	Moderada	Intensa				

#### Clave

Actividad Leve: Caminata Suave

Actividad Moderada: Andar en bicicleta, natación recreativa, caminar, trotar lentamente, aeróbicos

Actividad Intensa: Correr, futbol, deportes en general

#### 4. FRECUENCIA DE CONSUMO DE ALIMENTOS

Grupo de Alimentos	CONSUMO		DIARIO			SEMANAL				
	Si	No	1 vez	2 veces	3 o más veces	1 vez	2 veces	3 veces	4 veces	5 veces
Lácteos y derivados										
Carnes y vísceras										
Huevos										
Pescados y mariscos										
Cereales y derivados										
Frutas										
Verduras										
Hortalizas										
Leguminosas										
Tubérculos										
Grasas y aceites										
Azúcares										
Bebidas										

#### 5. DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS DE ALIMENTOS:

Lácteos y derivados:

Carnes y vísceras:

Huevos:

Pescados y mariscos:

Cereales y derivados:

Frutas:

Verduras:

Hortalizas:

Leguminosas:

Tubérculos:

Grasas y aceites:

Azúcares:

Bebidas:

• **NIVEL SOCIO-ECONÓMICO DE LA FAMILIA**  
**(MÉTODO GRAFFAR VERSIÓN MÉNDEZ CASTELLANO)**

<b>VARIABLES</b>	<b>ITEMS</b>	<b>Puntuación x ítems</b>		<b>Puntuación x selección</b>
1. Profesión del Jefe de Familia	Profesión universitaria, financista, banqueros, comerciantes, cargos de alta productividad		1	
	Profesión técnica superior, medianos comerciantes o productores		2	
	Empleados sin profesión universitaria con técnica media, pequeños comerciantes o productores		3	
	Obreros especializados y trabajadores del sector informal con primaria completa		4	
	Obreros no especializados y trabajadores del sector informal sin primaria completa		5	
2. Nivel de Instrucción de la Madre	Profesional universitario		1	
	Secundaria completa o Técnica Superior Completa		2	
	Secundaria Incompleta o Técnica Inferior Completa		3	
	Educación primaria o alfabeta		4	
	Analfabeta		5	
3. Principal Fuente de Ingreso de la Familia	Fortuna heredada o adquirida		1	
	Ganancias o beneficios, honorarios profesionales		2	
	Sueldo mensual		3	
	Salario semanal, por día o por tarea		4	
	Donaciones de origen público o privado		5	
4. Condiciones de alojamiento	Vivienda con óptimas condiciones sanitarias en ambiente de gran lujo		1	
	Vivienda con óptimas condiciones sanitarias en ambiente con lujo sin excesos y suficientes espacios		2	
	Vivienda con buenas condiciones sanitarias en espacios reducidos		3	
	Vivienda con ambientes espaciosos o reducidos con deficiencias en algunas condiciones sanitarias		4	
	Rancho o vivienda con condiciones sanitarias marcadamente inadecuadas		5	
<b>TOTAL DEL PUNTAJE</b>				

Seleccione el nivel socioeconómico al que pertenece el grupo familiar según el puntaje total:

<b>Estrato socioeconómico</b>	<b>Puntuación de referencia</b>	<b>Selección del estrato</b>
Estrato I: Clase Alta	4 a 6 puntos	
Estrato II: Clase Media Alta	7 a 9 puntos	
Estrato III: Clase Media Media	10 a 12 puntos	
Estrato IV: Pobreza Relativa	13 a 16 puntos	
Estrato V: Pobreza Crítica	17 a 20 puntos	

## HOJAS DE METADATOS

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

<b>Título</b>	DAÑO OXIDATIVO POR EXPOSICIÓN CRÓNICA AL HUMO PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN DE LA LEÑA, EN MUJERES DE LA POBLACIÓN DE RIO BRITO, MUNICIPIO SUCRE, ESTADO SUCRE
<b>Subtítulo</b>	

### Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
RONDÓN CARABALLO, ANDREÍNA CAROLINA	<b>CVLAC</b>	20.053.902
	<b>e-mail</b>	andreinadeaguilera@gmail.com
	<b>e-mail</b>	
SUBERO AGUADO, MARÍA ELBA	<b>CVLAC</b>	19.345.427
	<b>e-mail</b>	marielsubero@hotmail.com
	<b>e-mail</b>	

### Palabras o frases claves:

Parámetros bioquímicos
Estrés oxidativo
Ácido úrico, bilirrubina, proteínas totales y albúmina

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Sub-área
Ciencias	Bioanálisis

### Resumen (abstract):

Se evaluó el daño oxidativo por exposición crónica al humo producto de la combustión de la leña en 25 mujeres, pertenecientes a la población de Rio Brito, municipio Sucre, estado Sucre. Esto se realizó mediante la determinación sérica de los biomarcadores: albúmina, proteínas totales, ácido úrico, bilirrubina directa, bilirrubina indirecta y bilirrubina total; y la determinación del estado nutricional a través del índice de masa corporal (IMC). Los resultados se compararon con 25 mujeres comparables en edad y condición socioeconómica, quienes cocinaban con gas licuado de petróleo (GLP). Estadísticamente, los valores del IMC fueron más altos en el grupo expuesto al humo de leña. Se hallaron diferencias estadísticas en los valores de ácido úrico y de las diferentes bilirrubinas, siendo mayores en el grupo expuesto. El estado nutricional mostró asociación estadística con el ácido úrico ( $p < 0,05$ ) y con la bilirrubina total ( $p < 0,01$ ) dándose con más frecuencia valores altos de estas biomoléculas en individuos con sobrepeso. El estado nutricional también mostró una asociación altamente significativa ( $p < 0,001$ ) con la exposición al humo en los individuos con sobrepeso. Por otro lado, la bilirrubina directa y la bilirrubina total tuvieron los valores más altos en los individuos expuestos al humo, mostrando un alto grado de asociación con éste. No se encontraron diferencias estadísticas entre grupos a nivel de las proteínas totales y la albúmina. Los resultados de este estudio sugieren que el ácido úrico, la bilirrubina y el IMC actúan como marcadores de estrés oxidativo en personas expuestas al humo leña.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
<b>Antón, Yanet</b>	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	8.439.227
	e-mail	yanetanton2019@gmail.com
<b>Ponce, Yusulbeht</b>	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	11.829.822
	e-mail	yusulbehtdelvalle@gmail.com
<b>Vargas, América</b>	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	9.978.150
	e-mail	americabelen2@gmail.com

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2022	02	24

Lenguaje: SP

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis de Grado-RondónA & SuberoM.docx	Word 2016

### Alcance:

Espacial: \_\_\_\_\_ Nacional \_\_\_\_\_ (Opcional)

Temporal: \_\_\_\_\_ Temporal \_\_\_\_\_ (Opcional)

### Título o Grado asociado con el trabajo:

\_\_\_\_\_ Licenciado(a) en Bioanálisis \_\_\_\_\_

Nivel asociado con el Trabajo: \_\_\_\_\_ Licenciado(a) \_\_\_\_\_

Área de Estudio: \_\_\_\_\_ Bioanálisis \_\_\_\_\_

### Institución (es) que garantiza (n) el Título o grado:

\_\_\_\_\_ UNIVERSIDAD DE ORIENTE – VENEZUELA \_\_\_\_\_

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA

RECIBIDO POR *Martínez*

FECHA *5/8/09* HORA *5:30*

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

*Juan A. Bolaños Cuneles*  
JUAN A. BOLAÑOS CUNELES  
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

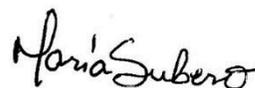
## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso- 6/6

**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009):** “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.



---

Andreina Rondón  
AUTOR



María Subero  
AUTOR



---

Yanet Antón  
ASESORA ACADÉMICA